

ÕPETAMISE
JA KASVATAMISE
SEOSE KÜSIMUSI
7. KLASSI KEEMIA
KURSUSES

2/68618

A-23592

EESTI NSV PEDAGOOGIKA TEADUSLIKU UURIMISE INSTITUUT

V. RATASSEPP

ÕPETAMISE JA
KASVATAMISE SEOSE
KÜSIMUSI 7. KLASSI
KEEMIA KURSUSES

Metoodiline abimaterjal keemia õpetajatele

KIRJASTUS «VALGUS» • TALLINN 1966

Toimetanud V. P e d a k

Kirjastatakse Eesti NSV Pedagoogika Teadusliku Uurimise
Instituudi Opetatud Nõukogu otsusel

2

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu

68618

ARHIIVKOGU

SISSEJUHATUS.

Käsitledes partei ideelist kasvatustööd, märgib L. I. Brežnev NLKP Keskkomitee aruandes Nõukogude Liidu Kommunistliku Partei XXIII kongressile: «Töötajate mobiliseerimine kommunismi materiaal-tehnilise baasi loomise ülesannete edukale lahendamisele, kõigis ühiskonna liikmetes teadusliku maailmavaate ja kommunistliku moraali kujundamine ning igakülgsest arenenud isiksuse kasvatamine — need on partei ideoloogilise töö eesmärgid.»

Kommunistliku ühiskonna inimese kasvatamisel tuleb suur töö ära teha koolil. Kooli ülesandeks on anda õpilastele teadmisi ja kasvatada neid. Kasvatustöö on kõige tihedamas seoses õpetatavate distsipliinidega, kusjuures erinevad distsipliinid pakuvad erinevaid võimalusi noorsoo kasvatamiseks. Keemia õpetamise kaudu avanevad suured võimalused õpilaste teadusliku maailmavaate kujundamiseks, mis on nõukogude kooli üheks tähtsamaks ülesandeks. Keemial on tähtis osa ka võitluses minevikuiganditega inimeste teadvuses, sest koos teiste loodusteaduslike distsipliinidega on keemia viinud inimkonna teda ümbritseva looduse sügavale mõistmisele. Teadus on kummutanud ebaõiged kujutlused loodusest ja looduses toimuvatest nähtustest ning juhtinud inimesi suurtele avastustele. Inimene on muutunud looduse valitsejaks ning ümberkujundajaks.

Looduse õige käsitlemine viis teadusliku maailmavaate tekkeni, mille aluseks on marksism-leninism. Maailmavaatelised arusaamad määravad kindlaks inimese teadliku tegevussuuna. Dialektilis-materialistliku maailmavaatega inimene on veendunud maailma materiaalsuses. Ta peab materiat primaarseks, mõistab materia arengut ning selle seaduspärasuste objektiivset iseloomu.

Keemia on teadus ainetest ning muundumisnähtustest,

mis toimuvad ainetega. Keemia selgitab välja ainete muundumisega seotud seaduspärasused, et neid kasutada inimkonna huvides. On arusaadav, et ilma keemia kursusega koolis pole võimalik materiaa olemuse sügav mõistmine. Kooli keemia programm näeb ette vajaliku hulga keemiaalaseid teadmisi, mille alusel kujundatakse õpilastes materialistlikke, marksistlik-leninlikke veendumusi. Viimaseid ei saa kasvatada paljasõnalise veenmise teel. Tõestusega saadud «veendumus» sarnaneb ikkagi religioosse, dogmaatilise veendumusega, kuigi selle sisu võib olla teaduslik. Seda liiki veenmised panevad alati kahtlema öeldud sõnade siiruses. Keemia kursuse eelis dialektilis-materialistliku maailmavaate kasvatamisel koolis selles seisnebki, et ta võimaldab kujundada teadmistel põhinevaid veendumusi, kasutades selleks tõestamist.

Teaduse arenemine inimkonna ajaloo vältel pole kulgenud pidurdusteta. Kasvatustöö keemia õpetamisel peab tagama ka teaduse arenemist pidurdavate tegurite tundmaõppimise, et sellest teha järeldusi.

Suurimaks takistuseks teaduse arenemisele oli religiooset maailmavaadet propageeriv kirik. Selle õpetuse aluseks on usk kõrgemasse vaimu, inimese ja looduse loojasse — jumalasse. Usk jumalasse soodustab orjaliku hingelaadi kujunemist, pidurdab inimese loovat mõtet, teotahet ja uurimisindu. Seepärast on vaja koolis ka keemia õpetamisel juhtida tähelepanu religiooni kahjulikkusele. Keemiatõdede abil tuleb õpilastele näidata, et usk jumalasse pole millegagi põhjendatav, et see on vaid fantaasia vili, mis inimkonna arenemise seisukohalt ei too kasu, vaid üksnes kahju.

Keemia õpetamisel tegelikus koolitöös esineb veel küllalt pealiskaudsust ja süsteemitust. Näitena võib tuua keemilise reaktsiooni tüüpide tundmaõppimise. Sageli rahuldub õpetaja sellega, et tutvustab reaktsiooni tüüpe, jättes maailmavaatelise kasvatustöö seisukohalt olulise üldistuse tegemata. Tuleb aga näidata, et kõigi õpitud reaktsioonitüüpide juures on tegemist keemiliste muundumiste, s. o. nähtustega, mis ühendab neid kõiki omavahel. Sama võib öelda, kui nendesamade reaktsioonide käsitlemisel neid ei seletata molekulaar-atomistliku teooria seisukohalt. Just keemiliste nähtuste seletamine molekulaar-atomistliku teooria valguses aitab õpilastes kasvatada dialektilis-materialistlikku maailmavaadet, sealhulgas tea-

duslik-ateistlikke arusaamasid loodusnähtustest. Molekulaar-atomistlik teooria on 8-klassilise kooli keemia kursuse põhiliseks teaduslik-teoreetiliseks aluseks. Selle teooria järgi õpitakse tundma keemiliste muundumiste materiaalsel olemust.

Kui võrrelda kõiki seitsmendas klassis õpetatavaid dissipliine selle alusel, millisel määral nad aitavad kaasa õpilastes dialektilis-materialistliku maailmavaate kujundamisele, siis selgub, et keemia pakub selleks kõige enam võimalusi. Ainete ja nähtuste tundmaõppimisel on see pärast vaja järjekindlat dialektilist lähenemist. Keemia õpetajal tuleb leida õpitavast materjalist need nähtused ja faktid, mis võimaldavad õpilasi veenda dialektika üldiste seaduste objektiivses iseloomus. Dialektika seaduste mõistmist tuleb süvendada kogu keemia kursuse õppimise vältel. Seejuures ei ole vaja dialektika põhiseadusi formuleerida. Seda võib teha alles ühiskonnaõpetuse õpetamisel XI klassis. Keemia õpetamisel tuleb avada õigesti nähtuste maailm, et luua alus filosoofilistele üldistustele. Näiteks keemilisi elemente ja aineid tuleb tundma õppida tihedas seoses samasse rühma või klassi kuuluvate elementide või ainetega. Iga ainet on vaja vaadelda seoses teiste ainetega, millega ta reageerib, ning keemilisi reaktsioone seoses tingimustega, mis on vajalikud nende kulgemiseks. Aineid peab õppima nägema muutuvate ja arenevate. Mingit ainet käsitledes huvitab meid seega mitte üksnes tema olemus, vaid ka tema tekkelugu ja tulevik, s. t. milleks ta võib reaktsioonidel muunduda. On vaja tutvuda ka keerulisemate ainete tekkimisega lihtsamatest ja vastupidi. Rikkaliku faktilise materjali põhjal peab selgeks saama, et üleminek ühtedelt omadustelt teistele, uutele omadustele (uuele kvaliteedile) toimub kvantitatiivsete muutuste tagajärjel.

Keemia õpetamise kaudu tuleb õpilastele näidata arenemise vastuolulist iseloomu. Metall reageerib mittemetalliga. Metall oksiid ei reageeri teise metalli oksiidiga, vaid just teravalt erinevate omadustega oksiidiga, happelise oksiidiga. Alused ei reageeri teiste alustega, vaid hapetega jne. Vastupidiste omadustega ainete vahel võibki reaktsioon üldse toimuda ja anda uusi aineid.

Dialektiline lähenemine nähtuste seletamisel loob aluse,

millele tuginedes saab hiljem teha maailmavaatelisi üldistusi.

Seitsmendas klassis on keemia õpetamisel vaja erilist rõhku panna ka ateistlikule kasvatustööle. Põhjusena tuleb seejuures nimetada mitte üksnes õppeprogrammi vastavat temaatikat, vaid ka soodsat olukorda, mille loob õppeaine uudsus ning õpilaste ealised iseärasused. Teatavasti tekib selles eas õpilastel eriline huvi nähtuste põhjuste ja olemuse vastu, õige seletuse leidmise vastu. Seejärel on vaja nad aine omandamise käigus kokku viia probleemidega, mis tekitavad ja on ajaloo vältel tekitanud vaidlusi ja lahkarvamusi. Ajaloolised materjalid ei peaks kujunema üksnes taustaks. On vaja esile tuua näiteid keemiliste ja tehniliste mõistete kujunemisest ja arenemisest koos sellega kaasnevate vastuoludega ning visa võitlusega. (Mõistete *aatom*, *molekul*, *lihtaine*, *liitaine*, *keemiline element* jne. kujunemine.) Sellise faktide valikuga arendame õpilastes loogilist mõtlemist, anname mõtlemiseks ainet, eeldades muidugi, et ka aine esitamise viis seda soodustab.

Et keemia õpetamine oleks elulähedane, tuleb käsitletav õppematerjal seostada meie kaasaja teaduse ja tehnika saavutustega. Näiteks tänu keemiale on võimalik arstiteaduses tänapäeval kasutada polümeeridest proteese, söögitorusid, veresooni jm.

Kui keemia õpetamine toimub elulähedaselt ja rangelt teaduslikul alusel, kui õpetaja käsitleb ainet (sealhulgas keemilisi nähtusi) dialektilis-materialistliku maailmavaate alusel, siis võibki öelda, et õpetamine ja kasvatamine kulgevad ühtse protsessina, teineteist toetades.

Et anda keemia õpetamisel võimalikult rohkem kasvatustlikust seisukohast, tuleb kõigepealt selgusele jõuda võimalustes, mida üks või teine teema suudab pakkuda dialektilis-materialistliku maailmavaate kasvatamise osas. Seda teades saab õpetaja seada eelolevateks tundideks juba kindlad eesmärgid. Nende eesmärkide realiseerimine igas tunnis viibki õpilased lõpuks niikaugele, et ühiskonnaõpetuse käsitlemisel 11. klassis ei teki üldistamisega enam raskusi.

Õeldut on püütud arvestada ka käesoleva brošüüri koostamisel. Kõigepealt peatutakse võimalustel, mida antud teema pakub dialektilis-materialistliku maailmavaate kasvatamise seisukohalt. Seejärel antakse juhiseid ning fak-

tilist materjali, et aidata õpetajal püstitatud kasvatuslikke eesmärgke realiseerida. Niisuguseks materjaliks on andmed keemia ajaloo, religioossete väärisseisukohtade kriitika, ülevaated kaasaja teaduse saavutustest jm. Sellest ei tule aru saada nii, et kogu toodud materjali peab lastele ette kandma tunnis. See, kuidas õpetaja taolist materjali kasutab, kas koolis, ringi töös või annab vastava kirjandusega tutvumise õpilasele koduseks tööks, on tema otsustada. Siinkohal esitatu peaks aitama õpetajal mõista, kui oluline on kasvatus töö seisukohalt läheneda mõistete kujunemisele ajaloolisest aspektist. Nii või teisiti peab taoline materjal jõudma mitte üksnes ühe või kahe asjast huvitatud õpilase, vaid kõigi õpilaste. See annab kasvatuslikult enam kui nii mõnegi juhusliku faktiga tutvumine. Sellise materjali olemasolu kergendab kahtlemata õpetaja tööd tunni ettevalmistamisel. Siiski ei ole õige piirduda üksnes brošüüris esitatuga. Õppe- ja kasvatus töös tuleb ju rohkem kui kuskil mujal kasutada erinevaid lähenemisviise, milleks on vaja leida iga laadi (ka ilukirjanduslikku) saatematerjali. Kui õpetajal on läinud korda kõita õpilaste tähelepanu, pakkuda neile midagi elamuslikku, äratada huvi ja näidata eesmärgke, on alust loota ka kogu keemia õpetamise kasvatusliku väärtuse kasvu. Tärgranud huvi aga soodustab keemia põhitõdede paremat mõistmist ja omandamist.

Selleks et aidata kaasa õpetamise ja kasvatamise seose olemuse selgitamisele keemia õpetamisel, on käesolevas brošüüris esitatud näide ühe tunni kohta (lk. 87).

Brošüüri lõpus tuuakse valik küsimusi, mis on mõeldud õpilastele esitamiseks. Nimetatud küsimused on paigutatud ühtekokku sellepärast, et paljusid neist vajatakse mitmete teemade käsitlemisel ning neid ei ole üksikute peatükkide lõpul mõtet korrata. Näidisküsimuste äratoomisega soovitakse rõhutada taoliste küsimuste kasutamise tähtsust tunnis. Õppe- ja kasvatus töö seose seisukohalt on väärtuslikud eriti sellised küsimused, milledes pöörduetakse otseselt õpilase poole, lastakse tal öelda nähtuse kohta oma isiklik arvamus. See sunnib teda pingsalt mõtlema, kasutama omandatud teadmisi, et tõestada ning kaitsta oma seisukohti.

Brošüüri lisana on esitatud pildimaterjal kursuse eri teemade illustreerimiseks. Pildid on antud tekstist eraldi arvestusega, et õpetaja saaks neid klassis näidata. Bro-

šüüri lõpus on toodud veel soovitatavate õppefilmide loetelu ning näidistemaatika ja kirjandus õpilasreferaatide valmistamiseks.¹

Käesolev töö on üles ehitatud seitsmenda klassi keemia õppeprogrammi järgi.

¹ Nimetatud filme saab laenata Vabariiklikust Õpetajate Täiendusinstituudist ja Vabariiklikust Filmilaenutuse Kontorist.

AINED JA NENDE MUUNDUMINE.

MIDA UURIB KEEMIA.

Seitsmendas klassis on keemia uueks õppeaineks, seepärast on oluline anda õpilastele kohe esimesel tunnil ettekujutus sellest, mida uurib keemia. Füüsika, bioloogia ja geograafia tundidest ning samuti igapäevasest elust on õpilased selleks ajaks kogunud juba hulgaliselt teadmisi mitmesuguste loodusnähtuste kohta. Neile teadmistele tulebki toetuda esialgse ettekujutuse andmisel keemia uurimisalast. Kõigepealt juhib õpetaja õpilaste tähelepanu ainete mitmekesisusele. Analoogia põhjal oskavad õpilasedki nimetada hulgaliselt mitmesuguseid aineid. Asjale kasuks tuleb kindlasti ka see, kui õpetaja mõnda ainet demonstreerib (näiteks rauda, väävlit, lupja jt.).

Järgnevalt selgitab õpetaja, et kõikjal meie ümber toimuvad ainetega pidevalt mitmesugused muundumised (raud roostetab, puud põlevad jne.) ning et aineid muundab üksteiseks ka inimene ise. Viimase mõistmisele aitab kaasa kooli keemiakabinetis leiduvate kollektsioonide kasutamine. Mingi keemiatööstuse ettevõtte toorainete ja produktide näitamise käigus on parajal kohal inimese loova osa rõhutamine uute ainete saamisel. Otsides näiteid ainete muundumiste kohta, leiame neid enamasti mitmesuguste tööstuslike protsesside hulgast.

Õpilaste tähelepanu tuleb juhtida asjaolule, et inimene kasutab harva looduslikke aineid töötlemata kujul. Enamasti on need vaid tooraineks, millest valmistatakse mitmesuguseid tarbeaineid või -esemeid. Paljusid toodetavaid aineid looduses aga ei esinegi. Kõike seda arvesse võttes tajuvad õpilased sügavamalt inimese tähtsat osa ainete muundamisel. Nad õpivad hindama teadmisi ja

oskusi, mille rakendamine võimaldab valmistada uusi tooteid ning alistada loodusjõude. Usu kasvatamine inimese võimetesse on ühtlasi üks esimesi samme teel selle mõistmisele, et meid ümbritsev materiaalne maailm on tunnetatav.

Järgnevalt asutakse selgitama, mis ülesanne on keemial. Seejuures rõhutatakse, et keemia uurib ainetega toimuvate muundumiste põhjusi. Keemia seaduspärasuste tundmine võimaldab seega seletada loodusnähtusi. Keemia on tekkinud ja kujunenud teaduseks visas võitluses usu ja kirikuvõimuga. Usudogmasid on kirik sajandite jooksul juurutanud vägivalla abil. Keemia õpetamisel saadud teadmised võimaldavad iseloomustada religioosset väärtust kui rahva pimestamise vahendit.

Et õpilased saaksid teaduse ja religiooni vahelisest võitlusest paremini aru, on vaja neile seletada, mis on usk, mis on piibel ja mida see õpetab. Sõna «piibel» tähendab vana-kreeka keeles «raamat». Piiblis on kogutud juudi ja ristiusu nn. pühad kirjad, mida kirikliku õpetuse järgi olevat jumala käsul kirjutatud tema poolt valitud inimestel.

Tegelikult liikusid müüdid, ajaloolised pärimused, valmid, tähendamisõnad, võidu- ja matuselaulud, mis said aluseks piiblile, juba ammu enne selle kirjutamist rahva hulgas. Neid anti edasi järk-järgult muutunult põlvest põlve. Nende religioosne iseloom oli tingitud sellest, et tolle aja inimesed ei osanud veel loodusnähtusi, millest sõltus nende elu palju suuremal määral kui tänapäeval, õigesti seletada. Piibilugusid hakati kirja panema klassiühiskonna tekkimise perioodil. Seda vajas valitsev klass, sest religioosset kujutlust pidid looma tekkinud ühiskondlikule korrale ideoloogilise põhjenduse ja õigustuse.

Tingituna tolle aja inimeste madalast arengutasemest jutud väga paljudes küsimustes naiivsed ja lapsikud. Piibli dogmade eest võitleb kirik visalt, surudes inimestele peale aegunud arusaamisi, mille kohaselt inimesele mõistmatuid nähtusi seletatakse jumaliku imettegeva jõuga. See asjaolu ning samuti piiblis esitatud lugude tendentslikkus näitab kujukalt, et piibli ülesandeks oli juba selle kirjutamisest peale valitsevate klasside võimu õigustamine, omavoli varjamine ja seega rahvahulkade petmine. Vajaduse korral on kirikumehed ajaloo kestel muutnud oma tõekspidamisi, et tugevamini mõjutada allutatud klasse.

Ähvardusena, et maha suruda rahvahulkade püüdlust saavutada valitsevate klassidega võrdseid õigusi, kõlab näiteks Paabeli torni lugu. Kunagises Babüloni linnas ehitamisel olnud võimsa torni (Etemenaki torni, piibli järgi Paabeli torni — 90 m kõrge) olevat jumal purustanud, sest jultunud inimesed olevat tahtnud taevale liiga lähedale tõusta. Erinevad keeled, mida räägivad maailma rahvad, olevat sama legendi järgi tekkinud sellest, et jumal pani laialiaietud torni ehitajad karistusena rääkima üksteisele mõistmatuid keeli.

Või võtame ristisõja idee, mida katoliku kirik kasutas maadevallutamise õigustamiseks, olgu siis Palestiinas või teise aastatuhande

alguses ka Eestis. Paraku ei olnud Eestis küll Kristuse hauda, mida oleks tulnud kaitsta eestlastest «paganate» vastu. Kuna piiblist polnud sobivat ettekäänet leida, mida oleks saanud kasutada ristisõdijate värbamiseks, tuli see piiblilugudele lisaks välja mõelda. Sellega tuligi hästi toime piiskop Albert. Et Palestiinat kutsuti «poja (Jeesuse) maaks», siis kuulutas ta kogu Liivimaa «ema ehk Maarja maaks» (piibli järgi müütilise Jeesuse ema). Jeesuse emale Mariale kuuluvat maad oldi juba kergemini nõus «paganate» käest vallutama. (Siit ka nimetus Maarjamaa). Piisab neistki faktidest, et näidata, milleks oli vaja piibli legende ja usku neisse.

Usklikud peavad piiblit pühaks ja piibli kasutamist ateistlikus propagandas pühaduse rüvetamiseks, kurja vaimu pealetungiks. Seepärast on alust loota, et piiblilugude arutamisel klassis tekkinud õhkkond võimaldab läheneda neile õpilastele, keda on mõjutanud usklikud vanemad, ja valgustada neile ka asja teist poolt.

Edasi räägitakse õpilastele keemia tähtsusest rahvamajanduses. Selleks tuuakse näiteid kaasaegse keemiatööstuse toodangust (mitut liiki plastmassid, ravimid, sünteetilised pesemisvahendid jne.). Keemiatööstuse mõningaid tooteid, eriti uusimaid, on vaja ka demonstreerida. Peatudes tänapäeva keemia ja keemiatööstuse rahvamajandusliku tähtsuse suurenemisel, tuleb rõhutada ka keemiaalaste teadmiste kasvavat osa. Tuleb selgitada, et vaid laialdaste teadmistega asjatundlikud keemikud, kelleks saavad tulevikus arvatavasti nii mõnedki tunnis viibijad, suudavad arendada tööstust ja põllumajandust vajalikul määral. Siinkohal osutatakse põhjusele, miks Nõukogude valitsus ja Kommunistlik Partei pööravad nii suurt tähelepanu rahvamajanduse kemiseerimisele.

Õpetamise ja kasvatamise ühtsuse seisukohalt on oluline panna õpilasi juba esimesel tunnil tähelepanelikult jälgima meid ümbritsevat tegelikkust. Sel eesmärgil tuleb neile kätte juhatada huvitav populaarteaduslik raamat, teha algust ajakirjanduses avaldatava keemiaalase materjali kogumisega jm. Miski ei takista õpilaste mõtteid suunamast juba esimesest tunnist alates keemia lätetele, milleks võivad olla kirjanduse andmed, vastav pildimaterjal jm. Sellealaseks jutustuseks saab materjali ka alljärgnevast.

Keemia kui ainete muundamise kunsti ajaloolised juured ulatuvad kaugesse minevikku. Ajal, kui kirjutati piibel, s. o. pronksiaja lõpul, mil hakkas tekkima klassiühiskond, polnud keemia veel teadus, vaid mustkunst. Tol aja-

järgul ei saa veel rääkida keemikutest, vaid metallistidest, kullasseppadest, juveliiridest jne. Metallidest tunti kulda, hõbedat, vaske, tina, pliid, elavhõbedat ja rauda, mitte-metallidest aga väävlit ja sütt. Kasutati ka tsiingi-, anti-moni- ja arseeniühendeid, tunti ammoniaaki (käärinud uriini kujul) ja alkoholi (õlle või veini kujul). Kuna käsitöö piirdus tol ajal ehete valmistamisega, siis õpiti eriti hästi valmistama värve. Seejuures tehti rida avastusi. Avastuste aluseks oli vaid ebamäärane aimdus, mis põhines praktilistel kogemustel teatavaid nähtusi vastavate tingimustega esile kutsuda. Tuleb oletada, et katseid tehti rohkesti, kuid huupi. Soovides näiteks vaske kullasarnaseks muuta, sulatati seda koos vastava tsiingimaagiga ja saadi messing ehk valgevask. Soovides valmistada lasuriiti (taevassinise värvusega poolkalliskivi), saadi sinine glasuur. Kordaminekuid (neid oli harva) jäädvustati retseptides, mida anti põlvest põlve edasi ja hoiti suures saladuses. See on ka üheks põhjuseks, miks meil ei ole muinasaegse keemia teoreetilist laadi töid. Kangaste värvimisel omandasid suure tähtsuse orgaanilised värvained indigo (sinine värvaine, mida saadi liblikõieliste sugukonda kuuluvate indigotaimede liikidest), alisariin (valmistati taime — punavärviku juurtest) ja purpur, millega värviti kuningate ning kõrgemate vaimulike riideid (valmistati purpurtigudest ja košenillitäidest). Tolleaegsete keemikute juhuslikud saavutused aitasid omalt poolt kaasa mitmesuguste uskumuste tekkimisele. Näiteks võis plii eraldamine hõbedast anda inspiratsiooni analoogiaks surnute imepärasest ülestõusmisest, puhastustulest jne. Ammu tuntud meetodi järgi sulatatakse hõbedat sisaldav plii ning lastakse aeglaselt jahtuda. Sulami pinnale ilmuvad puhta plii kristallid, mis eraldatakse. Sula, valatav plii on liikuv ja hõbedase läikega — ta nagu elaks. Järelejääv vedel sulam on juba hõbedarikkam. Plii oksüdeeritakse selles plii(II)oksiidiks ning hõbe, jäädes muutumatuks, vabaneb niiviisi pliist. Plii oksüdeerumisel tekkiv plii(II)oksiid on tuhm, tal puudub läige. Teda võidi seepärast pidada «surnud» pliiks. Juhuslikult selgus, et selle «surnud» plii kuumutamisel koos sütega «ärkas plii taas ellu», sest süsinik seob pliioksiidist hapniku ning plii eraldub lihtainena.

Aine on üks mateeria liike. Seepärast on mõiste *aine* omandamisel materialistliku maailmavaate kujundamise seisukohalt suur tähtsus. Seoses antud teemaga ongi keemia õpetaja peamiseks ülesandeks tagada selle mõiste omandamine. Mõiste *aine* kujundamine toimub kogu kursuse läbivõtmise jooksul. Keemia õpetamise esimesel etapil ei saa selle mõiste seletamisel sügavusse tungida.

Arusaamist sellest, mis on aine, hakatakse kujundama mitmesuguste ainete vaatlemisega. Tuginedes vaatlustele, annab õpetaja selle mõiste lihtsa määrangu, nagu on toodud õpikus. See esialgselt antud määrang ei hõlma mõistet *aine* täielikult. Seepärast on soovitatav märkida, et keemia õppimisel vanemates klassides käsitletakse seda mõistet sügavamalt.

Ainete vaatlemisel on oluline pöörata õpilaste tähelepanu nii ainete sarnasusele kui ka erinevusele. Igal ainel on tunnuseid, mis võimaldavad teda teistest eristada või mille poolest ta teistega sarnaneb. Neid tunnuseid nimetatakse *aine* omadusteks. Viimaste käsitlemisel on tähtis rõhutada, et ainete omadused sõltuvad mitmetest tingimustest (temperatuur, rõhk jt.). Õpilased on vaja sellele veendumusele viia katsete abil: ainete peenestamine, lahustamine, soojendamine, jahutamine jne. Katsetulemuste analüüsimisel tuleb osutada sellele, kui oluline on katseks vajalike tingimuste loomine. Selle kohta, kuidas ainete omadused sõltuvalt tingimustest muutuvad, võib õpilastel lasta näiteid tuua ka meid ümbritsevast loodusest (näiteks lumi, vesi ja veeaur). Tingimata vajab rõhutamist see, et katsed on võimsateks vahenditeks ainete omaduste ja looduses esinevate nähtuste tunnetamisel. Katsetehnika täiustumine on teadlastel aidanud selgust tuua paljudesse probleemidesse, mis varem näisid seletamatutena. Õpilastele on vaja jutustada, miks keelasid kirikuvõimud keskajal katsete tegemise ning jälitasid ja saatsid tuleriidale eriti neid õpetlasi, kes püüdsid katseid korraldada organismidega. Näiteks oli 1847. aastaks katsete tulemusena selgunud, et keemilisel ainel triklorometaanil (kloroformil) on narkootilised omadused ning seda on võimalik kasutada narkoosi tekitamiseks operatsioonidel. Sellekohase ettepaneku tegi esimesena

inglise arst J. Simpson. Kirikuvõimud andsid J. Simpsoni selle eest kohtusse. Viimane pääses vaid sellega, et ta oskas kavalasti ära kasutada piibli müüti, mille kohaselt jumal uinutas Aadama, võttis temalt ühe roide ja lõi sellest Eeva. Roide eemaldamine on kirurgiline operatsioon, mistõttu on ka arstidel õigus kasutada narkoosi.

Kui õpilased on omandanud mõiste *aine*, on soovitatav jutustada, kuidas see mõiste kujunes ajaloo käigus. Alljärgnevalt esitame selle kohta lühidalt mõningaid andmeid.

Keemiliste ja ka teiste tootmisalade arenemine algas juba väga kaugetel aegadel. Vanad egiptlased oskasid taimedest raviaineid ekstraheerida, värvilist klaasi valmistada jne. Veelgi vanema kultuuriga maadeks olid India ja Hiina. Kogutud teadmised panid inimesi mõtlema ainete ehituse ja tekke üle ning viisid hiljem teaduste sünnini. Teadmiste kasvuga pudenes tükk tüki järel müüdist, mille järgi maailmas olevate asjade tekkimine, arenemine ja hävimine sõltub jumalatest ja jumalikust jõust. Sellele väärvaatetele tekkisid vastupidised seisukohad — kõik muudatused sõltuvad ainest endast, tema koostisosade iseloomust ja omadustest. Niisugused vaated tekkisid juba VI sajandil e. m. a. Vana-Kreeka teadlastel — antiikfilosoofidel. Just neil tekkis mõte, et kõik asjad, kõik mitmekesised ained, millest maailm koosneb, on ehitatud ühest ja samast materjalist, samast algainest. Väideti koguni, et jumalad ise on samuti tekkinud sellest algainest, materiaist. Järelikult jumalad ei saa loodust muuta. Püüti selgusele jõuda selle algaine — materia ehituses. Nii mõtlesid vanaaja suurimad materialistid Leukippos ja tema õpilane Demokritos. Neid nimetatakse materialistideks sellespärast, et nende arvamuse kohaselt ei ole maailma aluseks jumala tahe, vaid materia, et materia ja järelikult kõik esemed koosnevad üliväikestest jagamatutest osakestest — aatomitest ning tühjusest, milles need aatomid pidevalt liiguvad. Aatomeid pidas Demokritos muutumatuteks, igavesteks. Üksteisest pidid need erineva vaid kuju poolest. Ainete mitmekesisus looduses on tema järgi tingitud aatomite suurusest, erinevast kujust ja ühinemise iseloomust. Hing pidi koosnema väikestest libedatest ümmargustest aatomitest. Ka ainete omadusi käsitles ta sõltuvana aatomite suurusest, kujust ning ühinemisviisist. Hapu lõhn pidi olenema suurtest

aatomitest, kibe aga nurgelistest ja karedatest aatomitest. Tol ajal valitses arvamus, et hing on surematu, Demokritos aga väitis, et elu ja ka surm ei ole muud kui aatomite ühinemise ja eraldumise loomulik protsess. Need vaated olid täiesti vastandlikud religioossetele. Demokritose õpetus sattus kirikutegelaste viha alla. Demokritose filosoofia antireligioossest suunast annab tunnistust üks hilisemast ajast pärinev legend.

Kord juhtunud Abdera linnas (Vana-Kreekas; nimetus antud elanike nimetuse järgi) hirmus õnnetus. Kotkas, liueldes kõrgel õhus, lasknud korraga kookospähkli ühele abderiidile pähe kukkuda. Abderiidid seletanud kaas-kodaniku õnnetust sellega, et ta on millegagi tõmmanud enesele jumalate viha. Demokritos aga, kelle filosoofia järgi pole midagi juhuslikku ja igal nähtusel on põhjus, arutlenud teisiti. Kotkastel olevat harjumuseks loopida kookospähkleid vastu paljaid kaljusid puruks ning nokkida siis pähklike sisu. Õnnetu olnud kiillaspea ning kotkas pidanud seda paljaks kaljuks. See saigi õnnetuse põhjuseks.

Demokritose töid ei ole tänapäevani säilinud. Peaaegu kõik, mis ta kirjutas, on jäljetult kadunud. Oma suurepärasteks järeldusteks looduse kohta ammutas Demokritos ja ka teised tolle aja filosoofid andmeid vaid vaatlustest (esemete kulumine, ainete aurustumine ja teised nähtused näitasidki, et ained koosnevad väikestest osakestest). Tehnika madal arengutase ei võimaldanud veel täpse, katsetel põhineva teaduse tekkimist.

Demokritose, Epikurose ja teiste Vana-Kreeka materialistide ideed on meieni kandunud tänu Vana-Rooma materialistile-poeedile Lucretius Carusele. Oma poeemis «Asjade olemusest» (umbes 50. a. e. m. a.) käsitles ta luulevormis Demokritose ja Epikurose materialistlikku õpetust loodusest. Orjapidajad ja nende poolt toetatav kristlik kirik kiusasid materialiste-ateiste julmalt taga. Et mõista usumeeste viha Lucretius Caruse tööde vastu, toome näite tema värssidest:

Kõigil kehadel algsetel ikka

Ääretus tühjuses kusagil antud ei ole ju rahu.

Rahu ei ole: ja lõputult aetuna liikumistungist,

Osalt nad lendavad kaugele, põrganud teistega kokku,

Osalt nad lähevad lahku vaid väikese vahemaa taha.

«See poeem määras ka Newtoni ja Lomonossovi maailmavaate paljud jooned, vaimustas Herzenit, äratas sügavat huvi noores Marxis,» kirjutab Lucretius Caruse poeemist väljapaistev nõukogude füüsik S. Vavilov.

Osutus, et poemi vorm oli Lucretiuse poolt õnnelikult valitud. See on üks põhjusi, mis võimaldas Vana-Kreeka filosoofide vaateid meie päevini säilitada. Juba enne ristiusu tekkimist, Demokritose päevil, hävitati seda laadi raamatuid. Teame aga, et tol ajal ei tundud veel trükikunsti ning ühe-kahe raamatueksemplari põletamine tähendas kogu teose jäädavat hävimist. V sajandil e. m. a. kirjutas kreeka filosoof Protagoras oma teose eessõnas: «Ma ei tea, kas jumalad on olemas või mitte...» See oli ettevaatamatu samm. Tuhniti läbi kogu linn ja linna-väljakul põletati kõik Protagorase teosed. Ka roomlased hävitasid ateistlikke raamatuid. Imperaator Augustuse käsul põletati näiteks kõik astronoomia-alased teosed. Leekidest ei pääsenud hiljem isegi Homerosse «Odüsseia». Eriti innukalt hävitasid rooma imperaatorid alguses kristlaste literatuuri. Alles paar sajandit hiljem, kui ristiusk kuulutati riigiusuks, tegi see omakorda tuhaks hulgaliselt antiikautorite töid.

Tohutuks kaotuseks inimkonnale oli siisuguse võimsa raamatukogu hävitamine, nagu seda oli Ptolemaiiose raamatukogu Egiptuses Aleksandria linnas (meie ajaarvamise algsajanditel). Selles oli Vana-Kreeka ja -Rooma autorite originaaltöid. Ptolemaiiose raamatukogu sisaldas üle 700 000 pärgamendirullile kirjutatud teose. Tema raamatukogu rüüstati mitmel korral ja see sai rängalt kannata. 390. aastal rüüstasid seda kristlased, kes olid saanud selleks keisrilt loa. Ristiusu munkadele oli aga vähe antiikkultuuri varamu hävitamisest. 415. a. tappis usu-fanaatikute salk metsikult kuulsa naisfilosoofi Hypatia. Aleksandriast kihutati välja ka kõik teised teadlased ja filosoofid. Raamatukogu jäänused põletati. Aleksandrias tegid suurt hävitustööd ka araablased vallutajad. Nende juht kaliif Omar öelnud: «Kui need raamatud sisaldavad seda, mis koraan, ¹ on nad üleliigsed. Kui neis on midagi, mida koraanis pole, on nad kahjulikud.» Kaliifi korraldusel jaotati linnast leitud teosed Aleksandria saunade

¹ Koraanil on islami usus sama tähtsus mis piiblit ristiusus.

vahel. Pool aastat köeti kõiki saunu käsikirjade ja raamatutega.

Nii kadusid jäädavalt paljud tähtsad leheküljed inim mõistuse ja teaduste arenemise ajaloost. Sellele aitasid ühte viisi kaasa nii kristlased kui ka muhamediusulised.

Seda laadi andmed teema «Ained ja nende omadused» juurde võivad õige kasutamise korral kujuneda kasvatuslikult väga väärtuslikeks. On soovitatav seletada, et Demokritose ajal kasutati nimetust *aatom* molekuli tähenduses. Huvi pakub ka fakt, et aatomit peeti jagamatuks kuni XX sajandini.

AINETE MOLEKULAARNE EHITUS.

Tutvunud ainete omadustega, tekib küsimus, millest on tingitud omaduste muutumine erinevatel tingimustel. Seda seletab aine molekulaarse ehituse teooria.

Antud teema juures tutvuvad õpilased materia ühe liikumise vormiga — molekulaarse liikumisega. Sellega süveneb õpilastel ettekujutus ainest üldse.

Kuna füüsikas on aine molekulaarteooriat käsitletud küllalt põhjalikult, siis tuleb seda kasutada: 1) molekulaarteooria mõistmise süvendamiseks ja laiendamiseks, 2) materjali käsitlemiseks, lähtudes suuremal määral ajaloolisest aspektist.

Õppe- ja kasvatustöö seose seisukohalt on oluline: 1) tõestada, et aine on diskreetne; 2) viia õpilased veendumusele, et molekulid on silmale nähtamatud aineosakesed, mis on lakkamatus liikumises, sõltumata sellest, millises aines nad on; 3) näidata, et molekulide põhiomadust — liikumist ei kutsu esile mingid väljaspool molekule, väljaspool ainet olevad jõud (küll võivad välisjõud molekulide liikumist kiirendada või aeglustada); 4) anda õpilastele kujutlus molekulide suurusest, massist, tõmbe- ja tõukejõududest molekulide vahel ning nende liikumise kiirusest; 5) näidata, et ainete omadused sõltuvad neid sisaldavatest molekulidest; 6) osutada, et paljud nähtused meid ümbritsevas looduses on seletatavad molekulide liikumise kiiruse muutumisega. Näiteid nimetatu esiletoomiseks on antud õpikus. Õpiku näidetele lisaks võib õpetaja leida andmeid populaarteaduslikust kirjandusest. Viimase kasutamist on vaja soovitada ka õpilastele.

Aine diskreetsusest ettekujutuse loomisel on soovitatav juhtida õpilaste tähelepanu neile nähtustele, mis viisid üle 2000 aasta tagasi aine diskreetsuse hüpoteesini. Selleks võib esitada järgmisi küsimusi. Miks kaob pidevalt tassist sinna valatud vesi? Miks kuivavad riided päikese käes? Miks külmast sooja ruumi toodud esemete pinnale tekivad veepiisad? Miks tunneme lõhna juba kaugelt ega näe, et meile midagi ninna tungib?

Varem esitatud materjalide kasutamise korral on omal kohal järgmised küsimused. Kuidas seletas neid nähtusi Vana-Kreeka mõtleja Demokritos? Millise nimetusega aineosakesed Demokritose õpetuses vastavad meie molekulidele? Saanud küsimustele vastused, seletame, et teaduslikke oletusi nimetatakse hüpoteesideks.

Eelnevalt oli juttu katsete tähtsusest teaduse arengus ning kiriku suhtumisest sellesse. Seda on soovitatav siinkohal meenutada, näidates, kuidas tekivad teaduslikud õpetused — teooriad. Ei tohi lubada käsitleda teemat puhtteoreetiliselt, katseid tegemata. See tuleks kahjuks õppe-kasvatustöö ühtsusele.

Molekulide liikumise käsitlemisel on vaja õpilasi veenda selle seaduspärasuses, näidata, et liikumine kulgeb kõikjal looduses. Nii aitame õpilastel luua kujutluse lakkamatust liikumisest meid ümbritsevas materiaalses maailmas. Sellest lähtudes on võimalik õigetest teaduslikel alustel seletada ainete muutumisega seotud nähtusi. Nähtuste seletamine molekulide liikumisega teeb tarbetuks kasutada selleks jumala teeneid, võimu ja jõudu.

Õppe- ja kasvatustööle tuleb kasuks, kui leitakse võimalus heita pilk molekulaarse teooria arenemise ajaloole. Järgnevalt on esitatud selleks mõningad andmed.

Keskajal keelas kirik Vana-Kreeka filosoofide-atomistide progressiivse õpetuse aine ehitusest. Kuna see õpetus seadis kahtluse alla religioosset müüdid maailma loomisest ning ainete imepärasest muundumisest, siis toimus selle vastu vihane võitlus.

Alles XVI sajandil hakkas Vana-Kreeka atomistlik õpetus taas elustuma. Selle tähtsamaks propageerijaks sai itaalia filosoof Giordano Bruno (1548—1600). Bruno tunnistas aine diskreetsust. Süüdistatuna ketserluses, astus ta välja dominikaani mungaordust. Bruno rändas läbi kogu Euroopa, propageerides Kopernikuse helio tsentrilist astronoomilist süsteemi, ning astus oma raamatutes

välja teaduse kaitseks. 1592. aastal sattus Giordano Bruno reetmise tõttu Rooma inkvisitsioonikohtu kätte, kes piinas teda 8 aastat vanglas ning põletas siis elusalt kui ketseri. Inkvisiitorite otsus kõlas: «Hukata armulikult ilma verevalamiseta.» Hiljem, 1889. aastal, hoolimata kirikutegelaste energilistest protestidest, püstitati Roomas Lilled väljakul (Giordano Bruno hukkamiskoht) kogu maailma progressiivsete inimeste toetusel Giordano Brunole mälestussammas.

Giordano Bruno teaduslike ideede kartmatuks edasiviijaks oli Lyoni ja Toulouse'i filosoofiaõpetaja itaallane Lucilio Vanini. Ta eitas imede olemasolu, maailma loomist jumala poolt ning hinge surematust. Kiriku pimedusjüngrid mõistsid ka tema surma. Vanini olevat enne hukkamist oma timukatele öelnud: «Kui jumal oleks olemas, siis paluksin teda, et ta saadaks välgu selle ebaõiglase ja vastiku parlamendi peale. Kui aga oleks olemas kurat, paluksin teda, et põrgu neelaks selle kohtukoja. Kuid ma ei tee seda, sest pole olemas ei jumalat ega kuradit.» Filosoofil rebiti keel välja ning ta poodi, laip põletati ja tuhk visati tuulde. Nii talitas kirik eesrindlike teadlastega, hävitades neid ja nende teoseid. 1513. aastal andis esimene nn. suurinkvisiitor, kardinal Caraffa korralduse, et ühtki raamatut ei või välja anda ilma inkvisitsiooni eriloata. 1559. a. avaldas paavst Paul IV keelatud raamatute nimekirja. Sellesse kanti teosed, mille lugemise korral usklikud heideti kirikust välja ning neid võidi hukata kui ketsereid.

Pariisi parlament kehtestas 4. sept. 1626. a. kiriku tungival nõudmisel seaduse, mis keelas surmanuhtluse ähvardusel tegelda korpuskulaarteooriaga (nii hakati tol ajal nimetama atomistlikku õpetust).

Samal ajal levitas kirik oma usudogmasid ja muid väljamõeldisi sisaldavat kirjandust. Nõndanimetatud «Jeesuse Seltsi» 400. aasta juubeliks (1940) olid jesuiidid kirjutanud 115 000 raamatut, mis kirjeldavad jumalaema, Kristuse, inglite ja kuradite üleloomulikke tegusid.

XVIII sajandil oli esimeseks aine ehituse teooria levitajaks Mihhail Vassiljevitš Lomonossov (1711—1765). Ta väitis, et ained koosnevad korpuskulistest (tänapäeval nimetatakse neid molekulideks), need aga omakorda elementidest (aatomitest). Rääkides vajadusest uurida ainete koostist ning nende koostisosade

omadusi, ütles Lomonossov ühel akadeemia koosolekul: «Kui ma tahaksin lugeda, mitte tundes tähti, oleks see mõttetu tegevus, täpselt nagu see, kui ma tahaksin otsustada looduseaduste üle, tundmata nende aluseid.»

Vana aja õpetus aatomitest polnud teaduslik. Olid vaid oletused ja arvamused, mis aitasid seletada mitmesuguseid nähtusi. Keemia ei olnud veel teadus, vaid mitmesuguseid aineid käsitlevate teadmiste süsteemitu kogu. Tolle aja õpikud sarnanesid pigem halbade kokaraamatutega, kus oli esitatud ilma igasuguse süsteemita mitmesuguste ainete, lahuste, segude jne. valmistamise retsepte.

Lomonossov seletas, et korpuskulite vahel mõjuvad tõmbejõud ning kehade olek (tahke, vedel, gaasiline) sõltub korpuskulitevahelistest tõmbejõududest.

Lomonossovi kaasaegsed ei toetunud oma töös aine ehituse teooriale, vaid seletasid nähtusi mitmesuguste kaaluta vedelike toimega. Neid kutsuti vastavalt ladinakeelsele nimetusele fluidumiks, substantiks, floogistoniks jne. Nii pidi valgusetekitaja fluidum peituma kiirgavates kehaes ja elektriline fluidum elektriseeritud kehaes. Gaasides ja vedrudes pidi sisalduma mingi elastne substant. Põlevates ainetes pidi peituma floogiston, mis neist põlemisel eraldus jne.

Lomonossov näitas tolle aja kohta geniaalselt, et keemiliste ja füüsikaliste nähtuste aluseks ei saa olla väljamõeldud fluidumid, mis takistavad teaduse arengut. Aluseks tuleb võtta aine ehituse atomistlik teooria. Lomonossovi korpuskulaar-filosoofia vastab peaaegu täpselt tänapäeva kujutlustele aine ehitusest.

Lomonossov märkis, et keemia ülesanne ei seisne nähtuste kirjeldamises, vaid aineteiga toimuvate muutuste selgitamises (tol ajal vaadati veel keemiale kui kunstile aineid lagundada ja ühendada).

Oma teooria alusel seletas Lomonossov, et uute ainete teke ja ka looduses toimuvad pidevad muutused sõltuvad aatomite omadustest ning keemiliste reaktsioonide tingimustest. Lomonossov propageeris teadust kõigi vahenditega, isegi oodidega. Ta kirjutas:

Et jumalate kummardamist valvas silm,
siis tundmatuks jäi kauaks tähtede maailm.
Et silmakirjatsejail karta oli kadu, —
nad teadusega tülis olid aastasadu...

Vaimulike vastu suunatud satiiri eest tuli Lomonossovil mitmel korral ilmuda sinodi¹ istungile. Seal kaitses Lomonossov oma satiirilisi värsse, milles ta naeruvääristas kirikumeeste ähvardusi põrgu õudustest. Oma ettekandes keisrinna Jelizaveta Petrovnale tegi sinod ettepaneku teha kõigekõrgema ukaasiga korraldus, et «säärased ahvatlevad ning sõimavad paskvillid hävitataks ja kaagi all timuka käe läbi avalikult põletataks, aga mainitud Lomonossov anda veenmiseks ja parandamiseks sinodi käsutusse». Kuid Lomonossov jätkas julgelt oma teaduslike seisukohtade kaitsmist.

Lomonossov mõistis väga hästi elusa looduse uurimise tähtsust. Talle olid võõrad kujutlused erilise üleloomuliku «elujõu» olemasolust, mida loeti elu aluseks ja mis eraldas teravalt elusa «elutust loodusest». Lomonossov kirjutab: «Korpuskulid liiguvad loomades, nii elavates kui ka surnutes, liiguvad ka anorgaanilistes kehaes, liiguvad järelikult kõiges.»

Ligi 50 aastat pärast Lomonossovit (XIX sajandi algul) arendas aine ehituse teooriat edasi John Dalton.

Kaasaja ettekujutustele lähedased vaated aine koostisosadest — molekulidest ja aatomitest — said eluõiguse teaduses pärast rahvusvahelist keemikute kongressi Karlsruhe (Lõuna-Saksamaal) 1860. a.

AINETE MUUNDUMINE. FÜSIKALISED JA KEEMILISED NÄHTUSED.

Dialektilis-materialistliku maailmavaate kasvatamise seisukohalt on ainete muundumise nähtuste tundmaõppimisel suur tähtsus. Üksnes ainete muundumise faktide fikseerimisel puuduks küllaldane kasvatuslik mõju. Katseid ainete muundumise kohta tuleb tingimata seletada molekulaar-atomistliku teooria põhjal. Tuleb näidata, et uued ained tekivad või ei teki sõltuvalt sellest, kas lähteainete molekulid muunduvad või mitte. Ainult juhul, kui õpetaja ise seletab või nõuab katsetega esilekutsutud nähtuste seletamist õpilastelt, saab osutada seaduspärasusele. Õpilased tuleb viia veendumusele, et kõik nähtused

¹ Peeter I poolt Venemaal loodud perioodiliselt kooskäiv kõrgeim õigeusu kirikuvalitsuse organ.

on põhjendatavad materiaalsete osakeste liikumisega. Seda, et ainete muundumise seletamisel jõutakse seaduspärasuseni, on vaja õpilastele teatavaks teha. Tuleb selgitada, miks ainete muundumise näitamisel koolis ei saa piirduda vaid ühe katsega. Sellele võiksid vastuse leida ka õpilased ise. Järjekindlus katsetulemuste analüüsimisel aktiveerib õpilasi, kasvatab neid mitte rahulduma formaalsete lahenduste ja pinnapealsete seletustega, suunab neid otsima nähtuste tõelist olemust. Õpilased, kes oskavad seletada nähtusi materialistlikult, suudavad anda õige hinnangu ka nähtuste religioossele seletusele.

Seoses antud teemaga tuleb juhtida õpilaste tähelepanu liikumisele, muundumisele ja arenemisele, mis toimub meid ümbritsevas looduses, tööstuses, põllumajanduses ja igapäevases elus. Vesi muutub teatud tingimustel jääks, piim hapneb, raud roostetab, riided pleegivad jne. Inimene muundab aineid ka teadlikult, valmistades puidust siidi, paberit, äädikhapet, piiritust, maakidest metalle, kartulitest tärklist, siirupit, glükoosi jne. Lubjast ja söest valmistatakse tänapäeval kautšukit. Ainult viimase saja aasta jooksul on keemikud loonud rohkem kui miljon niisugust ühendit, mida leidub ka looduses, ning ligi kaks miljonit ainet, mida looduses üldse ei esine. Kosmoseajastu tööstus ja tehnika vajavad vastupidavaid ning kergeid aineid, mis kannatavad mitme tuhande kraadilist kuumust ning mida ei söövita ka kõige tugevamad happed. Nendeks on mitmed plastmassid, sünteetilised kiudained jne. Klaasplastik, mida saadakse õhukeste (10—20 μm) klaasilehtede kokkuliimimisel orgaaniliste vaikude abil, ei jää vastupidavuselt maha terasest. Temast ei tungi läbi isegi püssikuul. Ehitustegevuses rohkearvuliselt kasutatavatest vahtplastikutest on mõned ligi 100 korda veest kergemad. Fluoroplast telefonisse ei mõju happed ega leelised, isegi mitte kuningavesi, milles «lahustub» metallide «kuningas» kuld. Seda plastmassi nimetatakse väärisplastmassiks.

Tuues taolisi näiteid, on vaja rõhutada, et paljude ainetega toimuvate muundumiste põhjustajaks on inimene. Mida enam õpib inimene tundma ainete muundamisega seotud seaduspärasusi, seda enam saab ta kasutada aineid oma elutingimuste parandamiseks. Õpilastele tuleb seletada ka seda, kuidas kirikuvõimud kasutasid omal ajal keemiaalaseid teadmisi rahvamasside pimestamiseks.

Usklik inimene on arvamusel, et mingite muundumiste toimumiseks on peale materiaalsete tingimuste vajalik ka jumala tahe. Seepärast on vaja pöörduda jumala poole, palvetada. Viljasaak oleneb suurel määral sademetest, kuid ka paljudest teistest teguritest. Viimaseid tunti minevikus vähe või halvasti. Seetõttu seoti lootus suurte saakide saamiseks jällegi palvetega. Kirik toetab sellist seisukohta ka tänapäeval.

Veel mõnikümmend aastat tagasi kutsuti mitmetes maades loomataudi või põua korral kohale papp, kes oma «töö» eest riisus vaestelt talupoegadelt viimase, mis neil oli. Sellisel jumalateenril oli kodus baromeeter ning ta läks palvetama vaid juhul, kui baromeeter ennustas vihma. Kui aga vihm siiski tulemata jäi, aitas seletus, et inimesed on ise süüdi ja jumal nuhtleb neid pattude pärast.

Usk väidab, et jumala loodud on mitte üksnes ained, vaid ka elusorganismid. Piibli järgi on loomaliike nii palju, kui neid lõi jumal. Teadus on aga kindlaks teinud, et taime- ja loomaliigid arenevad täiuslikkuse suunas ning näidanud ka selle põhjusi. See võimaldab tänapäeval aretada uusi loomatõuge ja põllumajanduskultuuride sorte.

Üksnes Nõukogudemaal on aretatud viimase 40 aasta jooksul ligi 2,5 tuhat uut põllumajanduskultuuride sorti ja üle 40 uue väärtusliku loomatõu. I. Mitsurin aretas üle 300 uue õuna-, pirni-, ploomi- jne. sordi. Nõukogude teadlased on aretanud värvilise kiuga puuvillataimesorte, mitme tõlvikuga maisisordi, kaks korda suurema õlisisaldusega päevalillesordi jm. Kuigi inimene on tegelnud sordi- ja tõuaretusega lühikest aega, on saavutused väga suured. Aretatud koeratõud on näiteks mitmel juhul nii erinevad, et tundub isegi uskumatuna nende kuulumine samasse liiki.

Müüt jumalikust jõust on seega inimeste poolt purustatud.

Inimene seab endale järjest suuremaid eesmärke uue loomisel. Asudes vallutama kosmost, mõtleb ta sellele, kuidas kosmosevallutajaid otstarbekalt toita. Suurt uurimistööd on tehtud näiteks kiiresti paljuneva üherakulise vetika *Chlorella*'ga. *Chlorella* annab pooldudes inimesele toiduks sobivat orgaanilist ainet väga kiiresti ka kosmose tingimustes. See aga pole kaugeltki veel piir. Tänapäeval käivadki uurimised fotosünteesi protsessi intensiivistami-

seks, mille käigus moodustub anorgaanilisest ainek-
st orgaaniline. Edasised plaanid aga näevad ette toitainete
kunstlikku sünteesi, milleks taimi enam ei vajatagi. Kõik
see toimuks tehastes aastaringselt. Juba praegu sünteesi-
takse mõningaid vitamiine, klorofüllid, rasvu ning biokeemilist
valke. Et veelgi rohkem edu saavutada, tuleb uurida ning
avastada looduse seaduspärasusi.

Ainete muundumise käsitlemine on kõige tihedamini
seotud mõistete kujundamisega füüsikalistest ja keemilistest
nähtustest. Seda, missugused nähtused on füüsikalised, missugused
keemilised, tuleb analüüsida õpilaste poolt teostatavate katsete
alusel. Nendeks võivad olla näiteks õpikus esitatud katsed.
Seejärel on oluline teha kokkuvõtte füüsikalistest ja keemilistest
nähtustest. Kinnistamiseks on soovitatav analüüsida õpilastele
elust hästi tuntud nähtusi. Kuna füüsikaliste ja keemiliste
nähtuste demonstreerimine on seotud mitmete välistunnuste
poolest väga efektsete katsetega, siis on vaja jälgida, et õpilased
ei hakkaks katsete juures nägema ainult välist efekti. Oluline
on ikkagi niisuguste nähtuste olemuse mõistmine.

Esimesed katsed tekitavad õpilastes imestust. Seda on
vaja ära kasutada aktiivse antireligioosse kasvatustöö
teostamiseks. Segades näiteks kokku kaks lõhnata ainet,
tavaline ehituslubi ning ammoniumkloriid, saame terava
lõhnaga pulbrite segu. See näib imena. Seetõttu on vaja
teada, kuidas seletavad seda ebateadlikud inimesed, kuidas
šarlatanid, kes niisuguseid nähtusi kasutavad puhtkasusaamise
huvides, ning kuidas seletab nähtust teadus. Püüdes teaduse
põhjendusi usule kahjutuks teha, osutavad religiooni kaitsjad
imedele, mida jumal tegevat. Looduse ja loodusnähtuste
«loomine» olevat samuti jumala ime, millest mõistus ei
saavat aru. «Kõigevägevam» sooritavat imetegusid selleks,
et inimesed saaksid nende järgi teada tema olemasolust.
Neil «imedel» on juba pikk ajalugu ning hiljem on nad
kõik osutunud päris seaduspärasteks ja seletatavateks
nähtusteks või väljamõeldud pettusteks.

Mis siis võimaldas omal ajal kirikutegelastel täiskasvanud
inimesi «imesid» uskuma panna? Teatavasti peeti keemiat
vanal ajal pühaks kunstiks, millega tegelesid pühakodades
(templites, kirikutes jm.) vaid vaimulikud. Seejuures
taotlesid nad endi ning oma valitsejate materiaalseid
huve. Keemiaga võisid tegelda vaid varakate

klasside esindajad, seepärast kogunesid vastavad teadmised ainult viimaste kätte. Neid teadmisi hoiti suures saladuses. Näiteid selle kohta leidub rohkesti. Rahvahulka-dele olid keemiaalased teadmised täiesti tundmatud.

Ajaloo- ja tuntu- preester Kliment, kes elas 3. saj. algul Aleksandrias, kirjutas: «Preestrid ei anna oma saladusi edasi, hoides neid kuningate pärijatele ning neile endi hulgast, kes on välja paistnud ande, tarkuse ja voo- ruse poolest.» Sarnaselt sellega kirjutab ka üks alkeemia rajajatest Zosima IV sajandil: «Egiptuse valitsejate võim tugines kahele kunstile — värvide ja metallide kunstile. Õigus nende kasutamiseks kuulus ainult valitsevatele isikutele, kelle loal anti edasi töövõtted suusõnaliselt või seletati püha teksti käsulaudade kaudu. See, kes neid saladusi teadis, ei võinud omal algatusel neid töid teha, vastasel korral ähvardas surmanuhtlus.» Selline saladuskate aitas omakorda kaasa keemia muutumisele maagiliseks kunstiks. Taolises olukorras oli «imedel» suur mõju ning nende üheks ülesandeks saigi jumalasõna mõju kinnitamine. «Imedeks» on olnud «isesüttivad» küünlad, «nutvad» ikoonid, ristide uuenemine jm.

Ikoonide nutmist esines näiteks Venemaal Peeter I valitsemise ajal, sest paljudele preestritele ei meeldinud Peetri reformid. Ikooni tagaseina olid puuritud kanalid, mille kaudu juhiti paastuõli — «pisaraid». Kui Peeter kuulis ikooni nutmisest ühes Peterburi kirikus, saatis ta kiriku eestseisjale käsu, milles öeldi: «Keelan nüüdsest peale jumalaemal nutta. Kui jumalaema veel õlipisaraid valab, siis hakkavad pappide tagumikud valama vere- pisaraid.» Nutmine lakkas.

Keemilisi nähtusi kasutasid kirikutegelased rahva petmiseks ka nn. «püha taevatule» ilmutamisega. Juba sajan- deid tagasi süttis Jeruusalemmas «issanda hauakambris» täpselt kell 12 öösel, lihavõttejumalateenistuse ajal tuli, just siis, kui patriarh sealt väljus. «Jumalik tuli» ilmus ka mujal — templites, «vagade» käes süttisid «iseenesest» küünlad jne. Selliseks «isesüttimiseks» piisas küünlatahi immutamise- st valge fosfori lahusega süsinikdisulfiidis, mille aurustumisel fosfor süttib. «Püha» tuld ja isegi «jumaliku» küünla põlemisel saadud küünlarasva hakati hiljem müüma. Taolised faktid võimaldavad näidata, et vaimulikud püüdsid mitmesuguste «imede» demonstreerimisega ka rikastuda.

Teadus eitab imesid ning paljastab neid. Looduslikke nähtusi, nagu päikese- ja kuuvarjutused, maavärisemised, «verevihmad» jne. on osatud ära seletada. Kui praegu midagi veel seletada ei osata, siis suudetakse seda kindlasti tulevikus.

Kõneldes keemia tähtsusest inimühiskonnale, tuleb rääkida ka sellest, et keemia osa erineva ühiskondliku korraga riikides on erinev.

Kapitalistlikes maades on keemia käputäie ekspluaatorite rikastumise ning oma poliitiliste eesmärkide saavutamise vahendiks. Näiteks 80% kogu Lääne-Saksamaa tööstusest on kogunenud kümme-konnan kontserni kätte. Nende suurimaks püüdluseks on aatomirelva saamine, et selle abil ajada revanšistlikku poliitikat.

Meie maal — kommunismi rajaval maal — teenib keemia rahva huve. Meie jõupingutused peavad olema suunatud sellele, et laiendada rahvahulga hästi tunneksid keemiat. Me ootame keemialt uusi tooteid, uusi aineid, sealhulgas ka riigi kaitseks vajalikke aineid ja vahendeid.

Nõukogude teadus sammub esirinnas aatomienergia rahuotstarbelise kasutamise võimaluste otsimisel. Teadlaste arvates lahendatakse ka termotuumareaktsioonide energia kasutamise probleem mitte eriti kauges tulevikus. Keemia aitab lahendada tänapäeval ka kosmose vallutamise probleeme. Kosmoselaevad vajavad kütust ja teaduse ülesandeks on keemilise kütuse asendamine tuumakütusega, mis on kosmoselaeva tingimustes otstarbekohasem.

Nõukogude valitsus astub sihikindlalt samme selles suunas, et kogu inimkonda huvitavaid probleeme, sealhulgas ka keemiaalaseid, lahendaksid kõik riigid koos. Erineva ühiskonnakorraga riikide rahuliku koostöötegemise võimalus, mida toetab meie maa, on tänapäeval muutunud populaarseks kogu maailmas.

AINETE EHITUS JA KOOSTIS.

LAGUNEMIS- JA ÜHINEMISREAKTSIOON.

Ainete omadust muunduda teatud tingimustel teisteks aineteks seletatakse õpilastele esmalt teema «Füüsikalised ja keemilised nähtused» käsitlemisel. Lagunemis- ja ühinemisreaktsioonidega tutvumine võimaldab seda omadust veelgi näitlikumalt esitada.

Selleks et lagunemisreaktsiooni käsitleda kui keemilist nähtust, mitte aga lihtsalt kui uut õppetükki, on soovitatav esitada õpilastele varem õpituga siduvaid küsimusi. Antud juhul võiksid need olla järgmised.

1. Kuidas liigitatakse nähtusi, mis toimuvad ainetega?
2. Mille poolest erinevad keemilised nähtused füüsikalistest?
3. Missugused välised muutused võivad toimuda keemilisel reaktsioonil?

Saanud vastused, võib õpetaja edasi talitada mitmeti. Võib näiteks öelda, et nüüd tutvutakse ühe keemiliste nähtuste ehk reaktsioonide tüübiga. Võib ka esitada probleemi, et õpilased katse tulemusena ise otsustaksid, millise nähtusega oli tegemist. See, et lagunemis- ja ühinemisreaktsioonid on keemiliste nähtuste erinevad esinemisvormid, tuleb õpilastele teatavaks teha ning neilt nõuda selle esiletoomist ka vastamisel.

Õppe- ja kasvatustöö seose seisukohalt on oluline, et eksperimendid mõistete «lagunemis- ja ühinemisreaktsioon» kujundamiseks teeksid õpilased ise (laboratoorsete katsetena).

Nõue lasta õpilastel võimalikult ise eksperimente sooritada ei taotle sugugi vaid polütehnilise kasvatuse eesmärke. Tuleb muidugi sedagi ette, et keskkooli lõpetajad ei oska veel katseklaasiga ümber käia. Ka see nõuab, et

eksperimenteeriks mitte üksnes õpetaja. Seoses õppe- ja kasvatustöö ühtsuse küsimusega saab esitatud nõue aga veel teise tähenduse. Õpilane võtab tunnetustegevusest osa mitme meelega. Pealegi näeb ta aineid ja katsevahendeid lähemalt kui õpetaja poolt demonstreeritava katse puhul. Vastutus katsetulemuste eest langeb nüüd õpilasele, see aga kohustab pingutama tähelepanu ja mõtte-tegevust. Suuremad on ka elamused ja avastamisrõõm — õpilase oma katse on talle kinnituseks, et antud nähtus on seaduspärane. Kahjuks viiakse katsed suurte klasside korral sageli läbi mitte individuaalselt, vaid gruppides, mis ei vasta ei õpetamise ega kasvatamise huvidele. Katseid peab ikkagi tegema iga õpilane ise.

Seoses katsetega ühinemis- ja lagunemisreaktsiooni kohta on oluline rõhutada, et reaktsioonide kordamisel samade ainetega ja samadel tingimustel saadakse samad tulemused (ained). Pööranud õpilaste tähelepanu tingimustele, millel reaktsioon kulgeb, on vaja osutada ka nende reaktsioonide tunnustele. Viimaste tundmine võimaldab kindlaks teha, millal keemiline reaktsioon kulgeb ja millal mitte. Harjutades õpilasi märkama keemiliste reaktsioonide tunnuseid, õpetame neid tunnetama ka looduses toimuvaid nähtusi.

Järgnevalt on vaja leida näiteid lagunemis- ja ühinemisreaktsioonide kohta, mis toimuvad looduses, ning viidata neile, mida kutsub oma aktiivse tegevusega esile inimene. Vastavaid näiteid on esitatud õpikus.

Õpilased peavad lagunemis- ja ühinemisreaktsioonide käsitlemisel jõudma järeldusele, et aineid on võimalik lagundada lihtsamateks ja vastupidi — muuta keemilisel teel lihtsamaid aineid keerukamateks. Nad peavad mõistma, miks see nii on. Pahatihti jäetakse keemia tundides ära just nähtuste materialistlik seletus. Katsetega «venitamise» tõttu kulub eksperimendile peaaegu kogu tund ja see, mille nimel katse tehti, antakse siis vaid koduseks tutvumiseks õpiku abil.

Seda, et ühinemis- ja lagunemisreaktsiooni käsitlemisel jääb sageli nõrgaks kohaks nende seletamine molekulaarse teooria põhjal, näitavad kontrolltööde tulemused, mis viidi läbi vabariigi mitmetes koolides. Kontrolltöödest nähtub, et nimetatud seletamisega tulid toime peaaegu kõik need õpilased, kellele lagunemis- ja ühinemisreaktsiooni definitsioon esitati kohe molekulaarteooria põhjal

ning lasti see nii ka omandada. Koolides, kus defineeriti lagunemisreaktsiooni kui reaktsiooni, kus ühe aine lagunemisel tekib kaks või enam ainet, oskasid õpilased tuua küll näiteid reaktsioonide kohta, kuid nad ei tulnud toime nende seletamisega molekulaarteooria põhjal.

Selgitades reaktsioonide kulgemise seaduspärasust antud tingimustel, tuleks jutustada, et vastavalt usulistele veendumustele ei saa ega tohi tungida looduse saladustesse. Loodusnähtuste materialistlikule seletusele vaatasid usklikud sajandite jooksul kui patule, mille eest põletati tuleriidal. Selle kinnitamiseks võib tuua ajaloost rohkesti näiteid.

Vaatamata kiriku vastuseisule levis eksperiment siiski, aidates muuta teadlaste poolt püstitatud hüpoteese teaduslikeks teooriateks.

Keemiaalase eksperimendi tähtsust rõhutas esmakordselt inglise füüsik ja keemik R. Boyle. Kuna filosoofilisi, puhtsõnalisi arutlusi oli kogunenud juba koos Vana-Kreekast pärinevatega terve hulk, siis väitis R. Boyle: «... oleks väga suureks teeneks, kui nad (teadlased) kogu oma jõu katsete korraldamiseks ning vaatluste tegemiseks rakendaksid ja ühtegi teooriat enne tegelikku järeleproovimist ei püstitaks.»

Juba Lucretius Caruse poeemis «Asjade olemusest» üksi oli kirja pandud terve geniaalsete oletuste kogu. Et muuta need teaduslikuks tõeks, oleks tulnud neid katsetega kinnitada, mis aga ei õnnestunud vajalike katseriistade puudumise tõttu. Tolle aja tööde väärtus järeltulevatele põlvedele seisnes selles, et nad avaldasid sünge keskaja lõpul ja teaduste uuestisünni (renessansi) ajajärgul uurijatele suurt mõju, soodustades materialistliku õpetuse levimist.

Hinnates vana-rooma õpetlaste pärandit, tuleb märkida, et nendelt ei ole teoreetilisi töid märkimisväärselt säilinud. Roomlased tegelesid rohkem praktiliste probleemidega (veevarustus, ehitus jm.). Nende suureks teeneks tuleb pidada kreeka mõtlejate tööde tõlkimist ladina keelde ja refereerimist, nagu tegi seda Lucretius. Üheks väljapaistvamaks looduseuurijaks ja teaduste saavutuste süstematiseerijaks oli Lucretiuse kõrval (umbes 100 aastat pärast Lucretiust) Plinius, kes oma 37-osalise entsüklopeedia koostamiseks kasutas 146 rooma ja 327 kreeka autori tööd. 79. aastal Vesuuvi purset uurides Plinius hukkus. Samal

päeval hukkusid ka linnad Herculaneum ja Pompeii. Koos Vana-Rooma õitseaja lõppemisega hävisid materialistlikud vaated, andes koha usufanatismile ja maagiale. Usu võidukäiguga algas pime keskaeg.

AATOMID, MOLEKULAAR-ATOMISTLIK TEOORIA.

Molekulaar-atomistlik teooria on kogu kaheksaklassilises koolis õpetatava keemia kursuse teaduslik-teoreetiliselt aluseks. Selle teooria põhjal saavad õpilased ettekujutuse keemiliste muundumiste materiaalsest olemusest. Nähtuste seletamine molekulaar-atomistliku teooria abil peab õpilased viima veendumusele, et maailmas ei ole tunnetamatuid asju ega nähtusi.

Asudes molekulaar-atomistliku teooria käsitlemisele, on kõigepealt vaja korrata ja kinnistada selle teema kohta varem kogutud teadmisi. Seejuures on vaja märkida, et õpetus aine ehitusest on üks keemia põhiküsimusi. Mee-nutatakse (vajaduse korral võib ka korrata) katseid, mis tõestavad aine diskreetsust. Seejärel esitatakse aatomi mõiste ning molekulaar-atomistliku teooria määratlus. Õpetaja peaks väga üldistes joontes peatuma ka aatomi ehitusel, märkides, et põhjalikumalt õpitakse seda 8. klassi füüsika kursuses ning keskkoolis nii keemias kui ka füüsikas. Aatomi ehitusele on vaja pöörata õpilaste tähelepanu sellepärast, et paljud neist juba teavad sellest ühel või teisel määral. Teiseks aitame sellega õpilastel mõista ajakirjanduses avaldatavaid materjale ning populaarteaduslikku kirjandust. On vaja selgitada, et tormiliselt arenev teadus saab iga aastaga järjest rohkem uusi andmeid aine ehituse ja aatomi koostisosade kohta. Lühiaandmed aatomi ehitusest aitavad õpilastel muu kõrval jõuda veendumusele aatomite ja molekulide tõelises eksistentsis.

Atomistika arenemise ajaloost teame, et Vana-Kreekas peeti algul kõiki aatomeid ühesugusteks ja ainete erinevust seletati vaid aatomite erineva paiknemisega. Hiljem (Demokritosel jt.) tekkis ettekujutus aatomitest kui erineva kuju ja ruumalaga jagamatutest aine algosakestest. Tänapäeval teame, et aine koosneb molekulidest ning need omakorda aatomitest, mis on samuti keerulise ehitusega. Veel on teada, et aatomid on jagamatud vaid keemilistes reaktsioonides. Iga aatom koosneb positiivselt laetud tuu-

mast ning negatiivse laenguga elektronidest, mis tiirlevad ümber tuuma. Aatomi tuum omakorda koosneb veel väiksematest osadest. Keemilistel reaktsioonidel ei toimu muudatusi aatomite tuumades, keemilisi muundumisi kutsuvad esile üksnes muutused elektronide paigutuses. Tuumas peitub peaaegu kogu aatomi mass. Kui säilib aatomi mass, säilib ka aatom ise. Seega keemilistes reaktsioonides aatomid ei lagune. Keemiliste reaktsioonide kõrval tuntakse tänapäeval ka nn. tuumareaktsioone. Näiteks kulgeb tuumareaktsioon iseenesest igasugustes tingimustes sellise elemendiga nagu $radium$. Õpilastelt võib küsida, milleks raadiumi kasutatakse. Raadiumi aatomituum laguneb pidevalt ning seejuures vabaneb suur hulk kiirgusenergiat. Tuuma lagunemise tulemusena tekib raadiumist hoopis teine element — $radon$. Tänapäeva aatomiteadlased oskavad aatomeid mitte üksnes kunstlikult lagundada ja saada seejuures nn. aatomienenergiat. Termotuumareaktsioonidel (kümnetesse miljonitesse kraadidesse ulatuval temperatuuril) osatakse saada ka uute elementide aatomeid. Näitena võib tuua vesinikupommi plahvatusel toimuvad reaktsioonid. Seda laadi reaktsioonid kulgevad ka Päikesel, kus on termotuumareaktsioonideks vajalik temperatuur.

Õpetaja peab teadma, kuidas kasutada antud teemat dialektilis-materialistliku maailmavaate kujundamiseks. Kõigepealt on oluline veenda õpilasi aatomite reaalsuses. Tuleb jutustada ka teadlastest, kelle töö ja võitluse tulemusena sai teadus võimaluse arenemiseks.

Atomistikale pani katselise aluse inglise õpetlane $John Dalton$ (1766—1844). Ta määras süsiniku ja vesiniku kaalulise vahekorra metaanis (CH_4) ja eteenis (C_2H_4). Ühe grammi vesiniku kohta sai ta metaanis 3 g ja eteenis 6 g süsinikku.

Kuna hüpoteesi, mille kohaselt süsiniku ja vesiniku aatomid on nimetatud ainetes erinevates vahekordades, püstitas Dalton enne katsele asumist, s. t. ta eeldas aatomite olemasolu, siis võib katset lugeda selle hüpoteesi ja järelikult aatomite olemasolu kinnituseks.

Et Daltonil aga puudus selge arusaamine molekulidest, siis ei osanud ta arvata, et gaasiliste lihtainete molekulid koosnevad enamasti kahest ühesugusest aatomist. Selle hüpoteesi esitas 1811. aastal itaalia füüsik $Avogadro$. Keemikute kongress Karlsruhe otsustas lugeda mo-

lekuliks aatomite ühendit, aatomiks aga keemilise elemendi väikseimat osakest. Niisiis juurdus see vaade, mida Lomonossov väljendas juba 120 aastat varem, alles 1860. aastal. Lomonossov teatavasti nimetas molekuli «korpuskuliks» ja aatomit «elemendiks».

Siitpeale hakati molekulidega seostama soojus-, valgus- ja elektromagnetilisi nähtusi, aatomitega aga keemilisi muundumisi, sest keemilistel reaktsioonidel aatomid ei lagune.

Nagu selgub, on aine ehituse tunnetamise tee olnud üsnagi pikk. Lõpuks on aga ka kõige keerulisematenäi-
vad probleemid leidnud lahenduse, kuigi selleks kulub palju aega ja vaeva. Töö aine ehituse saladuste uurimisel jätkub suure hooga veel tänapäeval. Raskused töös viisid nii mõnegi teadlase õigelt teelt kõrvale. Nii arendas R. Boyle oma aatomiõpetust kooskõlas religioossete vaadetega, püüdes ka jumala olemasolu teaduslikult põhjendada. See muutis Boyle'i teooriad nii segaseks, et hiljem hakkas ta aatomite olemasolus kahtlema. Boyle'i õpetuse ummikusse sattumine on veenvaks näiteks, et teaduses ei piisa ainuüksi õigetest hüpoteesidest, vaid on vaja ka õiget teaduslikku maailmavaadet. Aatomite ja molekulide reaalsuses kaheldi veel pärast Karlsruhe konverentsi. Saksa keemiku W. Ostwaldi¹ arvates on aatomid teadlaste poolt välja mõeldud selleks, et paremini seletada liitainete koostist. Aatomeid olevat keemia õppimisel vaja samaks otstarbeks, milleks arvutama õppimisel sõrmi. Hiljem tuli W. Ostwaldil siiski oma eksimust tunnistada. See fakt näitab, kui mõttetu oli mõnede õpetlaste püüd võidelda molekulaar-atomistliku teooria — kaasaja teaduse materialistliku aluse vastu. Ilma selle teooriata pole võimalik anda teaduslikku seletust keemilistele nähtustele.

Õpilastele tuleb rääkida ka sellest, kuidas kirikuvõimud pidasid aastasadade vältel ägedat võitlust atomistliku õpetuse ning selle pooldajate vastu.

Alkeemia perioodil kandsid kõik toimingud ainete muundamise osas usulist ja müstilist iseloomu. Keemiliste reaktsioonide kulgemine pidi toimuma üheaegselt palvetamise ja nõidumisega. Näiteks inglise kuningas Henry VI

¹ W. Ostwald õppis keemiat Tartu ülikoolis ning oli seal mõnda aega keemialaboratooriumi assistendiks ja eradotsendiks.

(XV saj.) sundis vaimulikke kirikuis palvetama, et saada jumalalt abi alkeemikutele odavate metallide muundamisel kullaks. See müstika kestis kuni molekulaar-atomistliku teooria tunnustamiseni. Vanad traditsioonid olid aga niivõrd juurdunud, et nõidumise ja posimise jäänused on säilinud mitmesuguste tavadena veel tänapäevani.

Müstika tõi keemia kui teaduse arengule tohutut kahju ning pidurdas tehnika ja tööstuse arenemist.

Kogu alkeemikute töö oli suunatud nn. «filosoofilise kivi» ehk «tarkade kivi» saamisele, mille abil pidi saama mitteväärismetalle kullaks muuta. Otsiti ka nn. «elueliksiiri», mis pidi inimesi noorendama ning haigusi ravima. Neis mõttetus otsinguis avastasid alkeemikud küll uusi aineid ja arendasid edasi ainete keemilise töötlemise meetodeid, kuid suurem osa neist läks tulevastele põlvetele kaduma andmete salajas hoidmise tõttu. Toome siinkohal näite alkeemikute õpetusest «filosoofilise kivi» saamiseks: 1) me ühendame, s. o. teeme A kehast ja Merkuurist; 2) me mädandame ja keedame öeldud A-d kahekordses kuumuses; 3) pärast seda, kui ta on mädandatud ja läbi keedetud, lahendame teda; 4) pärast lahendamist eraldame ja jaotame teda; 5) pärast tema eraldamist ja jaotamist küürime ning puhastame teda.

Või veel üks väljavõte XIV sajandi alkeemikute raamatust «elueliksiiri» saamiseks: «Võta filosoofide Merkuurit, põleta seda, kuni see muutub roheliseks lõviks. Liivavannis kuumuta punast lõvi hapu viinamarjamahlaga ja auruta: Merkuur muutub vaiguliigiks, mida võib noaga lõigata. Aseta vaik destilleerimiskolbi ja destilleeri: saad maitsetu vedeliku, piirituse ja punased tilgad. Destilleerimiskolvi seinad kattuvad õhukese varjusarnase kirmega, katseklaasi jääb aga tõeline draakon, sest ta sööb ära oma saba. Võta seda musta draakonit, hõõru seda kivil, puuduta hõõguva sõega; ta hakkab leegitsema: taastad jällegi rohelise lõvi. Lase tal oma saba ära süüa. Destilleeri uuesti, saad tulivee ja inimvere — see ongi eliksiir.»

Hiljem selgus, et Merkuuriks nimetasid alkeemikud elavhõbedat, roheliseks lõviks pliioksiidi, punaseks lõviks rauamennikut [raud(III)oksiidi], hirmsaks draakoniks, kes õgis oma saba, oli aga pulbrilise plii ja söe segu.

Alkeemikute saatus oli sageli väga perspektiivitu. Neid sunniti töötama isoleeritult teistest inimestest ja sageli ka oma perekonnast, neile anti tähtaegu, millal mingi

rohi, eliksiir või kuld pidi valmis olema. Kui nad seda ei suutnud, piinati neid ning isegi hukati. Õnnestus neil aga midagi saada, siis tähendas see uusi vaevanõudvaid päevi oma sünges laboratooriumis ja uut vangipõlve.

Heidame nüüd pilgu ajaloole sellest aspektist, mida on inimkonnale toonud materialistlik õpetus ja mida idealismil baseeruv religioon.

Vana-Kreekast pärineb kaks erinevat maailmakäsitlust — materialistlik ja idealistlik. Viimane baseerub usul ja müstikal. Nad on alati olnud vaenujalal ja on seda ka praegu.

Materialistliku maailmavaate «vanaisaks» võib pidada Demokritost, Epikurost jt. Idealismi ja müstitsismi «sünitajaks» on Vana-Kreeka orjandusliku ühiskonna reaktioonilise aristokraatia esindaja filosoof Platon (IV saj. e. m. a.). Platon hülgas reaalse maailma kui teadmiste allika ja püüdis kõiki nähtusi seletada igaveste mõtete — ideede näol esinevate jõududega. Platoni õpetus sai religioossete vaadete aluseks.

Materialistlik õpetus on püüdnud juba algusest peale tõestada, et kõik nähtused on seletatavad looduses eneses esinevate seaduspärasustega. Selleks et saavutada edu, on vaja loodust, aineid, nähtusi ja nendega seotud seaduspärasusi tundma õppida. Tuginedes Demokritose materialismile, otsis vana-kreeka meditsiini üks tähtsamaid esindajaid Hippokrates haiguse põhjusi materiaalsete tegurite hulgast. Oma töös «Õhust, veest ja maakohlast» väitis Hippokrates: «Ainult see, kes eelnevalt uurib rahva elutingimusi, võib edukalt arstina töötada.» Platon aga nägi haigust kui taevast saadetud karistust, kui kooskõla puudumist inimese keha ja hinge vahel.

IV sajandil m. a. j. muutus kristlus Rooma impeeriumi riigiusuks, levides sealt üle kogu Euroopa ja ka teistele kontinentidele. Omandanud võimutäiuse, võinuks religioon näidata ennast parima õpetusena, arendada teadust, võidelda rahva heaolu eest. Tegelikult said inimkonnale piibli ideoloogia valitsemise perioodil osaks vaid õudused, epideemiad ja vaimne pimedus. Kui muistsete kultuurrahvaste materialistliku suuna esindajad soovitasid inimestele mõistlikku toitumist, keha karastamist, puhtust ja värsket õhku, siis ristiusk sisendas ideed inimkeha «patusest». Hoolitseda polevat vaja keha, vaid hinge eest. Usk kutsus taevas saabuva õndsuse nimel üles enesepii-

namisele ja kasimatusele. Erak Siimeon Stolpnik ülendati «jumalale meelepäraseks» selle eest, et ta istus aastaid suures mustuses, nii et teda kummardama tulnud usklikud ei võinud teda ümbritsevat vastikut haisu välja kannatada.

Piibli «tarkuse» põhjal ei tohtinud haigusi vältida. Haigus pidi olema tingitud patust ja jumalik õigus nõudvat nii patustaja kui ka tema perekonnaliikmete karistamist. Usk keelas inimorganismi ehituse ja talitluse tundmaõppimist. Tuleriidal põletati õpetlasi, kes seda salaja siiski tegid. Nii hävitas kirik renessansiajastu suurima anatoomi Vesaliuse (1514—1564), hispaania arsti Serveto (põletati tuleriidal) jt. Tsaari-Venemaal nõudis kirik isegi veel 1820. a. anatoomia õpetamise keelamist. Näiteks Kaasani Öpperingkonna ülem Magnitski andis käsu hävitada kõik anatoomilised preparaadid. Pärast palvust kõrgema vaimulikkonna osavõtul suleti Kaasani ülikooli anatoomikum, anatoomilised preparaadid aga maeti kirikukellade helina ja kirikukoori laulu saatel surnuaiale.

1784. a. anti Saksamaal välja määrus, milles nõuti, et marutõbise koera poolt hammustatud inimest ei ravitaks kirurgiliselt, vaid palvetamisega.

XVIII sajandi lõpul hakkas inglise arst E. Jenner kasutama rõugetevastast kaitsepookimist. Kirik nägi kaitsepookimises jumala tahte vastu väljaastumist. Paavst Leo XII andis 1829. a. välja läkituse, milles öeldi: «Igaüks, kes laseb ennast pookida, ei ole enam jumala ori, vaid revolutsionäär...»

Vastupidiselt sellele peab Rooma materialistlik filosoof Lucretius oma töö eesmärgiks hajutada inimestes surmahirmu ja usu mõju: «...Ma õpetan suurimaid teadmisi, püüdes harida teda, et ebausk vaimu tal kütkes ei hoiaks...»

Ka tänapäeval õnnistavad mõnede imperialistlike riikide vaimulikud kurjategijaid, rahva vabadusvõitluse mahasurujaid Vietnamis jm. Kiriku õnnistus oli ka Hitleri hordidel, kui nad tungisid teistesse maadesse vallutamise eesmärgil.

Aatomi uurimisega tegelevad tänapäeval mitmed teadusharud.

Molekulaar-atomistliku teooria omandamine ei saa toimuda vaid ühes tunnis, kus seletatakse selle teooria sisu. See nõuab pidevat tööd ka edaspidi. Töö molekulaar-ato-

mistliku teooria kinnitamiseks peab jätkuma kogu 7. ja 8. klassi keemia kursuse vältel. Peamiselt toimub see keemiliste reaktsioonide seletamisega molekulaar-atomistliku teooria põhjal. Õpetaja on kohustatud seda asjaolu silmas pidama ja pidevalt nõudma õpilastelt keemiliste nähtuste seletamist.

KEEMILINE ELEMENT. LIHT- JA LIITAINE.

Materialistliku maailmavaate kasvatamise seisukohalt on mõistete *keemiline element*, *lihtaine* ja *liitaine* omandamisel suur tähtsus. Seejuures on oluline, et need mõisted kujundataks molekulaar-atomistliku teooria baasil ülaltoodud järgnevuses.

Kasutades omandatud teadmisi lagunemis- ja ühinemisreaktsioonist ning aatomitest, tuuakse kõigepealt näiteid sarnaste ning erinevate aatomite kohta. Elavhõbeda, raua, väävli ja hapniku aatomid erinevad kõik üksteisest. Erinevus nende vahel seisneb peamiselt nende erinevas aatommassis ning erinevates keemilistes omadustes.

Järgnevalt antakse keemilise elemendi mõiste. Keemilise elemendi all mõistetakse ühesuguse aatommassiga (õigemini — tuumalaenguga) ja samade keemiliste omadustega aatomite liiki.

Nagu varem märgitud, ei lagune aatomid keemilistel reaktsioonidel. Järelikult keemilistel reaktsioonidel keemilised elemendid säilivad. (Element rauda esineb ka raudsulfiidis, sest viimane sisaldab raua aatomeid.) Kui aga laguneb aatom (tuumareaktsioonidel), lakkab antud keemiline element olemast ja tekivad uued elemendid. Seega on aatom antud keemilise elemendi kõige väiksem osake.

Kui õpilased on omandanud keemilise elemendi mõiste, antakse lihtaine mõiste (aine, mille molekul koosneb ühe ja sama elemendi aatomitest) ning liitaine mõiste (aine, mille molekul koosneb erinevate elementide aatomitest).

Käsitledes keemilist elementi enne liht- ja liitainet, võidame ajas ning omandamise kvaliteedis. Nende mõistete õpetamise jälgimine tegelikus koolitöös on näidanud järgmist. Kasutatava programmi põhjal, milles liht- ja liitaine käsitlemine on ette nähtud enne keemilise elemendi õppimist, omandatakse esimesed mõisted hästi. Hiljem tuleb liht- ja liitainete mõiste selgitamisel raken-

dada keemilise elemendi mõistet. Just siin algavadki raskused, mille üheks põhjuseks on ümberõppimine. Alles eelmises tunnis käsitleti mõisteid nii, järgmises juba teisiti. Selline olukord muudab asja segaseks ja õpilastele raskeks. Lõpuks jäetakse liht- ja liitaine mõisted meelde ikkagi esimeses formuleeringus. Keemilise elemendi mõiste kõrvalejätmine liht- ja liitaine defineerimisel põhjustab selle ununemise ning seepärast jääbki sageli segaseks mõisteks. Niisugune asjaolu ei vasta materialistliku maailmavaate kasvatamise huvidele, sest keemilise elemendi mõiste tundmisega on seotud nii nende keemiliste elementide praktilise kasutamise küsimused kui ka maailmavaatelistele probleemide lahendamine.

Õpetus keemilistest elementidest võimaldab näidata ühtsust ainete mitmekesisuses ning selle alusel juurutada arusaama loodusnähtuste seaduspärasusest. Õpilastele võib jutustada, et meie planeedil leitud keemilised elemendid esinevad ka teistel taevakehadel. Sellest kõnelevad meteoriitide uurimised ning spektraalanalüüsil saadud andmed. Meteoriidid sisaldavad samu elemente, mida leidub Maal. See meteoriitide ja meie planeedi vahel avastatud seos on kinnituseks maailma ühtsuse kohta. Sama laadi seos on avastatud ka taim- ja loomorganismide ning teiselt poolt eluta looduse (mineraalid, kivimid jm.) vahel. See kõneleb elusa ja eluta looduse ühtsusest.

Keemiliste elementide tundmaõppimine ja nende liikumiste uurimine on järjekordseks sammuks teel selle mõistmisele, et materia on pidevas liikumises. Ained, mis tekivad keemiliste elementide ühinemisel, ei jää ka ise muutumatuteks. Vastavatel tingimustel moodustavad nad teisi aineid, nii liht- kui liitaineid. Järelikult kõik see looduses, mis esimesel pilgul näib muutumatuna, on tegelikult alalises liikumises ja muutumises. See räägib religiooni vastu, mis õpetab, et looduses toimuvad muudatused vaid jumala tahtel.

Nagu varem öeldud, on mõistete *keemiline element*, *lihtaine* ja *liitaine* omandamisel õpilaste poolt küllaltki suur tähtsus maailmavaate kujunemise seisukohalt. Seepärast on vaja need mõisted omandada õigesti.

Suurimaks veaks on sageli see, et ei tehta vahet mõistete *keemiline element* ja *lihtaine* vahel. Seda juhtub isegi mõnede abiturientidega lõpueksameil. Kogenud õpetajad kasutavad mõiste *keemiline element* seletamisel illustree-

rivat jutustust. Näiteks jutustas üks õpetaja järgmist. Keemiline element raud esineb looduses tavaliselt rauamaakide koostises. Inimene on aegade jooksul õppinud rauda saama vabas olekus — lihtainena. Raua tootmine kasvab pidevalt — tema kogus lihtainena suureneb. Samal ajal aga väheneb rauaühendite kogus. Element raua hulk jääb aga endiseks. Kui raua tootmine lõpetatakse, hakkaks raua kogus lihtainena jälle vähenema (roostetamine, raua reageerimine mitmete ainetega) ning rauaühendite kogus suurenema. Element raua kogus jääb aga ikkagi endiseks.

Keemilise elemendi ning liht- ja liitaine käsitlemisel on soovitatav juhtida õpilaste tähelepanu nende tundmaõppimise tähtsusele. Selleks võib jutustada mõningate keemiliste elementide kasutamisest. Seejuures tuleks erilist tähelepanu osutada Eesti NSV maavarades leiduvatele keemilistele elementidele. Huvitavad oleksid ekskursid Uraali või Koola poolsaarele, «keemiliste elementide paradiisi» või «mineraalide paradiisi», nagu iseloomustas neid keemiliste elementide uurija geokeemik akadeemik A. Fersman.

On vaja näidata ka mõistete *keemiline element*, *lihtaine* ja *liitaine* kujunemise ajaloolist tagapõhja, sealhulgas materialismi ja idealismi vastuolusid ning võitlust selles küsimuses.

Väga kaua esines teaduses müstilisi sugemeid vanade kultuurrahvaste filosoofilistest tõekspidamistest, mille kohaselt kogu maailma aluseks peeti nelja algainet ehk elementi — maad, tuld, õhku ja vett. Neile lisandusid veel keskaja alkeemikute algelemendid — elavhõbe, väävel ja sool, millede abil seletati ainete tekkimist keemilistel reaktsioonidel.

Teadusse tõi keemilise elemendi mõiste esmakordselt R. Boyle XVII sajandil. Ta kasutas keemilise elemendi nimetust tänapäeva lihtaine mõiste tähenduses. (Aine, mis ei lagune keemilistes reaktsioonides lihtsamateks algaineteks, on Boyle'i järgi keemiline element.) See oli tähtis samm alkeemikute müstika kummutamisel. «Boyle teeb keemiast teaduse,» hindas tema teeneid F. Engels. Kuid Boyle ei vabanenud alkeemikute müstikast veel täielikult, kuna ainelist elementide kõrval tunnistas ta elementidena sooju- ja külumusmateriat jms. Viimaste mõttetust tõestas teatavasti esmakordselt M. Lomonossov.

Lomonossovi elemendid (alged) olid ainult materiaalsed, ainelised.

Keemilise elemendi mõiste väljakujundamisel etendas tähtsat osa prantsuse teadlane A. Lavoisier. Ta lükkas täielikult ümber flogistoniteooria ja töötas koos oma abilistega välja puhaste ainete teadusliku süstemaatika, mille aluseks võttis mõiste keemilisest elemendist. Kuid ka Lavoisier pidas elementideks soojust, valgust ja elektrit. Alles XIX sajandi 60-ndatest aastatest alates, kui molekulaar-atomistlik teooria oli teaduses leidnud täit tunnustust, vabaneti alkeemia elementidest. Sel perioodil etendas elemendi mõiste formuleerimisel olulist osa D. Mendelejev. Ta avastas keemiliste elementide perioodilisusseaduse (1869. a.) ning koostas selle alusel keemiliste elementide süsteemi (Mendelejevi tabeli). Mendelejevi avastus soodustas elementide omaduste uurimist ning uute elementide avastamist. Element lämmastiku kohta kirjutas D. Mendelejev näiteks järgmist: «Lihtaine lämmastik on keemiliselt inertne, passiivne. Element lämmastik moodustab aga mitmesuguseid keemiliselt aktiivseid ühendeid.»

Kaasaegne aatomi ehituse teooria, olles kogu keemia teoreetiliseks aluseks, on ka keemilise elemendi mõiste teoreetiliseks aluseks. Seega on keemilise elemendi mõiste pidevas arenemises.

Ka tänapäeval esineb keemilise elemendi eksistentsi eitamise juhtumeid. Mitmed kapitalistlike riikide teadlased, nende hulgas näiteks prantsuse teadlane J. Urben, väidavad, et keemiline element on väljamõeldud, abstraktne mõiste. Lihtainet peab ta konkreetseks, elementi aga mitte, põhjendades seda väitega, et esimese eksisteerimist saab, elemendi eksisteerimist aga ei saavat katseliselt kontrollida.

Siin puutume kokku ilmse katsega vaadelda üht keemia põhimõistet idealistlikust seisukohast. Tänapäeva teadusele ei paku niisugused arutlused midagi edasiviivat.

KEEMIA PÕHISEADUSED.

Keemia põhiseadused — aine koostise püsivuse seadus ning aine massi jäävuse seadus moodustavad koos molekulaar-atomistliku teooriaga kooli keemia kursuse teoree-

tilise aluse. Nad on aluseks ka õpilaste materialistliku maailmavaate kujunemisel.

Aine koostise püsivuse seadus. Selle seadusega tutvumine võimaldab täiendada aine mõistet. Paljude ainete koostise eksperimentaalne uurimine lubab teha järelduse, et keemiliste elementide kaalulised vahekorrad liitaines on alati püsivad. Siit järgneb, et elementide aatomid seovad üksteist vaid kindlates kaaluvahekordades. Aine koostise püsivus on puhta aine oluliseks tunnuseks, millega ta erineb segust.

Kuna seadusest arusaamine osutub maailmavaate kasvatamise seisukohalt väga tähtsaks, siis selle saavutamisele tuleb pöörata peamist tähelepanu. Seejuures on oluline märkida, et aine koostise püsivuse seaduse avastamisega astuti edasi uus tähtis samm aine olemuse tunnetamisel. Seaduse tundmaõppimine võimaldab õpilasi veenda selles, et keemiliste ühendite tekkimine toimub kindlate seaduspärasuste järgi. Õpilastele tuleb rääkida selle seaduse avastamise ajaloost, näidates teadlaste suurt tööd ja visadust looduseaduste avastamisel ning kasvatades seega austust teadlaste ja töötavate inimeste vastu.

Õpilased teavad oma kogemustest, et sama liiki taimed ja loomad erinevad üksteisest mingil määral. Seda erinevust kutsuvad esile erinevad kasvu- ja arengutingimused. See kogemus võib anda alust vääraks ettekujutuseks, nagu võiks ka vesi, süsinikdioksiid ja teised keemilised ained koostiselt veidi erineda, kui nad on saadud erineval viisil ning erinevates kohtades. Vesteldes sellel teemal, tuleb õpilasi veenda, et kõige parema tahtmise ega ka kaasaegse tehnika juures ei läheks meil korda saada vett, milles vesiniku ja hapniku kaaluline vahekord poleks 1:8, vaid näiteks 1:7 või 1:9 jne. See ei ole võimalik, sest molekulaar-atomistliku teooria põhjal ei saa kaks vesiniku aatomit endaga siduda 0,5 või 1,5 hapniku aatomit. Poolikuid aatomeid ei ole olemas. Ainult muinasjutust tuntud parun Münchhausen võis sõita poolel hobusel, kui hundid olid teise poole tema hobusest ära söönud.

Inglise teadlane J. Dalton märkis selle kohta: «Aatomid on jagamatud ja on täiesti loomulik, et keemilisse ühendisse astudes nad ei jagune poolteks ega veeranditeks.» Aine koostise püsivuse seaduse avastaja prantsuse keemik Proust väitis, et loodus ei loo kunagi, isegi ini-

meste vahendusel ühendeid teisiti kui kaalu ja mõõdu järgi.

Aine koostise püsivuse seadusest järeldub, et ainete koostist saab väljendada keemiliste valemite abil. Tutvumine selle seadusega veenab jällegi õpilasi, et looduses, samuti laboratooriumides ei kulge midagi juhuslikult, ime läbi, vaid ainult kindlate seaduspärasuste alusel. Üheks niisuguseks seaduseks ongi aine koostise püsivuse seadus, mille toime avaldus looduses muidugi igavesest ajast, kuid ta tuli inimeste poolt avastada. Avastanud aine koostise püsivuse seaduse, õppis inimene seda kohe enda huvides kasutama (ainete valmistamine laboratooriumides ja tööstuses, puhaste ainete saamine, keemiliste valemite tuletamine jne.). Et õpilased saaksid ettekujutuse seaduste avastamisest, tutvustame neid aine koostise püsivuse seaduse avastamislooga. Mõned õpilased võivad arvata, et seaduse avastamiseks oli vaja teadlasel natuke nuputada, pidi olema ka veidi õnne ja avastus sündiski. Sellise väärarusaama kummutamiseks, samuti seaduste avastamisel esinenud vastuolude ja võitluse atmosfääri toomiseks õpilasteni ongi vaja valgustada asja ka ajalooliselt.

Seisukoha, et liitaine koostis on püsiv, avaldas esimesena M. Lomonossov (1741. a.). Ta arvestas seda seisukohta ka oma töödes. M. Lomonossov kirjutas: «Ühe ja sama liitaine molekulid on kõik ühesuguse koostisega.» Kahjuks käsitles Lomonossov oma tõekspidamisi selles valdkonnas vaid arutlev-filosoofilises laadis ega esitanud vajalikke katselisi kinnitusi.

Aine koostise püsivuse seaduse avastamine tähendas tegelikult liitaine ehk keemilise ühendi mõistes selgusele jõudmist. Kulus ligi 50 aastat, kusjuures kulminatsiooniks kujunesid sellest viimased 8 aastat (1801—1808), millal toimus äge vaidlus kahe prantsuse teadlase Prousti (seaduse avastaja) ning Berthollet' vahel. Viimane väitis, et keemiliste ühendite koostis on muutlik ja sõltub reaktsiooni tingimustest. Prousti seisukohaks oli see, mida me praegu tunneme temanimelise seadusena. Veendumusele, et ühel ja samal ainel, mis on saadud küll erinevate meetodite järgi, erinevatest leiukohtadest saadud mineraalidest, on siiski sama keemiline koostis, tuli Proust paljude keemiliste analüüsides ja uurimuste tulemusena. Vaidlusse sekkus nii ühe kui teise poole toe-

tuseks palju teadlasi. Kumbki pool püüdis vastaste argumente ümber lükata ning kaitsta oma seisukohti.

Berthollet pidas keemilisteks ühenditeks ka lahuseid, segusid ja sulameid. Neil võib muidugi olla muutuv koostis. Proust ei lugenud viimaseid keemiliste ühendite hulka. Oma seisukohta kinnitas Proust katsetega vee, tina, hapnikuühendite, raua ja antimoni väävliühendite, vaskhüdroksoosidkarbonaadi ja teiste ainete koostise analüüsimisega. Üks Prousti katse oli järgmine. Ta lahustas happes kindla koguse looduslikku vaskhüdroksoosidkarbonaati ja lisas saadud lahusele sooda lahust. Tekkinud sademest sai ta niisama suure koguse vaskhüdroksoosidkarbonaati, kui ta alguses oli võtnud. Siit järeldas Proust, et vaskhüdroksoosidkarbonaadi koostis on ühesugune, olgu siis tegemist loodusliku või kunstlikult saadud soolaga.

Prousti seisukohta kinnitasid enamiku teiste teadlaste uurimused ning ta võitis teadusliku duelli Berthollet'ga. Alates aine koostise püsivuse seaduse kinnitamisest sai keemias tähtsaimaks probleemiks keeruliste ühendite uurimine, lähtudes asjaolust, et nende koostis on püsiv. Aine koostise püsivuse seadus koos molekulaar-atomistliku teooriaga (mainitud seadus oli ka viimase kinnituseks) said selleks baasiks, millele rajanes Lääne-Euroopa keemia-tööstuse tormiline arenemine XIX sajandil.

Tänapäeval on teadlased avastanud mitmeid Maal leiduvaid aineid ka teistel planeetidel. Jupiteri, Neptuuni ja Uraani atmosfääris on leitud metaani ja ammoniaaki, Marsil süsinikdioksiidi jne. Tundes aine koostise püsivuse seadust teame, et nende ainete koostis on niisamasugune nagu Maalgi.

Aine koostise püsivuse seaduse avastamise lugu näitab, et ainult praktika kinnitab, kas teaduslik hüpotees on õige. Lomonossov ennustas aine koostise püsivuse seadust ning Proust kinnitas seda katseliselt.

Aine massi jäävuse seadus kuulub koos aine koostise püsivuse seadusega nn. keemia põhiseaduste hulka.

Aine massi jäävuse seadusele allub kogu mateeria, kõik keemilised protsessid nii looduses kui ka laboratooriumis. Seepärast on vaja seadusest õigesti aru saada ning tõlgendada seda molekulaar-atomistliku teooria põhjal.

Aine massi jäävuse seadus süvendab ettekujutust ainest. Enne kui alustada selle seaduse läbivõtmist, on vaja kor-

rata molekulaar-atomistliku teooria põhimõisteid. Vaadelnud selle teooria põhjal keemiliste reaktsioonide kvalitatiivset külge (aatomite ümberrühmitumine, uute ainete tekkimine), asutakse nende kvantitatiivse külje analüüsimisele.

On oluline, et seaduse katselisel tõestamisel ei piirduks vaid ühe eksperimendiga. Ettekujutuse andmiseks sellest, et aine massi jäävuse seadus kehtib kõigi ainete kohta, tuleb katseid teha erinevate ainetega.

Selleks võib läbi viia reaktsioone näiteks gaasiliste ainete vahel (ammoniaak ja kloorvesinik) ning ainete vahel vesilahustes (vasksulfaat ja naatriumhüdroksiid; baariumkloriid ja väävelhape; hõbenitraat ja soolhape jt.). Soovitatavad on katsed mitmesuguste ainete põlemise kohta kinnises nõus (fosfori põlemine jt.). Seejuures on tähtis, et õpilased saaksid sobivaid katseid teha ise (laboratorsete katsetena). Õppe- ja kasvatustöö seose seisukohalt on oluline, et katseid ei kasutataks illustratsioonina seaduse juurde, vaid et õpilased lahendaksid siin õpetaja juhendamisel tähtsa «teadusliku probleemi». Mitmete katsete tulemusena jõuavad nad seaduspärasuse märkamiseni ning väljendavad seaduse iseseisvalt. Tunni sellise ülesehituse puhul on võimalik kasvatada õpilastes usku inimese tunnetuslikesse võimetesse, näidata, et loodusnähtused on seletatavad materialistlikult, äratada huvi teadusliku uurimistöö vastu.

Jõudnud valmis seaduse formuleerimisega, tuleb seda seletada molekulaar-atomistliku teooria põhjal. Sellega osutame mateeria ja liikumise lahutamatu seosele.

Seejärel on vaja teha üldistus selle kohta, et mateeria, materiaalne maailm on igavene. Kui keemilistes reaktsioonides säilivad aatomid, siis säilib ka kogu mateeria. Aatomid võivad moodustada uusi molekule ja aineid, kuid nad ei saa kaduda.

Vestluses jõutakse järeldusele, et iseenesest, s. t. mitte millestki ei või kunagi midagi tekkida. Kui keegi midagi sellist väidab, on see vastuolus teadusega. Selle järelduse najal on hiljem kerge ümber lükata legendi maailma loomisest jumala poolt.

Aine massi jäävuse seadusest õigeks arusaamiseks on vaja selgitada nähtusi, mille puhul ainete mass näiliselt kaob või kasvab (küünla põlemine, raua roostetamine jne.). Juhitakse tähelepanu ka bioloogilistele protsessi-

dele, nagu taimede ja loomade kasvamine, põllukultuuride suurem saak väetiste kasutamise korral jne. (toimub massi suurenemine).

Vestluses toodagu näiteid loodusest ka vastupidise kohta (orgaaniliste ainete kõdunemine, mädanemine jne.) ja seletatagu neid nähtusi aine massi jäävuse seadust kasutades.

Aine massi jäävuse seaduse käsitlemisel on vaja paljastada religioosset õpetust maailma loomisest ja usukuulutajate ennustusi maailma lõpu kohta. Tuleb näidata, et pühakirja legendid Kristuse imetegude kohta on vastuolus aine massi jäävuse seadusega ja seega ka teadusega.

Järgnevalt esitatakse andmeid aine massi jäävuse seaduse avastamise kohta ning tuuakse näiteid, mida võib kasutada religioossete vaadete paljastamiseks.

Rääkides aine massi jäävuse seaduse avastamisest M. Lomonossovi poolt, märgime, et Lomonossov lähtus vana-kreeka filosoofide (Demokritose, Epikurose jt.) vaadetest. Nende järgi ei teki looduses mitte millestki midagi ja vastupidi, mitte miski ei hävi jäljetult. Isegi jumalaid pidasid nad aatomitest koosnevaiks. Ka Lomonossovi veendumuseks oli: «Kõik looduses toimuvad muudatused on seda laadi, et kui ühelt kehalt midagi ära võetakse, nii palju ühineb teise kehaga. Kui sel kombel mateeria kuskil kahaneb, siis kasvab ta teises kohas; kui palju tunde keegi ärkvelolekuks kasutab, nii palju võtab ta ära unelt. See loodusseadus kehtib ka liikumisseaduste eneste kohta: keha, mis paneb oma jõuga teise keha liikuma, kaotab oma liikumisest nii palju, kui palju ta annab üle teisele kehale, mis temalt liikumist saab.»

Sellest järeldusest informeeris Lomonossov 1748. a. kuulsat saksa matemaatikut L. Eulerit. Seaduspärasuse leidmiseni jõudis Lomonossov tänu oma vaadetele aine ehitusest (molekulaar-atomistlik teooria). Keemilistel reaktsioonidel, nagu ta väitis, muutub üksnes aine molekulide koostis, mitte aga aatomid. Nende üldarv enne ja pärast reaktsiooni jääb alati muutumatuks.

Esinedes 1745. aastal akadeemia konverentsil dissertatsiooniga «Mõtisklused soojuse ja külmuse põhjustest», avaldas Lomonossov esmakordselt mõtte, et metallide kaalu suurenemine särdamisel võib toimuda mitte salapärase «tulemateeria» tungimise tõttu neisse, vaid metalli ühinemisel ümbritseva õhuga. Akadeemia konverents

tagastas dissertatsiooni Lomonossoville, sest selles oli liialt ägedalt kritiseeritud tolle ajajärgu silmapaistvat inglise teadlast R. Boyle'i tema «tulemateeria» pärast.

Miks siis Boyle'i katsed pahandasid kuulsat vene keemikut? Asi oli selles, et metallide kaal nende kuumutamisel suurenes. R. Boyle seletas nähtust müstilise «tulemateeriaga», mis ühinevat metalliga ning suurendavat selle kaalu. Kinnise retordi puhul aga tungivat see «tulemateeria» isegi läbi kolvi seina. Boyle'iga ei leppinud saksa keemik G. Stahl. Tema arvates koosnes metall tagist (metalli oksiidist) ja flogistonist. Kuumuse toime flogiston haihtub, järele jääb tagi, mille kaal on suurem, sest temast on eraldunud «negatiivse kaaluga» flogiston.

Lomonossov algul lihtsalt hoidus neist kui rumalatest vaidlustest eemale ning väitis: «Sellised absurdsed vaidlused on allpool meie väärikust.»

Lugenud kord Boyle'i katsetest, visanud Lomonossov tusaselt raamatu kõrvale ning läinud kirudes laboratooriumi. Ta kaalus retorti nii enne kui ka pärast kuumutamist, kuid ei avanud retorti enne kaalumist. Retort kaalus pärast kuumutamist täpselt niisama palju kui enne katset. Lomonossov teatas, et mitte mingi «tuliaine», vaid retordis olev õhk liitub kuumutamisel metalliga. (hapnikku tol ajal veel ei tuntud). Lomonossovi sellekohases üleskirjutuses seisab: «Tegin katseid tugevasti kinni joodetud klaasnõudes, et uurida, kas metalli kaal suureneb ainult kuumuse mõjul. Neil katsetel selgus, et kuulsa Robert Boyle'i arvamus on ekslik, sest ilma välisõhu sisselaskmiseta jääb põletatud metalli kaal samaks.»

Neil Lomonossovi katsetel oli tohutu tähtsus. Kõigepealt lükati ümber alkeemiast pärinev «tuliaine» teooria ning seletati õigesti metallide kuumutamisel kulgevaid nähtusi. Katsete tulemusena leidis kinnituse ning muutus teaduslikuks tõeks üks Lomonossovi enda püstitatud hüpoteese aine massi jäävuse kohta. Selle, Lomonossovi enda sõnade järgi üldise loodusseaduse tõestas ta paljude katsete tulemusena 1756. aastal.

See, et Lomonossovi tööd jäid unustusse, on tingitud teadlaste-idealiste tegevusest, keda leidis tolleaegsel Venemaal küllaldaselt. Paljud reaktsioonilised teadlased ootasid kannatamatusega seda aega, millal neil õnnestub Lomonossovist vabaneda. Lomonossovi seadus vaikiti

maha ja tunnistati valeks. Prantsuse keemik A. Lavoisier avastas 1774. a. sama seaduse teistkordselt, kinnitades veel kord selle õigsust. Isegi siis ei omistanud paljud teadlased — flogistoniteooria pooldajad — sellele mingit tähtsust. Seda eitas näiteks rootsi teadlane K. Scheele veel 1780. aastal.

Oma seadusega kinnitas Lomonossov kaasaja teadusliku maailmavaate, materialistliku maailmavaate põhiseisukohta, et looduses materia ei teki ega kao, vaid on igavene ning on igaveses liikumises ja muutumises.

Kujutades materiat lakkamatus liikumises ning vaa-
deldes liikumist seoses aine massi jäävuse seadusega ka kvantitatiivsest küljest, avastas Lomonossov veel energia jäävuse seaduse. Liikumine (meie mõttes energia) ei teki ega kao, vaid muutub ühest vormist teise.

Kui õpilastele on selgitatud, et materia on igavene, tuleb osutada teaduse ning religiooni vastuoludele. Siin on kõige olulisemaks maailma tekkimise religioosne seletus, millega õpetajal tuleb õpilasi põgusalt tutvustada. Parema kontakti ja tulemuste saavutamiseks on soovitatav pöörduda õpilaste poole ja küsida, mida nad teavad maailma loomisest jumala poolt. Seejärel võib piiblist lugeda või jutustada järgmist usumüüti.

Piibel jutustab, et algul lõi jumal valguse. Ta ütles: «Saagu valgus!» — ja valgus sai. Edasi lõi ta taeva ja Maa, mis seisab paigal maailmaruumi tsentrumis. Siis lõi ta Päikese, Kuu ja tähed, taimed, loomad ja lõpuks inimese. Maailma loomiseks kulus jumalal kõigest kuus päeva. Kõik see toimus kunagi üle seitsme tuhande aasta tagasi.

Religiooni järgi on maailm ajutine. Igavesti eksisteerib vaid taevas, kus elutsevad jumalad, inglid ja pühad vaimud. Jumal valitseb maailma. Ta on igal pool, näeb kõike, teab kõike, ta on kõikvõimas. Religioon kuulutab, et inimese mõistus ei suuda tunnetada maailma — issanda teed olevat tundmatud. Siinkohal on vaja märkida, et religioon ei tõesta oma seisukohti. Kõike seda peavad usklikud arvestama ja pimesi uskuma. Õpetust, mida peetakse tõeks ja mida ei saa teaduslikult tõestada, nimetatakse dogmaks. Usudogmasid õpivad lapsed paljudes kapitalistlikes riikides veel praegugi pähe. Toome siin näiteid ühe kapitalistliku riigi teise klassi õpilase usuõpetuse kontrolltööst. Lehele kirjutatud usudogmadest oli jäetud

välja mõni sõna, mida õpilane pidi teadma ja sinna märkima:

«Armsal jumalal ei ole ihu, ta on». Õige vastus on «vaim».

«Armsal jumalal ei ole olnud algust, temal ei ole lõppu, ta on». Õige vastus on «igavene». Seda rasket «igavese» mõistet õpilane ei taibanud, ta oli alles teises klassis. «Armas jumal on täiuslik, temal ei ole». Siingi vastab õpilane valesti, sest ta ei suuda ära arvata, et «armsal jumalal» ei ole vigu.

Edasi on «kontrolltöös» juttu, et ingleid, kes meie eest hoolitsevad, nimetatakse kaitseingliteks, et heade inglite šefiks on Miikael ja halbade šefiks Lucifer jne.

Nii tuubitakse paljudes kapitalistlikes riikides veel aatomisajandilgi lastele juba maast-madalast pähe usudogmasid.

Teaduse andmeist on selge, et mingit maailma loomist jumala poolt ei võinud olla, kuna maailm, loodus areneb talle omaste seaduste põhjal ega vaja mingit ülemvalitseja tahet ning võimu. Aine massi jäävuse seadus lükkab ümber ka mitmed nn. «jumalikud imed». Üks neist jutustab, et Kristus olevat Galaatias (piiblis — Galileas; maaala antiikses Väike-Aasias) toitnud viie leivaga viit tuhandet inimest nii, et kõik olid söönud küllastuseni.

Usudogmade sisendamiseks kasutatakse ka lapse teadmatust ja ühtlasi väikese lapse võimet kõike kiiresti ja peamiselt mehhaaniliselt meelde jätta (on ju väikelapsel ülekaalus nn. motoorne mälu). Lapse tundlikkus ja vastuvõtlikkus on märksa suuremad kui täiskasvanul, lapsepõlve sündmused ja mälestused eredamad. Emotsionaalne mälu, nagu motoornegi, esineb juba varases lapseas. See on üheks põhjuseks, miks meilgi on mõned vanemad inimesed nii tugevasti usu kammitsais. Arvestada tuleb ka hirmutamist, mis teeb samuti oma töö. Religioon soovib alustada hirmutamise (usudogmade paremaks juurutamiseks) juba lapsepõlves. Usu järgi tuleb ükskord «viimne kohtupäev», mil «taevasse» läinud Jeesus Kristus tuleb uuesti maa peale «kohut mõistma elavate ja surnute üle». «Issanda sulased» pääsevad siis taevariiki — paradiisi, patused (mitte ainult need, kes on teistele halba teinud, vaid ka need, kes pole erilisel viisil «ärganud») lähevad põrgusse. Seal kõrvetatakse nende «vaim» igavesti tulises katlas või nn. «põrgutules». Kristuse «ilmu-

misest» ja «viimasest kohtust» on õige põhjalikult juttu nn. «Johannese ilmutusraamatus» (uue testamendi viimane raamat).

Ajaloost on teada, et 999. aastal valmistusid kristlased Lääne-Euroopas «viimsekspäevaks», mis pidi saabuma aastal 1000. Kuna see ei saabunud, lükkasid usufanaatikud seda järjest edasi. Nii pidi «viimnepäev» saabuma aastatel 1198, 1524, 1532, 1819, 1832, 1843, 1896, 1932 jne. Kõigil neil kordadel paljud usklikud hävitasid või jätsid maha oma «maise varanduse», rõivastusid valgetesse riietesse ja ootasid «maailma lõppu». Osa neist (sektandid, nn. «lendajad») püüdsid minna kõrgematesse kohtadesse, näiteks katustele, mäetippudele jne., kust Jeesus pidi nad taevasse võtma. Kuid lõpuks tuli neil jälle rüüstatud kodudesse tagasi pöörduda. Sektantidest usuvendade «pühad» õhutajad aga vabandasid end sellega, et väitsid, nagu poleks veel küllalt palvetatud. Adventistid ootavad tänapäevalgi Kristuse tulemist (ladina keeles *adventus* tähendab tulemist). See võivat toimuda igal saabuval päeval ning selleks pidavat alati valmis olema. «Messiast» («lunastajat») ootavad nii nagu muistses Iisraeliski ka tänapäeva juudi usu vaimulikud.

Usukombed on kõik nii mõeldud ning aegade jooksul seatud, et inimest n.-ö. täielikult dresseerida, et ta ehmuks juba iseenda ateistlikust mõtteteterast või loogilisest järeldusest, mis normaalsel inimesel kahtlemata tekkida võib. «Õndsad on need, kes on vaimust vaesed, sest nende pärast on taevariik. Õndsad on need, kes ei näe, aga siiski usuvad,» õpetab «pühakiri».

Maailma loomise müüdist ei saa kirik loobuda, sest vastasel korral ei jää enam kohta jumalale — poleks vaja ei jumalat ega ka usku. Järelikult poleks vaja enam palvetada, poleks vaja kirikut ega kirikuõpetajaid ja teisi taolisi usuvendi, kes avaldavad oma tegevusega negatiivset mõju meie ühiskonna arengule.

Veel tänapäevalgi püüavad teadlased-idealistid vähendada aine massi jäävuse seaduse tähtsust. Nad väidavad, et see seadus ei kehti kogu looduses, vaid üksnes keemilistel reaktsioonidel. Ajaloos on olnud alati nii — kirik eitab teaduse saavutusi viimse võimaluseni, kui see enam võimalik ei ole, moonutab ta teaduslikku tõde, võtab selle osaliselt õigeks, eitades teaduse uusi saavutusi.

HAPNIK JA ÕHK.

HAPNIK.

Hapnik on esimene keemiline element, mida õpitakse üksikasjalikult tundma. Hapnik esineb nii ühendite koostises kui ka lihtainena. Õppimisel tutvutakse esmalt hapnikuga kui lihtainega, mille moodustab element hapnik vabas olekus.

Hapnikuga tutvumine ja hapniku saamine pakuvad õpilastele suurt huvi. Ei vaja enam rõhutamist, et teadusliku maailmavaate kasvatamise seisukohalt on tähtis, et õpilased ise saaksid ja koguksid hapnikku ning teeksid katseid tema keemiliste omadustega tutvumiseks. Kui õpilaste silmad pole säranud enda kogutud hapnikuga huvitavat katset tehes, ei suuda nad vajalikul määral aru saada ka teadlaste suurest tööst, näiteks kas või tööst hapniku avastamisel. Rootsi keemik Karl Scheele ütles: «Kui õnnelik on uurija, leides seda, mida otsis! Kuis rõõmustab ta süda!» Tema sõnadest võib aru saada ikkagi vaid see, kes on ise katseid teinud ja seejuures nii õnnestumisi kui ka äpardumisi üle elanud.

Hapniku käsitlemisel on üheks oluliseks õppe-kasvatuseks ülesandeks veenda õpilasi hapniku materiaalsuses. Selleks tekib võimalus kõigepealt hapniku praktilisel saamisel. Et materialistlike veendumuste kujunemise protsess toimuks tõestamise teel õpilaste eneste poolt, on soovitatav, et hapniku saamist teostataks laboratoorse katsega. Kogudes hapnikku läbi vee, näevad õpilased gaasimulle, näevad, et hapnik asendab veega täidetud nõus vee. Järelikult võtab ta enda alla ruumi nii nagu teisedki materiaalsed kehad. Sellele vaatamata et õpilased ei tunnetata hapnikku oma haistmis- ja maitsmismeelega, tunnetavad nad teda keemiliste omaduste alusel — ained põlevad

hapnikus. Hapnikus põlemisel tekib soojust ning põlemisproduktid on hapnikku sisaldavad ained.

Hapnikku, seda värvusetä, lõhnata ja maitseta gaasilist ainet oli teadlastel väga raske avastada. Seetõttu on hapniku avastamise ajalugu väga huvitav. Kuna seda küsimust ei ole võimalik tunnis küllaldaselt valgustada, peab kaasa aitama ka populaarteadusliku kirjanduse klassiväline lugemine.

Vestluse läbiviimisel võib toetuda näiteks järgnevale.

Hapniku avastajaks peetakse inglise füüsikut J. Priestleyt, kes esimesena ametlikult teatas sellest avastusest 1774. aastal. Tegelikult sai hapnikku esimesena rootsi apteeker Karl Scheele 1772. aastal, kuid ta avaldas seda alles viis aastat hiljem. Scheele oli parem keemik ja eksperimentaator kui Priestley. Tema eksperimenteerimisindu iseloomustab järgmine kirjeldus: «Majas valitses surmavaikus. Juba ammu oli sulgunud uks viimase ostja järel, ammu läinud koju magama apteegi omanik. Ainult Scheele üksi valvas oma kolbide ja retortide juures.» Põletades mitmeid aineid (fosforit, gaasi jne.) kolvis, mis oli suuetpidi vees, märkas Scheele, et vesi tõusis kolvis ülespoole seni, kuni kestis põlemine. Iga kord tõusis vesi vaid ühe viiendiku võrra kolvi ruumalast. Kuhu kadus kolvist osa õhku, seda ei osanud Scheele seletada, kuid tal tekkis mõte, et see «õhk», mis jäi kolbi, võib olla hoopis teistsugune, võrreldes sellega, mis kadus. Ja tõesti, selles ei süttinud isegi fosfor, hiired aga lämbusid. Seda osa õhust nimetas Scheele «kõlbmatuks õhuks». Uus probleem seisnes nüüd selles, et saada puhtal kujul seda õhu osa, mis kadus põlemisel. Siin tulid Scheelele appi kogemused. Ta oli märganud, et tiigli kohal, milles sulatati salpeetrit (kaaliumnitraati, millest valmistatakse musta püssirohtu), süttisid vahel ootamatult tahmakübemed. Nüüd kuumutas ta kaaliumnitraati küll eraldi, küll koos väävli ja söega, mõtlemata varitsevale plahvatusohule. Kord tormas ta oma laboratooriumist apteeki ning hüüdis: «Tuliõhk! Tuliõhk!» Nii nimetas Scheele avastatud hapnikku. «Meid ümbritsev harilik õhk sisaldab teda ainult ühe viiendiku,» seletas ta, kuid apteegi omanikku ta selles veenda ei suutnud. Selles pole ka midagi imelikku, sest õhku oldi harjunud pidama muutumatuks algaineks, elemendiks. Scheele hingas sisse oma «tuliõhku» (hapnikku).

Kasutades flogistoniteooriat, seletas Scheele: «Tuliõhul

on suur tung põlevast aimest eralduva flogistoniga ühineda, «kõlbmatu õhk» aga ei armasta flogistoniga ühineda. Seepärast kustubki temas iga tuli.» Scheele sai hapnikku ka elavhõbeoksiidi kuumutamisel.

J. Priestley sai hapnikku elavhõbeoksiidi lagunemisreaktsioonil. Ta nimetas hapnikku «flogistonivaeseks õhuks», sest see neelavat flogistoni ahnemalt kui tavaline õhk. Priestley enda sõnade järgi toimus hapniku avastamine tema poolt päris juhuslikult, tänu sellele, et lähedal oli põlev küünal. See hakkas elavhõbeoksiidist eralduva hapniku toimet heledasti leegitsema. Priestley tegi kindlaks, et «flogistonivaest õhku» (hapnikku) vajatakse nii põlemisel kui ka hingamisel. Ta tõestas veel, et hapnikku valmistavad süsinikdioksiidist päikesevalguse toimet rohelised taimed.

Hapniku avastamine oli revolutsiooniks gaaside keemias. Priestleyl oli gaaside saamiseks vajalike vahenditega sisustatud laboratoorium. Tema suurimaks teeneks oli see, et ta kogus gaase läbi elavhõbeda, mis ei reageeri enamiku gaasidega ega lahusta ka neid. Vees aga paljud gaasid lahustuvad või reageerivad temaga.

Ka Priestley kontrollis hapniku toimet hiirte ja enda juures. Hiired hingasid puhtas hapnikus aeglasemalt kui õhus, ta ise tundis hingamisel meeldivat kergust. Sellepärast ennustas Priestley hapniku kasutamisele tulevikku kopsuhaiguste ravimisel ning põlemise intensiivistamisel.

Priestley pühitses kümme-konna vabamõtlejast inglasega Bastille' vallutamise teist aastapäeva.¹ Kuninglike ringkondade poolt palgatud provokaatorite jõuk tungis koosviibimise ajal majja ja rüüstas selle. Seejärel rüüstati Priestley elamu, raamatukogu ja laboratoorium. Lakka-matu jälitamise sunnil emigreerus Priestley Ameerikasse.

Priestley ja Scheele jäid surmani flogistoniteooria pool-dajateks, kuigi nad avastasid hapniku — just selle, mis võimaldas kummutada vasturääkivustesse sattunud flo-gistoniteooria.

Hapniku käsitlemisel on väga oluliseks küsimuseks oksüdeerumine (selle mõiste kujundamine) ja oksii-dide tekkimine. Põletades hapnikus väävlit, sütt, fosforit, naatriumi, magneesiumi jne., tutvuvad õpilased oksüdee-

¹ Alates XV sajandi lõpust kasutati Bastille'd poliitvangide kinni-pidamise kohana. Bastille' vallutamine revolutsioonilise rahva poolt kujunes 1789. a. prantsuse revolutsiooni alguseks.

rumise tingimustega puhtas hapnikus. Nad saavad teada, et naatrium ja magneesium oksüdeeruvad tavalisel temperatuuril ning isegi õhuhapniku toimel, kattudes oksiidikihiga. Väävel ja raud vajavad kiireks oksüdeerumiseks eelnevat kuumutamist. Õhus oksüdeerub väävel aeglaselt, kuid hapnikus kiiresti jne. Oksüdeerumisel vabaneb soojust. Süsiniku oksüdeerumisel tekib süsinikdioksiid (CO_2). Tuleb näidata, et süsinikku sisaldavate ühendite oksüdeerumisel tekib samuti süsinikdioksiid. Vesiniku oksüdeerumisel tekib vesi (H_2O). Kuna orgaaniliste ainete koostisse kuuluvad süsinik ja vesinik, siis on orgaaniliste ainete oksüdatsioonireaktsiooni lõppsaadusteks süsinikdioksiid ja vesi.

Järgnevalt tuleks rääkida aeglasest oksüdeerumisest, sest see tähtis protsess vabastab organismi eluks vajaliku energia. Oluline on peatuda oksüdatsiooniprotsessi kiirendavatel ja aeglustavatel tingimustel ning näidata, kuidas inimene oma teadliku või ebateadliku tegevusega oksüdeerumist kiirendab või aeglustab. Siinjuures tuleb kummutada religioossed seisukohad «imedest», mida tänapäeva teadus seletab oksüdatsiooniprotsesside kulgemise või nende puudumisega. Samuti on vaja näidata, et usk imedesse teenib kapitalistlikes maades ainult ekspluataatorite huve.

Suurt tähtsust orgaaniliste ainete oksüdeerimisel omavad mikroorganismid (bakterid, seened), kes omakorda vajavad elutegevuseks hapnikku. Nimetatud küsimuste valgustamiseks võib kasutada järgmist materjali.

Jääliustikel, veetus kõrbeliivas, isoleeritud koobastes ja püramiidides võivad laibad säilida väga kaua. Näiteks Siberi igikeltsast leiti mitmeid tuhandeid aastaid tagasi hukkunud mammut. Sahaara kõrbes kaevati välja kaupmeeste, reisijate ja röövlite surnukehad, keda oli liivasse matnud samuum. 1934. a. avati Moskvas Moskva konservatooriumi rajaja helilooja N. Rubinšteini (surn. 1881. a.) hauakamber. Selgus, et surnukeha oli kirstus peaaegu täielikult säilinud. Riided olid täiesti terved, isegi roosid olid veel rinnal. Puukirst asetses teises, hermeetiliselt kinnijoodetud kirstus ja see omakorda tammepuust kastis. Oksüdatsiooniprotsess oli takistatud ning surnukeha ei lagunenud. Palermos (Sitsiilias) mumifitseeriti laipu, kuivatades neid päikese käes, sellepärast kujutab Palermo surnuaed endast tervet säilinud surnukehade galeriid. Ka meil Ees-

tis võib leida muumiaid omaaegsete balti parunite kabe-
lite keldrites. Õhuga kokkupuutumisel laguneb osa neist.
Legend, et muumiad olevat pühade meeste põrmud, ei
kannata seega kriitikat.

Vanas Egiptuses oli palju spetsialiste, kes oskasid laipu
töödelda nii, et need säiliks. Selleks kasutati tavaliselt
palsameerimist. Mitmesuguste palsamite ja vaikude abil
palsameeriti isegi loomi. Esmalt eemaldati sisikond, see-
järel immutati laip antiseptiliste ainetega ja mähiti samade
ainetega immutatud sidemetega tugevasti kinni. Nii lasti
laibal seista kuni selle mumifitseerumiseni.

Aeglase oksüdeerumise tingimuste ja iseärasuste tund-
maõppimine aitab paljastada nn. «pühade säilmete» kasu-
tamist usklike petmiseks. Eriti levinud oli «säilmetega»
äritsemine Petšerski kloostri Kiievis. Kalmistutel, kiri-
kute ja kloostrite juures, kus asusid «imettegevad hauad»,
kaubeldi agaralt «pühade esemetega» (paberisse pakitud
kondid, juuksed, küüned jne.), mida haiged ostsid lootuses
terveks saada. Selline must äri käib edasi tänapäeval
kapitalistlikes maades. Prantsusmaal on kujunenud hai-
gete palverännakute sihtkohaks näiteks Lourdes' klooster.

Seoses oksüdatsiooniprotsesside reguleerimisega ini-
mese poolt võib esitada näidetena ka protsesse, nagu kül-
mutamine, konserveerimine jne., millega takistatakse toidu-
ainete riknemist. Siingi on vajalikeks tingimusteks madal
temperatuur ja mikroorganismide puudumine.

Oksüdatsiooniprotsessid kulgevad aeglaselt ka anabioosi
tingimustes.

Hapnik ei kuulu üksnes oksiidide koostisse. Tuntakse
veel palju teisi hapnikku sisaldavaid ühendeid — aluseid,
happeid, soolasid ning tohutul hulgal orgaanilisi aineid.
Hapnik kuulub kõikide elusorganismide koostisesse. Sel
põhjusel tuleks küsimusi, mis on seotud hapniku ringkäi-
guga looduses, selgitada eriti hoolikalt.

Nagu katsed näitavad, on hapniku sisaldus õhus püsiv.
Ometi on õpilastele teada, et õhuhapnikku tarvitavad pide-
valt inimesed, taimed, loomad ja ka tööstus. Õpilastel
tuleb lasta iseseisvalt jõuda selle mõistmisele, et hapnikku
peab kusagilt õhku pidevalt juurde tulema.

Hapnik satub õhku tagasi mitmeti, peamiselt fotosün-
teesiprotsessi tulemusena. On tehtud kindlaks, et kolm
suurt puud suudavad fotosünteesil eraldada ühele inime-
sele vajaliku hapnikukoguse.

Siinkohal on kasvatuslikult oluline pöörata õpilaste tähelepanu looduskaitse suurele tähtsusele.

Suuri hapnikukoguseid tekib veeauru lagunemisel ultraviolettkiirte toimetel atmosfääri ülemistes kihtides. Kaugele geoloogilistel aegadel, kui Maal ei olnud veel taimi, toimuski atmosfääri tekkimine arvatavasti peamiselt fotokeemilisel teel.

Olles pidevas ringkäigus, võtab hapnik osa kõige keerulisematest muundumisprotsessidest. Oksüdeerumisprotsesside tulemusena tekkinud süsinikdioksiidi läheb taimele vaja orgaanilise aine moodustamiseks, viimase oksüdeerumiseks aga vajatakse jälle hapnikku.

Hapniku kasutamisest on võimalik rääkida lihtsalt kasutusalade loetelu korras. Pahatihti talitataksegi selliselt. Õppe- ja kasvatustöö seose seisukohalt on aga vaja esile tõsta need hapniku omadused, millel põhineb tema kasutamine. Niisugusel käsitlemisel saame õpilased viia veendumusele, et looduse tunnetamisel, sealhulgas ainete omaduste uurimisel on suur praktiline tähtsus. Piltide abil tuleks tutvustada metallurgiliste protsesside läbiviimiseks kasutatavaid seadmeid, näiteks vanade pärslaste juures ja tänapäeval, mil tuntakse hapnikku ja osatakse kasutada tema omadust soodustada põlemist.

Aine põhjaliku omandamise kindlustamiseks ei piisa üksnes õpetaja nõudlikkusest. On teada, et faktid jäävad paremini meelde, kui nad on seotud mõne ereda või huvitava sündmusega.

Rääkides näiteks hapniku-vesinikuleegi kõrge temperatuuri (üle 3000°C) kasutamisest metallide lõikamisel, võib mainida kurioosse sündmusena, et seda rakendas esimesena keegi Hannoveri murdvaras, lõigates sellega teraseifi seina (1890. a.). Vedela hapniku kasutamine raketikütusena jääb aga kindlasti paremini meelde, kui demonstreerida Tsiolkovski esitatud kosmoselaeva ehituse skeemi või fotot reaktiivmürsust V-1, milledega fašistid 1944. a. pommitasid Londonit. Ühtlasi saame nii näidata fašismi kiskjalikkust, sest need mürsud tekitasid rohkem kahju tsiviilelanikkonnale kui sõjalistele objektidele.

Selle teema puhul peavad õpilased omandama eelkõige selle, et õhk pole ühend, vaid mitme gaasi mehhaaniline segu. Kogu õppe- ja kasvatustöö on luhtunud, kui õpilasele see lihtne küsimus täiesti selgeks ei saa või kiiresti ununeb. Õhu kui gaaside mehhaanilise segu tundmaõppimine peab tuginema molekulaar-atomistlikule teooriale. Olulise tähtsusega on õhu omaduste tundmaõppimine, millel põhineb õhu ulatuslik kasutamine.

Inimese elu kulgeb õhu keskkonnas, kuigi me õhku tavaliselt ei pane tähele. Sellest rääkides on omal kohal katse, kus katseklaas või keeduklaas surutakse kummuli asendis vette. Põhjuse, miks vesi ei tungi anumasse, peavad õpilased ise leidma. Kasutades meelegorganeid, jõutakse järeldusele, et õhk on värvuseta, lõhnata ja maitseta gaasiline aine. Katse veenab, et õhk võtab enda alla teatava ruumala, s. t. et ta on materiaalne keha.

Vestluses õhust ja selle omadustest tuleb tingimata kasutada koduloos, geograafias ja füüsikas omandatud vastavaid teadmisi.

Ainete põletamise katsed suunavad õpilased vastusele, miks ained õhus põlevad. Punase fosfori põlemine klaaskupli all aga annab vastused küsimustele: mille arvel fosfor põleb, kuhu satub põlemisel tekkiv difosforpentoksiid, miks ei põlenud ära kogu fosfor, miks tõuseb vesi kupli all ühe viiendiku võrra jne. Tõestamise abil peavad õpilased jõudma veendumusele, et lämmastik, mida õhus on neli viiendikku, ei toeta põlemist, samuti seda, et õhk sisaldab peale hapniku ja lämmastiku veel süsinikdioksiidi ning veeauru. Seejärel tehakse kokkuvõtte õhu koostisest. Väga piltlikult saab õhu koostist näidata järgmiselt: segada omavahel 78 sinist (78% lämmastikku), 21 punast (21% hapnikku) ja üks valge (0,9% inertgaase) kuulike (näiteks hernekompekki). Nimetatut võib õpilastele anda koduseks tööks. Nii saavad õpilased õhust kui mehhaanilisest segust selgema ettekujutuse.

Võttes aluseks teema «Õhk» kasvatusliku tähtsuse, on soovitatav seda käsitleda ajaloolisel taustal. Kui õpilastel on selge, mida me tänapäeval õhust teame, saavad nad paremini aru ka teadlaste otsingutest ja sellega kaasnevatest raskustest. Õhu koostise uurimise ajalugu tuleb

käsitleda seoses hapniku avastamise ajalooga. Võib tugineda näiteks järgmisele materjalile.

Õhu tähtsust koges inimene juba väga vanal ajal. Söömata võib olla nädalaid, joomata päevi, hinge kinni pidada aga õige vähe aega, kõigest minuti või paar. Just viimane asjaolu on põhjuseks, miks õhule omistati elustava, jumaliku vaimu osa. Kui «hinge» võis õhu kaudu välja minna (nii aga arvati), siis ütleb loogiline mõistus, et elu võib alguse saada juhul, kui õnnestub organismile kuidagi seda elustavat «hinge» koos õhuga sisse puhuda. Just nõnda väidab piiblilugu inimese loomise loos:

«Ja Jehova Jumal valmistas inimese, kes põrm on, mullast, ja puhus tema ninasse elavat õhku: nõnda sai inimene elavaks hingeks.»

Antiikaja filosoofid pidasid õhku niisama reaalseks aineks, nagu seda on muld ja vesi. Poeemis «Asjade olemusest» kirjutab Lucretius Carus:

Tuul esiteks raevukalt laineid piitsutab,

Purustab laevamürakaid ja kannab laiali pilvi taevas.

See tähendab: õhk — osakesed, mida me ei näe.

Neid võib omaduste ja tegevuse poolest võrrelda võimsate jõgede vetega, millel on nähtav kuju.

Esimese aastatuhande lõpul oli teada nii põlemise kui ka hingamise sõltuvus õhust ning isegi õhu osa hääle levimisel. Seda aga, et õhk võtab enda alla kindla ruumala ning avaldab takistust sellesse ruumi tungivatele teistele kehadele (kui õhul takistada ruumist lahkumist), ei tuntud üldiselt kuni XVIII sajandi alguseni.

On selgunud, et mõned õpetlased teadsid juba väga ammu isegi seda, et õhk koosneb kahest osast ning üks osa neist toetab põlemist. Sellisteks õpetlasteks olid hiina mõttetark Mao-Hoa (VIII sajandil) ning itaalia teadlane ja kunstnik Leonardo da Vinci (XV sajandil). Seda, et õhk koosneb vähemalt kahe gaasi segust, väitis XVIII sajandil ka vene teadlane Mihhail Lomonossov. Kuna aga alkeemikute müstilised ja ebaõiged seisukohad olid veel küllalt tugevad, ei omistatud Lomonossovi töödele vajalikku tähelepanu. Enamik tolle aja teadlasi ja alkeemikuid olid religioosse õpetuse pooldajad ning kaitsjad. Iatrokeemikute (s. o. keemikute-arstide) koolkonna rajaja Paracelsuse (1493—1541) järgi oli õhk teata-

vat liiki vaim. Ka aurustumist vaadeldi kui nähtamatute vaimude eraldumist keevast vedelikust. Paracelsuse järgi asusid need vaimud kaevandustes, mitmesugustes siseelundites (maos, südames jne.) ning juhtisid nende elundite talitlusi. Paracelsuse õpetuse pooldaja, meditsiinilise haridusega aadlik van Helmont (1577—1644) pidas ainukesteks elementideks õhku ja vett. Oma väidet arvas ta kinnitada võivat paju kasvatamisega potis, kus oli vaid vesi. Van Helmont võttis esimesena kasutusele mõiste *gaas* (ehk «kaos»). Ta tegeles gaaside uurimisega, mis oli tol ajal teaduslik kangelaistegu, sest gaase peeti vaimudeks. Oli häid ning kurje vaime — gaase. Viimased lämmatasid söekaevandustes sageli inimesi. Nn. «süttiv õhk» võis plahvatada (soogaas) või tekitada vilkuvaid tulukesi soos. Palju õnnetusi juhtus süsinikoksiidi (esineb vingus) ning süsinikdioksiidiga. Viimasest põhjustatud lämbumisjuhtumid näisid süsinikdioksiidi omadusi mittetundvatele inimestele väga kummalistena. Itaalias näiteks tuntakse koobast, millesse võivad siseneda inimesed, koerad aga mitte. Viimased lämbuvad selle, nn. «Koera koopa» põhjast eralduvas süsinikdioksiidis. Inimesele ei juhtu selles koopas midagi halba, sest süsinikdioksiid, mis põhjustab lämbumist, on õhust raskem ning esineb suures kontsentratsioonis vaid maapinna ligidal. Ka õllevaatides on gaasi. Kui õllemeister seda endale sügavamalt sisse hingab, tekib tal lämbumistunne. Need asjaolud ning ka õlle ja teiste alkoholsete jookide tarvitamise tagajärjed näitasid, et vaimud olid tõesti vägevad. Kirik takistas igati gaaside uurimist, nähes selles kallalekippumist jumalale endale.

Alles XVIII sajandi keskel tõestas šoti arst J. Black, et gaas on materiaalne ning temas pole midagi müstilist. Õhu koostise kindlakstegemisel kujunes võtmeks hapniku avastamine Priestley poolt, kuigi Priestley ise ei teadnud, et saadud gaas kuulub ka õhu koostisse. Tol ajal, kui Priestley tegi oma katseid, tegeles prantsuse keemik Lavoisier õhu koostise uurimisega. Selleks kuumutas ta metalle suletud nõudes, nagu tegi seda M. Lomonossov. Lavoisier' tööd olid Lomonossovi uurimuste loogiliseks jätkuks. Et ta oli Lomonossovi töödest teadlik, seda näitab asjaolu, et tema töödes esineb viiteid autoritele, kelle vastavad artiklid olid samades väljaannetes, kus Lomonossovi omadki.

Lavoisier pani nōusse tüki pliid, sulges nōu kindlalt ning suunas sellele läbi suurendusklaasi päikesekiired. Plii sulas ning muutus lõpuks pulbriliseks aineks — pliioksiidiks (tagiks, nagu seda siis nimetati). Lavoisier' «abilised» — kaalud — näitasid, et tekkinud pliioksiidi kaal oli võetud plii kaalust suurem täpselt nii palju, kui palju kaotas nōus olev õhk oma kaalust.

Sellega tõestas Lavoisier nagu Lomonossov enne teda, et osa õhust ühineb kuumutamisel metalliga. Lavoisier'l ei õnnestunud seda õhu osa pliioksiidist ilma sõe lisamiseta eemaldada. Kuulnud aga Priestley katsest hapniku saamise kohta elavhõbeoksiidist, asendas Lavoisier oma katse plii elavhõbedaga. Viimasega tegigi ta oma kuulsa 12-päevase katse. (Kirjeldus on õpikus.) Saadud elavhõbeoksiid lagunes elavhõbedaks ja hapnikuks, mida oli just nii palju, kui palju oli kulunud «õhku» elavhõbedaga ühinemiseks. Nii oli selgitatud õhu koostis ning ühtlasi see, et elavhõbeoksiid, pliioksiid jt. (tagi) ei ole keemilised elemendid (praeguse mõiste järgi lihtained), vaid lihtained, õhk aga on vähemalt kahe «elemendi» — hapniku ja lämmastiku segu. Lavoisier andis õhu põhimassi moodustavatele ainetele nende omadustele vastavad nimetused. Nimetatud ainetele eestikeelsete nimetuste andmisel arvestati samu omadusi.

Seda, kuidas õhu materiaalse olemuse tõestamisele aitas kaasa elu ise, näitab veenvalt pumpade kasutamine, mis viis õhu kaalutavuse mõistmiseni. Õhu kaalutavus, mida demonstreerisid Torricelli ja Pascal, oli suureks sammuks edasi võitluses müstiliste kujutlustega õhust. Sellekohaseid katseid on vaja meenutada 6. klassi füüsika kursusest.

Õhus olevate lisandite käsitlemisel on kasvatuslikult oluline tutvuda kõigepealt sellega, mida on teada tänapäeval. Seejärel tuleks käsitleda õhuga seotud teravhoiu küsimusi, ajaloolisi fakte ja paljastada usundilisi eelarvamusi.

Hapniku, lämmastiku, inertgaaside ja süsinikdioksiidi kõrval sisaldab õhk ka veeauru, tolmu, mikroorganisme ning tööstuste läheduses sageli rohkesti ammoniaaki, väävelvesinikku, vääveldioksiidi, lämmastikdioksiidi, süsinikdioksiidi jne. Asulate õhu saastamise vältimiseks ehitatakse keemiatehased elamurajoonidest eemale. Õhu saastamine mitmesuguste gaasiliste ainetega kinnistes ruu-

mides on eriti ohtlik. Isegi hingamisel õhku eritav süsinikdioksiid võib saada kinnises ruumis tervislike häirete põhjustajaks, kui töö- ja eluruume küllaldaselt ei tuulutata. Allveelaeva või kosmoselaeva tingimustes tuleb kasutada erilist ventileerimise süsteemi. Maa peal on väljahingatud õhk ümbritsevast õhust tavaliselt soojem ja kergem ning tõuseb kohe üles. Kaaluta olekus aga ei ole ka õhul kaalu ning süsinikdioksiidirikas õhk ei asendu värskega — tekib lämbumisoht. Väljahingatud õhu eemaldavad kosmonaudi näo eest ventilaatorid, mis juhivad äratarvitatud õhu läbi puhastusseadeldise.

Õhu tähtsuse käsitlemisel on oluline märkida, et hingamiseks on vajalik mitte ainult hapnik, vaid ka süsinikdioksiid ja lämmastik, mille kindla kontsentratsiooniga õhus on inimene kohastunud.

Kindlasti on oluline märkida, et elu- ja ühiskondlike ruumide õhku halvendab suitsetamine. Nii nagu sisepõlemismootorite heitgaasidega paiskub õhku koos väga mürgise vingugaasiga kantserogeenseid (vähktõbe esilekutsuvaid) aineid, nii võib ka suitsetamisel tekkivate ainete toime viia kopsuvähi tekkimiseni.

Rääkides õhus olevatest lisanditest, näiteks mikroorganismidest, võib jutustada, kuidas vaimulikkonna reaktsioonilisem osa võitles kollektiviseerimise vastu, levitades iga-suguseid jutte, mille eesmärgiks oli näidata, et see jumalale ei meeldi. Sellepärast tuhmuvat kirikute kullatud kuplid, kuldristid, -karikad ja teised kuldesemed. Loogilisem olnuks väide, et jumala viha tõmbasid endale just kirik ja selle teenrid, kes olid meelestatud kollektiviseerimisevastaselt. «Kannatada» said ju kirikud, mitte aga kolhoosikeskused. Nagu teaduslikult selgitati, põhjustavad taolisi nähtusi soodsaisse tingimustesse sattunud mikroorganismide kolooniad. Samas võib jutustada või lugeda ette katkendi nn. ebatavalistest vihmadest, mis on inimesi väga hirmutanud ja mida vaimulikud on ebaõigesti ning omakasupüüdlikult seletanud.

1913. a. märtsis puhus Itaalias kahe päeva jooksul tugev tuul, mille järel elanikud märkasid merelt tulevat sünget pilve. Varsti kattis pilv ümbritsevad mäed ja ka päikese. Taevas värvus tulipunaseks. Pimeduse tõttu süüdati lambid. Ärahirmutatud usklikud hakkasid palvetama. Sellele vaatamata muutus veelgi pimedamaks ja kogu taevas näis olevat nagu tuline raud. Kärgatas pikne ning hakkas

sadama punast vedelikku, mida usklikud pidasid vereks. Õhtuks pilv hajus, ilm valgenes ja hirmunud rahvas rahunes. «Verevihmade» tekkimise põhjused on nüüd teaduslikult selgitatud. Looduses esinevad vahel orkaanid, vesipüksid ja keeristormid. Neil juhtudel puhub tuul ebatavalise kiirusega, näiteks tornaado puhul kuni 100 m/sek. Seejuures haarab tuul endaga kaasa kõike, mis ette juhtub, kandes kaasavõetud materjali mõnikord sadade kilomeetrite kaugusele. See seguneb vihmaga ja sajab alla. Viimati kirjeldatud «verevihma» Itaalias põhjustas Põhja-Aafrikas möllanud orkaan, mis tõi endaga kaasa suurel hulgal punast tolmu.

Teema «Õhk» juures on soovitatav meenutada, milline tähtsus elule Maal on atmosfääril. Maa on nagu mähitud skafandrisse — atmosfääri, mis kaitseb teda päeval üleküümenemise ning öösel jahtumise eest. Iga inimese kohta maakeral tuleb umbes kaks miljonit tonni õhku. Ligi pool sellest asub Maast kuni viie kilomeetri kõrgusel. Saja kilomeetri kõrgusel on atmosfäär miljon korda hõredam kui merepinnal. Atmosfääril pole teravat piiri, selle üleminek kosmilisse vaakuumi toimub sujuvalt.

Õhust tuleb rääkida ka kui keemilise tooraine ammen-damatust reservist.

Keemiatööstuse toorainena kasutatakse nii õhus sisalduvat hapnikku kui ka lämmastikku. Inertgaase selleks ei kasutata, sest praktiliselt nad ei astu keemilistesse reaktsioonidesse. Kuna hapniku kasutamist õpitakse teema «Hapnik» juures, ei ole sellel siinkohal vaja pikemalt peatuda. Küsimuste abil võib õpitut põgusalt meenutada, juhtides seejuures õpilaste tähelepanu omadustele, millel hapniku kasutamine põhineb. Käsitledes hapniku saamist, on soovitatav meenutada ka seda, et õhust saadud hapnikul on samad omadused ja kasutusala kui hapnikul, mida saadakse laboratoorselt (näiteks Berthollet' soola kuumutamisel). Õhulämmastiku kasutamisest võib õpetaja lühidalt jutustada (ammoniaagi süntees, lämmastikhape, lämmastikväetised, lõhkeained jne.). Veelgi soovitatavam on, et selle kohta teeks referaadi mõni õpilane.

Käsitledes hapniku keemilisi omadusi, näidati õpilastele ainete põlemist hapnikus ja õhus. Katsete analüüs seisnes selles, et igal erineval juhul juhiti tähelepanu reaktsiooni kulgemise tingimustele, välistele tunnustele ja tekkinud põlemisproduktidele. Põlemise reaktsioone seletati molekulaar-atomistliku teooria valgusel. Selle töö käigus jõuti koos õpilastega järeldusele, et põlemisreaktsioonid on oksüdatsioonireaktsioonid, mille puhul eraldub soojust ja valgust. Põlemisprotsessi käsitlemisel tuleb seda korrata.

Tundes põlemisprotsessi olemust, on igapäevase elu nõuetest lähtudes vaja pöörata õpilaste tähelepanu kütuste otstarbeka põletamise viisidele. Probleemi võib siduda sellega, kuidas ja milleks on inimene kasutanud tuld minevikus ning millised traditsioonid on välja kasvanud tule kasutamisest ja tulesse suhtumisest.

Selleks võib kasutada näiteks alljärgnevat materjali.

Inimene kasutab põlemist kui soojusallikat tule saamise avastamisest saadik. Algul inimene kartis tuld, sest tuli tekitas suitsu ja vingu ning võis hävitada ta eluaseme. Kuid tuli pakkus inimesele ka kaitset. Ta andis sooja ning valgust, peletas eemale kiskjaid, tuel küpsetatud toit oli maitsvam. Tule olemuse mõistatuslikkus viis inimesed selle jumaldamiseni.

Seoses sellega võib õpilastele jutustada kreeka mütoлогия titaanist Prometheusest, kes heatahtlikkusest inimeste vastu röövis neile jumalailt tule. Kui jumalad sellest kuulsid, needisid nad Prometheuse karistuseks suure kalju külge, kuhu peajumal Zeusi kotkas tuli iga päev tema maksa nokkima. Prometheuse vabastas lõpuks Herakles (kreeka mütoлогия populaarne kangelane, pooljumal, Zeusi ja sureliku naise poeg).

Klassiühiskonna tingimustes kasutasid valitseva klassi esindajad seda uskumust enda huvides. Nad püüdsid suurendada hirmu tule ees ja sellega usku veelgi tugevdada. Usk sai rahva valitsemisel suureks abimeheks.

Tule jumaldamisest on säilinud mitmeid kombeid koguni meie ajani. Kirikutes süüdatakse pühakute kujude ees küünlaid ja lampe (tänapäeval päevavalguslampe).

Kahjulikud on tulekummardajatest pärinevad kombed mitmesuguste haiguste «ravimisel» ja «kurjade vaimude» eemalepeletamisel. Piiblis öeldakse: «Mina surman ja elus-

tan; ma peksan katki ja teen terveks, ja pole kedagi, kes minu käest päästaks.» Need sõnad avaldavad usklikele tugevat mõju. Seepärast seovad nad oma lootused haigustest paraneda jumalaga, kes haiguse saatis, või siis kurja vaimuga, keda palvete või nõidustega saab välja ajada. Tänapäevalgi leidub veel kohti, kus haige juurde kutsutakse «nõid», kes käib põleva küünla või lapiga ümber haige ja lausub posimissõnu. Jumalasõnaga arstimise kohta Eestis võib tuua masendava näite 1958. aastast. Sektantidest vaimulikud «ravisid» kodanik E. Oravat haiguse vaimu sõitlemisega, palvetega, õliga võidmisega jne. seni, kuni haige suri. Seejärel aga teatasid «imearstid» kogudusele, et haige olevat liialt vähe palvetanud.¹

Tulekummardajate kultus levis eriti seal, kus maa seest väljusid looduslikud põlevad gaasid. Niisugustesse kohtadesse ehitasid tulekummardajad templeid. Tulekummardajate templi varemed on säilinud näiteks Kaspia mere läänekalda Bakuu lähedal, kus praegu asub tuntud Surahani naftatööstus. Praegu kasutatakse sealset looduslikku gaasi klaasivabriku kütteks.

Mitmed uskumused on seotud tule saamisega, näiteks juba eespool kirjeldatud «püha taevatuli». Taevast maa peale langeva tule — «ime» ilmutamiseks oli usuvõitlejatel terve rida retsepte.

Palju hirmu on tekitanud ebauslikele ka nn. vilkuvad tulukesed, mida nad pidasid kuradi tegevuse tulemuseks. Neid nähti tavaliselt soodes. Ühes kohas niisugune tuluke kustus, teises — süttis. See on seletatav orgaaniliste ainete kõdunemisel tekkivate ainete isesüttimisega soodsa- tel tingimustel. Põhjalikumaks peatumiseks tulel ja sellega seotud küsimustel on soovitatav lasta õpilastel koostada vastavaid referaate. Neist üksikuid võib esitada tunnis, kuid suurem osa peaks leidma kasutamist klassi- välistel üritustel. Keemia ringi poolt korraldatavatel koosolekutel ja keemiaõhtutel on referaatidel oluline osa, eriti kui sellega kaasnevad katsed. Osa katseid on otstarbekas esitada selliselt, et nad valmistaksid üllatuse. Kui see on saavutatud, siis tuleb katse kohta anda teaduslik seletus.

Järgnevalt on esitatud andmeid põlemisprotsessi uurimise ajaloost.

Õhku on juba väga vanast ajast peetud üheks nn. alg-

¹ «Noorte Hääl», 31. mail ja 12. aug. 1958.

aineks ehk elemendiks. Elemente, nagu varem märgitud, oli kokku neli — vesi, õhk, tuli ja maa. Vana-Kreeka õpetlane Aristoteles (IV saj. e. m. a.) pidas neid elemente vastavalt niiskuse ja külmuse, niiskuse ja soojuse, kuivuse ja soojuse ning kuivuse ja külmuse kombinatsioonideks. Aristotelese järgi võis üks element üle minna teiseks. Neid seisukohti jagasid ka keskaja alkeemikud. Aristoteleselt ongi pärit idee — muuta vähem väärtuslikke metalle ja teisi aineid kullaks.

Niisugust kujutlust elementidest kritiseeris esmakordselt tõsiselt Robert Boyle oma raamatus «Skeptiline keemik». Boyle'i järgi on element aine, mida ei saa enam lihtsamaks muuta (s. o. lihtaine). Siitpeale käsitleti õhku lihtainena kuni Lavoisier' töödeni. Seda, missugust tähtsust omab õhk põlemise juures, ei teatud samuti väga kaua aega. Selgel kujul näitas seda alles Lavoisier. Tähelepanekuid õhu osast põlemisel esines aga juba Mao Hoal (VIII sajandil), Leonardo da Vincil, M. Lomonossovil ja teistel.

Põlemisprotsessi õige seletuseni jõudmist pidurdas tunduvalt saksa keemiku G. Stahli (1660—1734) poolt arendatud flogistoniteooria. Selle teooria järgi esineb paljudes ainetes, nende hulgas metallides, samuti taime- ja loomariigist pärinevates ainetes nn. «flogiston» — eriline aine, mis põlemisel eraldub põlevast aimest. Metall oli seega metallioksiid (tagi) koos flogistoniga, metallioksiid aga — metall ilma flogistonita.

Nagu juba varem märgitud, seletas Lomonossov metallide kaalu suurenemist kuumutamisel nende ühinemisega ühe osa õhuga. Flogistoniteooria järgi oleks kaal pidanud vähenema. Sellekohaselt vaadeldi metallide kuumutamist (kusjuures tekib tagi) ning põlemist üldse lagunemisreaktsioonina. Keegi ei suutnud anda flogistoni kohta mõistlikku seletust. Ühed teadlased arvasid, et teda pole võimalik üldse puhtal kujul saada, teised väitsid, et ta on midagi vormitut ning tabamatut. Niisugune «teooria» tekkis kogemusest, et põlemisel aimest nagu kaoks midagi, järele jääb ainult suhteliselt väike kogus tuhka. Teised tolle aja teadlased ei jõudnud põlemise seletamiseni just tänu flogistoniteooriale.

Meenutame, kuidas Scheele imestas «tuliõhu» kadumise üle suletud nõust põlemise ajal. Lõpuks seletas Scheele seda nii: «Kui mingi keha põleb, siis temast lahkuv flo-

giston ühineb «tuliõhuga» (hapnikuga). Tekkiv nähtamatu ühend on nii lenduv, et imbub märkamatult läbi klaasi nagu vesi läbi sõela, otsekui mingi muinasjutuline viirastus, mis vabalt läbib kivimüürid ja lukustatud ukSED ...»

Sellised veidrused lükkas lõplikult ümber Antoine Lavoisier. Ta tõestas oma kaheteistkümnepäevase katsega veenvalt, et see osa õhust, mis mingi aine põletamisel näis suletud kolvist kaduvat, ühineb ainega ja et selleks on hapnik.

Algul astus enamik teadlasi ägedalt Lavoisier' õpetuse vastu. Teda pilgati ja naerdi. Hiljem hakati tema tööd halvustama ning öeldi, et Lavoisier' kaalud petavad. Lavoisier aga lausus kindlalt: «Mingisugust flogistoni ma ei tunne. Ma pole teda kunagi näinud. Kõik on selge ka ilma flogistonita. Tema tekitab ainult segadust.» Ta esitas flogistoni pooldajatele küsimuse, et millega nad võivad seletada kehade raskemaks muutumist põlemisel. Vastuseks väideti, et flogistonil pole kaalu või see on negatiivne. «Võtke härjapõis ja puhuge see sooja õhku täis. Põis lendab üles. Laske põiest soe õhk välja ja ta langeb, sest et muutub raskemaks. Nii muutub ka raud, mis on kaotanud negatiivse kaaluga flogistoni, raskemaks.» Keegi itaalia professor lubas oma õpilasele tütre naiseks vaid siis, kui see annab piduliku töötuse, et kaitses flogistoniteooriat oma elu lõpuni. Berliinis põletasid flogistoniteooria looja Stahli kaasmaalased avalikult Lavoisier' portree.

Kaitsjate teravmeelsusest hoolimata ei suudetud flogistoni võltsteooriat päästa. XVII sajandil võisid flogistoniteooria loojad juubeldada, et nad suutsid seletada põlemist ja teisigi tähtsaid reaktsioone. Põlemise kui oksüdatsiooniprotsessi teooria seisukohalt oli see aga absurdne.

Komistuskiviks flogistoniteooriale olid gaasilised ained. Neid tunti vähe ja ei osatud arvestada. Põlemisproduktide hulka kuulusid sageli gaasilised ained, mida ei saadud tunnetada.

Flogistoniteooria väärtuseks oli see, et ta püüdis seletada loodusnähtusi ilma müstikata, ilma üleloomulike jõududeta. Engelsi sõnade järgi aitas ta eraldada teaduslikku keemiat alkeemiast.

Hinnates Lavoisier' teeneid flogistoniteooria kummutamisel, kirjutas F. Engels: «Lavoisier... avastas esime-

sena, et uus õhuliik («tuliõhk» — hapnik) on uus keemiline element, et põlemisel ei eraldu põlevast kehast saladuslik flogiston, vaid et see uus element kehaga ühineb, ja nii asetab ta sel viisil kogu keemia, mis oma flogistlikus vormis oli pea peale pööratud, esmakordselt jalgadele.»¹

KATSEID SEOSSES TULE JA PÕLEMISEGA.

Neid katseid õpivad õpilased tegema keemia ringi praktikantes tundides. Katsete seletamiseks tuleb õpilastele anda lugeda vastavat kirjandust. Osa katseid võib õpetaja teha tunnis, kuid enamik kuulub demonstreerimisele klassivälise töö korras.

Nõiakepp

Asetame portselankaussi paar kaaliumpermanganaadi kristallikest ning niisutame neid kontsentreeritud väävelhappega. Viime nüüd sellise kaaliumpermanganaadi kristallikese klaaspulga abil (puupirdu mitte kasutada!) piiritusega immutatud vatitopile. (Kanda kaitseprille!) Piiritus süttib. Soovides «nõiakepi» võimu veelgi vägevamana näidata, võib süüdata mitu vatitoppi, kusjuures ühele neist puistame eelnevalt veidi strontsiumkloriidi (punane leek), teisele baariumkloriidi (roheline leek).

Bengaali valgus

Punane leek.

Segame 11 osa väävliõit, 2 osa peenestatud sütt ja 33 osa strontsiumnitraati. Viimasena lisame 4 osa Berthollet' soola (kaaliumkloraati) ja segame klaaspulgaga ühtlaseks massiks. (Segamisel mitte vajutada!)

Roheline leek.

Segame 10 kaaluosa väävliõit, 31 kaaluosa baariumnitraati ja viimasena 9 kaaluosa kaaliumkloraati. (Segamisel mitte vajutada!)

Kollane leek.

Segame 4 kaaluosa naatriumnitraati, 1 kaaluosa peenestatud puidusütt ja 1 kaaluosa peenestatud kampolit. Viimasena segame ettevaatlikult juurde 4 kaaluosa kaaliumkloraati.

¹ K. Marx. Kapital, II kd., lk. 12.

Bengaali valguse saamiseks asetatakse ülalmainitud segud tõmbekappi tulekindlast materjalist alusele (telliskivile) ja süüdatakse pika pirruga. *Nii segu valmistamise kui ka katse ajal kanda kaitseprille!*

Fosfori isesüttimine

Asetame kuiva katseklaasi tikupea suuruse koguse punast fosforit või tikutooside süütepinda (koos paberikihiga). Puupirru otsa mähitud vatt-tampooni lükkame koos pirruga katseklaasi fosfori lähedale. Fosfori kuumutamisel katseklaasis tekib algul difosforpentoksiidi valge suits. Edasisel kuumutamisel tekivad katseklaasi seintele valge fosfori kollakad piisakesed. Need pühime pärast kuumutamise lõpetamist katseklaasi küljest tampooniga ära ning viimase tõmbame koos pirruga välja. Saadud valge fosfor süttib õhus.

Märkus. Nii katseklaas kui ka pird ja vatt tuleb asetada pärast katset vähemalt ööpäevaks kaaliumpermanganaadi lahusesse, alles seejärel võib katseklaasi pesta. Vati ning pirru kahjutukstegemiseks on soovitatav need ära põletada.

Glütseriini isesüttimine

Tellisele asetatud või statiivi klambri külge kinnitatud plekiribale puistatud kuivale ja hästi peenestatud kaaliumpermanganaadi kuhjakesele tilgutame pipetist veidi glütseriini. Vähese aja pärast glütseriin süttib.

Tantsiv söetükike

Kuiva katseklaasi puistame paari sentimeetri kõrguselt kaaliumnitraati. Katseklaasi kinnitame püstasendis statiivi külge ja kuumutame, kuni sula kaaliumnitraadi pinnale hakkab kerkima gaasimulle. Nüüd viskame katseklaasi hõõguva söetükikese. Süsi hakkab intensiivselt põlema, hüpeldes sula kaaliumnitraadi pinnal. (Katsetajal kanda kaitseprille!)

Keemiline hõõglamp

Kui söetükk eelmise katse puhul on ära põlenud, asetame katseklaasi alla kausikese liivaga ning puistame sulasse kaaliumnitraati pulbrilist väävlit. Katseklaasi kuumutame väävli süttimiseni. Efekti suurendamiseks kustutame tuled. Katset on soovitatav teha tõmbekapis või kaitseekraani taga.

Imerõngas

Võtame kaks 40 cm pikkust karedat lõngatükki. Immutame ühte neist 2 tunni vältel keedusoola küllastunud lahuses. Nüüd seome nende niitide abil statiivide klambrite külge rippuma kaks võrdse suuruse ja raskusega metallrõngast (rõngad võib valmistada kirjaklambritest). Rõnga, mis ripub immutatud niidi otsas, «kuldame» katse jaoks, hoides seda veidi aega vasksulfaadi lahuses. Asetame immutatud niidi kuivama kohta, kus seda ei puudutataks. Kui niidid süüdata, katkeb üks neist ning rõngas kukub lauale. Teine niit, mille otsas ripub «imerõngas», küll põleb, kuid niit ei katke ja hoiab rõngast.

Kui soola lahuses immutatud niit ei põle lõpuni, ei maksa seda uuesti süüdata, sest puudutamisel võib lõng katkeda. Rõngast hoiab üleval naatriumkloriidi sisaldav tuhk.

«Põrgutuli»

Segame kuivas uhmris võrdsetes kogustes kuiva, hästi peenestatud pulbrilist joodi ja alumiiniumi. Asetame segu telliskivil või statiivi klambri külge kinnitatud plekiribal tõmbekappi. Seejärel tilgutame veidi lamedale segukoonusele pika pipetiga ülalt mõne tilga vett (katalüsaator). Algul tekivad lillad joodiaurud, siis toimub tormiline reaktsioon ning lillade joodiaurude keskel on näha ebataavalist lillat leeki.

«Vesi» süütab küünla

Puhastame steariin- või parafiinküünla tahi umbes 1,5 cm ulatuses, harutame selle luuakujuliselt laiali ning hõõrume pehmeks (udusuletaoliseks). Nüüd puistame tahile veidi tuhksuhkru (2 osa) ja Berthollet' soola (1 osa) segu. Viime pipeti või klaastoru abil selliselt töödeldud küünlahile tilgakese kontsentreeritud väävelhapet («vett»). Segu süttib ja küünal hakkab põlema.

«Tegev vulkaanid»

«Vulkaanide» tegevust saab demonstreerida väga mitmete ainete kasutamisega.

I. Valmistame plekist või tugevast papist koonuse («vulkaani»), mille ülaossa saab paigutada portselan- või raudtiigli. Pealt määrime koonuse saviga, et ta sarnaneks enam vulkaaniga. Koonuse ühele küljele, mis katse ajal

jääb demonstreerija poole, teeme ava, mille kaudu on võimalik tiigli alla viia piirituslampi.

Puistame tiiglisse segu pulbrilisest tsingist (2 osa) ja väävliõiest (1 osa). Tiigli kuumutamisel kulgeb tormiline reaktsioon ning eraldub palju soojust, mis loob pildi tegutsevast vulkaanist.

Võib kasutada ka segusid väävli ja rauaga (4:7) ning väävli ja alumiiniumiga (väävlit võtame 2 korda rohkem kui alumiiniumi).

II. Asetame tiiglisse peenestatud joodi ja pulbrilise alumiiniumi segu. Segu «süütame» tilga vee lisamisega, nagu juba varem kirjeldati. (Katse tuleb teha tõmbekapis.) Kui ained ei ole kuivad, süttib segu juba segamisel.

III. Asetame tiiglisse mõned ammooniumdikromaadi kristallid ja kuumutame piirituslambiga. Katalüsaatorina võib kasutada mõnd vaselaastukest. Algab ammooniumdikromaadi lagunemisreaktsioon. «Vulkaanist» paiskub sädemeid ning «laavat» — kohevat kroom(III)oksiidi.

IV. Segame hästi kaaliumpermanganaati, pulbrilist sütt ja pulbrilist rauda (iga ainet üks osa). Puistame segu tiiglisse ja kuumutame piirituslambi leegil. Veidi aja pärast segu süttib ja «vulkaani kraatrist» paiskub välja sädemete laviin. (Ettevaatust! Kaaliumpermanganaat ja reaktsioonil tekkiv kaaliummanganaat on intensiivse värvusega ained, mis võivad rikkuda lauda ja riideid.)

V. Ammooniumdikromaadiga võib «vulkaani» teha järgmiselt. Immutame vatitopi etanooliga ning kuhjame selle peale kuivast ja hästi peenestatud ammooniumdikromaadist koonuse. Koonuse tippu viime pipeti abil mõned tilgad etanooli ning süütame selle. «Vulkaan» hakkab purskama. «Vulkaani» ehitame telliskivile või statiivi klambri külge kinnitatud plekiribale.

Tulikiri

Teeme küllastunud kaaliumnitraadi lahusega paberile mingi lihtsa joonise, nii et joon ei katkeks (kasutada siledaks lõigatud otsaga puupirdu). Laseme paberil kuivada ning puudutame siis joonise mingit punkti hõõguva pिरuga. Paber hakkab hõõguma ja hõõgumine levib mööda joonistatud kontuuri.

VESINIK.

Antud teema juures on õppe- ja kasvatustöö seisukohalt vaja kujundada kõigepealt mõiste *vesinik*. Selleks õpitakse tundma vesiniku omadusi, saamist, esinemist looduses ja kasutamist. Viimast on seejuures oluline käsitleda seoses omadustega, millel vesiniku kasutamine põhineb. Tähtis on ka see, et õpilasi tutvustataks vesiniku avastamise ajalooga, näidates seejuures vesiniku tundmaõppimise osa gaaside keemia arendamisel. Jutustades mitmesuguste maade teadlaste tööst vesiniku avastamisel, tema omaduste tundmaõppimisel ning kasutusalaade väljaselgitamisel, saame hea võimaluse kasvatada õpilasi internatsionalismi vaimus. Kindlasti on vaja selle teemaga seoses osutada termotuumareaktsiooni rahuotstarbelise kasutamise eest peetava võitluse tähtsusele.

Vesinikku on soovitatav tundma õppida üksikute küsimuste iseseisva lahendamise teel. Niisuguse käsitlemise eelduseks on juba ühe gaasilise aine (hapniku) tundmine. Vesiniku füüsikaliste ja keemiliste omaduste tundmaõppimisel tuleb öeldust lähtudes anda vääriline koht võrdlusmeetodile. Vesiniku omaduste kiirema tundmaõppimise kõrval kindlustab see ka hapniku kohta käiva vastava materjali kinnistamise ning on suure tähtsusega mõtle-mise arendamise seisukohalt.

Meie planeedil esineb vesinik ühenditena. Võrreldes hapnikuga on vesinikku väga vähe, kuid teda esineb kõikjal. Maailmaruumis on vesinik valitsevaks elemendiks ning tähtedevahelises ruumis leidub vesiniku aatomeid sadu kordi rohkem kui kõigi teiste elementide aatomeid kokku. Kosmoses on vesinikul täita tähtis osa — olla «kosmiliseks kütuseks», mis annab soojusenergiat tähtedele, nende hulgas ka meie Päikesele. Päikese massist poole moodustab vesinik. Päikese sisemuses ulatub temperatuur 20 miljoni kraadini ning vesiniku aatomite tuumad saavutavad seetõttu kiiruse, mille juures toimuvad

termotuumareaktsioonid. Neljast vesiniku aatomi tuumast tekib seejuures teise keemilise elemendi — heeliumi aatomi tuum. Järelikult muundub vesinik siin teiseks elemendiks — heeliumiks. Seejuures eraldub tohutul hulgal soojust, mis kiirgub kaugele maailmaruumi ja soojendab ka meie Maad.

Tänapäeval oskab inimene saada termotuumareaktsiooni kulgemiseks vajalikku temperatuuri (10 miljonit kraadi). Seda saavutatakse näiteks aatomipommi plahvatusel. Kahjuks leiab see võimalus esialgu kasutamist sõjaliseks otstarbeks — vesinikupommi valmistamisel.

Algul mõeldi, et vesinikupomm erineb aatomipommist vaid purustusvõime suuruse poolest (tuhat ja enam korda võimsam). Leiti, et ühest pommist piisab mõne suure tööstusrajooni või maailmalinna hävitamiseks. Imperialistlikes ringkondades tuldi välja nn. «otsustava löögi» ja «36-tunnise sõja» teooriatega. Siis aga selgus, et plahvatus tagajärjel tekkiv radioaktiivne sadestus on pommi enda toimest mitmeid kordi ohtlikum. Osa radioaktiivsest materjalist paisatakse atmosfääri ülemistesse kihtidesse ja see kandub laiali üle kogu maailma. Sadestuste allalangemine kestab aastaid ning tegelikult ei pääse vesinikupommi plahvatus tagajärgedest ükski elusolend meie planeedil. Üks Ameerika sõjaväeekspert väitis koguni, et Ameerika Ühendriikide poolt kogu tuumavõimsust rakendav rünnak tapaks umbes 700 miljonit inimest, kuid surmasaanute hulk ei piirduks kaugeltki ainult vaenlastega. Kiirituse mõju poleks ainult kohene, see kestaks aastasadu ja isegi veel siis, kui kogu radioaktiivne sadestus on planeet Maalt kadunud. Kiirgus avaldab mõju pärilikkusele ning võib paljude sugupõlvade jooksul põhjustada nurisünnitusi ja vördjate sündimist.

Siit peaks järelnema, et tuumasõda on inimkonna suhtes enesetapp ning vesinikupomm ei anna sõja alustajale soovitud võitu. Siit järelneb ka taoliste targutuste rumalus, milledega tuli välja professor Nef oma raamatus «Sõda ja inimkonna progress». Seal ta väidab, et tuumasõda olevat humaanne, et inimesed ei näe siin mõrva tagajärgi — ühe hetkega on kõik lõpetatud. Kahjuks on maailmas veel küllalt selliste «teooriate» pooldajaid. Ameerika Ühendriigid kulutavad sellise mõttetü enesetapusõja ettevalmistamiseks üle kümnendiku oma üldistest tuludest ja enam kui poole teaduslikust ning tehnilisest kaadrist.

Nõukogude Liit on kindlalt väljendanud nõudmist keelata iga liiki aatomi- ja vesinikurelvad ning lõpetada nende tootmine. Kõige kergemast keemilisest elemendist saadav tohutu energiakogus peab teenima rahu ja rahvaste õnne huve.

Väga oluline on jutustada õpilastele vesiniku kasutamise perspektiividest tulevikus. Vesinik hakkab tulevikus täitma mootorikütuse tähtsat osa, arvestades eriti asjaolu, et naftavarud pole ammendamatud. Vesinikumootoreid toidetakse kütusega vedela vesiniku balloonidest. Selline vesinikumootor võib töötada mistahes temperatuuril ja ta ei saasta õhku kahjulike lisanditega. Seejuures tuleb veel arvestada, et vesinikukütuse tootmiseks on toorainena vaja vaid meie planeedil tohututes hulkades ja kõikjal leiduvat vett. Nii võib inimkonda varustada mootorikütusega praktiliselt igavesteks aegadeks. Tänapäeval on vesiniku saamine selleks veel liiga keeruline ja kallis ning esineb veel teisigi lahendamist vajavaid probleeme.

Teadlased ennustavad, et aatomituuma sisemuse uurimine jõuab veel käesoleva sajandi lõpul niikaugele, et aatomeid ja molekule võib samuti käsitseda nagu XIX sajandi lõpul hammasrattaid ja silindreid.

Vesiniku avastaja šveitslane Paracelsus ei osanud arvatagi, et sellest elemendist sõltub energeetika tulevik.

Paracelsus sai vesinikku XVI sajandi esimesel poolel raua toimel väävelhappesse. Vesiniku avastajaks peetakse ka inglise keemikut Henry Cavendishi, kes määras 1766. aastal kindlaks vesiniku omadused ning näitas tema erinevusi teistest gaasidest.

Cavendish elas XVIII sajandi teisel poolel Londonis ning oli tuntud erak-teadlasena. Ta ei hoolinud lõbustustest ja näitas end seltskonnas väga harva. Tal oli vaid üks kirg — teaduse uurimine. Teaduse nimel töötas ta visalt iga päev, hoolimata puhkusest või pühadest. Ta oli aga liialt ettevaatlik ega rutanud oma katsetulemuste avaldamisega. Paljud tema avastused jäid just sellepärast üldsusele tundmatuks ja avastati teiste teadlaste poolt uuesti.

Kui Cavendish süütas suletud nõus «põleva õhu» (nii nimetati tol ajal vesinikku), selgus, et põlemisel tekib vesi. Tulest vesi — see näis Cavendishile endalegi veidrana ning alles pärast täpsete katsete kordamist tekkis tal veendumus, et see tõesti nii on. Nii selgus, et vesi nagu õhkki ei ole keemiline element, vaid liitaine. 1783. a. kordas

Lavoisier Cavendishi katset ning kinnitas saadud tulemust. Peale selle teostas Lavoisier esimesena vee analüüsi — ta sai veest vesiniku ja tõestas, et vesi on keemiline ühend hapnikuga. Võime tõttu tekitada vett nimetas Lavoisier «põleva õhu» «veetekitajaks» (*Hydrogenium*). Sellest on tuletatud ka selle aine eestikeelne nimetus *vesinik*.

Kõige kergema gaasina on vesinik etendanud olulist osa lennuasjanduse arenemisel.

Juba kauges minevikus valmistasid mõned ettevõtlikumad inimesed linnutiibu imiteerivaid lennuaparaate, kuid õhku tõusta nendega ei õnnestunud. Esimesed õhusõidud tehti kuuma suitsuga täidetud õhupalliga. Esimesele õhusõitjale Rjazani kantseleikirjutajale Krjakutnõi le pidi see peaaegu elu maksma. Tuul paiskas ta vastu kirikutorni. Viimasel hetkel õnnestus tal kinni haarata kirikukellade nõõrist ja pääseda. «Pahade vaimude» ja «kuradi» endaga tegelemise pärast aeti Krjakutnõi linnast välja. See toimus 1731. aastal. Hiljem tuldi mõttele kasutada õhupallide täitmiseks õhust kergemat gaasi. 1782. aastal, toetudes vesiniku omaduste tundmisele, alustati katseid selle «põleva õhu» kasutamiseks õhupallides. Esimene vesinikuga täidetud õhupall lasti üles ilma reisi-jateta. Enne inimese õhikutõusmist saadeti üles oinas, part ja kukk, et selgitada, kas suures kõrguses saab hingata. Leides maandunud õhupalli, märgati, et oinas sõi rahulikult rohtu, part ujus veidi eemal tiigis, kuna kukk oli maandumisel õnnetult hukka saanud. Veidi hiljem tõusid õhku ka inimesed — õhupallide katsetajad. Eluga riskeerides tõestasid nad vesiniku kui kerge gaasi eeliseid õhupallide täitmisel.

Vesinikuga täidetud õhupallid leidsid esimesena kasutamist sõjaasjanduses 1794. a. suvel, kui Prantsuse kodanlik-demokraatliku revolutsiooni väed purustasid Austria intervendid. Vesinikku saadi aerostaatide täitmiseks Lavoisier' avastatud raua-veeauru meetodil. Prantslaste võidule aitas tunduvalt kaasa võimalus jälgida õhupallilt väenlase vägede liikumisi.

Aerostaate kasutati ka Esimeses maailmasõjas. Need olid juba juhitavad — dirižaablid. Ohurünnakutel Londonile ja Pariisile kasutasid neid eriti sakslased, kes olid dirižaablite ehitamisel teistest maadest ette jõudnud. Suurt efekti sellega ei saavutatud, sest piisas ühest süüte-

kuulist, et vesinik süttiks. Nii põles sõja jooksul ära 40 saksa tsepiini. Seejärel võeti nende täitmiseks kasutusele heeliumi (85%) ja vesiniku (15%) segu.

Suure Isamaasõja ajal kasutati Moskva ja teiste linnade kaitseks õiste õhurünnakute vastu aerostaate. Nii oli vaenlane sunnitud pomme heitma suurest kõrgusest ning need ei tabanud märki.

Vesiniku nii nagu hapniku avastamiselgi oli suur tähtsus pneumaatilise keemia arengule. See oli suureks panuseks keemiateaduse väljakujunemisele üldse, sest gaasilistel ainetel on eriti tähtis koht looduse kemismis. Vesinikuga tutvumine aitas lähendada aega, millal gaasid inimeste teadvuses muutusid nähtamatutest «vaimudest» nähtamatuteks aineteks. J. Priestleyle ja tema kaasaegsele H. Cavendishile kuulub gaaside keemia loojatena võrdselt tähtis koht.

VESI JA LAHUSED.

Vee tähtsusest teavad õpilased juba koduloo ja bioloogia tundidest. Mõningate vee omadustega tutvutakse 6. ja 7. klassi füüsika kursuses. Antud teema puhul on 7. klassi keemia kursuse peamiseks ülesandeks omandatud teadmiste süvendamine ja seostamine molekulaar-atomistliku teooriaga. Suurt rõhku tuleb panna teadmiste vee omadustest, tähtsusest taim- ja loomorganismidele, vee osast eluta looduses kulgevatele protsessidele jne. Tuleb jõuda välja õige hinnangu andmiseni veele kui väga tähtsale ja küllaltki aktiivsele keemilisele ainele. Õppe- ja kasvatustöö seose seisukohalt on teema käsitlemisel veel oluline osutada analüüsile ja sünteesile kui looduse tunnetamise kindlale vahendile. Õpilastele on vaja jutustada ka vee kogudest, mille veel on raviv toime, ning seoses sellega paljastada usundilisi eelarvamusi. Samuti tuleb rääkida looduskaitse küsimustest ning uutest võimalustest vee kasutamisel.

Vesi on üheks kõige levinumaks aineks maakeral. Vett on aga avastatud ka kosmoses. 1962. a. vaatles Šternbergi nimelise astronoomiainstituudi teaduslik töötaja V. Moroz planeet Saturni ja tegi kindlaks, et selle planeedi rõngad on kaetud jääkristallide peene kihiga.

Vee koostise selgitamisest oli juba juttu seoses vesiniku käsitlemisega. Siinkohal on inimese tunnetusvõime suuruse tajumise seisukohalt oluline teha katse mitte üksnes vee analüüsi, vaid ka vee sünteesi kohta.¹ Õppe- ja kasvatustöö seose seisukohalt on tähtis vee analüüsi ja sünteesi paralleelne käsitlemine. Nii saab nende mõlema tundmaõppimise kaudu juhtida tähelepanu analüüsile ja sünteesile kui erinevatele meetoditele. Viimased on

¹ Katseid eudiomeetriga on kirjeldatud ajalehes «Nõukogude Õpetaja» 1963, 20. apr.

looduse tunnetamise kindlaks vahendiks, sest nad aitavad uurijat veenduda seaduspärasustes ning leida tõde.

Käsitledes looduslike veekogude vee koostise iseärasusi, tuleb peatuda ravitoimet omavatel vetel ja usul, mis on seotud vastavate veekogudega.

Bioloogia õpetab, et organismid on tihedas seoses neid ümbritseva keskkonnaga. Nii nagu inimene ei saa elada õhuta, ei saa ta elada ka ilma veeta. Sealjuures peab veel, mida inimene kasutab, olema kindel koostis ja omadused. Näiteks ei sobi joogiks kasutada lumevett, sest selles ei leidu vajalikul määral mineraalsoolasid. Joodi puudumine joogivees (või toidus) põhjustab kilpnäärme haiglast suurenemist jne. Vee koostise väikese muutumisega inimene kohaneb, suuremate muudatustega käivad aga käsikäes haigused. Just organismi tihe seos ja sõltuvus teda ümbritsevast keskkonnast on probleem, mida tuleb näiteks kosmoselendudel kõigepealt arvestada. Kosmoses tuleb inimesele tagada võimalikult niisamasugused tingimused nagu Maal.

Tänapäeval kasutatakse mitmesuguse koostisega mineraalvett väga erinevate haiguste ravimiseks. Mineraalvete koostis on hästi teada ning seda osatakse valmistada ka kunstlikult. Kuigi vanasti tervisevete koostist ei tuntud, osati neid siiski juba raviotstarbel kasutada. Nende ravivõime arvati olevat jumalikust jõust, mistõttu mineraalvett hakati pidama «pühaks» veeks. «Pühaks» on aga usu- mehed mõnikord tembeldanud ka päris tavalist vett.

Piiblis räägitakse näiteks sellest, kuidas Jeesus ristiti Jordani jões. Selle jõe vett peavad usklikud pühaks ja imettegevaks. Jeruusalemmas käib palju palverändajaid, kes pesevad end Jordani jões ning viivad seda «püha» vett kaasa. Kasutades palverändajate usku, hakkasid papid, mungad ja ärimehed selle veega hangeldama. Jordani vett veeti isegi välismaale (näiteks Ameerikasse). Jordani vee nimetuse all müüdi ka mujalt võetud vett. Teadlased on tõestanud, et Jordani vesi ei kuulu tervisevete hulka.

Revolutsioonieelsel Venemaal kasutati «püha» vett (tegelikult oli see papi poolt «pühitsetud» tavaline vesi) pea-aegu universaalse ravimina. Moskva lähedal paikneva Zagorski kloostri allika vees pesid usklikud näiteks nägu ja haigeid kohti, jõid seda vett ja võtsid kaasa. «Püha allika» vett uuriti spetsiaalse komisjoni poolt. Selgus, et

sellel veel pole mingit ravivat toimet. Pärast seda, kui tõbised olid end seal pesnud, sisaldas sealne vesi haigusttekitavaid mikroobe.

Prantsusmaal kuulutati pühadeks ja imettegevaiks Lourdes' linna lähikonnas leiduvad mineraalveeallikad. 1858. aastal olevat seal üks talutüdruk näinud jumalaema ilmumist. Lourdes on tänini haigete palverännakute kohaks. «Püha» vett valmistatakse seal mehhaniseeritud vastavas tehases. Selle peremehed rajavad oma õnne inimeste harimatusele ja religioossetele eelarvamustele.

Üheks «püha» vee liigiks on juba vanast ajast nn. «hõbevesi». Niisuguse «püha» vee valmistajate trumbiks on asjaolu, et taoline vesi säilib kauem värskena. Vett õnnistatakse kirikutes ikka hõbenõudes või asetatakse vette hõberist. Hõbe lahustub vees õige vähesel määral ning selline vesi sisaldab hõbeda osakesi (ioone). See ongi «imejõuks», mis säilitab vee värskena ning annab talle raviva toime. Neid hõbeda omadusi tunti ammu. «Ajaloo isa», kreeka ajaloolane Herodotos kirjutas V sajandil e. m. a., et Pärsia kuningas kasutas oma sõjakäikude ajal joogivett, mida säilitati hõbedast nõus. See «püha» vesi hoidis haigestumise eest. Ka Makedoonia Aleksander ja tema väejuhid kasutasid hõbenõudes säilitatud joogivett. Tema sõduritel olid aga pliist nõud, mistõttu sõdurite hulgas oli palju haigestumisi (plii hävitab baktereid, kuid on ühtlasi mürgine ka inimestele).

Ka Vana-India raamatutes kirjeldatakse, et vett võib desinfitseerida tuliste hõbeplaatide abil. Egiptuse preestrid ravisid raskesti paranevaid haavu hõbeplaatidega katmise teel.

Eestis teatakse mitmeid allikaid, mille vett on peetud ravivaks. Sellisteks olid näiteks tervistava toimega Silmaallikad Raplas, Arstiallikas Helmes jt. Taoliste allikate veele avaldas mitmel pool mõju samuti hõbe, sest oli kombeks visata allikasse tänutäheks hõbemünte.

Baktereid hävitab vesi, milles on tühine kogus hõbedat. Ukraina Teaduste Akadeemia vee tehnoloogia laboratooriumi teaduslikud töötajad tegid kindlaks, et vesi, mis sisaldab küllaldaselt hõbeioone, hävitab kiiresti düsenteeriat ja paljusid teisi haigusi tekitavaid baktereid. Tänapäeva meditsiinis kasutatakse hõbevett haavade, nakkushaiguste, mao- ja sooltehaiguste jne. ravimisel. Hõbevee baktereid hävitav toime on ligi 1750 korda tugevam kui

sama kontsentratsiooniga fenooli (karboolhappe) lahusel.

Nelja tonni vee desinfitseerimiseks piisab, kui lasta taskulambi patareist alalisvool 1 tunni jooksul läbi vee. Elektroodidena tuleb kasutada puhtast hõbedast plaate, mitte aga hõbelusikat, -kahvli või -münne. Viimased sisaldavad vaske ega kõlba hõbevee valmistamiseks.¹

On selgitatud, et ka paju koor sisaldab aineid, mis nagu hõbeioonidki hävitavad baktereid. Sellegi asjaolu on vaimulikud osanud ära kasutada. Pajuoksi õnnistatakse ja neid peetakse pühaks. Vesi, milles on pajuoksad, ei roisku nii ruttu ning olevat samuti «püha». Kuid meenu-tame siinkohal, et ka õnnistamata pajuoksad muudavad vee kaua säilivaks.

Vee «abi» vajatakse ka ristimise talitlusel. See komme on vanem kui ristiusk. Arvati, et kurjad vaimud kardavad vett ning et inimene saab peale ristimist sisemiselt puh-taks, lakkab olemast pagan. Ainult ristitud inimesel ole-vat võimalus pärast surma «paradiisi» pääseda. XIII sa-jandil ristiti ka «paganatest» eestlased. Saksa ja taani feodaalid ei olnud seejuures sugugi huvitatud rahva käe-käigust ega kultuuritaseme tõstmisest. Ristisõdijad said paavst Aleksander III korraldusel andeks kõik patud tin-gimusel, kui nad eestlastest «paganate» vastu kogu jõust võitlevad.² Tähtsamaks sellest tasust oli neile aga kokku-röövitud varandus ja maavaldused Eestis. Ristimine tä-hendas vaid rahva alistumise sümboolset kinnitamist. Ilmekaks tõenduseks sellele on Virumaa lõunapoolseima osa vanema Tabellinuse hukkamine taanlaste poolt. Vanem tapeti sellepärast, et ta ei suutnud takistada eest-laste ristimist sakslaste poolt ja seega alistumast saks-lastele, aga mitte taanlastele. Muuseas Tabellinus oli lask-nud end juba varem ristida ojamaalaste poolt, kes, vastu-pidiselt taanlastele ja sakslastele, ei tulnud eestlasi alis-tama.

Käsitledes vee puhastamist, tuleb kõnelda ka roiskvetest ja nende sattumisest veekogudesse. See kah-justab eelkõige vees elunevaid organisme, samuti vee

¹ Pikemalt on hõbeveest ja selle valmistamisest keemiaringis juttu H. Kariku artiklis «Hõbevesi». «Nõukogude Kool», nr. 11, 1965.

² Saksa kodanlikud uurijad rõhutavad ekslikult, nagu oleks alles Meinhardi tegevus viinud mõttele, et Liivimaa tuleb alistada risti-sõjaga... Viide artiklite kogust «Religiooni ja ateismi ajaloost Eestis» I. Tallinn, 1956, lk. 47.

tarbijat. Et selle tähtsa küsimuse käsitlemine leiaks õpilaste teadvuses vajalikkku kõlapinda ega jääks vaid muuseas mainitud õpetussõnadeks, on vaja enam konkreetset. Jutustame õpilastele lühidalt, et vett võivad reostada 1) keemilised ained, 2) mikroorganismid ning 3) parasitide munad ja vastsed.

Mitmesuguste anorgaaniliste ja orgaaniliste ainetega reostavad vett tööstusettevõtted, kui neis ei kasutata nõutavaid puhastusseadmeid või kui viimased on korrast ära. Eriti tugeva reostava toimega on mitmesugused õlid, mis oksüdeeruvad veekogudes väga aeglaselt ning millede toime on seetõttu pikaajaline. Ainult üks liiter õli võib reostada kuni miljon liitrit vett. Kõige enam reostavad õlidega vett laevad, mis heidavad küttejääke kuhu juhtub. Lubamatu on autode pesemine looduslikes veekogudes, kuhu koos pesuveega satub ka õlisid. Selle vältimiseks ehitatakse linnadesse, maakeskustesse ja ettevõtete juurde spetsiaalsed masinate pesemise platsid. Viimased varustatakse õli- ja mudapüüdjatega. Tuleb märkida, et piisab heitvete ainult ühest väljalaskest otse veekogusse, et hävitada selles elu kas täiesti või pikaks ajaks. On esinenud juhtumeid, kus kalamajandusele tekitati selliselt miljonite rublade ulatuses kahju.

Arvestades kiiresti kerkivaid tööstusettevõtteid ja uusi linnu, kasvab pidevalt ka vajadus kaitsta veekogusid reostamise eest.

Vees elunevatele organismidele on oht mõnevõrra väiksem veekogude reostamisel orgaaniliste ainetega, sest bakterid jõuavad need tavaliselt likvideerida.

Roiskvete uurimine põhineb vee keemilisel ja bioloogilisel analüüsil.

Headeks bioloogilisteks indikaatoriteks vee puhtuse määramisel on vees elavad organismid. Neist kataroobid on puhta vee elanikud, saproobid ehk roiskevesilased aga roiskvee elanikud. Kui vees leitakse kataroobe, näitab see, et vesi on puhas, kui saproobe — reostunud. Üht liiki saproobid — oligosaproobid elavad vees, kus on vähe roiskuvaid aineid. Polüsaproobid elavad vees, kus on palju roiskuvaid aineid.

Kahjulike mikroorganismidega reostatud vesi võib nii vees elunevaid organisme kui ka vee kasutajaid (inimesi ja loomi) kahjustada, põhjustades mitmesuguste nakkushaiguste tekkimist ning levimist.

Nakkushaiguste põhjuste mittetundmine ja oskamatus end nende eest kaitsta on põhjustanud alati paanikat. Sel-line olukord on olnud soodne vaimulike tegevusele. Viimased seletasid haigust jumala poolt saadetud nuhtluse-
sena. Vaimulikud korraldasid epideemiade ajal sagedamini jumalateenistusi ning nõudsid ka enam annetusi «pühale kojale». Kiriklike kombetalituste ja rahvakogunemiste kaudu epideemiade ajal levisid nakkushaigused veelgi enam.

Õpilastele on vaja seletada, et võitluses epideemiatega on inimest abistanud teadus, sealhulgas ka keemiateadus, luues rea desinfitseerivaid aineid ja ravimeid. Teadlased on seadnud oma uurimuste eesmärgiks parandada inimeste elu, tuua selgust arusaamatutena püsinud nähtus-
tesse. Vee uurimisel on hindamatud teened hollandi õpet-
lasel Leeuwenhoekil, kes XVII sajandi teisel poolel, millal kirik kõige rangemalt jälitas teadlasi, teatas avalikult: «Ma püüan maailma vabastada paganlikust eba-
usust ja suunata teda teadmiste ja tõe teele.» Ta nägi vees seda, mida keegi polnud veel näinud — mikroorganisme.

Siinkohal on vaja jutustada meie maal kehtestatud kor-
rast võitluses nakkushaigustega, näidata, et see on kor-
raldatud teaduslikul alusel. Õpilastele tuleb selgitada, millist kahju toovad usukombed, nagu risti ja ikoonide suudlemine, ristimine ühe ja sama veega, ühest «pühast» karikast kirikuveini joomine jne. Samas on vaja peatuda ka isikliku hügieeni küsimustel.

Üks budismi vorme — lamaism (tekkis Tiibetis XIV sa-
jandil ning levis hiljem ka mongoli rahvaste hulgas) kee-
lab inimestel näo ja käte pesemise. Lamaismi pooldajad kinnitavad: «Pesed puhtaks näo, pesed maha oma õnne.» See asjaolu soodustab usklike seas mitmesuguste silma-
ja nahahaiguste levikut.

Vees elutsevad mikroorganismid pole silmaga nähtavad. Õpilastele võib aga demonstreerida näiteks niiskel sub-
straadil arenevate mikroorganismide — verekepikeste ko-
looniaid. Selleks võib lasta kartulilõikudel klassis käest kätte ringi käia (infitseerimiseks) ning asetada need see-
järel ööpäevaks klaaskupli alla, et takistada kuivamist. Järgmisel päeval võib neil märgata punaseid täpikesi, mis meenutavad vereplekke. Katse võivad õpilased teha ka kodus. Nimetatud nähtus on ajaloos olnud mitmete veriste sündmuste põhjuseks. 1383. a. leiti Saksamaal ühe väikese

linna Vilsnaki kirikus taolised «veretäpid» armulaualeivakeste pealt. Need pesti veega ära, kuid nad ilmusid jälle ning veelgi suuremal hulgal. Vaimulikud seletasid, et see on Jeesuse veri. Leivale olevat veri tekkinud juutide süü tõttu, kes torkinud teravate naeltega leiva läbi. Niisuguse pühaduse teotamise eest hakati juute taga kiusama. Paljusid neist piinati julmalt ning põletati tuleriidal. «Vere» tekkimist bakterite tegevuse tulemusena seletas esimesena kuulus rootsi teadlane Karl Linné XVIII sajandil. Mõnede bakterite kolooniad on helepunase värvusega, sest need bakterid eritavad ümbrusse punast värvainet. Seda Linné seletust kvalifitseerisid vaimulikud kui saatanlikku väljamõeldist.

Tuues esile taolisi fakte, näitame usuliste vaadete ja eelarvamuste kuritegelikku osa mahajäänud inimeste pimestamisel. See kasvatab õpilastes leppimatut suhtumist religioonis.

Vee kasutamise käsitlemine on oluline õpitu seostamisel eluga.

Rääkides vee tähtsusest, saab osutada inimkonna eesrindliku mõtte arengule, mis kajastub eriti hästi mitmesuguste niisutusseadmete, pumpade, vesirataste jne. täius-tumises ajaloo vältel. Tähtis on rääkida ka meie maal kommunismi materiaal-tehnilise baasi rajamise käigus ehitatavatest hüdrotehnilistest ehitustest. Need ehitused lahendavad kuivade steppide niisutamise probleemi. Nii parandatakse ka kliimaatilisi tingimusi Volgamaal, Kesk-Aasias, Krimmis, Dnepri piirkonnas ja mujal. On vaja rõhutada, et suurte niisutussüsteemide loomine on võimalik tänu kõrgele mehhaniseerimise astmele. Näiteks mullatööd on neil ehitustel mehhaniseeritud ligi 97% ulatuses. On ekskavaatoreid, mis teevad ära tuhandete tööliste töö. Hüdrotehniliste ehituste valmimise aja kohta võib tuua võrdlusandmeid ajaloost. Suessi kanalit (166 km pikk) ehitati 11 aastat, Kieli kanalit (99 km pikk) — 8 aastat, Panama kanalit (82 km pikk) — 34 aastat. Tänapäeval tehakse mitmeid kordi suuremaid töid 2—4 aastaga.

Vesi on suure tähtsusega keemiatööstuse tooraine. Seoses keemiatööstuse tormilise arenguga kasvab vee kasutamine selleks otstarbeks ning ka jahutusveena veelgi. Näiteid vee kasutamisest tööstuslikes keemilistes protsessides võib tuua väävel- ja lämmastikhappetööstu-

sest, orgaanilisest sünteesist jm. Vesi on mitmetel reaktsioonidel katalüsaatoriks (süsinikoksiidi põlemine hapnikus ei toimu näiteks ilma veeta, samuti fosfori oksüdeerumine difosforpentoksiidiks).

Keemiatööstuse järjest suurenev vajadus vee järele nõuab veeressursside otstarbekat kasutamist.

Et anda õpilastele pilti vee kasutamise kohta rahvamajanduse energeetiliste vajaduste rahuldamiseks, on vaja tuua mõned illustreerivad andmed. Neid ei tule esitada korraga liiga ohtralt. Ettekujutuse langeva vee energeetilisest võimsusest võib anda ka üks fakt. Kuibõševi hüdroelektrijaama võimsus on 2,86 miljonit hj. Arvestades tööliste võimsuseks 0,1 hj., võib Kuibõševi jõujaam võimsuselt asendada 28,6 milj. käsitsi töötavat töolist. Kuna tööline töötab vaid 6—7 tundi päevas, jõujaam aga kogu ööpäeva, siis asendatavate inimeste arv vähemalt neljakordistub ning moodustab umbes poole kogu Nõukogude Liidu elanikkonnast. Maailma suurimad hüdroelektrijaamad ehitatakse Siberisse Angara, Jenissei ja Obi jõgedele, võimsusega igaüks 4,5—5 milj. kW. Hüdroelektrijaamade ehitamisega tõstetakse jõgede veepinda. Paraneb jõgede laevatatavus ning tekib võimalus stepimaade niisutamiseks.

Väga huvitav on märkida mere tõusu ja mõõna potentsiaalsete energeetiliste ressursside ära kasutamist meie maal. Esimene mere tõusu ja mõõna elektrijaam Nõukogude Liidus asub Koola poolsaarel Murmanski lähedal. Projekteeritud võimsuseks on tal 1,2 tuhat kW. Selliseid hüdroelektrijaamu on meie maal võimalik ehitada veel näiteks Põhja-Jäämere rannikule (tõus keskmiselt 4 m) ning Kaug-Idasse Ohhoota mere rannikule (tõus kuni 11 m).

Peatudes vee kasutamisel põllumajanduses, tuleb osutada energeetika ning põllumajanduse veevajaduse probleemi ühtsele lahendamisele (näide esitati ülalpool). Siinkohal on vaja rääkida ka võitlusest liigveega. Kuivendustööd on eriti vajalikud NSV Liidu Loodepiirkonnas. Seoses põua ning liigvee vastu võitlemise probleemidega on jällegi võimalik näidata, milline osa selles kuulub teadusele ja kuidas on siin «abi» olnud kirik.

Pilt vee tähtsusest ja kasutamisest ei oleks täielik, kui me ei märgiks võimalusi, mida pakuvad termalsed veed (maa-alused kuumad veed). Selliste vete varud

on Nõukogude Liidus kolossaalsed ning geotermilisi piirkondi esineb väga laialdaselt. Termaalsete vete temperatuur kõigub erinevates piirkondades 40—200° C vahel. Suur rõhk, mida tekitavad maakihid, ei lase kõrgest temperatuurist hoolimata veel auruks muutuda.

Termaalset vett kasutatakse tööstus- ja põllumajandusettevõtete ning linnade termofitseerimiseks, samuti ka geotermiliste elektrijaamade töölerakendamiseks. Kuna kõik termaalsed veed sisaldavad rohkesti lahustunud mineraalsoolasid, leiavad need kasutamist keemiatööstuse toorainena, ravi-asutustes ja kuurortides aga mineraalveena.

Nõukogude Liidu suurim termalse vee basseini asub Lääne-Siberi madaliku maapõues (üldpindala ligikaudu 3 milj. km², veevarud 65 000 km³). Krasnojarski, Semipalatinski ja Kustanai piirkonnas paikneb kuum vesi kõigest mõnekümne meetri sügavusel.

Meie maa paljude linnade termofitseerimine kulgeb täie hooga. See võimaldab kokku hoida kütust, vabastab transpordi kütuse vedamisest, parandab linnade ja töölisasulate sanitaarset olukorda. Termofitseerimisega tehti Nõukogude Liidus algust 1924. a. novembris Leningradis termofikatsioonimagistraali avamisega elektrijaamast ühe elamu juurde. Käesoleval ajal on Nõukogude Liit termofikatsiooni arengu poolest maailmas esikohal. Käsil on enam kui 350 linna ning paljude tööstusettevõtete termofitseerimine.

Omski linnas, kus möödunud seitseaastakul võeti küttena kasutusele kuumad maa-alused veed, tõuseb vesi puuraukudest kuni kümnenda korrusele. Termaalset vett kasutatakse juba ka Groznõis, Mahhatškalas, Tbilisis, Petropavlovskis, Kamtšatkal, Južno-Kurilskis, Taškendis jm. Nõukogude Liidu esimene geotermiline elektrijaam, mis valmis möödunud seitseaastakul, asub Kamtšatkal (võimsus 12 000 kW).

Kasutades taolisi näiteid, saame keemiat seostada eluliste probleemidega ning muuta tunde huvitavaks. Sellel on õppe-kasvatustöö kvaliteedi parandamise seisukohalt suur tähtsus.

OKSIIDID. ALUSED. HAPPED. SOOLAD.

Oksiidi mõiste on antud õpilastele juba varem, seoses oksüdeerumise käsitlemisega, kuid aluste, hapete ja soolade mõiste tuleb formeerida selles kursuse osas. Õppe- ja kasvatustöö seose seisukohalt on siin oluline tutvustada õpilasi ülalnimetatud klasside konkreetsete esindajatega, pöörates erilist tähelepanu nende keemiliste omaduste sarnasusele vastava klassi piires. Samuti on oluline seletada, mida mõistetakse vastava ainete klassi üldiste omaduste all ja milles seisneb ainete üldiste omaduste tundmise tähtsus (ainete vastavasse klassi kuuluvuse määramisel ning selle ennustamisel, missugused ained mingitel keemilistel reaktsioonidel tekivad). Ainete põhiklasside käsitlemisel, eriti aga neist kokkuvõtete tegemisel on vaja osutada oksiidide, hapete, aluste ja soolade vahelisele geneetilisele seosele. Selle üldise seose väljaselgitamisel on suur tähtsus dialektilis-materialistliku maailmavaate kujundamise ning samuti õpilaste mõtlemisvõime arendamise seisukohalt. Selgitanud välja seaduspärasuse, mis seisneb ühte klassi kuuluvate ainete saamise võimaluses teise klassi kuuluvatest ainetest, saab õpilastele näidata selle tundmise praktilist tähtsust. Antud materjali tuleb kasutada ka selleks, et kasvatada hoolikat suhtumist töösse keemiliste ainetega, õpetada nendega töötamise võtteid ja tutvustada ohutustehnika nõudeid.

Oksiidide, aluste, hapete ja soolade süstemaatilisele tutvustamisele (8. klassis) eelneb neisse klassidesse kuuluvate ainete käsitlemine eraldi, üksikult 7. klassis. Tutvutakse vastavate ainete koostise, mõningate füüsikaliste ja keemiliste omaduste ning kasutusalaadega. Antakse lühike ülevaade ka neisse klassidesse kuuluvate ainete koostise ja üldiste omaduste kohta. Sellele tugineb juba ainete põhiklasside süstemaatilise kursuse õppimine 8. klassis.

Kasvatustöö seisukohast lähtudes on oluline, et õpilased jõuaksid ainete vastavates omadustes selgusele mitte üksnes õpiku vahendusel, vaid ainete vaatlemisel ja nendega katsetamisel. Õpetaja ülesanne on siinkohal aidata välja selgitada ning kinnistada olulisi, tüüpilisi omadusi, mille alusel tehakse vahet ainete vahel. Õpilastele on tingimata vaja selgitada, mida kujutavad endast ainete üldised omadused, et need on ühised teatavate ainete kogu rühmitusele. Enne kui nõuda vastavate ainete klassi üldiste omaduste meeldejätmist, on vaja rõhutada, miks see tarvilik on. Tänapäeval loovad keemikud kogu maailmas juba tuntud olemasolevatele arvukatele ainetele juurde järjest uusi ning avastavad neid loodusest. Poleks võimalik orienteeruda selles ainete mitmekesisuses, kui ei oleks kindlat süsteemi, ainete klassifikatsiooni. Selle aluseks aga ongi ainete tüüpilised, üldised keemilised omadused või nende koostis. Aineid võib klassifitseerida ka nende füüsikaliste omaduste alusel (olek, värvus, lõhn jne.). Kuid sellise ainete klassifikatsiooni, mis oleks abiks ainetega toimuvate muundumiste mõistmisel, aluseks tuleb võtta esmajoones keemilised omadused.

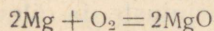
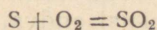
Klassifikatsiooni tähtsus seisneb selles, et ta võimaldab väheste ainete tundmaõppimise alusel saada ülevaadet väga suurest hulgast õpitutega sarnanevatest ainetest.

Oskus saada ülevaadet ainete tohutust mitmekesisusest näitab inimese suurt tunnetuslikku võimet. Igasugune süsteem paljastab naiivsed religioossed seisukohad, mille järgi inimene pole võimeline aru saama looduslike kehade olemusest.

Võib juhtuda, et õpilasel tekivad väärarvamused, nagu reageeriks iga aine isemoodi jne. Kuna aineid on tõesti palju, jõuab õpilane lootusetu seisukorrani, pidades keemiat väga raskeks aineks. Ainete klassifikatsiooni tundmine, oskus määrata antud aine kuuluvust teatavasse klassi aitab sellest olukorrast üle saada. Näiteks hapetest (fosforhapped, väävelhape, soolhape) on osa tahked, osa vedelad, mõni kergem, teine raskem. Nad võivad reageerida mitmete ainetega, näiteks metallidega, väga erineva kiirusega, kuid kõigil neil on siiski rida ühiseid omadusi. Nad kõik neutraliseerivad aluseid ning nende vesilahustes muutub lakmus punaseks. Selle põhjal võib öelda, et on tegemist ühte klassi kuuluvate ainetega, hapetega.

Edasi on vaja saavutada, et õpilased tingimata tunnetaksid teadusliku ettenägemise jõudu. Tundes hästi ainete üldisi omadusi, piisab õpilasel uuritava aine ühe iseloomuliku omaduse teadasaamisest, et määrata tema kuuluvus klassi ja selle järgi teised omadused ning reaktsioonid, milledesse see aine võib astuda. Ette teada on ka see, millised ained reaktsioonil tekivad. Olgu me mingi oksiidi omadusi uurides kindlaks teinud, et ta reageerib leeliselega. Selle põhjal võib juba edasi katsetamata öelda, et see aine reageerib ka aluseliste oksiididega, moodustades soola, kuid veega reageerimisel võib moodustada happe.

Suure kasvatusliku tähtsusega on viia õpilasi arusaamisele seosest lihtainete (oksiidide, hapete, aluste ja soolade) ning lihtainete (metallide ja mittemetallide) vahel. Pahatihti kipub aga just selle mõistmine jääma pealiskaudseks ja formaalseks. Siingi on vaja lasta õpilastel endil välja jõuda vastavate seosteni, mitte aga piirduda üksnes õpetaja seletusega. Küsimuse lahendamist ei tohi jätta ainult viimasele tunnile, mil tuleb teha laialdasemaid üldistusi ning kinnistada varem õpitut. Seose selgitamisega võiks alata juba teema «hapnik» juures. Selleks võiks kõrvutada kahte oksüdatsioonireaktsiooni võrrandit:



Nii väävel kui ka magneesium reageerivad hapnikuga. Sellele vaatamata tekib ühel juhul vääveldioksiid, teisel — magneesiumoksiid. Teades, et põletatakse puhast magneesiumi, ei pruugi me tekkivat ainet enam keemiliselt analüüsida. On ju seaduspärane, et magneesiumist võib tekkida magneesiumoksiid, mitte aga näiteks vääveldioksiid. Siin me kasutame seost magneesiumi ja magneesiumoksiidi vahel, mis seisneb selles, et magneesiumist võib saada magneesiumoksiidi. Sedalaadi seost nimetatakse geneetiliseks ehk tekkeliseks seoseks. Asjast arusaamise kontrollimiseks võib esitada küsimuse selle kohta, mis tähtsus on geneetilise seose tundmisel mõnel konkreetsel juhul. Järgnevalt rõhutatagu geneetilise seose küsimusi teema «Oksiidid» juures ning kinnistatagu teemade «Alused» ja «Happed» läbivõtmisel.

Kui aga jätta seoste küsimuse selgitamine vaid viimasele tunnile, siis on väga kahtlane, kas suudetakse seda

õpilastele mõistetavaks teha. Suure kasvatusliku tähtsusega probleem võib nii jääda lahendamata.

Mil viisil keemiliste elementide ja liitainete vahelise seose tundmine võimaldab ennustada liht- ja liitainete omadusi, võib selgitada näidetega. Olgu teada, et element kaltsium on kahevalentne metall. Mida võib seda teades tema ja ta ühendite kohta ennustada? Õpilased märgivad, et tema oksiidi valem peab olema CaO , et see on aluseline oksiid, millele vastab hüdroksiid Ca(OH)_2 . Viimane peab reageerima hapetega ning tekitama selle tulemusena soolasid.

Selguse huvides tuleb tuua ka näide, kus jõutakse liitainelt lihtaineni välja. Olgu teada, et aine valemiga H_2SO_4 on hape. Selle põhjal leiavad õpilased, et talle vastav oksiid reageerib aluste, aluseliste oksiidide ja veega, moodustades viimasega väävelhappe. Element väävel aga, mis sisaldub vääveltrioksiidis, on tõenäoliselt mittemetalliline element.

Lõpuks jõutakse veendumusele, et liht- ja liitainete vaheliste seoste ning ainete klassifikatsiooni tundmine lubab lahendada mitmeid keemiaalaseid küsimusi, millel on suur praktiline ja teoreetiline tähtsus.

Selles kursuse osas on küllalt olulise tähtsusega mitmesuguste mõtlemist arendavate ja praktilisi oskusi andvate ülesannete lahendamine. Küsimuste, harjutuste ja ülesannete kasvatuslik väärtus on suurem, kui nad on seotud kohaliku keemiatööstusega.

NAIDISTUND ANORGAANILISTE AINETE PÕHIKLASSIDE VAHELISE SEOSE SELGITAMISEKS.

7. klassi keemia kursuse viimase osa «Oksiidid, alused, happed ja soolad» õpetamist ei saa pidada ammendavaks, kui ei käsitleta nimetatud ainete klasside vahelist seost. Kasvatustöö huvidest lähtudes on vaja nimetatud seosele pühendada üks õppetund. Selles tunnis võtame kokku teadmised ainete klasside vaheliste seoste kohta, millele on real üksikjuhtudel juba varem õpilaste tähelepanu pööratud.

Seost ainete klasside vahel on vaja selgitada nii, et õpilased saaksid sellest pildi kui seaduspärasest nähtusest. Viimane on oluline õpilaste veenmiseks seoste tundmise praktilises tähtsuses.

Materjali käsitlemisel ei ole soovitatav deklareerida, et nimetatud ainete vahel valitseb geneetiline seos. Selleni tuleb õpilased viia tunni käigus. On vaja püüda, et arutlus kulgeks võimalikult lihtsas vormis ja 7. klassi õppeprogrammi piirides. Sügavamalt käsitletakse ainete põhiklasside vahelisi seoseid 8. klassis.

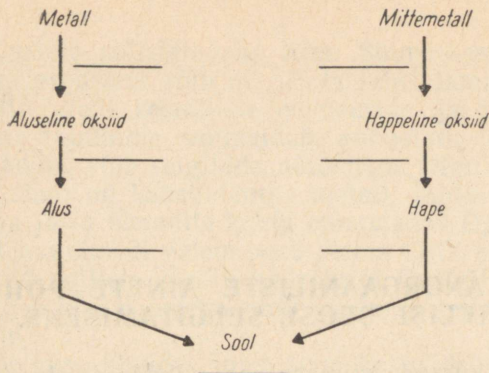
Tunni teema: Seos lihtainete, oksiidide, aluste, hapete ja soolade vahel.

Tunni eesmärk: Selgitada õpilastele, et anorgaaniliste ainete põhiklasside vahel valitseb seos, mille mõistmisel on suur tähtsus.

Õppemeetoditena kasutatakse tunnis materjali suulist esitamist õpetaja poolt, vestlust, demonstratsiooni ja laboratoorseid katseid.

Eelisel tunnil antakse õpilastele korrata oksiidid (aluselised ja happelised), alused, happed ning soolad.

Tunni algul asetab õpetaja tahvlile tabeli, millele on kantud järgmine skeem:



Iga ainete rühma nimetuse juures on tabelisse tehtud lõige, nii et sellesse saaks kinnitada papist kaardikesi. Viimased asuvad esialgu demonstratsioonilaul. Neile on hästi nähtavalt kantud järgmiste keemiliste elementide sümbolid ning ainete valemid: Ca , C , CaO , CO_2 , Ca(OH)_2 , H_2CO_3 ja CaCO_3 . Kaardid võivad sõltuvalt klassist, kuhu vastava valemiga aine kuulub, olla erinevate värvustega. Sama klassi aineid tähistavad kaardid (näiteks CaO ja CO_2) olgu ühesuguse värvusega. Erinevust võib tähistada viirutusega ühel neist.

Tabelil oleva skeemi joonistavad õpilased ka oma vihkutesse. Kui sellega valmis ollakse, näitab õpetaja kaarte ja seletab, et need tähistavad mitmesuguseid aineid, milledest igaüks kuulub vastavasse ainete klassi. Seejärel kutsub ta ühe õpilase vastama. Õpetaja näitab kaardikesi, mis tähistavad kaltsiumi, kaltsiumoksiidi ja kaltsiumhüdrosiidi. Õpilane peab asetama kaardid tabelil õigesse kohta. Kontrollinud klassi abil kaartide asetuse õigsust, laseb õpetaja õpilastel kaltsiumi keemilise märgi ja vastavate liitainete valemid vihikusse joonistatud skeemile märkida. Seejärel tuleb õpilasel veel vastata, mis on lihtaine, oksiid, aluseline oksiid ja alus, ning ta saab hinde (kui hindamise seisukohalt vajalikuks osutub, võib muidugi vastava lisaküsimuse või ülesande esitada, kuid mitte aeganõudva). Teine õpilane saab ülesandeks teha sama süsinikku, süsinikdioksiidi, süsihapet ja kaltsiumkarbonaati tähistavate kaartidega. Ka tema vastust hinnatakse. Nüüd asutakse skeemi põhjal ainete klassside vahelisi seoseid selgitama. Vestlus võiks seejuures kulgeda umbes järgmiselt:

- Küsimus: Kuidas võib kaltsiumist saada kaltsiumoksiidi?
 Vastus: Kaltsiumoksiid tekib kaltsiumi reageerimisel hapnikuga.
- Küsimus: Kuidas võib süsinikust saada süsinikdioksiidi?
 Vastus: Süsinikdioksiid tekib söe reageerimisel hapnikuga.
- Küsimus: Missugust ainet on tingimata vaja kaltsiumoksiidi saamiseks oksüdeerumisreaktsiooni abil?
 Vastus: Selleks on vaja kaltsiumi.
- Küsimus: Missugust ainet on vaja süsinikdioksiidi saamiseks oksüdeerumisreaktsiooni abil?
 Vastus: Selleks on vaja sütt.
- Küsimus: Kuidas võib kaltsiumoksiidist saada kaltsiumhüdroksiidi ja süsinikdioksiidist süsihapi?
 Vastus: Kaltsiumhüdroksiid tekib kaltsiumoksiidi reageerimisel veega, süsihape aga süsinikdioksiidi reageerimisel veega.
- Küsimus: Millega koosneb soola molekul?
 Vastus: Soola molekul koosneb metallist ja happejäägist.
- Küsimus: Sool CaCO_3 saadakse süsihappe reageerimisel kaltsiumhüdroksiidiga. Missugune selle soola koostisosa pärineb süsihapest, missugune kaltsiumhüdroksiidist?
 Vastus: Kaltsium pärineb kaltsiumhüdroksiidist ja happejääk süsihapest.
- Küsimus: Kuidas nimetatakse happe ja aluse vastastikust reageerimist?
 Vastus: Happe ja aluse vastastikust reageerimist, mille tulemusena tekivad sool ja vesi, nimetatakse neutraliseerumisreaktsiooniks.

Üleminekuks järeltõlge tegemisele ainete klasside vahelise tekkelise seose kohta küsib õpetaja:

«Mida tähistavad skeemis nooled ainete klasside nimetuste vahel?»

- Vastus: Nooltega näidatakse, et ühe ainete klassi esindajad võivad keemilistel reaktsioonidel tekitada aineid, mis kuuluvad teise ainete klassi.

Nüüd teeb õpetaja lühikese kokkuvõtte, milles seletab, et selles seisnebki seos erinevate ainete klasside vahel. Õpilased aga märgivad endale vihikutesse:

Lihtainete, oksiidide, aluste, hapete ja soolade vahel on kindel seos. See seos seisneb selles, et lähtudes ühtedest ainetest võib vastavatel tingimustel saada teisi.

Järgnevalt lastakse õpilastel katse alusel veenduda, et see seos on seaduspärane, s. t. et ta esineb ka teiste ainete vahel, mis kuuluvad samadesse ainete klassidesse. Katse viiakse läbi kahes reas. Ühe rea õpilased saavad lähtudes metallist hüdroksiidi, teise rea õpilased mittemetallist happe. Töö teevad õpilased kirjalike tööjuhendite alusel. Neutraliseerimisreaktsiooni kulgu demonstreerib õpetaja aja kokkuhoiu mõttes ise.

Tööjuhend I reale.

Lähtudes magneesiumist saada magneesiumoksiidi ja magneesiumhüdroksiidi.

Vajalikud ained ja vahendid: magneesiumilint, lakmuse lahus, vesi, tiiglitangid, piirituslamp ja tikud, klaasplaat, katseklaas ja klaaspulk.

Töö käik. Võtame magneesiumilindi tüki tiiglitangide vahele ja süütame selle piirituslambi leegis. Hoiame põleva magneesiumilindi klaasplaadi kohal, et tekkiv magneesiumoksiid ei läheks kaduma (magneesiumi pimestavalt valgesse leeki ei tohi vaadata, sest see mõjub silmadele halvasti). Paigutame tekkinud magneesiumoksiidi katseklaasi, valame sellesse vett ning loksutame. Teeme lakmuse lahuse lisamisega kindlaks, millisesse ainete klassi kuulub magneesiumoksiidi ja vee reageerimise produkt — magneesiumhüdroksiid.

Märkida vihikusse katse pealkirjana tööjuhendis antud ülesanne. Kirjutada keemilised võrrandid 1) magneesiumoksiidi saamise kohta, lähtudes magneesiumist, ja 2) magneesiumhüdroksiidi saamise kohta, lähtudes magneesiumoksiidist. Märkida, milles seisneb seos magneesiumi (lihtaine), magneesiumoksiidi (aluselise oksiidi) ja magneesiumhüdroksiidi (aluse) vahel.

Tööjuhend II reale.

Lähtudes väävlist saada vääveldioksiidi ja väävlishapet (H_2SO_3).

Vajalikud ained ja vahendid: väävel, vesi, lakmuse lahus, purk hapnikuga (suletud klaasplaadiga), kork (pappketas) nimetatud purgi jaoks, millest on läbi pistetud ainete põletamise lusikas, piirituslamp ja tikud.

Töö käik: Võtame ainete põletamisel lusikasse veidi väävlit, süütame selle ja asetame purki, milles on hapnik. Kui hapnik on põlemisel ära tarvitatud, eemaldame korgi koos ainete põletamise lusikaga. Valame purki veidi vett, suleme purgi klaasplaadiga ja loksutame. Kui vääveldioksiid on lahustunud (ei tunne enam selle lõhna), tilgutame purki mõned tilgad lakmuse lahust. Lakmuse värvumise tõttu muutub lahus punaseks.

Märkida vihikusse katse pealkirjana tööjuhendis antud ülesanne. Kirjutada keemilised võrrandid vääveldioksiidi saamise kohta, lähtudes väävlist, ja väävlishappe saamise kohta, lähtudes vääveldioksiidist. Märkida, milles seisneb seos väävli (lihtaine), vääveldioksiidi (happelise oksidi) ja väävlishappe (happe) vahel.

Lõpetanud katse, laseb õpetaja kummastki rühmast ühel õpilasel lugeda ette katsetulemused. Teised õpilased kontrollivad selle alusel ka oma tööd. On see tehtud, võtab õpetaja ühelt II rea õpilaselt saadud väävlishappe ja neutraliseerib sellega ühe I rea õpilase poolt saadud magneesiumhüdrokksiidi. Mõne tilga lahuse kuivaks aurustamisel saab ta tahke magneesiumsulfiti ja demonstreerib seda. Vihikutes olevale skeemile märgitakse juurde katsel kasutatud ja saadud ained. Seejärel seletab õpetaja, et korduvate katsetega tõestatud nähtust võib pidada seaduspäraseks nähtuseks. Järelikult valitseb selline seos mistahes hapete, aluste ja soolade vahel. Õpetaja jutustab, et siis, kui nimetatud seaduspärasusi ei tuntud, vaadati uute ainete saamisele nagu imele. Huvitav on esitada õpilastele küsimus selle kohta, kuidas vana aja keemikud, kes ei tundnud seoseid ainete vahel, oleksid asunud õpilastele antud katselisi ülesandeid lahendama. Milliseid vigu oleksid nad teinud ja miks neil oleks kulunud katseteks rohkem aega?

Siinkohal võib õpilastele öelda või neilt küsida, mida alkeemikud peale katseriistade ja ainete katse õnnestumiseks veel oluliseks pidasid.

Järgneb seoste tundmise tähtsuse selgitamine.

Küsimus: Miks on vaja tunda ainete klasside vahel valitsevat seost?

Vastus: Tundes seoseid ainete klasside vahel, võib kindlalt otsustada, milline lähteaine tuleb võtta soovitud aine saamiseks.

Küsimus: Mida arvata üleloomulike jõudude osast katse õnnestumisel?

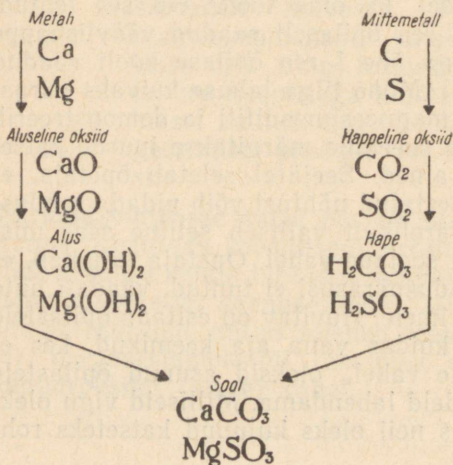
Vastus: Uskumine üleloomulikesse jõududesse osutub siinjuures enesepetmiseks.

Vihikutesse kirjutatakse:

Ainete klasside vahelise seose tundmisel on uute ainete saamise seisukohalt suur tähtsus.

Õpilaste vihikutesse (vaatleme II rea õpilaste vihikuid) jäävad tunni lõpuks järgmised märkmed:

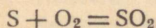
Lihtainete, oksiidide, aluste, hapete ja soolade vaheline seos.



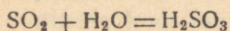
Lihtainete, oksiidide, aluste, hapete ja soolade vahel esineb kindel seos. See seos seisneb selles, et lähtudes ühtedest ainetest võib vastavatel tingimustel saada teisi.

II rida

Lähtudes väävlist saada vääveldioksiidi ja väävlishapet (H_2SO_3).



vääveldioksiid



väävlishape

Seos väävli, vääveldioksiidi ja väävlishappe vahel seisneb selles, et väävlist võib saada vääveldioksiidi ning sellest väävlishapet.

Ainete klasside vahelise seose tundmisel on suur tähtsus uute ainete saamise seisukohalt.

KÜSIMUSI ÕPILASTELE.

AINED JA NENDE MUUNDUMINE.

1. Tooge näiteid looduslike ainete a) otsese kasutamise kohta inimese poolt, b) kasutamise kohta toorainena mingi eseme või materjali valmistamisel.
2. Miks on vaja loodusnähtusi tundma õppida?
3. Mis oli aluseks vana aja õpetlaste arvamusel, et aatomid on olemas?
4. Millega teie tõestaksite, et molekulid on tõesti olemas?
5. Tooge näiteid, kus sama ainega toimuvad erinevates tingimustes erinevad nähtused.
6. Mida võib öelda aatomi jagatavuse kohta tänapäeval?
7. Miks kaasaja teadlased uurivad väga intensiivselt aatomite ehitust?
8. Kuidas seletada usu tekkimist?
9. Tooge näiteid selle kohta, kuidas vana aja inimeste saavutused ainete omaduste tundmaõppimisel aitasid neil jõuda veendumusele, et jumalat ei ole?
10. Miks oli kirik aatomiõpetuse äge vastane?
11. Miks jälitas vaimulikkond M. Lomonossovit?
12. Tooge näiteid nähtuste kohta, mida usklikud on pidanud imedeks.
13. Millest on tingitud usk imedesse?

AINETE EHITUS JA KOOSTIS.

1. Millega seletada alkeemikute töö vähest viljakust?
2. Kuidas mõista, et molekulaar-atomistlik teooria on materialistliku maailmavaate nurgakiviks?
3. Miks huvitusid inimesed juba väga vanal ajal sellest, kuidas maailm on tekkinud?

4. Põhjendada molekulaar-atomistliku teooriaga, miks mitmed ained ei anna lagunemisreaktsioonil enam lihtsamaid aineid.
5. Kuidas te seletaksite seda, et aine koostise püsivuse seadust peetakse üheks keemia põhiseaduseks?
6. Mil viisil on aine koostise püsivuse seadus kinnituseks molekulaar-atomistlikule teooriale?
7. Tooge näiteid nähtuste seaduspärasuse kohta looduses.
8. Milleks on inimesel vaja tunda looduses valitsevaid seaduspärasusi?
9. Mida andis praktiliselt seaduspärasuse avastamine ainete koostise kohta?
10. Millega kinnitab aine massi jäävuse seadus molekulaar-atomistlikku teooriat?
11. Aine massi jäävuse seadust nimetati varem aine kaalu jäävuse seaduseks. Miks ei ole õige kasutada viimast sõnastust?
12. Miks XVII—XVIII sajandi keemikutel oli raskusi metallide kaalu suurenemise seletamisega nende kuumutamisel?
13. Külvati üks viljatera, kasvas aga terve viljapea, milles oli palju teri. Selgitage, et need ei tekkinud eimildestki.
14. Milles seisnes vastuolu teaduse ja usu vahel looduses toimuvate muutuste seletamisel?
15. Millised religiooni seisukohad lükati ümber aine massi jäävuse seaduse avastamisega?
16. Mida olete kuulnud religioosest õpetusest maailma alguse kohta?
17. Millega seletada ajaloolist fakti, et vanade rahvaste jumalad sarnanevad oma õpetuste ja toimingute poolest vastava rahva endaga?
18. Tooge näiteid kiriku võitlusest teadusega.

HAPNIK. ÕHK.

1. Milline tähtsus on aeglasel hapendumisel looduses ja inimese tegevuses?
2. Mida on vaja teada, et juhtida oksüdatsiooniprotsesse?
3. Tooge näiteid oksüdatsiooniprotsesside juhtimisest inimese poolt.

4. Kuidas seletada juhtumeid, et mõned tuhandeid aastaid tagasi hukkunud loomade surnukehad on säilinud tänapäevani?
5. Nimetada teadlasi, kes on uurinud õhu koostist.
6. Miks gaaside uurimisega tegelemine osutus omal ajal teaduslikuks kangelasteoks?
7. Mille poolest erinesid Lavoisier' tööd tema eelkäijate omadest?
8. Millise aine avastamine sai tõukejõuks õhu koostise määramisele?
9. Kas olete kuulnud mõne loodusnähtuse ebateaduslikku seletust? Mis on selle tegelikuks põhjuseks?
10. Mis põhjustas arvamuse, et õhk ja gaasid on seotud mingite vaimudega?
11. Milles seisneb flogistoniteooria olemus? Kuidas selle järgi seletati a) põlemist, b) tagi teket metallide kuumutamisel?
12. Mis võimaldas Lavoisier'l seletada põlemise olemust?
13. Millega te seletate, et a) põlemisel tekkiv tuhk kaalub vähem kui võetud puit ja b) metallitüki roostetamisel tema kaal suureneb?
14. Miks kustub küünal puhumisel?
15. Miks pidas inimene pikka aega tuld pühaks?

VESINIK.

1. Millistel tingimustel toimub vesiniku laboratoorse saamise reaktsioon?
2. Kuidas tõestatakse vesiniku teket?
3. Miks tekib vesiniku ja hapniku segu süütamisel pauk?
4. Kuidas tõestada vesiniku materiaalsust?
5. Kuidas avastati vesinik? Millega seletada sellega seotud raskusi?
6. Kuidas gaaside keemia arendamine aitas kaasa gaasidega seotud ebausummutamisele?

VESI JA LAHUSED.

1. Tooge näiteid selle kohta, kuidas inimene, kasutades teaduse saavutusi, muudab loodust.
2. Kuidas teie tõestaksite, et usk jumalasse ja palveta-

- mine ei aita kaasa kõrgete saakide saamisele põllumajanduses?
3. Milliseid abinõusid soovitab tänapäeva teadus rakendada põllunduskultuuride saagikuse suurendamiseks?
 4. Millega seletada nn. «pühade» allikate tervistavat toimet?
 5. Millisel teel õnnestus kirikuteenritel rahvale näidata, et «pühitsetud» vesi on parem kui tavaline?
 6. Tooge näiteid ajaloost, kuidas religioon on pidurdanud meditsiini arenemist.
 7. Tooge näiteid usukommetest, mille täitmisel patustatakse hügieeninõuete vastu.

OKSIIDID. ALUSED. HAPPED. SOOLAD.

1. Nimetada aluseliste oksiidide ja aluste iseloomulikke keemilisi omadusi.
2. Nimetada happeliste oksiidide ja hapete iseloomulikke keemilisi omadusi.
3. Seletada molekulaar-atomistliku teooria põhjal a) tsingi ja väävli ühinemisreaktsiooni, b) kaltsiumkarbonaadi lagunemisreaktsiooni, c) asendusreaktsiooni raua ja vasksulfaadi vahel ning d) kaltsiumhüdrokxiidi neutraliseerimise reaktsiooni väävelhappega.
4. Määrata õpetaja poolt antud ainete kuuluvus vastavatesse klassidesse.
5. On teada, et magneesium on kahevalentne metall. Mida selle teadmine võimaldab ennustada magneesiumi ja tema ühendite keemiliste omaduste kohta?
6. Teatakse, et aine valemiga H_3PO_4 on hape. Mida võib selle põhjal öelda nimetatud hapet tekitava oksidi ja mittemetalli (fosfori) keemiliste omaduste kohta?
7. Milles seisneb seos lihtainete, oksiidide, hapete, aluste ja soolade vahel?
8. Mil viisil teie tõestaksite, et happeliste oksiidide ja hapete vaheline seos on seaduspärane?
9. Miks on vaja tunda ainete põhiklasside vahelisi seoseid?

SOOVITATAV TEMAATIKA JA KIRJANDUS OPILASREFERAATIDE VALMISTAMISEKS.

AINED JA NENDE MUUNDUMINE.

1. «Aatomiõpetus Vana-Kreekas».

Kirjandus: H. Õiglane. Mikromaailma sügavusse. Tallinn, 1963. N. Budreiko. Materia saladuste tunnetamine. Tallinn, 1964. P. Koržev. Keemia teatmik. Tallinn, 1963.

2. «Molekulid ja molekulaarteooria».

Kirjandus: A. M. Rubinštein. Meid ümbritsev keemia. Tallinn, 1952. B. J. Rozen. Hiigelmolekulide maailmas. Tallinn, 1955.

AINETE EHITUS JA KOOSTIS.

1. «Aatomid ja meid ümbritsev maailm».

Kirjandus: V. A. Mezentsev. Aatom ja aatomienergia. Tallinn, 1965. A. M. Rubinštein. Meid ümbritsev keemia. Tallinn, 1952. H. Õiglane. Mikromaailma sügavusse. Tallinn, 1963. V. Budreiko. Materia saladuste tunnetamine. Tallinn, 1964.

2. «Mida teame alkeemikutest».

Kirjandus: S. Zverev. Hämmastavaist muundumistest. Tallinn, 1947. A. J. Fersman. Huvitav geokeemia. Tallinn, 1952.

3. «M. Lomonossov ja aine massi jäävuse seadus».

Kirjandus: A. Morozov. Suure seaduse ajalugu. Tallinn, 1951. B. J. Rozen. Hiigelmolekulide maailmas. Tallinn, 1955. P. Koržev. Keemia teatmik. Tallinn, 1963.

4. «Kuidas kujunes välja keemiaalane sümboolika».

Kirjandus: S. Zverev. Hämmastavaist muundumistest. Tallinn, 1947. H. Õiglane. Mikromaailma sügavusse. Tallinn, 1963. A. J. Fersman. Huvitav geokeemia. Tallinn, 1952. P. Koržev. Keemia teatmik. Tallinn, 1963.

HAPNIK. ÕHK.

1. «Hapniku kasutamine».
2. «Hapniku avastamise ja tundmaõppimise ajaloost».
3. «Õhu koostise tundmaõppimine».

Kirjandus: A. J. Fersman. Huvitav geokeemia. Tallinn, 1952. J. Netšajev. Jutustusi elementidest. Tartu, 1947. J. Peškin. Kuidas sünnib teras. Tallinn, 1963. P. Koržev. Keemia teatmik. Tallinn, 1963.

PÕLEMINE.

1. «Religioon ja teadus tulest».
2. «Põlemine ja plahvatus».
3. «Mida mõeldi tulest varem».

Kirjandus: A. Moora. Eestlaste muistsest usundist. Artiklite kogumik «Religiooni ja ateismi ajaloost Eestis», Tallinn, 1956. A. M. Rubinštein. Meid ümbritsev keemia. Tallinn, 1952. S. Zverev. Hämmastavaist muundumistest. Tallinn, 1947. J. Netšajev. Jutustusi elementidest. Tartu, 1947. P. Koržev. Keemia teatmik. Tallinn, 1963. Ateisti käsiraamat. Tallinn, 1963.

VESINIK.

1. «Vesiniku minevik ja tulevik».
2. «Kuidas saab koostada ja purustada vee molekule».
3. «Vesinik taandajana».

Kirjandus: P. Koržev. Keemia teatmik. Tallinn, 1963.

VESI JA LAHUSED.

1. «Vee tähtsus inimesele minevikus, tänapäeval ja tulevikus».
2. «Veetilga ajalugu».
3. «Religioossed kombed, mis on seotud veega».
4. «Terviseveed ja «püha» vesi».

Kirjandus: Religiooni ja ateismi ajaloost Eestis. Artiklite kogumik. Tallinn, 1956. A. M. Rubinštein. Meid ümbritsev keemia. Tallinn, 1952. M. Levin. Vesirattast aatomimootorini. Tallinn, 1962. V. Kalnin. Tervishoid ja usk. Tallinn, 1963. M. Grin. 1965. aasta kaardi ees. Tallinn, 1964. Ateisti käsiraamat. Tallinn, 1963. P. Koržev. Keemia teatmik. Tallinn, 1963.

OKSIIDID. ALUSED. HAPPED. SOOLAD.

1. «Oksiidid looduses ja tehnikas».
2. «Lubjakivi kui ehitusmaterjal minevikus ja tänapäeval».
3. «Lubja tootmine ja kasutamine».
4. «Kust me saame keedusoola ja milleks seda kasutatakse».
5. «Seebikivi ja seep».
6. «Eesti NSV keemiatööstus tõusuteel».

Kirjandus: H. Linnuse. Suurte saavutuste aastad. Tallinn, 1965. Keemia rahvamajanduses. Artiklite kogumik. Tallinn, 1964. V. Lageda. Rahvamajanduse kemiseerimine. Tallinn, 1964. M. Grin. 1965. aasta kaardi ees. Tallinn, 1964. I. Netšajev. Jutustusi elementidest. Tartu, 1947. N. Tarassov. Meri elab. Tallinn, 1953. N. Casteret. 30 aastat maa all. Tallinn, 1960. L. Meri. Laevapoisid rohelisel ookeanil. Tallinn, 1961. P. Koržev. Keemia teatmik. Tallinn, 1963.

SOOVITATAVAID KITSASFILME ÕPPE- JA KLASSI- VÄLISEKS TÖÖKS.

Jrk. nr.	Filmi nimetus	Teema	Sisu kokkuvõte	Millal demonstree-rida
1	2	3	4	5
1	Seda annab keemia	Sisse-juhatus	Mida saame keemia-tööstusele looduselt. Kunstkiu valmistamine ja kasutamine. Plastmasside valmis-tamine ja kasutamine.	tunnis
2	Molekulid ja molaarne liikumine	Aine mole-kulaarne ehitus	I osa — ainete koostis, aine olek, molekuli-de omadused, difusioon. II osa — difusioon mitmesugustes füsioloogilistes protsessi-des, molekulide liikumise kiirus, molekuli-de ehitus.	tunnis klassi-väliselt
3	Võim aine üle	Ained ja nende muundumine	Ülevaade keemia arengust kuni tänapäevani.	klassi-väliselt
4	Aine saladus	Ainete ehitus ja koostis	I osa — keemia ajalugu kuni M. Lomonossovini. Liht- ja liitained mõiste.	klassi-väliselt
5	Lomonossov ja aine kaalu jäävuse seadus	Aine massi jäävuse seadus	Alkeemikute tööd, liht- ja liitainete mõiste, Lavoisier' ja Lomonossovi tööd aine massi jäävuse seaduse alal, Venemaa Teaduste Akadeemia.	tunnis
6	Vesiniku tootmine ja kasutamine	Vesinik	Kasutusosalad (õhupallides, keevitamisel, kloorvesiniku saamine, taandajana, ammoniaagi süntees, vedelate rasvade hüdrogeenimine). Vesiniku saamine metaanist.	klassi-väliselt

1	2	3	4	5
7	Lubja tootmine ja kasutamine	Oksiidid	I osa — lubjakivi kasutamisest ehitusmaterjalina vanast ajast kuni tänapäevani; kustutamata lubja tootmine. II osa — lubjakivi töötlemine ja transport. Kustutatud lubja saamine, omadused ja kasutamine.	tunnis tunnis

PILDID.

AINED JA NENDE MUUNDUMINE.

1. Mitmesuguse kujuga aatomid Vana-Kreeka filosoofi Demokritose järgi.
2. Ainete alkeemilised tähistused.
3. Kulla tootmine ja töötlemine muistses Egiptuses.
4. J. Daltoni keemilised märgid.
5. Illustratsioon Agricola raamatust: maagi leiukohtade otsimine.
6. Illustratsioon Agricola raamatust: hõbeda töötlemine.
7. Alkeemiku laboratoorium.
8. Lomonossovi keemialaboratooriumi makett.
9. Paavsti kuuria (õukonna) poolt 1948. a. väljaantud keelatud raamatute nimestik.
10. Inkvisitsiooni piinakambris.
11. Giordano Bruno tuleriidal.
12. Alkeemiku piinamine.
13. I. Mitšurin ajab oma majast välja protohierei (ülempreester kreeka õigeusu kirikus) Hristofor Potepjevi, kes tegi talle ettepaneku loobuda oma katsetest.
14. Jumalaema tankil. Katoliiklik plakat, mis lasti välja Itaalia vägede Abessiiniasse sissetungimise auks 1935. a.
15. Kristus õnnistab paavsti ja fašistliku valitsuse liitu. Itaalia plakat.
16. Ameerika kardinal Spellmann õnnistab Koreasse minevaid sõdureid.

HAPNIK JA ÕHK.

17. J. Priestley laboratoorium. Sisustatud põhiliselt gaaside saamiseks ja nendega katsetamiseks. Silma torkab vahendite primitiivsus. Nõrgaks kuumutamiseks kasutati küünalt, tugevaks — kivisütt (koldes).
18. J. Priestley katse hapniku saamiseks.
19. Püüdi särdamine «keevas kihis».
20. Termopuur.
21. Caillietet' aparaat hapniku veeldamiseks (1877). Gaas surutakse kokku ning ta veeldub jahutatud torus (rõhu vähendamisel).
22. Kivisöe maa-alune gaasistamine.
23. Põleti metallide lõikamiseks hapniku-atsetüleenileegiga.
24. Interjäär ühest XVII—XVIII sajandi apteegist.
25. Keevitamine hapniku-atsetüleenileegiga.
26. «Tuliõhu» saamine K. Scheele poolt.
27. Vanade pärslaste raua väljasulatamise ahi.

28. Konverterterase tootmine. Lisandite väljapõletamiseks kasutatakse puhast hapnikku.
29. Vedelkütusel töötava reaktiivmootori põhimõtteline skeem:
1 — oksüdeerija, 2 — kütus, 3 — põlemiskamber.
30. Vedelkütusega töötava Tsiolkovski reaktiiv-kosmoselaeva ehitus.
31. Raketi tankimine vedela hapnikuga Ameerika Ühendriikides.
32. Reaktiivmürsk V-1, millega fašistid 1944. a. pommitasid Londonit.
33. Aatomienergial töötava elektrijaama skeem.
34. Tulekumardajate tempel.
35. Surnute palsameerimine vanas Egiptuses.

VESINIK.

36. Ohupalli täitmine vesinikuga, mida saadakse raualaastude reageerimisel väävelhappega (tünnides).
37. Ohulaeva hukkumine vesiniku süttimise tagajärjel.

VESI JA LAHUSED.

38. Destilleerimiseadmed kange piirituse ajamiseks. Paremalt — tagasivoolujahuti, kus lahja piiritus jahtub ning tagasi voolab; vasakul — piirituseajamiseade ussikujulise jahutiga, mis paikneb suure veenõus.
39. Vee koostise kindlakstegemine Berzeliuse ja Dulong'i järgi: vesinik juhitakse üle vaskoksiidi.
40. Vesiratas, millega vanas Egiptuses ammutati vett põldude niisutamiseks.
41. Gaasiturbiin, mis pöörab praevarrast küpsetatava lambaga. Kirjeldus pärineb Leonardo da Vincilt XV saj.
42. Vaadid Jordani jõe veega Ameerika Ühendriikidesse saatmiseks.

KIRJANDUS.

- Ateisti käsiraamat. Tallinn, 1963.
- Ateistlikust kasvatuses koolis. Artiklite kogumik. Tallinn, 1963.
- Ateistlikust kasvatuses koolis. Toimetanud K. Leht. Tallinn, 1960.
- Bernal, J. Teadus ühiskonna ajaloos. Tallinn, 1962.
- Budreiko, N. Mateeria saladuste tunnetamine. Tallinn, 1964.
- Engels, F. Anti-Dühring. Tallinn, 1954.
- Engels, F. Looduse dialektika. Tallinn, 1962.
- Fersman, A. J. Huvitav geokeemia. Tallinn, 1952.
- Filosoofia leksikon. Tallinn, 1965.
- Glinka, N. L. Üldine keemia. Tallinn, 1962.
- Grin, M. 1965. aasta kaardi ees. Tallinn, 1964.
- Iljitšov, L. F. Partei ideoloogilise töö järjekordsed ülesanded. Ettekanne NLKP Keskkomitee pleenumil 18. juunil 1963, Tallinn, 1963.
- Jeret, U. Mööda tööstuslikku Põhja-Eestit. Tallinn, 1965.
- Jurmin, G. Lõbus kunstnik ehk imedeta imed. Tallinn, 1961.
- Kaheksaklassilise kooli ja keskkooli programmid 1964/65. õppeaastaks. Keemia. Tallinn, 1964.
- Kalnin, V. Tervishoid ja usk. Tallinn, 1963.
- Karik, H. Hõbevesi. «Nõukogude Kool», 1965. a. nr. 11.
- Karik, H. jt. Keemia 7. klassile. Tallinn, 1964.
- Karik, H. Abiks noortele keemikutele. «Pioneer», 1964. nr. 3.
- Kask, M. ja Uibo, M. Hügieeni praktikum. Tallinn, 1963.
- Keemia rahvamajanduses. Artiklite kogumik. Tallinn, 1964.
- Koorits, A. ja Tani, R. Keemia ja ateistlik kasvatustöö. «Nõukogude Õpetaja», 1966, nr. 2, 3 ja 4.
- Koržev, P. Keemia teatmik. Tallinn, 1963.
- Lageda, P. Rahvamajanduse kemiseerimine. Tallinn, 1962.
- Levin, M. Vesirattast aatomimootorini. Tallinn, 1962.
- Linnuse, H. Suurte saavutuste aastad. Tallinn, 1965.
- Marksistliku filosoofia alused. Tallinn, 1963.
- Marx, K. Kapital. Tallinn, 1953.
- Mateeria ja teadvus. Sari «Marksistliku filosoofia aktuaalseid küsimusi». Tallinn, 1965.
- Mezentsev, V. Kas on võimalik tulevikku ette näha? Tallinn, 1958.
- Mitt, A. ja Varep, E. M. V. Lomonossov — vene loodusteaduse rajaja. Tartu, 1961.
- Morozov, A. Lomonossov. Tallinn, 1961.

- Nekrassov, B. V. Üldine keemia. Tartu, 1947.
- Netšajev, J. Jutustusi elementidest. Tartu, 1947.
- NLKP Keskkomitee pleenumi otsused. Juuni 1963, Tallinn, 1963.
- Paul, S. Üks ateistlike veendumuste kujundamise teedest. «Nõukogude Kool», 1963, nr. 2.
- Pedagoogika põhijooned. Tallinn, 1965.
- Peškin, I. Kuidas sünnib teras. Tallinn, 1963.
- Ratassepp, V. Ateistliku kasvatustöö võimalusi keemia õpetamisel 8. klassis. «Nõukogude Õpetaja», 1962, 22. dets.
- Ratassepp, V. Teaduslik-ateistliku kasvatustöö arengu süstemaatilisuse suunas. «Nõukogude Kool», 1965, nr. 12.
- Ratassepp, V. Ühiskonnaõpetus ja keemia. «Nõukogude Kool», 1963, nr. 6.
- Religiooni ja ateismi ajaloost Eestis. Artiklite kogu. Tallinn, I — 1956, II — 1961.
- Renter, R. Eesti NSV rasketööstus ja selle arenemisperspektiivid. Tallinn, 1964.
- Rozën, B. J. Hiigelmolekulide maailmas. Tallinn, 1952.
- Rubinštein, A. M. Meid ümbritsev keemia. Tallinn, 1952.
- Skvortsov-Stepanov, J. Jumalakartlikud mõtisklused. Tallinn, 1961.
- Stepanov, B. Suure seaduse ajalugu. Tallinn, 1951.
- Zverev, S. Hämmastavaist muundumistest. Tallinn, 1947.
- Teadus ja religioon. Tallinn, 1959.
- Valt, L. Maailmavaade, filosoofia, veendumused. «Rahva Hääl», 1965, nr. 296, 16. dets.
- Vene, J. Materialistliku maailmavaate kasvatamisest keemia õpetamisel. «Nõukogude Kool», 1964, nr. 5.
- Vimmsaare, K. NLKP XXII kongress ja teaduslik-ateistliku propaganda ülesanded. «Eesti Kommunist», 1962, nr. 5.
- Õiglane, H. Mikromaaailma sügavusse. Tallinn, 1963.
- Ühiskonnaõpetus. Õpik keskkoolide ja kesk-eriõppeasutuste lõpuklassidele. Tallinn, 1965.
- Борисов И. Н. Химия и научно-атеистическое воспитание. Учпедгиз, М. 1958.
- Великович Л. Н. С крестом и атомной бомбой. Воениздат, М. 1960.
- Вираховский А. С. Научно-атеистическое воспитание учащихся при изучении основных законов и теорий химии. Химия в школе», 1955, № 6.
- Гацко Г. Н. О связи курсов обществоведения, химии и биологии. Изд. «Народная Асвета», Минск, 1964.
- Глоризов П. А. Преподавание химии в VII классе. Изд-во АПН РСФСР, М. 1957.
- Глоризов П. А., Клещева Е. П. Методика преподавания химии в восьмилетней школе (VII класс). Изд-во АПН РСФСР, М., 1961.
- Гостев М. М. Химический кружок в школе. Изд-во АПН РСФСР, М., 1958.
- Грабецкий А. А., Лукин Н. С. Развитие у учащихся склонности и интереса к химии. «Химия в школе», 1964. № 3.
- Дризовская Т. М. и др. О преподавании химии в средней школе. Изд-во «Просвещение», М., 1964.

- Дубинин Л. А. Краткое руководство по методике преподавания химии в седьмом классе. Учпедгиз, М., 1955.
- Егоркин В. Ф. Уроки химии в VII классе. Учпедгиз, М., 1954.
- Ефремов А. Н. Взаимосвязь исторического и современного материала в атеистической работе на уроках химии. «Химия в школе», 1965, № 4.
- Ефремов А. Н. Атеистическое воспитание на уроках и внеклассных занятиях по химии. Учпедгиз, М., 1963.
- Зайковский И. И. Занимательная химия. Учпедгиз, М., 1962.
- Зданчук Г. А. Химический кружок. Учпедгиз, М., 1959.
- Кирюшкин Д. М. Методика преподавания химии в средней школе. Учпедгиз, М., 1952.
- Кирюшкин Д. М. Химия (учебное пособие для восьмилетней школы VII класса). Изд-во «Просвещение», М., 1964.
- Ледовский Д. И. Кислород и водород. Изд-во «Знание», М., 1962.
- Левитов Н. Д. Детская и педагогическая психология. Изд-во «Просвещение», М., 1964.
- Мансуров Н. С. Преобразование природы и религия. Воениздат, М., 1961.
- Матюкина Н. Е. Изучение темы «Окислы, основания, кислоты, соли» в VII классе. «Химия в школе», 1964, № 1.
- Парменов К. Я., Сморгонский Л. М. Книга для чтения по химии I. Учпедгиз, М., 1948.
- Полосин В. С. Школьный эксперимент по неорганической химии. Учпедгиз, М., 1959.
- Поляков В. Г. Кислород. Учпедгиз, М., 1961.
- Рынкевич М. С. Научно-атеистическое воспитание при изучении химии в школе. Изд-во «Народная Асвета», Минск, 1964.
- Сиборг Г. Т. и Вэлленс Э. Г. Элементы вселенной. Госизд-во физико-математической литературы, М., 1962.
- Суслов Б. Н. Вода. Гостехтеориздат, М., 1950, Л.
- Таубе П. Р., Руденко Е. И. От водорода до nobelium. Госизд-во «Высшая школа», М., 1961.
- Ходаков Ю. В. Общая и неорганическая химия. Учпедгиз, М., 1959.
- Шаповаленко С. Г. Методика обучения химии. Учпедгиз, М., 1963.
- Шелинский Г. И. Основные этапы формирования и развития понятия о веществе в курсе химии восьмилетней школы. «Химия в школе», 1963, № 5.

SISUKORD

Sissejuhatus	3
Ained ja nende muundumine	9
Mida uurib keemia	9
Ained ja nende omadused	13
Ainete molekulaarne ehitus	17
Ainete muundumine. Füüsikalised ja keemilised nähtused	21
Ainete ehitus ja koostis	27
Lagunemis- ja ühinemisreaktsioon	27
Aatomid. Molekulaar-atomistlik teooria	30
Keemiline element. Liht- ja liitaine	36
Keemia põhiseadused	39
Hapnik ja õhk	49
Hapnik	49
Õhk	56
Põlemine	61
Katseid seoses tule ja põlemisega	65
Vesinik	69
Vesi ja lahused	74
Oksiidid, Alused, Happed, Soolad	83
Näidistund anorgaaniliste ainete põhiklasside vahelise seose selgitamiseks	87
Küsimusi õpilastele	94
Soovitav temaatika ja kirjandus õpilasreferaatide valmistamiseks	98
Soovitavaid kitsasfilme õppe- ja klassiväliseks tööks	101
Pildid	103
Kirjandus	105

Ратассепп Вяйно Эдуардович
 К ВОПРОСУ О СВЯЗИ ОБУЧЕНИЯ И
 ВОСПИТАНИЯ В КУРСЕ ХИМИИ 7 КЛАССА
 На эстонском языке
 Издательство «Валгус»
 Таллин, Пярнуское шоссе, 10

Toimetaja I. Pikas, Kunstiline toimetaja H. Keigo. Tehniline toimetaja O. Mullari, Korrektorid A. Kalberg ja H. Kull.

Ladumisele antud 15. V 1966. Trükkimisele antud 13. IX 1966. Paber 54×84, 1/16. Trükipoognaid 6,75 + 24 lisa. Tingtrükipoognaid 8,2. Arvestuspoognaid 7,2. Trükiarv 500. MB-07969. Tell. nr. 1523. Trükikoda «Ühiselu», Tallinn, Pikk tn. 40/42.

Hind 30 kop.

Trükiviga

Lk.	Rida	On trükitud	Peab olema
10	20. alt	Tingituna tolle aja inimeste madalast arengutasemest	Tingituna tolle aja inimeste madalast arengutasemest on piibli-

30 kop.

A-2359