TARTU ÜLIKOOL
1632
UNIVERSITAS TARTUENSIS

TARTU RIIKLIK ÜLIKOOL

ANORGAANILISE KEEMIA KATEEDER

KEEMIA JA FÜÜSIKA VAHELISE SEOSE MÕNINGAID KÜSIMUSI KEEMIA ÕPETAMISEL

Diplomitöö

Töö teostaja: V. TANNI,
keemia-füüsika ped. V k.
üliõpilane

Töö juhendaja: A. TÕLDSEPP,
pedagoogikateaduste kandidaat

dp. A. Töldsepale –
maailma kõige parimale
juhendajale.
V. Tanni
31. mai 1972. a.

Tartu, 1972

SISUKORD

lk.

Sissejuhatus 3

I peatükk

Õppeainete vahelised seosed 6

1. Õppeainete vaheliste seoste õlemus ja liigitus 6

2. Õppeainete vaheliste seoste ällikad 12

2.1. Teaduste vaheliste vastastikuste seoste iseloomust ja liikidest kui õppeainete vaheliste seoste alustest . . . 12

2.2. Õppeainete vaheliste seoste psühholoogiline aspekt 20

2.3. Õppeainete vaheliste seoste didaktiline aspekt 23

II peatükk

Keemia ja füüsika vaheline seos . . . 32

1. Probleemi käsitlus metoodika-alases kirjanduses 33

1.1. Keemia ja füüsika vahelise seose objektiivsed alused . . . 33

1.2. Keemia ja füüsika õpetamise kaasaegsest olukorrast ja selle täiustamise võimalustest õppeainete vaheliste seoste kasutamise abil 38

1.3. Näiteid mõningate keemia küsimuste seostamisest füüsika küsimustega 52

2. Keemia ja füüsika kursustes vastastikku seotud teemade ja küsimuste ülevaade ja analüüs 58

3. Keemia ja füüsika vahelise seose mudel ja selle ajaline analüüs 65

III peatükk

Õpilaste keemia- ja füüsikaalaste teadmiste vastastikuse sõltuvuse eksperimentaalne uurimine 68

1. Eksperimendi metoodikast 68

2. Eksperimendi tulemuste analüüs 72

2.1. Seitsmendates klassides korraldatud testi tulemuste analüüs 76

2.2. Kümnendates klassides korraldatud testi tulemuste analüüs 81

IV peatükk

Ohutustehnika keemia õpetamisel .. 86

Kokkuvõte 89

Rezümee 91

Kasutatud kirjandus 93

SISSEJUHATUS

Teaduse tormiline areng, mida iseloomustab noorte, fundamentaalteaduste piiril sündinud teaduste ilmumine, esitab koolile erilised ülesanded ja asetab ühiskonna vajaduse ette täiustada kogu koolihariduse süsteemi. Koolihariduse süsteemi parandamise protsessis, eriti hariduse sisu vastavusse viimises kaasaja teaduse, tehnika ja kultuuri arengutasemega ning teadmiste ja oskuste kvaliteedi tõstmise efektiivsemate teede otsingutes, etendab tähtsat osa õppeainete vaheliste seoste idee realiseerimine /28/.

Õppeainete vaheliste seoste probleem haarab viimastel aastatel üha enam pedagoogide-uurijate tähelepanu. See on ka loomulik, sest õppedistsipliinide vastastikuse seostamise küsimuse ebapiisav teoreetiline lahendamine kutsub esile raskusi õppetöös /18/.

Metoodilises kirjanduses on ilmunud palju töid, mille autorid põhjendatult tulevad järeldusele, et aineõpetajate isoleeritud tegevus takistab õpetamise ja elu vahelise lõhe ületamist ning osutub üheks põhjustest, miks kooli lõpetajad on iseseisvaks tööks nõrgalt ette valmistatud. Kuitahes huvitavalt ja sisukalt ka ei oleks töö korraldatud ühe õppeaine piirides, seostamata materjali teiste distsipliinide materjalidega ta ei osuta vajalikku

mõju õpilaste tervikliku maailmavaate kujundamisele. Kontakti puudumine aineõpetajate töös raskendab noorukeid mõistmast kõikide looduse ja ühiskonna nähtuste tihedat vastastikust seostatust ning tingitust /29/.

Õppeainete vaheliste seoste probleem pole uus; ta köidab progressiivsete didaktikute tähelepanu ammu. Õppeainete seostamise tähtsusele osutasid juba J.A. Komenski, K.D. Ušinski, L.N. Tolstoi jt. /39/.

Nõukogude pedagoogikasse toodi õppeainete vaheliste seoste küsimus rangelt teaduslikel alustel sisse N.K. Krupskaja poolt, kes lähtus dialektilise materialismi tähtsamast teesist - objektiivse maailma esemete ja nähtuste, nendevaheliste üleüldiste seoste, eri faktide ja protsessside vaatlemisest nende vastastikuses sõltuvuses /39/.

Enamus meie õpetajaid mõistab õppeainete seostamise tähtsust, kuid ühtse, tervikliku teooria puudumise tõttu realiseerib seda probleemi iga õpetaja omamoodi, süsteemitult. Vähe tähelepanu õppeainete vaheliste seoste küsimusele on pööranud ka praegu kehtivad programmid ja õpikud /46/.

Koolides läbiviidud eksperimendid, metoodikute ja aineõpetajate tähelepanekute analüüs ning eesrindlike õpetajate poolt tundides teostatud uurimused lubavad siiski teha mõningaid üldistusi õppeainete seostamise küsimuses.

Käesoleva töö eesmärgiks on anda ülevaade üldhariduslikku kooli keemia ja füüsika kususte vahelistest vastastikustest seostest ning koostada selle alusel keemia ja

füüsika kui õppeainete vaheliste seoste mudel. Samuti on uuritud küsimust, millisel määral sõltuvad õpilaste keemia-alased teadmised füüsika-alastest teadmistest ja vastupidi. Keemia- ja füüsika-alaste teadmiste seostamise kontrollimiseks viidi rea koolide (Tartu 1. Keskkool, Tartu 5. Keskkool ja Nõo Keskkool) seitsmendates ja kümnendates klassides läbi testid. Testidega uuriti, kuidas õpilased kasutavad oma keemia-alaseid teadmisi füüsika tundides ja kuidas need muutuvad vastava füüsika teema õppimise käigus, mis on tihedalt seotud kontrollitava õppematerjaliga keemiast. Selleks korraldati test keemiast enne ja pärast vastava füüsika teema õppimist. Analoogilise metoodika põhjal uuriti ka õpilaste füüsika-alaste teadmiste rakendamist keemia tundides. Kümnenda klassi füüsika kursusest valiti teema "Elektrolüüs" ning kontrolliti teadmisi elektrolüütilise dissotsiatsiooni teooriaga seotud küsimustest keemias. Seitsmenda klassi keemia kursusest valiti teema "Lahused" ja kontrolliti teadmisi aine ehitusega seotud küsimustest füüsikas.

Õppeainete vaheliste seoste teoreetiliste küsimuste esitamisel kasutati metoodika-alast kirjandust.

I PEATÜKK

ÕPPEAINETE VAHELISED SEOSED

1. Õppeainete vaheliste seoste olemus ja liigitus.

Küsimust, mida mõista õppeainete vaheliste seoste all, pole senini piisava sügavuseni veel uuritud, kuigi nimetatud teemal on ilmunud terve rida erinevate autorite artikleid ning samuti on seda probleemi käsitletud mõnedes kandidaadi dissertatsioonides. Kõikides nendes töödes, ühtedes rohkem, teistes vähemtäpselt, on püütud anda õppeainete vaheliste seoste määrang. Kuna aga enamus autoreid lähenevad sellele küsimusele kitsalt metoodilistelt positsioonidelt, siis on ka esitatud määrangud ühekülgsed /43/.

Õige on lähtuda sellest, et koolis õppeainete kursustes õpitakse vastavate teaduste aluseid ja sellepärast õppeainete vahelised seosed laiemas mõttes kujutavad endast teaduste vaheliste seoste väljendumist vastavate koolikursuste õppimise sisus ja meetodites, mis tagab nende distsipliinide teaduslik-materialistliku suunitluse.

Õppeainete vahelisi seoseid võib vaadelda õppeprotsessi didaktiliste tingimustena, mis mõjutavad õppematerjali jõukohasust ja teaduslikkust, avaldades positiivset mõju õppeprotsessi kõigile komponentidele: õppematerjali sisule, õppimise- ja õpetamise meetoditele /43/.

Kuna õppeainete vahelised seosed on oma funktsioonilt erineva iseloomuga, siis tekib vajadus neid klassifitseerida. Enamus autoreid lähtub klassifitseerimisel ajafaktorist. Nii jaotab M.N. Skatkin /38/ õppeainete vahelised seosed eelnevateks, järgnevateks ja kaasnevateks, N.M. Verzilin /19/, P.G. Kulagin /43/ sünkroonseteks ja asünkronseteks ning N.M. Tšerkeszade /43/ eelnevateks, kaasnevateks ja perspektiivseteks.

Mõned autorid võtavad klassifikatsiooni aluseks erinevad kriteeriumid. Nii näiteks K.P. Koroljova /43/ jaotab õppeainete vahelised seosed järgmiselt:

1) seosed faktide ja mõistete vahel;
2) seosed uurimismeetodite ja teadusliku mõtlemise meetodite vahel;
3) seosed üldiste oskuste ja vilumuste formeerimiseks.

V.N. Jantsen /46/ toob välja järgmised õpetamise käigus täheldatavad õppeainete vaheliste seoste tüübid.

1. Seosed, mis väljenduvad erinevate teemade ja küsimuste paigutuses programmides kindla korra järele, mis ei häiri antud aine esitamise loogikat ning arvestab õpilaste teadmiste kasutamise vajadust uute teemade käsitlemisel naaberdistsipliinides. Seda seost nimetatakse mõistelisajaliseks seoseks ning teda kasutatakse laialdaselt õppeprogrammide koostamisel. Näitena võib tuua järgmise teemade paigutuse: "Ruutvõrrandite lahendamine" ja "Ühtlane liikumine" vastavalt matemaatika ja füüsika programmides või siis teemade "Elektrivool elektrolüütides" ja "Elekt-

rolüütilise dissotsiatsiooni teooria" vastavalt füüsika ja keemia programmides. On ilmne, et see seoste tüüp on äärmiselt vajalik, kuna õpilased ei saa lahendada kinemaatika ülesandeid teadmata ruutvõrrandite lahendamise eeskirju või rääkida elektrivoolust elektrolüütides ei olles kuulnud veel midagi elektrilüütilisest dissotsiatsioonist.

2. Seosed, mis seisnevad õpilaste teadmiste kasutamises teistes õppeainetes, et avada sügavamalt õpitava aine antud teemat ja kinnistada naaberdistsipliinidest pärinevaid teadmisi.

See seoste tüüp soodustab õpitava materjali loovat omandamist ning õpilaste loogilise mõtlemise arengut.

3. Seosed, mis leiavad kasuta mist ühes kahe naaberdistsipliini tundidest selliste küsimuste vaatlemisel,mis vahetult puudutavad esmalt ja pinnapealselt õpitud teemasid.

4. Seosed, mis väljenduvad programmi erinevate küsimuste käsitlemises nende kompleksina õppeainete vaheliste õpilaskonverentside, temaatiliste õhtute ja ekskursioonide läbiviimisel.

5. Seosed, mille olemuseks on tõlgendada mõisteid,määranguid ja mitte lubada vasturääkivusi või ebatäpsusi ühe või teise nähtuse, objekti määratlemisel tema õppimisel naaberdistsipliinide tundides.

6. Seosed, mis väljenduvad õppematerjali valikus.

Ühe või teise nähtuse õppimisel naaberdistsipliini-

de tundides õpetajad kasutavad tavaliselt ühtesid ja samu näiteid, demonstratsioone ja katseid. Kui õpilane juba üks kord on näinud ja tähelepanelikult analüüsinud toodud näidet või demonstreeritud nähtust, siis on selge, et teisel korral suhtub ta täpselt samasse näitesse ilma igasuguse huvita.

7. Seosed, mis seisnevad õpilaste ettevalmistamises naaberdistsipliinide raames ühe ja sama õppeamterjali vastuvõtmiseks. Näitena võib tuua teemade "aatomi ehitus" ja "Perioodilisusseadus ja elementide perioodilisuse süsteem" esitamise vastavalt füüsika ja keemia tundides. Kui nüüd füüsika tundides aatomi keerulist ehitust selgitades pöörata erilist tähelepanu aatomite elektronkatte ehitusele ning elementide elektronstruktuuride erinevustele, siis selle küsimuse esitamine keemia tundides annab võimaluse aja kokkuhoiuks ning täielikumalt vastata vahetult õpitavat teemat puudutavatele küsimustele.

8. Seosed, mis avalduvad ülesannete lahendamisel, kui ülesannete sisu haarab kahest või enamast naaberdistsipliinist pärinevat materjali.

9. Seosed, mis avalduvad ühtede ja samade näitlike õppevahendite kasutamisel naaberdistsipliinide tundides vastavate aineõpetajate poolt.

Kõige laiemat poolehoidu on leidnud õppeainete vaheliste seoste klassifitseerimine ajafaktori järgi. Eelnevate seoste all mõistetakse neid õppeainete vahelisi

seoseid, mis eksisteerivad kahest distsipliinist pärineva õppeinformatsiooni vahel ning avalduvad õppeaja ajaliselt piiratud, kuid järgnevates perioodides (veerandid, poolaastad).

Kaasnevad seosed eksisteerivad kahest või kolmest distsipliinist pärineva õppeinformatsiooni vahel ja avalduvad õppeaja sünkroonsetes perioodides.

Perspektiivsed seosed eksisteerivad kahest või kolmest õppeainest pärineva informatsiooni vahel ning avalduvad õppeaja enamkestvatel perioodides (kaks, kolm ja rohkem aastaid)/43/.

Viimati toodud kolme seosteliigi tähtsamaks tunnuseks on ajaline järgnevus, mistõttu on neid otstarbekas nimetada kronoloogilisteks seosteks. Kronoloogilised seosed ei ole isoleeritud, nad võivad üksteiseks üle minna ja üksteist vastastikku mõjutada.

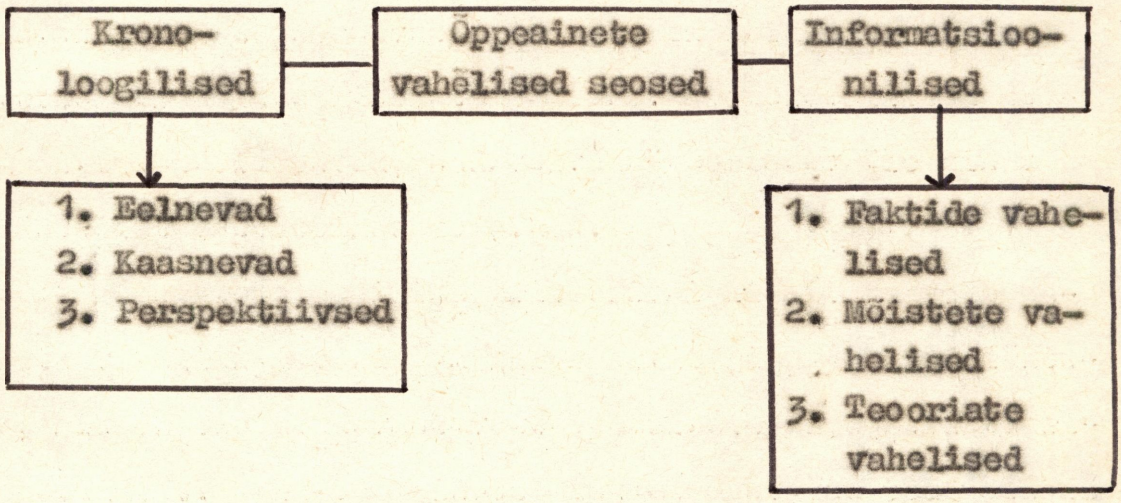
Peale kronoloogilise kriteeriumi liigitatakse õppeainete vahelisi seoseid ka informatsiooni aspektist lähtudes, mis on tingitud vastavate õppeainete sisu struktuurielementidest. Kuna õppeainete sisu moodustavad teaduslikud faktid, mõisted ja teooriad, siis võib vastavalt sellele eraldada kolme liiki õppeainete vahelisi informatsioonilisi seoseid: faktide vahelised, mõistete vahelised ja teooriate vahelised seosed.

Faktide vahelised seosed tingivad faktiliste andmete sügavamat omandamist õpilaste poolt. Mõistete vahelised

seosed soodustavad teaduslike mõistete efektiivset formeerimist ja teooriate vahelised informatsioonilised seosed tingivad õpitavate teooriate teaduslikku omandamist õpilaste poolt /44/.

Peale selle täidavad kõik nimetatud informatsioonilised seosed veel ühte tähtsat didaktilist funktsiooni. Nimelt võimaldavad nad faktilisi, mõistelisi ja teoreetilisi teadmisi süstemaatiliselt üle kanda uutesse õppedistsipliinidesse.

V.N. Fjodorova /44/ liigitab õppeainete vahelisi seoseid järgmise skeemi alusel:



Nagu toodud näidetest selgub, toimub õppeainete vaheliste seoste klassifitseerimine väga erinevalt. Sellise olukorra põhjustab piisavalt põhjendatud, ühtse kriteeriumi puudumine. Klassifikatsioonide paljusus näitab, et vastavad uurimused on lünklikud, et teadus ei tunne veel täielikult õppeainete vaheliste seoste objektiivset loo-

must. Üldkehtivat klassifikatsiooni pole veel olemas. Erinevad liigitused tõstavad esile õppeainete vaheliste seoste eri külgi. Ühtegi klassifikatsiooni ei tule võtta absoluutse tõena, vaid igaüks neist on rakendatav vastavates tingimustes.

2. Õppeainete vaheliste seoste allikad.

2.1. Teaduste vaheliste vastastikuste seoste iseloomust ja liikidest kui õppeainete vaheliste seoste alustest.

Teaduste vaheline vastastikune mõju väljendub teaduse arengu seadusena, kutsudes esile kvalitatiivseid muutusi teaduse enda sisus ja struktuuris.

Samaaegselt ulatusliku diferentseerumisega toimub ka teaduste integreerumine uurimisobjektide järgi. Ilmuvad uued teadused, nagu astrofüüsika, bioonika, geobiokeemia jt., mida nimetatakse üldiselt piirilisteks või siirdeteadusteks ja mis uurivad fundamentaalteaduste üldiseid küsimusi, sünteesides nende andmeid ja viies selle alusel läbi iseseisvaid uurimusi.

Teaduste "ühendamine" on vajalik üldiste vaadete väljatöötamiseks materia ehitusest, tema liikumisvormidest ja arengust. Varem uuris iga teadus omaette osa ühe või teise objekti arvukate omaduste kompleksist või siis ühe või teise nähtuse erinevaid külgi. Vajadus sügavama ja

igakülgsema vastastikku seotud objektide ja nähtuste uurimise järele viis teaduse eri harude koostööle.

Teaduste vahelised seosed on oma iseloomult keerulised, mitmeplaanilised ja dünaamilised; neid on äärmiselt palju, mistõttu osutub võimatuks neid täielikult arvestada ja registreerida. Öelduga seoses kerkib esile ülesanne eraldada välja need variandid, millised määravad teaduste vaheliste seoste iseloomu ja suunda.

Teaduste vahelise vastastikuse mõjutamise protsessist võtavad osa sellised teaduste komponendid, nagu objektid, meetodid ja uurimise resultaadid - uued kujutlused, hüpoteesid ja teooriad. Ühes teaduses kujunevad seesmised seosed teiste teadustega just tema komponentide kaudu, kusjuures igaüks nendest komponentidest on aluseks seosele, mis võib avalduda väga erinevates vormides (tegevuse kooskõlastatus, vastastikune abi, informatsiooni maht jne.) iseloomustamisel.

Vastavalt ülaltoodule võib eraldada teaduste vahelised seoste kolm järgmist liiki:

1) seosed ühe ja sama objekti (probleemi) kompleksel uurimisel erinevate teaduste poolt;

2) seosed ühe teaduse meetodi kasutamisel teise teaduse erinevate objektide uurimisel;

3) seos, mis väljendub juhul, kui ühte ja sama teooriat kasutatakse erinevate teaduste poolt erinevate objektide selgitamiseks.

Loomulikult ei ammenda nimetatud liigid kogu tea-

duste ühtelise vastastikuse seose mitmekesisust, nad näitavad ainult ära tema enamlevinenud suunad, mis on määratud uurimisobjektide universaalsuse ja teooriate üldisusega.

Õppeainete vahelised seosed peavad arvestama õpilaste tunnetuslikke võimalusi ja vastavalt didaktilistele eesmärkidele väljendama teaduste vahelist vastastikust mõju ja selle resultaate. Vastasel juhul ei anna teaduste aluste õppimine õiget ettekujutust kaasaja teadusest. Samuti on tähtis arvestada õppeainete vaheliste seoste spetsiifikat, mis tuleneb õppeaine erinevusest vastavast teadusest, aga samuti ka õppeprotsessist tervikuna. Kui õppeained kujutavad endast didaktilist valitud ja adapteeritud teaduse materjali, siis ka õppeainete vahelisi seoseid tuleb vaadelda kui omapärast didaktilist teaduste vaheliste seoste interpretatsiooni, nende didaktilist ekvivalenti.

Teaduste vaheliste seoste ja õppeainete vaheliste seoste kõrvutav analüüs annab aluse nende ekvivalentsuse tuvastamiseks, kuid seda vaid tingimusel, et on sisse viidud vastavad didaktilised korrektiivid, mis on tingitud järgmistest asjaoludest:

1. Kooli õppeplaan ei korda kaasaja teaduste struktuuri; temasse ei sisene nn. piirteadused, mis teostavad tähtsaid integraalseid funktsioone teaduste vahelises vastastikuses mõjus.

2. Õppeprotsessi eesmärgid ja ülesanded on erinevad

teadusliku uurimistöö eesmärkidest ja ülesannetest, kuna õpilased saavad õppeprotsessis teada juba teadusele tuntut.

3. Õppeainete suhteliste seoste kindlaksmääramisel peab arvestama ka aja faktorit, s.o. mitmete õppeainete jaoks üldiste küsimuste õppimise sünkroonsust, mille mittearvestamisest tekib vasturääkivus õppimise aja ja õppeainete loogika vahel.

Samal ajal on teaduste vaheliste seoste ja õppeainete vaheliste seoste iseloom ja struktuur põhijoontes ühesugune - õppeained, nagu teadusedki seostatakse vastavate struktuurielementide kaudu, s.o. uurimisobjektide, meetodite, teooriate ja seaduste kaudu.

Õppeprogrammide ja õpikute analüüs näitab, et õppimise sisus peitub rohkesti potentsiaalseid võimalusi õppeainete vaheliste seoste laiendamiseks. Uute õppeprogrammide projektides on katsetatud õppeainete vaheliste seoste gruppeerimist. Õppeainete vahelisi seoseid võib gruppeerida erinevateks liikideks. Lähtudes otseselt teaduste vaheliste seoste liikidest võib välja tuua järgmised õppeainete vaheliste seoste tüübid:

1) seosed, mis rajanevad ühe või teise objekti uurimisele erinevates õppedistsipliinides;

2) seosed, mis tuginevad ühe või teise meetodi kasutamisele erinevates õppeainetes;

3) seosed, mille alusel toimub ühe või teise teooria (seaduse) kasutamine erinevates õppeainetes.

Esimene liik seoseid tagab igakülgse aine õppimise

ja nähtuste uurimise teadmiste vastastikuses seoses ja formeeritavate mõistete sügavuse.

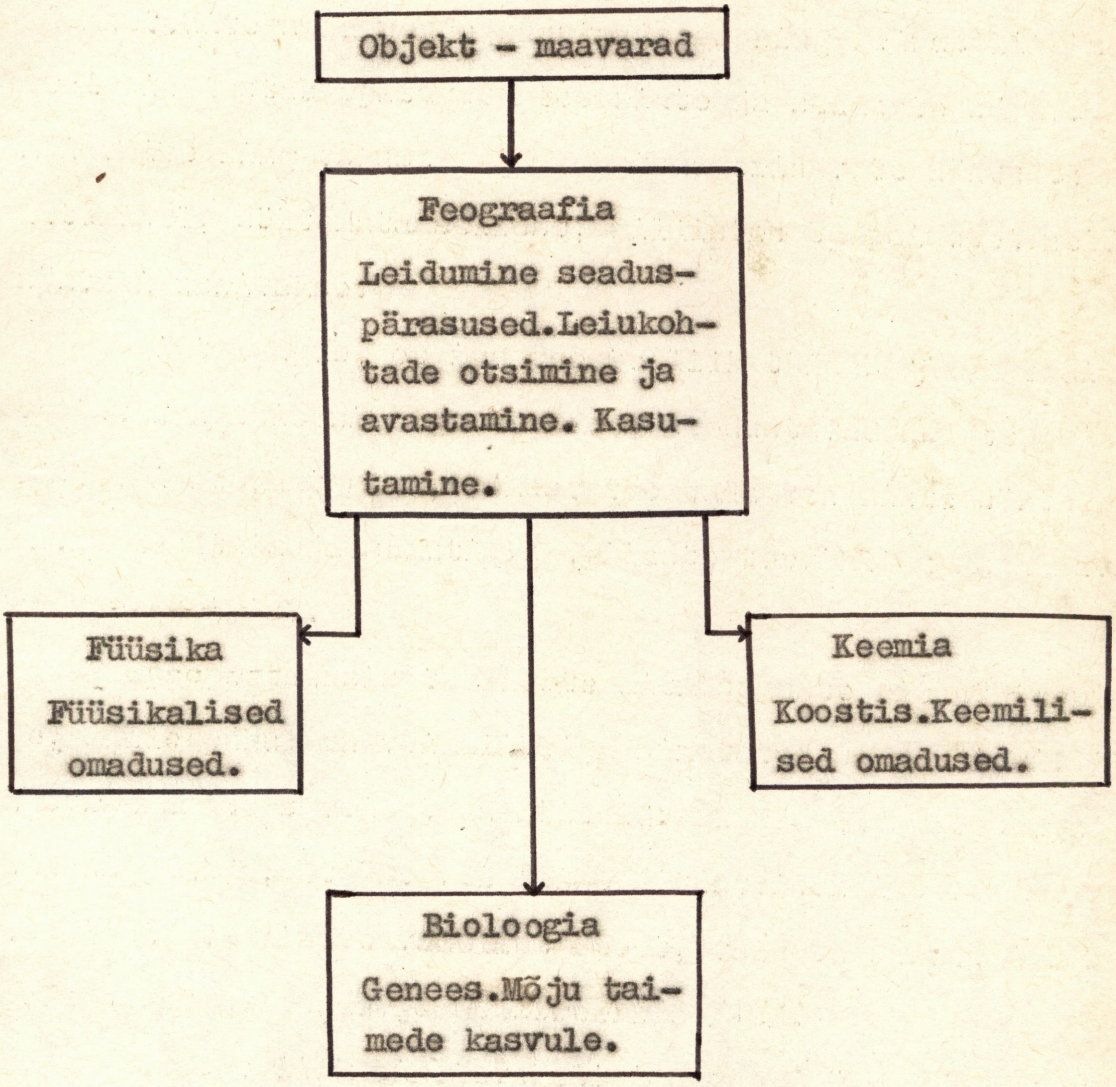
Teine liik seoseid tagab õpilaste tutvustamise uurimismeetoditega ja nende kasutamisega ning kolmas liik seoseid kindlustab õpitavate teooriate ja seaduste sügava mõistmise ning oskuse neid kasutada erinevate nähtuste seletamisel, sõltumata sellest, millistes õppeainetes neid nähtusi uuritakse.

Siit selgub, et iga seoste liik täidab kindlat didaktilist funktsiooni. Aga üheskoos soodustavad nad teadmiste süsteemi moodustumist, oskust teostada teadmiste sünteesi, neid kasutada ja samuti ka õpilaste tervikliku maailmavaate formeerimist.

Õppeprotsessis tekkivate mitmesuguste situatsioonide, mille puhul on võimalik iga nimetatud seose liiki, illustreerimiseks võib tuua näiteid. Siinjuures tuleb aga silmas pidada, et üks või teine situatsioon iseenesest veel ei kindlusta ainete vahelist seost, vaid ta ainult lubab seda seost avastada ja desifreerida /18/.

Esimene liik ainetevahelisi seoseid ühendab olukordi, kus seos rajaneb ühisele uurimisobjektile kahes või enamas õppeaines. Selliseks objektiks võib olla aine, nähtus, protsess, mõiste jne.

Üks sellise situatsiooni variantidest on konkretiseeritud järgmisel skeemil /18/:

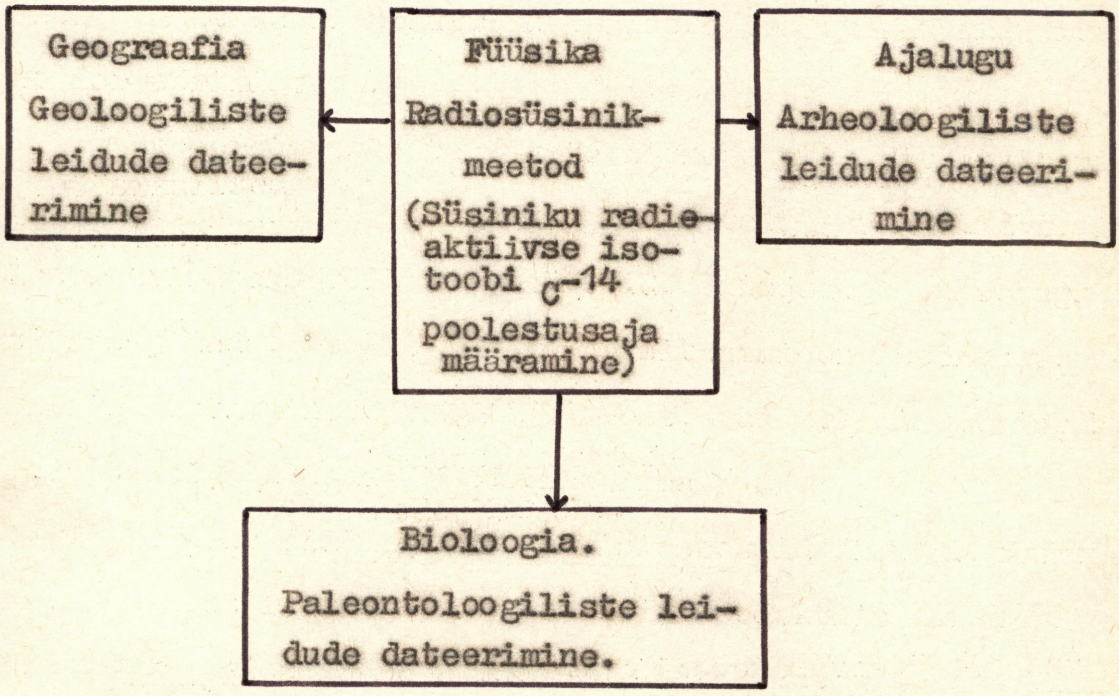


Siinjuures on oluline juhtida õpilaste tähelepanu sellele, et antud objekti uuritakse erinevate teaduste poolt erinevatest vaatepunktidest ja aspektidest; selgitada, kuidas toimub eri teaduste mõjutamine antud objekti uurimisel, kuidas saadakse ja kuidas kasutatakse informatsiooni temast. Lõpuks näidata õpilastele, kuidas kasutada

ühes õppeaines antud objekti kohta saadud teadmisi tema õppimisel teistes ainetes.

Antud seoste liigi korral seisneb organisatsiooni-lis-metoodiline ülesanne selles, et eraldada välja erinevate õppeainete jaoks ühised objektid, jaotada eri õppeainete funktsioonid selliste objektide käsitlemisel ja kooskõlastada nende õppimine ajaliselt.

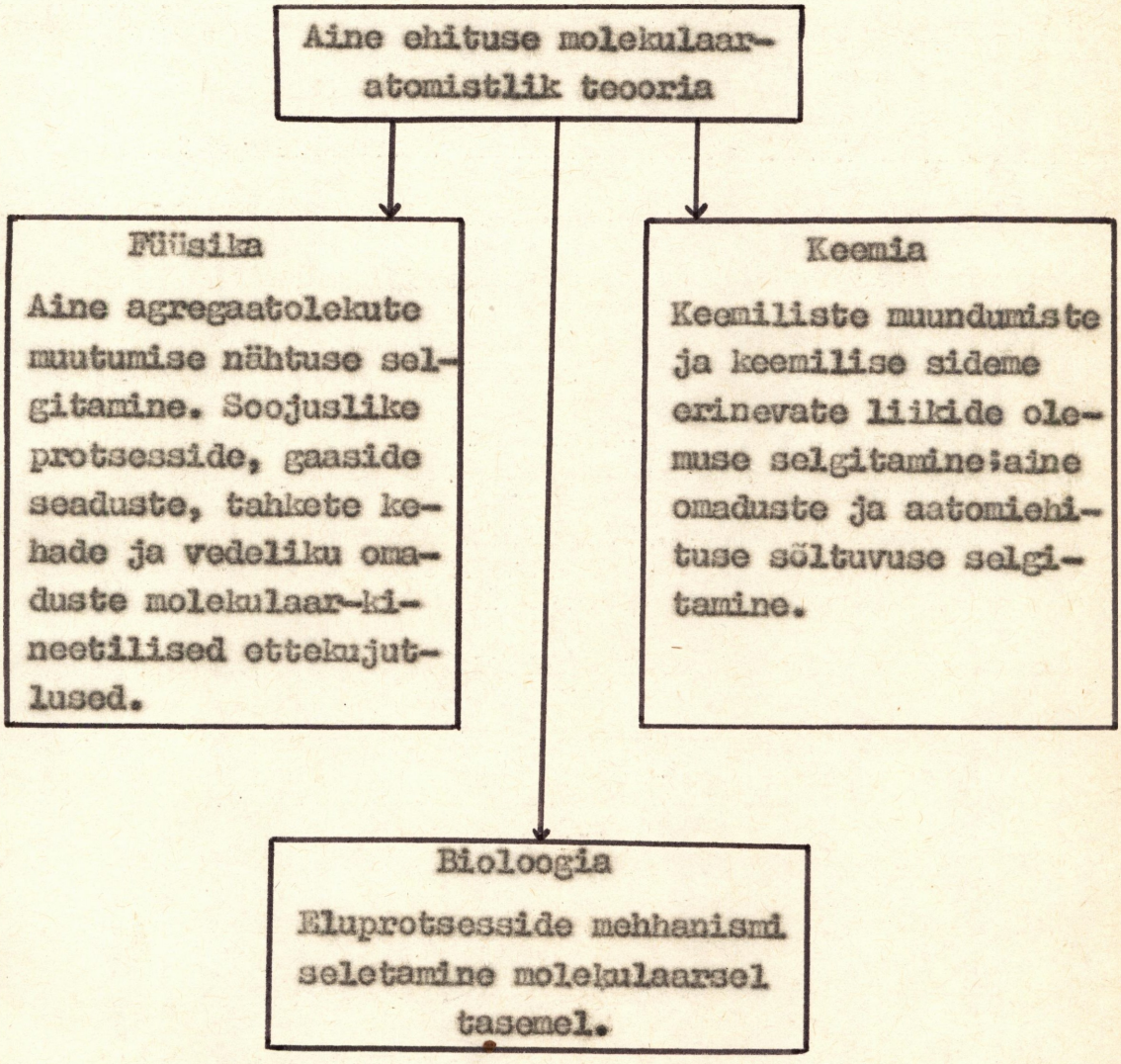
Teist õppeainete vaheliste seoste liiki võib konkretiseerida järgmise skeemiga /18/:



Õppeprotsessi ülesandeks on tutvustada õpilasi mitte ainult uurimise resultaatidega, vaid ka uurimismeetoditega, nende kasutamisega erinevates teadustes. Kahjuks õp-

pekirjanduses koolidele valgustatakse ühe teaduse meetodite kasutamist teistes teadustes väga kasinalt, sellest ei räägita isegi erilise vajaduse korral.

Kolmas liik õppeainete vahelisi seoseid leiab konkretiseerimist järgmisel skeemil /18/:



Viimati kirjeldatud õppeainete vahelised seosed kindlustavad õpitavate teooriate (seaduste) sügavamat mõistmist, mis toimub selletõttu, et ühtesid ja samu teoo-

riaid (seadusi) kasutatakse erinevates õppeainetes nähtuste olemuse selgitamiseks. Nad võimaldavad avada fundamentaalsete teooriate ja loodusseaduste orgaanilist seost ja nendega seletatavate nähtuste dialektilist vastastikust tingitust /18/.

2.2. Õppeainete vaheliste seoste psühholoogiline aspekt.

J.A.Samarin /37/ loeb iga teadmise kõige lihtsamaks elemendiks lokaalset assotsiatsiooni, mille kujunemine jätkub ka koolis. Paljud teadmised jäävad õppimise algperioodil vajaliku assotsiatsioonide eelfondi puudumise tõttu lokaalseteks. Õpilane saab teada, et ajalugu uurib meie maa minevikku. Kuid mõistetel "minevik", "meie maa" ja "uurib" ei ole veel vastavat kujutluste ja mõistete assotsiatiivset fondi, mis on vajalik nende õigeks mõistmiseks. Seega jääb ajaloo definitsioon lokaalseks assotsiatsiooniks ja ei lülitu lapsel olemasolevate teadmiste süsteemi.

Lokaalsetele assotsiatsioonidele vastandab J.A. Samarin /37/ süsteemsed assotsiatsioonid. Õppimise käigus seostuvad lokaalsed assotsiatsioonid süsteemideks. Kõige elementaarsemaks assotsiatsioonide süsteemi liigiks on osasüsteemsed assotsiatsioonid. See on assotsiatsioonide süsteem, mis piirdub vaid õpiku peatüki või paragrahviga, osaliste teadmistega mingist esemest või nähtusest. Osasüsteemsetel assotsiatsioonidel, hoolimata nende suhteli-

sest lihtsusest, on mõtlemistegevuses oluline osa, kuna nende alusel võib liigitada uusi fakte õigeteks või ebaõigeteks. Kui uus fakt vastab antud assotsiatiivsele süsteemile, on tegemist õige faktiga, kui ei vasta, siis on fakt ebaõige. Süsteemi kuuluvaid assotsiatsioone on võimalik omavahel võrrelda, võib esile tuua peamised ja teisejärgulised jne. Mõtlemistegevus osasüsteemsete assotsiatsioonide tasemel on paratamatu vaheaste üleminekul keerulisemale assotsiatiivsele süsteemile.

Järgmiseks assotsiatsioonide liigiks on süsteemisisesed assotsiatsioonid. Selle all mõeldakse assotsiatsioonide süsteemi ühe õppeaine või tegevusala piirides. Mõtlemistegevus antud tasemel võimaldab toetuda teadmiste laiale ringile, võimaldab abstraheerida nähtuste olulisi külgi vastavalt lahendatavale ülesandele ja ülesande lahendamise resultaadina teha uus süntees. Süsteemisisesed assotsiatsioonid tagavad väljavalitud teadmiste ja saadud järelduste differentseerimise ning kindlustavad otstarbeka ja aruka tegutsemise vastaval alal.

Kuid õppimise eesmärk on palju ulatuslikum. On tarvis välja kujundada ka seoseid eri õppeainete ja tegevusalade vahel. Need seosed kindlustatakse süsteemidevahelis-te assotsiatsioonide abil ja need hõlmavad teadmiste, oskuste ja vilumuste paljusid süsteeme, moodustades nende süsteemide mitmesuguseid üldistusi. Üldistused võivad kätkeda sisult erinevaid teadmisi, võivad hõlmata ka seoseid teooria ja praktika vahel teadmiste sisu piirides. Süstee-

midevahelised assotsiatsioonid on vaimse tegevuse kõige kõrgem aste. See võimaldab vaadelda nähtusi dialektiliselt.

Et saavutada ainetevaheliste assotsiatsioonide püsivust, võib kasutada ühe teema mitmekordset kordamist, kusjuures toimub teise teema eelnevate "jälgede" kordav elustamine ajukoores. Kui kordamine toimub iga kord uutes tingimustes ja talle kaasnevad mitmesugused kvaliteedilt teised ärritajad, siis see viib uute erutuskollete tekkimiseni. Varemtekkinud ja uute erutuskollete vahel luuakse erineva iseloomuga seosed, assotsiatiivsed naabruse, sarnasuse, kontrasti poolest. Sellepärast kinnituvadki esemed ja nähtused mällu seoses üksteisega. Mida mitmekülgsemad on sidemed tunnetatavate esemete ja nähtuste vahel, seda kindlamini nad omandatakse. See lubab õpilastel mitte ainult vabalt opereerida laia mõistete ringiga, vaid ka kasutada neid erinevates tegevuse valdkondades /37/.

Õppeainete vaheliste seoste funktsioneerimisel on suur tähtsus õpilaste järk-järgulise vaimse arengu seisukohalt. Nõukogude psühholoogid tõestavad, et õppimine ja vaimne areng on lahutamatult seotud. Õppeprotsessis iga õpilane täidab algul lihtsamaid, siis järjest keerulisemaid operatsioone, seostab neid mitmesuguse praktilise tegevusega.

Et kindlustada kiire vaimne areng, on vaja anda õpilastele jõukohane õppematerjal, mis peab mitte ainult järk-järgult keerulisemaks muutuma, vaid ka olema antud õigel ajal /43/.

2.3. Õppeainete vaheliste seoste didaktiline aspekt.

Õppeainete süsteem nõukogude koolis peab tagama õpilaste teaduslike ja süstematiseeritud teadmiste omandamise. Kui erinevaid nähtusi ja objekte käsitletakse kitsalt ühe õppeaine raamides seostamata seda orgaaniliselt teistes distsipliinides samade nähtuste ja objektide erinevate külgede tundmaõppimisega, siis võivad õpilastel kujuneda ebaõiged ettekujutused reaalse maailma esemete ja nähtuste omadustest, mis tõsiselt raskendab igakülgsete teadmiste ja teaduslike mõistete kujunemist ning looduse ja ühiskonna dialektiliste seaduspärasuste tunnetamist

Nõukogude psühholoogide uurimuste kohaselt seisneb õppeainete vaheliste seoste olemus süsteemide ehk õppeainete vaheliste assotsiatsioonide moodustumises. Õpilastel kujunevad teadmised on paljukomponentsed, sisaldades endas erinevate süsteemide elemente. Igas õppeaines peituvad rea teiste õppedistsipliinide alged. J.A. Samarin/27/kinnitab, et teadmiste vastastikune mõju osutub õppeprotsessis tsentraalseks küsimuseks.

Viimasel kümnel aastal on õppeainete vaheliste seoste probleem kerkinud paljude nõukogude ja ka välismaa didaktikute tähelepanu keskpunkti. Kuid antud probleemi teoreetiline uurimine, eriti aga praktiline lahendamine jätab veel soovida. Sellist olukorda illustreerib ilmekalt kas või seegi asjaolu, et kaks aastat tagasi ilmunud Peda-

googilises entsüklopeedias isegi ei mainita õppeainete vahelisi seoseid; nende eksisteerimisele vihjamisel piirdutakse vaid järgmise märkusega assotsiatsioonide osast õppeprotsessi vaatlemisel: "assotsiatsioonid, eriti üldistavat iseloomu kandvad (kui seotakse üksteisega mitte erinevaid fakte, vaid faktide või nähtuste üldisi omadusi), mängivad väga tähtsat osa õppetöös" /39/.

Senini pole piisava täpsusega määratud õppeainete vaheliste vastastikuste seoste didaktilist tähtsust. Neid kasutatakse nii didaktika printsiipide (J.V. Šarov) kui ka tunni effektiivsuse tõstmise tingimuste (B.P. Jessipov) kategooriasse, samuti vaadeldakse neid ka õppematerjali dubleerimise kõrvaldamise vahenditena erinevate õppeainete õppimisel.

Kahjuks pole õppeainete vahelised seosed leidunud laia peegeldust ka uutes õppeprogrammides ja õpikutes. Mõneti parem olukord selles suhtes valitseb metoodilises kirjanduses, kus mitmed autorid (L.I. Reznikov, A.V. Ussova, N.M. Verzilin jt.) seavad eesmärgiks anda õpetajatele juhtnööre õppeainete vaheliste seoste realiseerimiseks, kuigi ka need soovitused osutuvad liialt üldisteks, kohati aga omavad lihtsalt deklaratiivset iseloomu.

N.A. Sorokini /39/ poolt teostatud vaatlustel Tuula ja samuti reas teistes Vene Föderatsiooni koolides põhinevad faktid annavad tunnistust sellele, et õppeainete vaheliste seoste alahindamine viib puudujääkidele õpilaste vaimses arengus.

Õppeainete vahelisi vastastikuseid seoseid tuleb vaadelda kui õppeprotsessi eduka realiseerimise üht olulist tingimust, mille mõju ilmneb järgmistes tähtsamates suundades:

1) didaktika põhiprintsiipide realiseerimisel;
2) erinevate teaduslike mõistete ja nende süsteemide omandamisel ja õpilaste didaktilis-materialistliku maailmavaate kujundamisel;
3) polütehnilise õpetuse teostamisel ja õpilaste ettevalmistamisel praktiliseks tegevuseks.

Teaduslikkuse printsiibi edukas täitmine pole mõeldav isoleeritud õpetamise korral, kuna antud printsiip nõuab looduse ja ühiskonna nähtuste objektiivsete põhjuste mõistmist. Seega osutub õppeainete vastastikune seostamine selle nõude täitmisel vajalikuks tingimuseks.

Tähtsaks printsiibiks on teooria ja praktika seostamine, mille realiseerimisel määrav osa on õpilaste praktilisel tegevusel (laboratoorsete ja praktiliste tööde teostmine, vaatluste organiseerimine, töö töökodades, õppe-katseaedades, vabrikutes, tehastes, kolhoosides ja sovhoosides), mis organiseeritakse pärast vastavat teoreetilist ettevalmistust. Nagu selgub vastavatest uurimustest on õpilaste praktilise töö tulemused paremad sel juhul, kui ettevalmistus selleks on igakülgne, s.t. siis, kui ettevalmistuse käigus õpilased omandavad antud tegevuseks erinevatest õppeainetest pärinevaid teadmisi.

Teadmiste omandamise süstemaatilisuse printsiibi täitmine eeldab teadmiste omandamist loogilises järgnevuses, millest kinnipidamine on seotud nii õppeainesiseste kui ka õppeainete vaheliste seoste realiseerimisega. Et igas õppeaines, täielikus vastavuses tema loogikale, peitub terve süsteem seotud mõisteid, siis eri õppeainete vaheliste vastastikuste seoste arvestamine tagab terviklikku ettekujutuse looduse ja ühiskonna arengust. Otsustades teadmiste süsteemi suurele tähtsusele K.D. Ušinski kirjutas: "ainult süsteem... annab meile täieliku võimu meie teadmiste üle. Pea, mis on täidetud eraldiseisvate, mitteseotud teadmistega, on sarnane laoruumile, milles kõik on korrapäratu ja kus isegi peremees ise ei suuda midagi üles leida." /39/.

Õpilaste loova lähenemise ja aktiivsuse printsiibi täitmine kindlustab sügava ja mõtestatud teadmiste omandamise, oskuse kasutada neid praktilistel eesmärkidel, püsivate ning põhjendatud õppimismotiivide kujunemise ja huvi tekkimise teadmiste vastu. Selle printsiibi rikkumine viib formalismini õppetöös, põhjustades "surnud" teadmiste omandamist, huvi kadumist õppimise vastu ja kokkuvõttena õppe-kasvatustöö" taseme langemist. Kõrvuti rea teiste tingimustega sõltub antud printsiibi realiseerimine oluliselt õppeainete vahelistest seostest. Õpilaste teadmiste formaalne iseloom ja õpitava materjali sisu mittemõistmine on väga sageli tingitud just õpetamise ühekülgsusest, õpitavate faktide ja nähtuste erinevate külgede vaatlemise

kunstlikust "lukustamisest" ühe õppeaine raamidesse.

Õpilaste pinnapealsete ja mittepüsivate teadmiste, oskuste ja vilumuste omandamine on tingitud põhjalikkuse printsiibi mittearvestamisest ja seda sageli seoses õpeainete vaheliste seoste ignoreerimisega. Vastavad vaatlused näitavad, et õppimise käigus omandatavad teadmised on püsivad ainult siis, kui nad igakülgselt peegeldavad esemete ja nähtuste tunnuseid ning vastastikuseid seoseid.

Jõukohasuse printsiibi realiseerimine sõltub paljus samuti õppeainete vahelistest vastastikustest seostest. Tihtipeale raske ja keeruline saab kergeks ning arusaadavaks, kui appi tulevad teadmised teistest õppedistsipliinidest.

Realiseerides õppeprotsessis näitlikkuse printsiipi, ei tohi unustada seda, et õpilased peavad olema tegelikkuse meeleliseks tunnetamiseks ettevalmistatud; nii selleä ettevalmistuses, kui ka järgnevates järeldustes ja üldistustes tuleb õpilaste tähelepanu koondada vaadeldavate esemete ja nähtuste erinevate külgede vastastikusele seosele.

Ning lõpuks individuaalne lähenemine õpilastele on samuti seotud õppeainete vahelise vastastikkuse mõjuga. Teades õpilase isiksuse iseärasusi peab õpetaja arvestama tema huvidega ning opereerima õpilase teadmistega õpilast huvitavast õppeainest antud õppeaine käsitlemisel ning vajaduse korral aitama kasutada neid teadmisi.

Õppeainete vahelistel seostel on eriline osa teaduslike mõistete kujundamisel ja õpilaste dialektilis-materialistliku maailmavaate kasvatamisel. Mõistete kujundamine on oluline tunnetuse element. Mõistete moodustamine ja areng toimub õpilaste mõttetegevuse protsessis, mille tulemusena analüüsi ja sünteesi abil eraldatakse üksiknähtuste olulised tunnused. Lihtsamad mõisted moodustavad konkreetsete tajude ja kujutluste alusel; nende süstematiseerimisel ja vastastikusel mõjutamisel tekivad uued mõisted. Õigesti kujundatud teaduslik mõiste lubab objektiivselt väljendada õpitavate objektide ja nähtuste olemust, tehes seda märgatavalt sügavamalt ja mitmekülgsemalt kui see oleks saavutatav meelelise tunnetuse abil.

Juba võrdlemisi lihtsate, õppeainesiseste mõistete ("leht" botaanikas, "tegusõna" grammatikas jne.) moodustamisel ei saa piirduda kitsalt ühe õppeaine raamidega, keerulisemate õppeainete vaheliste mõistete ("aine ehitus", "energia jäävuse ja muundumise seadus", jne) kujundamine osutub aga täiesti võimatuks ilma õppeainete vaheliste seoste kasutamiseta.

Teaduslike mõistete süsteem on aluseks õpilaste kommunistlike veendumuste ja dialektilis-materialistliku maailmavaate kasvatamisel. Õppeainete vahelised seosed, soodustades teaduslike mõistete kujundamist, aitavad õpilastel näha ümbritsevat maailma liikumises, arenemises ja mõista selle arengu seaduspärasusi ning veenduda maailma materiaalsuses ja tunnetatavuses.

Polütehnilise õpetuse käigus õpilased tutvuvad teoreetiliste seaduspärasuste ilmingutega ümbritsevas elus, omandavad vastavaid oskusi ning vilumusi. Õppeainete vahelised seosed astuvad polütehnilise ettevalmistuse protsessi vajalike nõuetena. Õppeainete, eelkõige selliste, nagu füüsika, matemaatika, keemia ja bioloogia, õppimine nende vastastikustes seostes soodustab õpilaste ettevalmistust praktiliseks tegevuseks ja teaduslikuks elukutsete valikuks.

Õppeainete vahelised seosed kujunevad tavaliselt välja kahes suunas: õpitavalt ainelt teistele ainetele ja teiste ainete juurest antud distsipliinidele. Õppeainete vaheliste seoste realiseerimine saavutatakse mitmekesiste õppemeetodite ning õppetöö organisatsiooniliste vormide abil. Siia kuuluvad:

1. Materjali esitamine õpetaja poolt, kusjuures õpetaja tugineb õpilaste nendele teadmistele, mis on juba omandatud teistes õppedistsipliinides.

2. Õpilaste praktiline tegevus koos objektiivselt eksisteerivate seoste avastamisega erinevate faktide ja nähtuste vahel.

3. Küsimuste esitamine, mis nõuavad igakülgselt üldistatud vastuseid.

4. Praktilise sisuga ülesannete lahendamine, mis nõuavad oskust kasutada üheaegselt teadmisi mitmest erinevast õppeainest.

5. Laboratoorsete ja praktiliste tööde läbiviimine

milliseid võib nimetada "õppeainete vahelise" iseloomuga töödeks.

6. Komplekssete ekskursioonide korraldamine.

7. Õpilaste iseseisev töö samaaegselt erinevaid õppeaineid puudutava kirjandusega: õpikute, teatmike ning populaar-teaduslike raamatutega.

8. Mitmekesise klassivälise töö organiseerimine. Õppeainete vaheliste seoste eripära klassivälises töös seisneb selles, et nende kindlaksmääramine ja kasutamine õpilaste poolt toimub palju suurema iseseisvusega, kui tundides.

Üheks tõsisemaks raskuseks õppeainete vaheliste seoste realiseerimisel on õpetajate mittepiisav ettevalmistus selleks. Suurt abi õpetajatele võivad osutada siin metoodilise töö kollektiivsed vormid koolis (pedagoogiline nõukogu, ainekomisjonid jt.) ja kvalifikatsiooni tõstmise kollektiivsed vormid (metoodilised seminarid, kursused, loengute tsüklid jne.).

V.N. Jantsen /46/ toob välja rea tingimusi, mis on vajalikud õppeainete vaheliste seoste edukaks realiseerimiseks. Nende tingimuste formuleerimisel lähtub ta õppeainete vaheliste seoste liikidest.

1. Aine õpikutesse tuleb lülitada ka selline naaberdistsipliine puudutav materjal, mis omab otsest suhet antud õpitava teemaga, kuid ei dubleeri teda.

2. Õppeplaanide, -programmide ja õpikute koostamise ning kinnitamise komisjonides peavad osalema kõikide nende

õppeainete metoodikud, milliseid õpetatakse antud õppeasutuses.

3. Seos õppeainete vahel ei tohi olla ühekülgne; soovitud resultaat saadakse ainult siis, kui õppeainete seostamist kasutatakse iga distsipliini esitamisel.

4. Ei tohi lubada moonutusi ega ebatäpsusi, mis sageli võivad tekkida ebapiisava teoreetilise ettevalmistuse tõttu, ühtede ja samade küsimuste tõlgendamisel naaberdistsipliinide tundides.

5. Ühe õppeaine tundides kasutatav täiendav, teistest distsipliinidest pärinev materjal peab sisult vastama õpitavale teemale.

6. Mingi teema käsitlemisel antud õppeaine tundides toodavad naaberõppeainetele baseeruvad näited ei tohi õpilaste tähelepanu eemale juhtida põhilisest eesmärgist, vaid soodustama opitava teema sisu avamist.

7. Aineõpetaja peab olema tuttav naaberdistsipliinide, õpikute, ülesannete kogude ja õpetamise metoodikaga; ta peab hästi teadma neid naaberõppeainete teemasid, mis on kasutatavad antud materjali esitamisel.

8. Õppeainete vaheliste seoste realiseerimist koolis ei teosta mitte ainult aineõpetajad, vaid kogu pedagoogiline kollektiiv, mistõttu selle töö juhtimise põhiline raskus lasub õppeala- ning metoodika sektsiooni juhatajatel.

II PEATÜKK

KEEMIA JA FÜÜSIKA VAHELINE SEOS

Keskkooli õpilased õpivad keskmiselt 12 erinevat õppeainet, mida õpetavad erinevad õpetajad, kes enamikel juhtudel ei kujuta endale ette, milliseid teadmisi saavad õpilased looduse, ühiskonna ja mõtlemise valdkonnast nädala jooksul teiste õppeainete tundides. Selles pole raske veenduda, kui jälgida kõiki tunde ühes klassis 1-2 päeva jooksul. Näiteks keemia tundides õpivad õpilased sageli selliseid küsimusi, millistest neil on juba mõningaid teadmisi saadud teiste teaduste (füüsika, bioloogia, geograafia) aluste õppimisel. Sellepärast on täiesti mõistetavad pedagoogikateaduse nõuded määrata kindlaks õppeainete vahelised seosed õpetamisel. Nende nõuete põhjendatust keegi praktikutest ei eşita, kuid nende täitmist esineb küllaltki harva ja seda mitte ainult õppeainetevaheliste seoste probleemi keerulisuse tõttu.

Sellest probleemist peab eraldama küsimused, mis tuleb lahendada õppeplaanide ja -programmide koostamisel, aga samuti ka küsimused, mis peavad lahendatama õpetamise metoodikas /25/.

Küsimust keemia õpetamise seostamisest teiste õppeainetega on puudutanud oma artiklites terve rida auto-

reid. Näiteks õpilaste matemaatikast pärinevate teadmiste ärakasutamist mõningate keemiakursuse küsimuste esitamisel valgustavad L.M. Tukmatšev /42/, S.V. Babadžanjan /16/, A.A. Multanovskaja /35/, N.I.Levin /27/, N.F. Menšutkin /31/; keemia õpetamist seoses bioloogiaga vaatlevad N.P. Dubinin /22/, A.Berger ja H.Obst /47,48/; keemia ja geograafia kooskõlastatud õpetamisel peatub M.Z.Timošenko /41/. Kuid kaasajal kõige suuremaid edusamme õppematerjali sisu ja õpetamise aja kooskõlastamisel on tehtud keemia ja füüsika õpetamise vahel.

1. Probleemi käsitlus metoodika-alases kirjanduses.

1.1. Keemia ja füüsika vahelise seose objektiivsed alused.

Teaduste vahelised seosed on objektiivsed seaduspärasused nende arengus, mis on seda nähtavamad, mida kõrgem on teaduse arengutase. 20. sajandi keskel arenesid kiire tempoga sellised keemia ja füüsika piiril asuvad teadusharud nagu aatomi- ja molekulaarspektroskoopia, radiospenhoskoopia, radiatsioonkeemia, kemomehhaanika, plasma keemia jt.

Praegusel ajal tänu keemia ja füüsika vaheliste piiride liikuvusele saavad nende teaduste vahelised seosed üha tihedamaks, mitmekülgsemaks ja keerulisemaks. Nende seoste areng nõuab teaduslike probleemide loovat käsitle-

mist /17/.

Rääkides nn. siirdeteadustest, nähakse eri teaduste kokkupuutes midagi üksnes meie ajastule omast. Tegelikult on aga teaduste vahelised seosed üsna ammused. Keemia ja füüsika pole näiteks kogu teaduse arenguloo vältel kunagi teineteisest teravalt eraldunud. Peale uurimisobjekti põimub keemia füüsikaga ka uurimismeetodite valdkonnas. Füüsikalised meetodid võimaldavad sügavamalt selgitada keemiliste muundumiste mehhanismi. Keemikute uurimismeetodid on aga omakorda tähtsat osa etendanud füüsikalistes uuringutes.

On märkimisväärne, et sellised tuntud keemikud nagu J. Priestly, A.Lavoisier ja J.Dalton tulid keemiasse füüsika alalt /14/.

Keemia ja füüsika seost tuleks vaadelda ka kui ühtse teadmiste süsteemi kujundajat. Et teaduse poolt uuritav tegelikkus on olemuselt ühtne ja lõpmatatahuliste seoste seostega, siis hakkavad teaduse arenedes ka erinevate teadusharude kogutud teadmised ja kogemused üha enam moodustama teadmiste üldist süsteemi. Teadmiste süstematiseerimise peamiseks vahendiks teaduses on teooria. Just teooriad kujundavad teaduse teadmiste süsteemiks. Ka eri teadusharusid seovad tihti just ühised teooriad või teooriate kokkupuutealad. Selles peegeldubki tõsiasi, et objektiivse maailma seaduspärasustel on üldiselt laiem kehtivusala kui ainult ühe teadusharu raamid, et on olemas sügavamad, n.ö. süsteemsed seosed eri teaduste hangitud

teadmiste vahel.

Tänapäeva füüsika ettekujutlused aatomist muutsid keemia vähem söltuvaks mälust. Keemiline side, molekulide ehitus ja reaktsioonivõime sai seletuse kvantmehhaanika kui füüsika põhiteooria printsiipide ja matemaatilise keele alusel. Kvantkeemia on nüüd kaasaegse füüsikalise keemia üks fundamentaalsemaid osi ja samal ajal ka üks kvantmehhaanika osi.

Füüsikaline keemia tekkis 19. sajandi keskel ja tema ülesandeks on olnud algusest peale anda keemianähtustele füüsikaline seletus, teooria.

Keemia ja füüsika vahelist seost tuleb vaadelda ka nende ühises utilitaarses funktsioonis. Praktilistes rakendustes. Praktika on alati vajanud ja vajab meie päevil üha rohkem just eri teadusharude koostööd. Selline rakenduslik koostöö ongi veel üheks oluliseks teaduste seose vormiks ja selles avaldub jällegi teaduse ühtsus ning kinnitub tõsiasi, et pole ei "kõrgemaid" ega"madalamaid" teadmisi. Teaduste rakendused mõjustavad ja rikastavad vastastikku eri teadusharusid endid. Koostöös sünnivad uued ideed, täiustuvad meetodid, avanevad uued uurimisvaldkonnad ja arenguperspektiivid.

Keemia ja füüsika liidul on suur osa uute tehnoloogiliste protsesside kasutuselevõtmises ja uute konstruktsioonmaterjalide loomisel. Füüsika rakendamine võimaldab tööstuskeemial valmistada tooteid, mis kvaliteedilt ja odavuselt on looduslike produktidega võrdsed ja isegi üle-

tavad neid.

Keemia ja füüsika koostöö üheks eesmärgiks on selliste keemiliste vooluallikate loomine, mis võiksid edukalt konkureerida teiste elektrienergia generaatori tüüpidega. Töötatakse nn. kütuseelemendi alal /15/.

Tänapäeval ulatub keemia ja füüsika seos juba aatomaarsetest protsessidest sügavamale, tuumaprotsesside ja elementaarosakeste tasemele. Näitena võiks siinjuures tuua Mössbaueri efekti ilmnemise mitmete ainete, sealhulgas ka polümeeride puhul /12/.

Vaatleme nüüd lähemalt mõningate uute füüsikalise keemia valdkondade iseloomustust.

Mehhanokeemia - uurib põhiliselt kõrgelt elastseid omadusi valdavaid polümeerseid materjale, mille nimetatud omadused on tingitud molekulide omapärasest struktuurist. Mehhanokeemia vaatleb selliseid keemilisi protsesse, mille põhjuseks on mehhaanilised pinged. Seega on temas ühinenud sellised teineteisest kaugelseisvad teadusharud nagu keemia ja mehhaanika. Mehhanokeemia avab laiad perspektiivid uute soovitud omadustega materjalide loomiseks. Praegusel ajal laieneb mehhanokeemia ka madalamolekulaarsetele ainetele.

Radiatsioonkeemia on teaduse valdkond, kus kõige selgemalt ilmnevad keemia ja füüsika meetodite ja ideede vastastikune ühendatus. Radiatsioonkeemia vaatleb keemilisi protsesse, mis toimuvad suure energiaga osakeste toimel molekulide või aatomite ionisatsiooni või ergastamise re-

sultaadina. Radiatsioonkeemia tegeleb samuti ainete radiatsioonlagunemise eest kaitsmise meetodite uurimisega.

Füüsiko-keemiline mehhaanika lahendab ülesandeid, mis on seotud kindla struktuuri ning mehhaaniliste omadustega materjalide saamisega. Ta uurib füüsiko-keemilisi faktoreid, mis määravad ära struktuuri moodustumise ja reaalsete materjalide omadused. Füüsiko-keemiline mehhaanika ühendab endas molekulaarfüüsika, mehhaanika ja kolloidkeemia meetodid.

Olles nüüd vaadelnud mõnede siirdeteaduste iseloomustust tuleks peatuda ka nende allikatel.

1. Keemia ja füüsika vahelise seose süvenemine tuleneb füüsikaliste uurimismeetodite rakendamisest keemiliste protsesside ja keemiliste ühendite uurimisel. Näiteks looduslike polümeersete ühendite, elementorgaaniliste ühendite ja vabade radikaalide uurimine on võimalik ainult füüsikaliste meetodite abil, enamuses paramagneetilise resonantsi meetoditeel.

2. Keemilises tehnoloogias keeruliste protsesside juhtimine on võimalik ainult matemaatilise ja füüsikalise modelleerimise tingimustes, mis lubaba selgitada võrrandite lahendamise teel keemiliste muundumiste seaduspärasusi. Need võrrandid kirjeldavad täielikult antud füüsiko-keemilisi protsesse.

Et kasutada modelleerimist, on vajalik teada keemiliste muundumiste keemilisi kui ka füüsikalisi seaduspärasusi kogu protsessi vältel.

3. Vastastikuse seose tugevnemine keemia ja füüsika vahel avaldab olulist mõju nende arengule. Sellepärast ongi vajalik nende teaduste aluste õpetamisel eriti suurt tähelepanu pöörata nende sisemiste seoste avamisele, kuna maailm, vastavalt dialektilise meterialismi üldise arenemise ja vastastikuse seostatuse printsiibile, kujutab endast ühtset tervikut, milles kõik objektid ja nähtused on seotud /17/.

1.2. Keemia ja füüsika õpetamise kaasaegsest olukorrast ja selle täiustamise võimalustest õppeainete vaheliste seoste kasutamise abil.

Vaatamata õppeainete vaheliste seoste suurele õppekasvatuslikule tähtsusele on nende kasutamine õpetamise protsessis käesoleval ajal äärmiselt piiratud. Nõrgalt kajasutvad nad ka keemia ja füüsika koolikursuste sõisus. Paljud tähtsad mõisted, mis kuuluvad füüsika kursusesse, kujundatakse lahus vastavatest keemilistest mõistetest ja ka vastupidi. Ei ole tagatud füüsika ja keemia teooriate lakkamatu vastastikune seostamine /43/. Kuna keemia ja füüsika õpetamisel ei ole täielikult realiseeritud nende vahelised seosed, siis viib see keemia ja füüsika õpetamise teaduslikkuse taseme langemisele. Negatiivselt mõjub õppeainete vehliste seoste puudumine õpilaste üldiste, tähtsate maailmavaateliste mõistete omandamisele, ees-

kätt sellise kõikemäärava mõiste, nagu maailma materiaalne ühtsus, omandamisele. Et õpilastel kujuneksid õiged arusaamad kaasaegsest maailmapildist, maailma materiaalsusest ja tunnetatavusest on vajalik tagada keemia ja füüsika teaduste vastastikuse mõju järjekindel peegeldumine keemia ja füüsika koolikursustes, nende vahelistes seostes. Kuid seda takistab keemia ja füüsika kursuste asend õppeplaanis, nende struktuur ja sisu.

Vaatamata sellele, et keemia ja füüsika õppeprogrammidesse on lülitatud mõned tähtsad kaasaja teaduse küsimused, mida varem keskkoolis ei õpitud, põhjalikku muutust nende kursuste (peamiselt just füüsika kursuse) sisus ei ei toimunud, ei muutunud ka nende struktuur . See ei soodustanud ka õppeainete vaheliste seoste sugenemist, mis võiksid koordineerida nimetatud õppedistsipliinid ühtsesse loodusteadusalase hariduse süsteemi. Veelgi enam, keemia kursuse sisu ja struktuur ning füüsika kursuse sisu ja struktuur on mõnikord teineteisele vasturääkivad, häirides õpetamise protsessi/ 44/.

Vaatleme selle kohta mõningaid näiteid*:

1. Molekulaar-atomistliku teooria aluseid hakkavad õpilased õppima kuuendas klassis füüsika tundides ning seitsmendas klassis keemia tundides. Keemia õpikus on aga selle teooria elemendid esitatud arvestamata õpilaste füüsika kursusest omanadatud teadmistega molekulaar-ato-

---

* Siin vaadeldakse antud küsimust Vene Föderatsiooni koolides kehtivate õppeplaanide ja programmide alusel.

mistliku teooria õppimisel. Edaspidi õpilaste teadmised nimetatud teooriast laienevad ja muutuvad sügavamaks 8-ndas klassis (keemia tundides) ja 9-ndas klassis (füüsika tundides). Kuid vastavate küsimuste õpetamine toimub jälle põhiliseks paralleelselt, ilma õpilaste poolt õpitavate keemiliste ja füüsikaliste mõistete, seaduste ja uurimismeetodite vastastikuse seostatuse arvestamiseta.

2. Esialgseid teadmisi elektronist omandavad õpilased 7-ndas klassis füüsika õppimisel. Uuriti tullakse sama mõiste juurde 8-ndas klassis keemia tundides ning veelkordselt kohtuvad õpilased elektroni mõistega 9-nda klassi füüsikakursuses. Kuid ei keemia ega füüsika õpikutes, samuti mitte ka nende õppeainete metoodilistes juhendites ei märgita ära vajadust kindlaks määrata õppeainete vahelisi seoseid, mis lubaksid kujundada süvendatud mõisteid, antud juhul elektroni mõistet.

3. Analoogset mittevastavust võib kohata elektrolüüsi probleemi käsitlemisel. Elektrolüüsi mõiste omandavad õpilased esialgselt 9-ndas klassis keemia tundides ning neile antakse siin järgmine definitsioon: "Keemilist reaktsiooni, mis kulgeb elektrivoolu läbijuhtimisel elektrolüüdi lahusest või sulatatud elektrolüüdist nimetatakse elektrolüüsiks" /44/.

Kümnenda klassi füüsika tundides kohtuvad õpilased uuesti elektrolüüsi küsimustega, kuid füüsika õpikus on antud elektrolüüsile juba teistsugune formuleering: "Elektrolüüsiks nimetatakse ainete elektroodidele eraldumise

protsessi, kui elektrolüüti läbib elektrivool" /44/.

Keemia ja füüsika kursusi koordineerivate õppeainete vaheliste seoste puudumise kohta toodud näited viivad järeldusele, et need õppedistsipliinid küll eksisteerivad paralleelselt, kuid ei ole vastastikku küllaldaselt seotud. See on aga vastavate õppeainete õppe-kasvatusliku tähtsuse märgatava vähenemise põhjuseks õppeprogrammis, kuigi potentsiaalselt on keemia ja füüsika kursuste õppe-kasvatuslikud võimalused väga suured. Neid võimalusi võib realiseerida kas õppeplaani või nimetatud distsipliinide struktuuri ja sisu muutmise abil, mis kujutab endast väga keerulist ülesannet ja nõuab kõige ratsionaalsemat lahendust ning kõige efektiivsema didaktilise tee valikut.

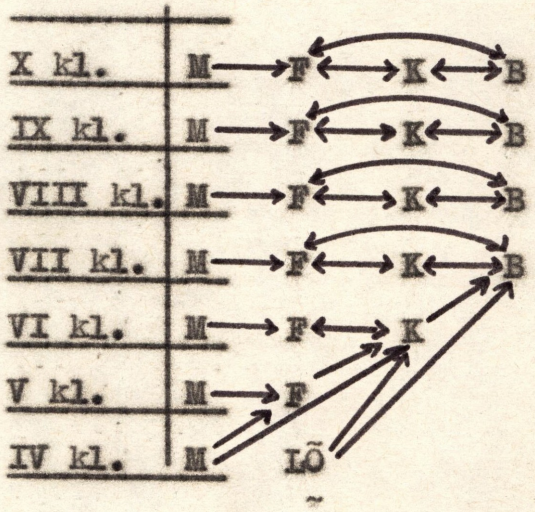
Kui jälgida rangelt loogikat, mille kohaselt teaduse areng toimub lihtsalt keerulisemale, siis tuleks õpilastele õpetada algul kogu füüsika kursus ja siis alles kogu keemia kursus tervikuna. Kuid selline ettepanek pole realiseeritav, kuna ignoreerib täielikult õpilaste psühholoogilisi iseärasusi. Lähtudes õpilaste teaduslik-materialistliku maailmavaate kasvatuse ülesannetest ja tunnetuse psühholoogilistest alustest on vajalik jagada õppedistsipliinid vastavalt neis käsitletavate materiaalia liikumisvormide keerulisusele.

V.N. Fjodorova /43/ juhtimisel korraldati reas Vene Föderatsiooni koolides eksperiment, mis kestis neli aastat ja mis seisnes V, VI ja VII klassis loodusteaduslike distsipliinide õpetamise organiseerimises eksperi-

mentaalsete programmide ja õpikute alusel. Eksperimentaalsel õpetamisel kasutati loodusteaduslike distsipliinide (füüsika, keemia ja bioloogia) koolikursuste järgmist paigutust:

füüsika - V,VI,VII,VIII,IX,X klassid
keemia - VI,VII,VIII,IX,X klassid
bioloogia - VII,VIII,IX,X klassid

Loodusteaduslike distsipliinide selline järgnevus tagab õppeainete vaheliste seoste efektiivsema mõju, soodustades teadmiste omandamist järjest keerulisemaks muutuvatest materia liikumisvormidest. Antud seisukohta konkretiseerib järgmine skeem /44/:



Joonis 5.

M - matemaatika, F - füüsika, K - keemia, B - bioloogia, LÕ - loodusõpetus.

Sellel skeemil on näidatud peamised seosed kõikide loodusteaduslike distsipliinide vahel. Peale selle on väl-

ja toodud ka seosed matemaatikaga, kui füüsika, keemia ja bioloogia tähtsama uurimismeetodiga. Samuti on väljendatud seosed loodusõpetusega, mida õpetatakse IV klassis ja mis kujutab endast õppedistsipliini, milles on sünteesitud neljanda klassi õpilastele jõukohased astronoomia, füüsika, keemia, bioloogia ja ökoloogia elemendid. Antud skeem näitab, kuidas koodusteaduslike distsipliinide vahelised seosed koordineerivad neid terviklikuks, järjekindlalt keerulisemaks muutuvaks süsteemiks, mille kõik lülid on vastastikuses sõltuvuses.

Selle süsteemi esimeses lülis on füüsika õpetamine viiendas klassis. Teda iseloomustavad eelkõige eelnevad ja kaasnevad seosed matemaatikaga. Peale selle ilmnevad eelnevad seosed füüsika ja loodusõpetuse vahel.

Teine lüli - füüsika ja keemia õpetamine kuuendas klassis - kujutab endast nende kahe distsipliini süstemaatilise õppimise algust ja teda iseloomustavad eelnevad, kaasnevad ja perspektiivsed seosed. Need seosed soodustavad viiendas klassis omandatud füüsikaliste mõistete arengut ja tagavad uute keerulisemate mõistete - füüsikaliste ja füüsiko-keemiliste - füüsika tundides ning keemiliste ja keemilis-füüsikaliste - keemia tundides, arengut. Kõikide nende mõistete arengule avaldasid mõju eelnevad ja kaasnevad seosed füüsika ja keemia puhul matemaatikaga.

Kolmas lüli - füüsika, keemia ja bioloogia õpetamine VII,VIII,IX ja X klassis - kujutab endast loodusteaduslike distsipliinide tsüklilist õpetamist toetudes laialt mate-

maatikale ja teda iseloomustab kõigi kolme õppeainete vaheliste kronoloogiliste seoste liigi ilmnemine /44/.

Siinjuures võib tunduda, et õppeainete vaheliste seoste alusel koordineeritud füüsika, keemia ja bioloogia kursuste realiseerimine nõuab täiendavat aega. Selle küsimuse uurimine lubab kinnitada, et nii see pole. Loodusteaduslike distsipliinide jaoks ettenähtud õppetundide arv ei suurene, vaid vastupidi, väheneb ühe tunni võrra /43/.

Vastavalt õpetamise ajabüdžeti kasvamisele aastate kaupa, muutub ka igast õppedistsipliinist pärineva informatsiooni sisu keerulisemaks, aga koos sellega laienevad ka õppeainete vahelised seosed, mis osutavad positiivset mõju teadmiste omandamisele ja õpilaste tunnetuslike võimete arengule.

Enne kui lähemalt iseloomustada keemia ja füüsika vaheliste seoste liikuvust, on vaja näitena vaadelda keemia ja füüsika koolikursuste mõningate tähtsamate õppeainete vaheliste mõistete sisu ja mahtu. Sellisteks mõisteteks on eelkõige mõisted "aine" ja "Väli". Vaatleme nüüd nende mõistete sisu.

Aine on materia esinemisvorm; ta koosneb osakestest, millel on seisumass. Seega mõeldakse ainete all:

1) makroskoopilisi kehi erinevaks agregaatolekuks (kristallid, vedelikud, gaasid);

2) keerulisemaid mikroskoopilisi osakesi (aatomi tuumad, aatomid, molekulid), suuremaid osakesi (molekulide agregaadid

kolloidosakesed);

3) elementaarosakesi (elektronid, positronid, mesonid, prootonid, neutronid jt.).

Osakesed ja makroskoopilised kehad võivad liikuda vahelduva kiirusega ning nad omavad lõpliku arvu vabadusastmeid.

Mateeria teine esinemisvorm on väljad: elektromagnetiline väli, gravitatsiooniväli ja tuumaväli. Väljadel puudub seisumass, kuigi nad omavad energiat ning impulssi. Väljad levivad kindla kiirusega, mis on võrdne valguse levimise kiirusega ning vabadusastmete arv väljade puhul on lõpmata suur.

Mikro-osakeste ja väljade struktuuri uurimine on näidanud, et nende struktuur on ühtne. Neile on omased nii korpuskulaarsed kui ka lainelised omadused, s.t. ned omavad dualistlikku loomust. Järelikult on mateeria ehitus ühtne.

Vaatamata sellele, et aine ja väli kujutavad endast kahte erinevat mateeria vormi, asuvad nad lakkamatus vastastikuses seoses. Mistahes aineline keha on tervikuna püsiv ainult seetõttu, et tema osakesed on seotud välja kaudu ning kujutavad endast osakeste ja väljade kombinatsiooni, mis eksisteerivad ühtsuses. Aine ja välja suhted on dialektilised suhted; nad kujutavad endast vastandite ühtsust.

Vähemtähtis pole ka mõiste,"energia", mille all mõistetakse mateeria erinevate liikumisvormide üldist mõõtu.

Kvalitatiivselt erinevad liikumisvormid võivad üksteiseks üle minnarangelt kindlates kvantitiivsetes suhetes. See fakt lubabki määrata energiat kui mateeria liikumise üldist mõõtu ning väljendada liikumise erinevaid liike järgmise valemiga: $E = mc^2$, milles väljendub massi ja energia vaheline seos.

Energia liigid on väga mitmekesised. Mehhaaniliseks energiaks nimetatakse osakeste või kehade nihkumise ja vastastikuse mõju energiat. Eristatakse kahte mehhaanilise energia liiki: kineetilist (tingitud kehade liikumisest) ja potentsiaalsest (määratud kehade või osakeste vastastikuse mõjuga) energiat. Nimetatud energia liigid võivad teineteiseks üle minna kindlaksmääratud tingimustel.

Siseenergiaks nimetatakse materiaalse objekti koostisesse kuuluvate osakeste liikumise ja vastastikuse mõju energiat. Siseenergia on olekufunktsioon, mille määravad ära sellised näitajad, nagu temperatuur, ruumala jne.

Keemiline energia on samuti siseenergia, kuid ta on seotud aine struktuuriga ja koostisega. Keemilistel muundumistel reaktsiooni alg- ja lõpp-produktide energiate vahe teiste energialiikide näol eraldub või neeldub. Tüüpiliseks näiteks siinkohal on põlemisprotsess.

Elektromagnetiliseks energiaks nimetatakse elektromagnetilise välja energiat.

Tuumaenergia sõltub aatomite ehitusest ja koostisest. Tuumareaktsioonidel eraldub energia tavaliselt tuumade ja elementaarosakeste kineetilise energiana; aga samuti

ka elektromagnetilise energiana (α- ja β-kiired).

Uute nähtuste ja protsesside avastamisega määratakse ka uued energia liigid. Võrdlemisi hiljuti toodi teadusesse aktivatsioonienergia mõiste. Aktivatsioonienergia all mõistetakse reageerivate osakeste väikseimat energiat, mis on vajalik reaktsiooni toimumiseks.

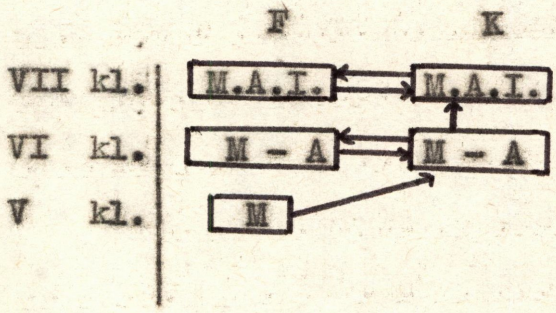
Sideme energia kujutab endast mingisuguseks osakeste süsteemiks seotud osakeste energia ja samade osakeste, kui nad on üksteisest eraldatud lõpmata kaugele, energia vahet. On kindlaks tehtud, et juhul, kui need osakesed on aatomid, mis moodustavad molekuli, on meil tegemist keemilise sideme energiaga. Kui aga osakesed on neutronid ja prootonid, mis moodustavad tuuma, siis ilmneb tuuma sideme energia. Sideme energia on arvuliselt võrdne tööga, mis on vajalik selle või teise osakeste süsteemi lõhkumiseks koostisosakesteks. Mida suurem on sideme energia absoluutväärtus, seda tugevam on side.

Selline on väga lühidalt esitatuna teaduslike mõistete "aine" ja "energia" sisu, mis tuleb avada füüsika ja keemia tundides, järgides mõistete ja teooriate vahelisi seoseid, kuna "aine" ja "energia" on põhilisteks mõisteteks molekulaar-atomistlikus, elektroni- ja kvantteoorias.

Mõiste "energia" sisu, vaatamata tema keerulisusele ja mitmekülgsusele, on õpilastele sama jõukohane, nagu aine mõistegi, kuna tema kujundamine toimub järk-järgult ning ta leiab veenvat faktilist tõestust füüsika ja kee-

mia tundides.

V.N. Fjodorova /44/ toob ära skeemi*, kus on näidatud aine mõiste kujundamine V,VI,VII klassi õpilastel.



F - füüsika
K - keemia
M - aine molekulaarne ehitus
A - aine atomaarne ehitus
I - aine iooniline ehitus

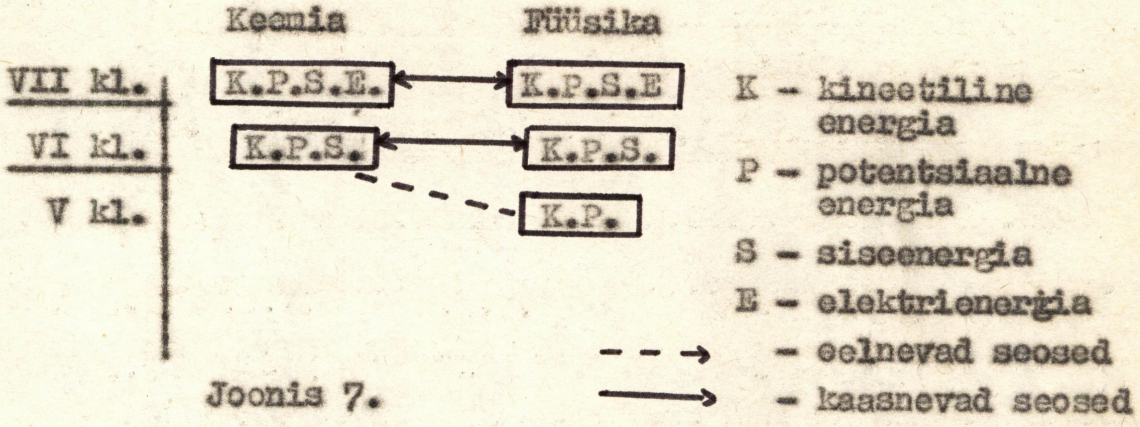
Joonis 6.

Skeemil võib näha kolme etappi. Esimesel etapil (füüsika tunnid viiendas klassis) õpilased omandavad ettekujutuse aine molekulaarsest ehitusest. Järgmisel etapil (füüsika ja keemia tunnid kuuendas klassis) omandavad õpilased ettekujutuse aine molekulaar-aatomilisest ehitusest ning kolmandal etapil (füüsika ja keemia õppimine seitsmendas klassis) aine mõiste sisu rikastub uute andmetega nii füüsika kui ka keemia tundides. Koos sellega õpivad õpilased tundma veel ka aine ioonilist ehitust.

Järgmisel skeemil (vt. joon 7) on näidatud kronoloogilised ja erinevate õppeainete mõistete vahelised seosed, mis tagavad energia mõiste arengu /44/.

---

* Skeem on siin toodud lihtsustatult; vaadeldakse küsimust ainult füüsika ja keemia seisukohalt ning jäetakse välja bioloogia.



Joonis 7.

Toodud skeem näitab, et energia mõiste kujundamise esimesel etapil (füüsika tunnid viiendas klassis) õpilased on tuttavad mehhaanilise energia liikide - kineetilise ja potentsiaalse energiaga. Nad veenduvad nimetatud energialiikide vastastikuses sõltuvuses ja vastastikuses üleminekus. Teisel etapil (füüsika- ja keemia tunnid kuuendas klassis) kineetilise ja potentsiaalse energia mõisted märgatavalt laienevad ja muutuvad sügavamaks. Õpilaste poolt omandatud faktiline materjal lubab õpetajal esitada energia elementaarse määrangu ja sellega edaspidi opereerida füüsika tundides. Kuuendas klassis õpilaste teadmised rikastuvad uue mõistega - "siseenergia" - teema "Soojusnähtused" õppimine füüsika tundides. Keemia tundides siseenergia mõiste laieneb tänu keemilise energia mõiste kasutamisele.

Seitsmenda klassi füüsika tundides õpilasi tutvustatakse elektrinähtustega ja seoses sellega õpivad tundma veel ühte energia liiki, s.o. elektrienergiat. Keemia tundides käsitletakse elektrolüütilise dissotsiatsiooni teooriat ja õpilased kannavad siia üle elektrienergia mõiste,

millega tutvuti füüsika tundides. Füüsika tundides aga samal ajal süvendatakse teadmisi elektrolüütilisest dissotsiatsioonist /44/.

Eksperimendi resultaadid lubaksid tuua veel terve rea analoogseid näiteid, mis annaksid tunnistust õppeainete vaheliste seoste positiivsest mõjust õppeprotsessi efektiivsuse tõstmisele, ent piisab toodud näidetestki, et teha objektiivseid järeldusi õppeainetevaheliste seoste suurest didaktilisest tähtsusest keemia ja füüsika õpetamisel.

Õppeainete vahelised seosed, nii kr monoloogilised kui informatsioonilised, peavad mõjuma ainult seoses üldiste faktide, mõistete ja teooriatega või teisiti öeldes seoses vastavate distsipliinide vastavate jaotuste, teemade ja tundidega. Eksperimentaalsete programmide, eriti aga stabiilseid õpikuid asendavate eksperimentaalsete õppematerjalide koostamisel arvestati seda õppeainete vaheliste seoste omapära. Õppeainete vaheliste seoste järjekindel lülitamine programmide ja õppematerjalide sisusse ei häirinud vastavatesse kursustesse minevate mõistete spetsiifikat, vaid tagas nende mõistete järjekindla avamise.

Õppeainete vahelisi seoseid on tarvis arvestada programmi iga teema käsitlemise plaanis. Näitena võib tuua keemia ja füüsika vaheliste seoste struktuurse plaani teema "Leelismetallid" õpetamine (7.kl.) /44/.

Tabel 1.

Teema "Leelismetallid"

Tunnid	Keemilised mõisted	Keemilis-füüsikalised mõisted	Füüsikalised mõisted
1.Na füüsikalised omadused	-	-	1.Elektrijuhtivus 2.Soojusjuhtivus 3.Tihedus 4.Sulamispunkt.
2.Na keemilised omadused	1.Oksüdatsiooniaste. 2.Oksüdatsiooniastme sõltuvus elektronide arvust, mis võtavad reaktsioonist osa. 3.Na põlemine Cl_2-s. 4.Na reageerimine veega.	-	1.Aatomi ehitus 2.Prootonid 3.Neutronid 4.Elektronid 5.Sulatatud NaCl elektrijuhtivus. 6.Ioonid.
3.Na aatomi ehitus. Ioonivõre	-	Naatriumi aatomi ehitus.	Ioonivõre.
4.NaOH, tema koostis ja omadused	1.NaOH molekulide koostis lahuses. 2.NaOH molekulide dissotsiatsioon lahuses. 3.Elektrolüütide vahel toimuvate keemiliste reaktsioonide olemus. 4.Reaktsiooni ioonvõrrandid.	1.NaOH elektrolüüs. 2.Kristallvõre ehitus; katioonid ja anioonid. 3.Elektrolüüdid.	-
5.NaOH saamine ja kasutamine.	1.Aatomi ehituse mõju keemilise reaktsiooni käigule. 2.Ioonide aatomiteks ühinemise kerguse sõltuvus aatomi ehitusest.	-	1.Elektrolüüs. 2.Ioonide suunatud liikumine.
6.K, tema aatomi ehitus ja omadused.	1.Suäam 2.Kaaliumi keemil.reakts.-d. 3.Oksüdatsiooni aste. 4.K keemiline aktiivsus.	1.Keemilise aktiivsuse sõltuvus väliste elektronide sideme tugevusest tuumaga.	1.Sulamine 2. K aatomi ehitus.
7.KOH	1.KOH omadused 2.Alused - elektrolüüdid. 3.Aluste toime indikaatoritele. 4.Hüdroksiid-ioonide omadused.	-	-
8.K ühendite kasutamine	1.K looduslik ühend - sülviniit 2.Mineraalväetised - kaaliumi soolad (potas, KCl)	-	-
9.Leelismetallide rühm	1.Leelismetallide aatomite ehituse sarnasus - nende keemiliste omaduste sarnasuse põhjus. 2.Leelismetallide aatomi ehituse erinevused - nende erinevaste omaduste põhjus.	-	-

1.3. Näiteid mõningate keemia küsimuste seostamisest füüsika küsimustega.

Paljusid keemia kursuses käsitletavaid küsimusi mõistavad õpilased sügavamalt ning omandavad kergemini juhul, kui nende küsimuste esitamisel toetutakse õpilaste teadmistele teistest õppeainetest. Õppeainete õppimise protsessis erinevate teadusharude vahelise seose avamine tagab teaduste kasutamise oskuse arengu /21/.

Keemiat hakkavad õpilased õppima seitsmendas klassis. Selleks ajaks on õpilastel juba mõningad ettekujutused ainest, tema omadustest ja füüsikalistest nähtustest, mis on saadud kuuenda klassi füüsika kursusest.* Kahjuks on aga õpikutes sageli ühed ja samad mõisted formuleeritud erinevalt, mis põhjustab õpilastel väärade arusaamade tekkimist. Selle vältimiseks peavad füüsika ja keemia õpetajad teostama õpetamist kooskõlastatult.

Asudes seitsmendas klassis keemia õpetamisele on õpetajal hädavajalik teada, millistele õpilaste poolt füüsika kursuses õpitud küsimustele ta võib toetuda oma aine ühe või teise teema esitamisel. Järgnevalt toodud tabelis (vt. tabel 2) võrreldakse üldisi küsimusi, mida õpitakse keemia ja füüsika kursustes seitsmendas klassis (1969/70.a. programmide järgi) /32/.

---

* Näidete toomisel on lähtutud Vene Föderatsioonis kehtivatest õppeplaanidest ja programmidest.

Tabel 2.

Küsimused, mida õpitakse keemia kursuses	Küsimused, mida õpitakse füüsika kursuses.
Ained, ainete omadused	Füüsikalised kehad.
Füüsikalised ja keemilised nähtused.	Füüsikalised nähtused.
Euro- ja endotermilised reaktsioonid.	Kalor, kilokalor.
Molekulid ja aatomid.	Molekulid ja aatomid. Molekulide liikumine, külgetõmme.
Aatommass.	Massi mõiste. Keha kaal.
Molekulaar-atomistlik teooria.	Molekulaar-kineetilised ettekujutused aine ehitusest.
Molekulmass.	Molekuli mass.

Järgmistes klassides keemia ja füüsika vahelised seosed järjest laienevad, mis võimaldab ka nende ulatuslikumat realiseerimist /32/.

V.F. Zabara /23/ juhib tähelepanu selliste tähtsate mõistete nagu "mass" ja "keha kaal" õppimisele füüsika tundides. Tihtipeale kipuvad õpilased neid mõisteid samastama. Sellest hoidumiseks tuleks massi ja kaalu mõistetele tähelepanu pöörata ka keemia tundides vastavate küsimuste "Massi jäävuse seadus" ja "arvutused keemiliste reaktsioonide võrrandite järgi" käsitlemisel. Siinkohal peaks õpilastele meenutama, et füüsikas on kindlaks määratud erinevad massi- ja kaaluühikud:

g, kg, - massi mõõtmisel ning G, kG - kui räägitakse kaalust. Eriti tähtis koht antud mõistete kujundamisel on näidetel ja ülesannete lahendamisel.

J.J. Mintšenkov /34/ toob ära terve rea küsimusi ja ülesandeid, mida ta soovitab kasutada üheksandas klassis füüsika tundides Avogadro seaduse käsitlemisel. Kuna kaheksandas klassis keemia tundides õpilased on juba tutvunud Avogadro seadusega, Avogadro arvuga, gramm-aatomi, gramm-molekuli mõistetega ning samuti ka molekulmassi ja aatommassi leidmisega, siis saab üheksanda klassi vastava füüsika tunni üles ehitada kordava tunnina. J.J. Mintšenkov /34/ soovitab seejuures kasutada järgmisi küsimusi ja ülesandeid:

1. Määrata järgmiste ainete molekulmassid: CO_2, CH_4, O_2.
2. Mida nimetatakse aine kilomooliks?
3. Kas saab kaalude abil kaaluda ühte molekuli SO_2?
4. Kas võib kaalude abil kaaluda 0,001 kilomooli SO_2?
5. Millise ruumala võtab enda alla a) 1 kilomool N_2, b) 1 kilomool CH_3?
6. Kuidas muutub gaasi ruumala a) temperatuuri, b) rõhu muutumisel?
7. Milline arv molekule sisaldub ühes kilomoolis mistahes aines?
8. Leida molekulide arv ühes kuupsentimeetris NH_3-s normaalsetel tingimustel.

Kordava tunnina organiseeritud füüsika tund ei võimalda mitte ainult aega kokku hoida, vaid ta soodustab ka vastavate keemiliste mõistete süvendamist.

On täiesti ilmne, et paljud looduse nähtused võivad olla täielikult mõistetavad ainult siis, kui neid avatakse kahe teaduse raamides: füüsika ja keemia koolikursustes. See puudutab eelkõige küsimuste ringi, mis on seotud teemaga "keemia ja elektrivool". Samuti pole vajadust rääkida teema "Aatomi ehitus" tähtsusest terve rea keemiliste mõistete avamisel. On iseenesest selge, et nimetatud teemasid ei saagi keemia tundides avada ilma õpilaste teadmisteta füüsikast /24,30/.

Üldiselt on levinud arvamus, mille kohaselt peetakse füüsikaga enamseotuks anorgaanilist keemiat; orgaanilist keemiat aga rohkem bioloogiaga. Kuid tegelikult ainult füüsika annab võimaluse täielikult mõista orgaanilise keemia kursuses vaadeldavate nähtuste olemust. Orgaanilise keemia õppimisel arenevad õpilastel arusaamad aine ehituse teooriast ning ainete vastastikusest keemilisest toimest. Vaatleme nüüd, milliste füüsika-alaste teadmiste poole on vajalik pöörduda nimetatud teadmiste kujundamisel. Vastavad mõisted on esitatud tabeli kujul /36/.

Tabel 3.

Keemiline mõiste.	Temaga seotud mõiste füüsikast.
1) Aine ehituse teooria mõisted.	
Orgaaniliste ainete molekuli koostis.	Molekul. Ioonivõre. Molekulivõre.
Valents. Keemiline side. Iooniline ja kovalentne side.	Aatomi ehitus. Elektroni mõiste.
Keemilise sideme energia. Ainete Moodustumissoojused.	Kalori mõiste.
Polaarne kovalentne side.	Dielektriku molekuli polarisatsioon elektriväljas.
Ainete füüsikalised omadused.	Keemispunkt, sulamispunkt, tihedus, murdumisnäitaja. Nende määramismeetodid.
Makromolekulid.	Molekulide vaheline vastastikune mõju ja molekulide orientatsioon.
Vesinikside. Molekulide assotsiatsioonid.	Erinimeliselt laetud kehade elektrostaatiline tõmbumine.
2) Keemilise reaktsiooni õppimisel esinevad mõisted.	
Reaktsiooni soojusefekt.	Ainete põlemissoojuste määramine.
Keemiline energia.	Energia jäävuse seadus.

Tabel 3 järg.

Keemiline mõiste	Temaga seotud mõiste füüsikast.
Reaktsiooni toimumise ja kulgemise tingimused.	Molekulide liikumiskiiruse sõltuvus temperatuurist.
Fotokeemiline reaktsioon.	Valguse keemiline toime.
Mõnede reaktsioonimehhanismide uurimise meetodid.	"Märgitud aatomite" meetodi kasutamine.

Materjali valikul füüsikast tuleb juhinduda järgmisest: antud materjal peab olema tihedalt seotud mõistetega "aine ehitus" ja "keemiline toime" ning kuuluma kursuse süsteemi, laiendades õpilaste teoreetilist ettevalmistust.

Keemia ja füüsika vahelist seost tuleb realiseerida ka praktiliste tööde läbiviimisel ning arvutus- ja eksperimentaalsete ülesannete lahendamisel. (keemia ülesandeid täiendatakse materjaliga füüsikast) /36/.

Keemia ja füüsika vahelise seose realiseerimine klassivälises töös peatub V.I. Levašov /26/, kes soovitab organiseerida koolides nn. füüsiko-keemilised ringid, kus vaadeldakse nähtusi nii keemia kui ka füüsika vaatepunktist. On selge, et selline füüsikalis-keemiline lähenemine antud küsimuste valgustamisele on äärmiselt tähtis polütehnilise hariduse seisukohalt.

Keemia õpetamine tihedas seoses füüsikaga annab võimaluse palju huvitavamalt üles ehitada tunde, ratsionaalsemalt kasutada aega ning tõmmata õpilasi kaasa aktiivselt õppeprotsessist osa võtma. Antud õppeaine naaberdistsipliinidega seostatud õpetamise korral omandavad õpilased teadmisi teadlikult, see aga tagab teadmiste püsivuse /21,45/.

2. Keemia ja füüsika kursustes vastastikku seotud teemade ja küsimuste ülevaade ja analüüs.

Analüüsides praegu kehtivaid füüsika ja keemia õppeprogramme (1971/72. õppeaastaks) /1,2,/ ning õpikuid /3,4,5,6,7,8,9,10/, võib eraldada need keemia kursuses õpitavad küsimused, mis on otseselt seotud füüsikaga. Ühelt poolt vaadeldakse neid füüsika küsimusi, mis on aluseks vastavate keemia kursuse küsimustele, teiselt poolt aga neid füüsika kursuse küsimusi, mille esitamisel lähtutakse vastavatest keemia tundides omandatud teadmistest.

Parema ülevaate saamiseks on keemia ja füüsika kursustes vastastikku seotud teemad ja küsimused kantud tabelisse (vt. tabel 4).

Tabeli koostamisel on lähtutud keemia ja füüsika kõige üldisematest ja kõige otsesemalt seotud teemade ja küsimuste vaatlemisest. Toodud tabel ei väljenda kaugeltki kõiki vastavate õppeainete vaheliste seoste kasu-

Tabel 4.

Keemia ja füüsika kursustes (7.-11. kl.) vastastikku seotud teemad ja küsimused.

Füüsika küsimused, millele toetutakse keemias vastava materjali esitamisel					Keemia kursuse füüsikaga seotud küsimused					Füüsika küsimused, mille esitamisel toetutakse õpilaste keemiast pärinevatele teadmistele.				
Teema	Klass	käsitlemise aeg (veerand)	Antud teema küsimused	Kirjandus (§, lk.)	Teema	klass	Käsitlemise aeg (veerand)	Antud teema küsimused	Kirjandus (§ lk.)	Teema	Klass	Käsitlemise aeg (veerand)	Antud teema küsimused	Kirjandus (§, lk.)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Sissejuhatus	7 kl.	I v.	1. Mõned füüsikalised algmõisted	§ 2, lk. 4	Keemia üldmõisted	7 kl.	I v.	1. Ained 2. Ainetega toimuvad muudatused 3. Molekulaar-aatomistlik teooria	§2, lk.5 §3, lk.6 § 8, lk. 17					
Algteadmisi aine ehitusest	7 kl.	I v.	1. Kehade sisseehitus 2. Molekulide liikumine 3. Difusioon gaasides, vedelikes ja tahketes kehades	§8, lk.13 § 10, lk.17 § 11, lk. 18						Algteadmisi aine ehitusest	7 kl.	I v.	1. Erinevused tahkete kehade, vedelike ja gaaside molekulaarses ehituses	§15, lk. 24.
										Liikumine ja jõud	7 kl.	I v.	1. Molekulidevahelised mõjujõud	§ 56, lk.84
										Aine agregaatolekute muutumine	8 kl.	I v.	1. Sulamine ja tahkestumine aine ehituse molekulaar-aatomistliku teooria seisukohalt	§ 10, lk.17
										Molekulaarfüüsika ja soojus	10 kl.	I v.	Molekulaar-kineetilise teooria areng	§ 138, lk. 236
					4. Aatomi mass ja aatom-mass				§9 lk.20					
					5. Aine massi jäävuse seadus				§ 17 lk.41	Liikumine ja jõud	7 kl.	I v.	1. Kehade vastastikune mõju	§23, lk.36
					6. Molekulmass				§15, lk.36					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
													2.Keha mass 3.Massiühikud, massi mõõtmine 4.Molekulide mass	§24,lk.37 §25,lk.39 §26,lk.40
Algteadmisi aine ehitusest	7 kl.	I v.	1.Aine 3 olekut 2.Erinevused tahkete kehade,vedelike ja gaaside molekulaarses ehituses 3.Difusioon	§ 14 lk.21 § 15, lk.24 §11, lk.18.	Vesi,alused,7 kl.		IV v.	1.Ainete lahustumine vees	§ 3,lk. 129					
					Gramm-aatom ja gramm-molekul	8.kl.	I v.	1.Gramm-aatom 2.Gramm-molekul	§ 1,lk.3 § 2,lk.7	Aine ehituse molekulaarkineetilise teooria alused	10 kl.	I v.	1.Avogadroarv, molekulide arv aine ruumalaühikus.	§ 143 lk. 242
Töö ja võimsus. Energia.	7 kl.	IV v.	1.Mehhaaniline energia	§ 108 lk.169	Anorgaani-liste ainete põhiklassid	8.kl.	II v.	1.Termokeemia põhimõisted	§ 6,lk. 74	Elektrilaengud ja elektrivool	10 kl.	III v.	1.Vooluallikad	§53,lk.79
Soojusülekanne ja töö	8.kl.	I v.	1.Siseenergia 2.Energia jäävuse ja muundumise seadus	§3,lk. 6 §16,lk. 28										
Aatomi ehitus	8 kl.	II v.	1.Joffe ja Millicani katse 2.Rutherfordi katse 3.Aatomi ehitus	§47,lk. 68 §48,lk. 70 §49,lk. 73	D.Mendelejevi perioodilisusseadus ja elementide perioodilisuse süsteem	8.kl.	II v.	1.Keemiliste elementide perioodilisusseadus ja perioodilisuse süsteem aatomi ehituse valgusel 2.Isotoobid 3.Keemiline side.Valents	§4,lk. 95 §7,lk. 117 § 5,lk. 101	Aatomi ehitus	11 kl.	III v.	1.Osakeste uurimise eksperimentaalsed meetodid. 2.Aatomiteooria areng 3.Aatomi tuumade ehitus. 4.Isotoobid	§ 194, lk.301 § 196,lk. 307 § 201,lk. 314 § 197, lk.308.

Tabel 4 järg.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Aine agregaat-olekute muutumine	8.kl.	I v.	1.Kristallilised kehad	§19, lk.23						Tahkete kehade omadused.	10. kl.	I v.	1.Kristallilised ja amorfsed kehad	§ 176, lk.292
Aatomi ehitus	8 kl.	II v.	1.Aatomi ehitus 2.Kahte liiki laengud, laetud kehade vastikune mõju	§ 49, lk.73 § 43, lk.62						Pooljuhtide elektrilised omadused	10. kl.	IV v.	1.Pooljuhtide lisand-juhtivus	§ 3, lk.329
Liikumine ja jõud	7 kl.	I v.	1.Aine tihedus	§ 27, lk.40	Arvutusi gaasiliste ainetega	9.kl.	I v.	1.Gaasi gramm-molekuli ruumala. 2.Avogadro seadus	§1, lk. 3 §2, lk.5	Aine ehituse molekulaarkineetilised alused	10. kl.	I v.	1.Molekulide arv aine ruumala ühikus, Avogadro arv	§ 143, lk. 242
Elekter. Aatomi ehitus.	8 kl.	II v.	1.Aatomi ehitus, ioonid. 2.Kahte liiki laengud.	§ 49, lk.73. § 43, lk.62.	Elektrolüütilise dissotsiatsiooni teooria	9.kl.	II v.	1.Elektrolüütiline dissotsiatsioom.	§ 1, lk.50					
Voolutugevus, pinge ja takistus.	8.kl.	II v.	1.Elektrivool 2.Elektrivool elektrolüütides. 3.Galvaani elemendid ja akumulaatorid.	§ 52, lk.78 § 57, lk.85. § 54, lk.80.				2.Elektrolüüdid ja mitteelektrolüüdid.	§ 1, lk.50	Alalisvool.	10.kl.	IV v.	1.Elektrivoolu olemus elektrolüütides.	§ 31, lk. 46.
								3.Lahuste ja sulatatud soolade elektrolüüs.	§ 10, lk.84.				2.Elektrolüüs, Faraday seadused	§ 59, lk. 95.
													3.Näiteid elektrolüüsi kasutamisest tehnikas.	§ 63, lk. 101.
										Elektrilaengud ja elektrivool.	10.kl.	III v.	1.Vooluallikad	§ 53, lk. 79.
Elekter. Aatomi ehitus.	8.kl.	II v.	1.Aatomi ehitus.	§ 49, lk. 73.				4.Ühendite omaduste sõltuvus aatomi ehitusest.	§ 9, lk. 81.					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Soojusülekanne ja töö.	8.kl.	I v.	1.Kütuse energia, kütteväärtus.	§ 15, lk.27	Süsinik ja räni.	9.kl.	IV v.	1.Tähtsamad kütused.	§ 4, lk. 159.					
Aine agregaatolekute muutus.	8.kl.	I v.	1.Kristallilised kehad.	§ 19, lk. 33	Metallid.	10.kl.	I v.	1.Metallide üldised omadused.	§ 1, lk. 181	Tahkete kehade omadused.	10.kl.	I v.	1.Kristallilised ja amorfsed kehad.	§ 176, lk.292
										Alalisvool.	10. kl.	III v.	1.Elektrivool metallides.	§ 28, lk.43.
								2.Metallide füüsikasised omadused.	§ 1,	Tahkete kehade omadused.	10. kl.	I v.	1.Metallide omadused 2.Metallide omaduste tähtsus nende töötlemine ja kasutamine. 3.Metallide omaduste ja struktuuri muutumine nende mehhaanilisel ja termilisel töötlemisel.	§180, lk.301 § 181, lk.305. § 1, lk.367.
			2.Kristalliliste kehade sulamine ja tahkestumine.	§ 21, lk.35				3.Sulamid.	§5,lk. 193.	Aine agregaatolekute muutumine.	10.	I v.		
			3.Sulamine ja tahkestumine aine ehituse molekulaarteooria seisukohalt.	§ 24, lk.38									1.Sulamid ja nende kasutamine tehnikas.	§186, lk.314
Elekter. Aatomi ehitus.	8.kl.	II v.	1.Aatomi ehitus.	§ 49, lk.73	Orgaanilise ühendite struktuuriteoorias.	10. kl.	III v.	1.Elektrooniline teooria ja orgaaniliste ühendite struktuur	§ 14, lk. 12.	Aatomi ehitus	11. kl.	III v.	1.Aatomi ehitus.	§159, lk.304
Elektrilaengud ja elektriväli.	10. kl.	II v.	1.Elektroniteooria.	§ 7, lk.12.				2.Aatomi ergastatud olek.	§4, lk.12.				2.Aatomiteooria areng.Elektromagnetiliste lainete neelamine ja kiirgamine aatomite poolt.	§196. lk.307
Tahke keha omadused	10. kl.	I v.	1.Algteadmisi polümeeride füüsikalistest omadustest.	§ 3, lk.370	Küllastumata süsivesi-	10.	IV v.	1.Üldmõisteid kõrgmolekulaarsetest ainetest.	§ 3, lk.51.					
			2.Polümeeride kasutamine.	§ 3, lk.370										

tamise võimalusi. Kõikide võimaluste väljatoomine eeldab iga keemia ja füüsika kursustes õpitava fakti, mõiste ja teooria avamise igakülgset ja üksikasjalikku analüüsi. Käesoleva töö ülesandeks on aga anda keemia ja füüsika kursuste seostamise võimaluste ülevaade kõige üldisemates joontes.

Nii keemiat kui ka füüsikat hakkavad õpilased Eesti NSV-s õppima seitsmandas klassis, mistõttu põhiline osa on siin kaasnevatel seostel. Esimese teemana seitsmenda klassi keemia kursuses käsitletakse teemat "Keemia üldmõisted", mille õpetamise käigus õpilased esmajärjekorras saavad ettekujutluse ainetest ja ainetega toimuvatest muutustest (füüsikalised ja keemilised nähtused) /3/. Selleks ajaks on õpilased samade mõistetega (keha, aine, nähtus) tutvunud füüsika tundides, mistõttu keemia õpetaja võib arvestada õpilaste juba olemasolevate elementaarsete teadmistega ainetest ja nähtustest /9/. Füüsika kursuse teemas "Algteadmisi aine ehitusest" tutvustatakse õpilasi küsimustega ainete siseehitusest, molekulide liikumisest ja difusiooni nähtustest, mis on aluseks keemia tundides molekulaar-atomistliku teooria õppimise juurde asumisel. Kuna füüsika ja keemia õpikutes /3,9/ defineeritakse molekuli erinevalt, siis siinjuures peaksid õpetajad õpilaste väärade arusaamiste tekkimise ärahoidmiseks juhtima õpilaste tähelepanu sellele, et füüsika ja keemia vaatlevad ühtesid ja samu objekte (nähtusi) eri-

nevatest vaatepunktidest.

Edaspidi süvenevad õpilaste ettekujutlused molekulidest ja aatomitest füüsika kursuses küsimuste "Erinevused tahkete kehade, vedelike ja gaaside molekulaarses ehituses" ja "Molekulide vahelised mõjujõud" õppimisel.

Molekulaar-atomistliku teooria õppimisel ilmnevad peale kaasnevate seoste ka perspektiivsed seosed füüsikaga, küsimuste,"Sulamine ja tahkestumine aine ehituse molekulaar-atomistliku teooria seisukohalt" (8 kl.) ja "Molekulaar-kineetilise teooria areng" (10 kl.) puhul.

Aine massi jäävuse seaduse õppimine ning aatommassi ja molekulmassi mõistete kujundamine keemia tundides vastavalt õppematerjali paigutusele õpikutes eelneb massi ühikute ning massi mõõtmise moodustega tutvumisele füüsika tundides. Siin ilmneb vasturääkivus: massi jäävuse seadusest räägitakse enne massi mõiste kujundamist. Loogiliselt oleks õige keemia ning füüsika kursuste vastavate teemade õppimise vastupidine järjekord.

Neljandal veerandil tutvuvad seitsmenda klassi õpilased keemia tundides lahuste ning lahustumise protsessiga. Selle juures on tähtis osa eelnevatel seostel füüsikaga, kuna esimesel veerandil on õpilased füüsika kursuses juba omandanud ettekujutuse aine olekutest, erinevustest tahkete kehade, vedelike ja gaaside molekulaarses ehituses ning difusioonist.

Tähtsaks mõisteks, mille kujundamine algab seitsmendas klassis, on energia mõiste.

Kõigepealt tutvuvad õpilased mehhaanilise energia mõistega ning selle liikidega: kineetilise ja potentsiaalse energia (seitsmenda klassi füüsika kursus, I veerand). Järgmisel etapil (kaheksanda klassi füüsika kursus, I veerand) rikastub energia mõiste siseenergia mõistega ning kolmanda etapina võib esile tõsta keemilise energia mõiste kujundamisest (kaheksanda klassi keemiakursus, II õppeveerand). Kuid sellega pole veel energia mõiste ammendatud; tema kujundamine jätkub vanemates klassides valgusenergia ja tuumaenergia mõistete avamisega. Nagu selgub, on energia mõiste kujundamisel oluline tähtsus kõikidel kronoloogiliste seoste liikidel: eelnevatel, kaasnevatel ja ka perspektiivsetel.

Vaieldamatult kõige tihedamini on põimunud füüsika ja keemiakursuste vastavad teemad "Aatomi ehitus" ja "D. Mendelejevi perioodilisusseadus ja elementide perioodilisuse süsteem", mida õpitakse kaheksandas klassis /4,10/. Kaheksanda klassi füüsika tundides omandavad õpilased ettekujutluse elektronist, kui väikseima negatiivse laenguga osakesest, tutvuvad planetaarse aatomimudeliga ning saavad elementaarse ettekujutuse aatomi ehitusest. Õpilastele selgitatakse, et keemilise elemendi peamiseks iseloomustajaks pole mitte elektronide arv, vaid tuuma laeng. Kõik need teadmised on suurepäraseks baasiks keemiliste elementide perioodilisusseaduse ja perioodilisuse süsteemi õppimiseks aatomi ehituse valgusel. Teadmised aatomi ehitusest süvenevad edaspidi üheteistkümnen-

das klassis teema "Aatomi ehitus" (Osakeste uurimise eksperimentaalsed meetodid; aatomiteooria areng) õppimisel füüsika tundides /7/.

Keemia kursuse teemade "Gramm-aatom ja gramm-molekul" (kaheksandas klassis /4/ ja "Arvutusi gaasiliste ainetega " (üheksandas klassis) /5/ õppimine lubab kindlaks määrata perspektiivsed seosed kümnenda klassi füüsika kursusega teema "Aine ehituse molekulaar-kineetilise teooria alused" osas /8/.

Asudes üheksandas klassis /5/ elektrolüütilise dissotsiatsiooni teooria õpetamisele, saab keemia õpetaja tugineda õpilaste kaheksandas klassis füüsika kursuses omandatud teadmistele, kuna õpilased on nimetatud füüsika kursust juba tuttavad iooni mõistega ning laetud kehade vastastikuse mõju nähtustega /10/. Elektrolüütilise dissotsiatsiooni teooria õppimisel kujundatakse õpilastel teadmised elektrolüütidest ja mitteelektrolüütidest ning elektrolüüsi nähtustest. Siinjuures saab kasutada eelnevaid seoseid kaheksanda klassi füüsika kursusega, mille raamides õpilased on juba tuttavad elektrivoolu olemusega elektrolüütides ning galvaanielementide ja akumulaatorite töö põhimõtetega /10/. Samal ajal on suur tähtsus ka perspektiivsetel seostel kümnenda klassi füüsika kursusega, mille raamides õpilasi tutvustatakse põhjalikumalt elektrivoolu olemusega elektrolüütides, elektrolüüsi nähtustega ning elektrolüüsi praktiliste rakendustega /7/.

Tihedalt põimuvad keemia ja füüsika kursused ka selliste teemade nagu "Metallid"(keemias) ja "Tahkete kehade omadused" ning "Aine agregaatolekute muutumine" (füüsikas) õppimisel. Elementaarse ettekujutuse kristallilistе kehade ehitusest omandavad õpilased kaheksandas klassis füüsika tundides /10/; kaheksanda klassi keemia kursuses käsitletakse kristallivõresid veidi hiljem/4/. Samuti tutvuvad nad elektrivoolu olemusega metallides.Kümnendas klassis keemia kursuses /5/ metallide kristallivõrede selgitamisel võib seetõttu tugineda õpilaste eelnevatele teadmistele. Metallide omadustel, nende töötlemise ja kasutamise võimalustel peatutakse ka kümnenda klassi füüsika kursuses /8/, mistõttu siin ilmnevad kaasnevad s seosed keemiaga.

Täiesti analoogiliselt väljenduvad keemia ja füüsika vahelised seosed ka sulamite õppimisel:

Füüsika, 8kl.	→ eelnevad seosed →	Keemia, 10.kl.	→ kaasnevad seosed →	Füüsika, 10. kl.
↓		↓		↓
Sulamid ja nende kasutamine tehnikas.		Sulamid. (Mõiste, omadused, tähtsamad sulamid)		Sulamid ja nende kasutamine.

Kolmandal õppeveerandil hakkavad kümnenda klassi õpilased keemia tundides õppima orgaaniliste ühendite struktuuriteooriat, mille esitamisel õpetaja võib toetuda õpilaste poolt kaheksandas klassis füüsika kursuse raamides õpitud teemale "Aatomi ehitus". Samal ajal eksisteerivad ka

perspektiivsed seosed füüsikaga, teema "Aatomi ehitus" osas, mida õpitakse üheteistkümnenda klassi füüsika kursuses kolmandal veerandil /7/.

Neljandal veerandil õpitakse kümnenda klassi keemia tundides küsimust "Üldmõisteid kõrgmolekulaarsetest ainetest", mille õppimise käigus õpilased tutvuvad kõrgmolekulaarsete ainete struktuuriga ja omadustega. Füüsika kursuses õpitakse kõrgmolekulaarsete ainete füüsikalisi omadusi ning kasutamist samas klassis, kuid juba esimesel õppe veerandil /8/. Antud küsimuste selline paigutus pole kõige otstarbekam, kuna vaadeldud juhul polümeeride füüsikaliste omaduste ning kasutamisega tutvustamine toimub enne, kui õpilased on omandanud ettekujutluse polümeeride struktuurist.

Programmide ja õpikute analüüs näitab, et keemia ja füüsika kursustes sisalduv õppematerjal on omavahel tihedalt seotud. Samuti selgub, et materjali paigutus annab võimaluse realiseerida keemia ja füüsika vahelisi seoseid. Seetõttu sõltub realiseerimise edukus eeskätt keemia ja füüsika õpetajate tööst; sellest, kui põhjalikult õpetajad tunnevad naaberdistsipliini programmi ning kui järjekindlalt nad kasutavad keemia ja füüsika kursuste seostamise potentsiaalseid võimalusi.

3. Keemia ja füüsika vaheliste seoste mudel ja selle ajaline analüüs.

Lähtudes tabelist 4, saab koostada keemia ja füüsika vaheliste seoste mudeli (vt. lk. 66). Mudel koosneb kahest osast. Esimeses osas vaadeldakse keemia ja füüsika vahelist seost selliste küsimuste osas, mida õpitakse esmalt füüsika kursuses ning seejärel kasutatakse saadud teadmisi keemia kursuse vastavate küsimuste käsitlemisel. Mudeli teises osas on toodud sellised küsimused, mille õppimine toimub esmalt keemia tundides ning seejärel kanduvad keemia tundides omandatud teadmised füüsika kursuse vastavate küsimuste õpetamist.

Ülevaate saamiseks keemia ja füüsika kursuste vastastikku seotud küsimuste õppimise ajalisest paigutusest, korraldati Tartu 5. Keskkoolis ja Nõo Keskkoolis klassipäevikute (7.-11.kl.) analüüs, mille tulemused on kantud tabelisse (vt. tabel 5). Analüüsikx tulemused võimaldavad kindlaks määrata intervallid, mille võrra erinevad füüsika ja keemia vastastikku seotud küsimuste õppimise ajad. Leitud intevallid on kantud mudelile, kusjuures mudeli noolte kohal asuvad ajavahemikud iseloomustavad Tartu 5. Keskkooli klassipäevikute analüüsi tulemusi ning noolte alla on kantud Nõo Keskkooli klassipäevikute analüüsi andmetest leitud ajavahemikud.

Võrreldes erinevaid ajavahemikke selgub, et nad kõiguvad laiades piirides: ühest päevast kuni kolme aastani.

Keemia ja füüsika vaheliste seoste mudel.

I

Füüsika		Keemia
keha	SAMA PÄEV / 1 PÄEV	ained
nähtused	5 PÄEVA / 4 PÄEVA	keemiline ja füüsikaline nähtus
molekul	6 PÄEVA / 7 PÄEVA	molekulaar-atomistlik teooria
aatom	6 PÄEVA / 7 PÄEVA	
molekulide liikumine	5 PÄEVA / 4 PÄEVA	
difusioon	7 KUUD / 8 KUUD	lahustumisprotsess
mehaaniline energia	1 AASTA 3 KUUD / 1 AASTA 5 KUUD	keemiline energia
Siseenergia	5 KUUD / 5 KUUD	
energia jäävuse ja muundumise seadus	4 KUUD / 4 KUUD	
elektron	3 KUUD / 3 KUUD	Elektronikaar
	3 KUUD / 2,5 KUUD	elektronkate
planetaarne aatomimudel	3 KUUD / 2,5 KUUD	elektronkihid
tuuma laeng	3 KUUD / 2,5 KUUD	aatomi koostisosad (neutron, prooton)
prooton, neutron	3 KUUD / 2,5 KUUD	iooniline side
ioonid	3 KUUD / 3 KUUD	ioonivõre
aine tihedus	2 AASTA / 2 AASTA	gaaside gramm-molekuli ruumala
laetud kehade vastastikune mõju	11 KUUD / 1 AASTA	elektrolüütiline dissotsiatsioon
elektrivool	1 AASTA / 13 KUUD	lahuste ja sulatatud soolade elektrolüüs
elektrivool elektrolüütides	1 AASTA / 13 KUUD	
küttevääртus	2,5 AASTAT / 2,5 AASTAT	kütused
kristallilised kehad	2 AASTAT / 2 AASTAT	metallide kristallivõre ehitus; metalliline side
	2 AASTAT / 2 AASTAT	metallide füüsikalised omadused
Sulamine aine molekulaarteooria seisukohalt	2 AASTAT / 2 AASTAT	
sulamite kasutamine	2 AASTAT / 2 AASTAT	sulamid
elektroniteooria	1,5 KUUD / 12 PÄEVA	elektroniline teooria ja orgaaniliste ühendite struktuur
kõrgmolekulaarsete ühendite omadused	4 KUUD / 4,5 KUUD	kõrgmolekulaarsete ühendite struktuur
kõrgmolekulaarsete ühendite kasutamine	4 KUUD / 4,5 KUUD	

II

Keemia		Füüsika
molekulaar-atomistlik teooria	7 PÄEVA / 5 PÄEVA	Erinevused tahkete kehade, vedelike ja gaaside molekulaarses ehituses
	13 KUUD / 13 KUUD	Sulamine ja tahkestumine aine ehituse molekulaar-atomistliku teooria seisukohalt
	4 KUUD / 3 KUUD	molekulide vahelised mõjujõud
	2,5 AASTAT / 2,5 AASTAT	molekulaar-kineetilise teooria areng
aatom-mass	2 KUUD / 2,5 KUUD	keha mass, massiühikud
molekulmass	1 KUUD / 2 KUUD	molekulide mass
aine massi jäävuse seadus	2 KUUD	
lahustumis-protsess	6 KUUD / 5,5 KUUD	aine agregaatolekud
gramm-aatom gramm-molekul	1 AASTA / 11 KUUD	Avogadro arv; molekulide arv aine ruumala ühikus
Avogadro seadus	1 AASTA / 11 KUUD	
keemiline energia	2 AASTAT / 2 AASTAT	akumulaatorid, galvaanielemendid
kovalentne side	2 AASTAT / 2 AASTAT	pooljuhtide lisandjuhtivus
isotoobid	3 AASTAT / 3 AASTAT	isotoobid
ioonivõre	1,5 AASTAT / 1,5 AASTAT	kristalliliste kehade struktuur
elektrolüütiline disotsiatsiooni	1 AASTA 4 KUUD / 1 AASTA 3 KUUD	elektrivool elektrolüütides
elektrolüüdid, mitte-elektrolüüdid	1 AASTA 4 KUUD / 1 AASTA 3 KUUD	
lahuste ja sulatatud soolade elektrolüüs	1 AASTA 3 KUUD / 1 AASTA 4 KUUD	vooluallikad
	1 AASTA / 1 AASTA	
	1 AASTA 2 KUUD / 1 AASTA 1 KUU	Elektrolüüs. Tema rakendused
metallide struktuur ja omadused	2 KUUD / 2 KUUD	metallide omaduste ja struktuuri muutumine nende mehhaanilisel ja termilisel töötlemisel
	2 KUUD / 2 KUUD	elektrivool metallides .
sulamid	2 KUUD / 2 KUUD	sulamite kasutamine tehnikas
aatomite ergastatud olek	1 AASTA 1 KUU / 13 KUUD	elektromagnetiliste lainete neelamine ja kiirgamine aatomite poolt.

Tabel 5

Keemia ja füüsika kursuste vastastikku seotud küsimuste õppimise ajaline paigutus Tartu 5. Keskkoolis ja Nõo Keskkoolis.

Keemia küsimused.	Klass	Õppimise aeg		Füüsika küsimused	Klass	Õppimise aeg	
		Tartu 5.KK.	Nõo KK.			Tartu 5.KK.	Nõo KK.
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Ained.	7.kl.	3.sept.	3.sept.	1. Mõned füüsikalised algmõisted	7.kl.	3.sept.	2.sept.
2. Keemilised ja füüsikalised nähtused.	7.kl.	9.sept.	7.sept.	2. Kehade siseehitus.	7.kl.	20.sept.	13.sept.
3. Molekulaar-atomistlik teooria.	7.kl.	27.sept.	21.sept.	3. Molekulide liikumine.	7.kl.	24.sept.	16.sept.
4. Aatommass.	7.kl.	30.sept.	21.sept.	4. Difusioon.	7.kl.	27.sept.	20.sept.
5. Molekulmass.	7.kl.	11.nov.	14.okt.	5. Erinevused tahkete kehade, vedeliku ja gaaside molekulaarses ehituses.	7.kl.	4.okt.	27.sept.
6. Aine massi jäävuse seadus.	7.kl.	21.nov.	20.okt.	6. Molekulide vahelised mõjujõud.	7.kl.	24.jaan.	4.jaan.
7. Lahustumisprotsess.	7.kl.	18.apr.	3.mai	7. Ainete tihedus.	7.kl.	29.okt.	2.dets.
8. Gramm-aatom ja gramm-molekul.	8.kl.	14.sept.	7.sept.	8. Keha mass, massiühikud.	7.kl.	6.nov.	11.dets.
9. Keemiline energia.	8.kl.	3.veebr.	21.jaan.	9. Molekulide mass.	7.kl.	6.nov.	14.dets.
10. Elektronipaar.	8.kl.	20.märts	25.veebr.	10. Mehhaaniline energia.	7.kl.	18.mai	19.mai
11. Elektronseade, elektronkihid.	8.kl.	28.märts	15.veebr.	11. Siseenergia.	8.kl.	9.sept.	8.sept.
12. Aatomi koostisosad.	8.kl.	30.märts	18.veebr.	12. Küttevääртus.	8.kl.	27.sept.	29.sept.
13. Iooniline side, ioonivõre.	8.kl.	23.märts	22.veebr.	13. Energia jäävuse ja muundumise seadus.	8.kl.	29.sept.	13.okt.
14. Isotoobid.	8.kl.	6.apr.	24.märts	14. Ainete agregaatolekud.	8.kl.	12.okt.	20.okt.
15. Gaaside gramm-molekuli ruumala.	9.kl.	6.sept.	29.sept.	15. Kristallilised kehad.	8.kl.	14.okt.	20.okt.
16. Avogadro seadus.	9.kl.	6.sept.	5.okt.	16. Sulamine ja tahkestumine aine ehituse molekulaar-atomistliku teooria seisukohalt.	8.kl.	14.okt.	27.okt.
17. Elektrolüütiline dissotsiatsioon.	9.kl.	25.nov.	24.nov.	17. Sulamite kasutamine.	8.kl.	19.okt.	27.okt.
18. Elektrolüüdid ja mitteelektrolüüdid.	9.kl.	25.nov.	25.nov.	18. Elektron.	8.kl.	16.dets.	26.nov.
19. Lahuste ja sulatatud soolade elektrolüüs.	9.kl.	19.jaan.	1.veebr.	19. Planetaarne aatomimudel.	8.kl.	16.dets.	1.dets.
20. Tähtsamad kütused.	9.kl.	16.mai	18.apr.	20. Prooton, neutron.	8.kl.	16.dets.	3.dets.
21. Metallide struktuur, metallide side.	10.kl.	22.sept.	5.sept.	21. Ioonid	8.kl.	16.dets.	3.dets.
22. Metallide füüsikalised omadused.	10.kl.	22.sept.	8.sept.	22. Laetud kehade vastastikune mõju.	8.kl.	21.dets.	24.nov.
23. Sulamid.	10.kl.	29.sept.	15.sept.	23. Elektrivool	8.kl.	23.dets.	10.dets.
24. Elektroniline teooria ja orgaaniniliste ühendite struktuur.	10.kl.	29.jaan.	25.jaan.	24. Elektrivool elektrolüütides.	8.kl.	28.dets.	24.dets.

1	2	3	4	5	6	7	8
25. Aatomite ergastatud olek	10.kl.	29.jaan.	27.jaan.	25. Molekulaar-kineetilise teooria areng	10.kl.	1.sept.	3.sept.
26. Kõrgmolekulaarsete ühendite struktuur.	10.kl.	7.apr.	6.apr.	26. Avogadro arv, molekulide arv aine ruumala ühikus.	10.kl.	3.sept.	7.sept.
				27. Kristalliliste kehade struktuur.	10.kl.	19.nov.	3. nov.
				28. Metallide omaduste ja struktuuri muutumine mehhaanilisel ja termilisel töötlemisel.	10.kl.	22.nov.	15.nov.
				29. Sulamite kasutamine.	10.kl.	22.nov.	17.nov.
				30. Elektrivool metallides.	10.kl.	3.märts	12.jaan.
				31. Elektroniteooria areng.	10.kl.	13.dets.	12.jaan.
				32. Elektrivool elektrolüütides.	10.kl.	17.märts	16.veebr.
				33. Vooluaallikad.	10.kl.	7.veebr.	21.jaan.
				34. Elektrolüüsi rakendusi.	10.kl.	20.märts.	23.veebr.
				35. Pooljuhtide lisandjuhtivus.	10.kl.	8.aprill	13.märts
				36. Kõrgmolekulaarsete ainete omadused ja kasutamine.	10.kl.	28.nov.	16.nov.
				37. Isotoobid	11.kl.	15.märts	30.märts
				38. Elektromagnetiliste lainete neelamine ja kiirgamine aatomite poolt.	11.kl.	4.märts	13.märts

See aga tähendab, et keemia ja füüsika õppimisel avaldavad mõju kõik kronoloogiliste seoste liigid: eelnevad, kaasnevad ja perspektiivsed.

Keemia ja füüsika kursuste vastavate õppimise aegade analüüs näitab, et keemia- ja füüsika-alase materjali ajaline paigutus lubab nimetatud õppeainetevahelisi seoseid enamusel juhtudest edukalt realiseerida. Siinjuures tuleb märkida, et Tartu 5. Keskkoolis on seitsmenda klassi küsimuste "Aine massi jäävuse seadus" (keemias) ja "Massi mõiste" (füüsikas) õppimise programmidest tulenev ebajärjekindlus likvideeritud. Nimelt kujundatakse füüsika tundides massi mõiste enne (6.nov.), kui toimub aine massi jäävuse seadusega tutvumine keemia tundides (21.nov.). Nõo Keskkoolis on aga nimetatud küsimuste esitamisel järgitud programme ning aine massi jäävuse seadus on õpitud enne massi mõiste kujundamist.

III P E A T Ü K K

ÕPILASTE KEEMIA- JA FÜÜSIKA-ALASTE TEADMISTE VASTASTIKUSE SÕLTUMUSE EKSPERIMENTAALNE UURIMINE

1. Eksperimendi metoodikast.

Õpilaste keemia- ja füüsika-alaste teadmiste vastastikuse sõltuvuse uurimiseks viidi Tartu 1.Keskkooli, Tartu 5. Keskkooli ja Nõo Keskkooli seitsmendas ja kümnendates klassides läbi testid. Seitsmendas klassis uuriti, kuidas õpilased kasutavad oma füüsika-alaseid teadmisi keemia tundides ja kuidas need muutuvad vastava keemia teema õppimise käigus, mis on tihedalt seotud kontrollitava õppematerjaliga füüsikast. Selleks korraldati test füüsikast enne ja pärast vastava keemia teema õppimist, kusjuures mõlemas testis kasutati täpselt samu küsimusi. Keemia kursusest valiti teema "Lahused" ja kontrolliti aine ehitusega seotud küsimusi (difusioon, erikursused tahkete kehade, vedelike ja gaaside molekulaarses ehituses, keemilised ja füüsikalised nähtused) füüsikast. Testi küsimused on toodud lk. 79. Iga küsimuse juurde on märgitud õige vastuse eest saadav punktide arv, kusjuures maksimaalselt on võimalik kõikide küsimuste eest kokku saada üheksateist punkti.

Lahuseid (keemias) õpivad seitsmenda klassi õpilased neljandal õppeveerandil, ainete siseehitust (füüsikas)

Test füüsikast seitsmendatele klassidele.

I 1. Kui tuua tuppa mingit lõhnavat ainet, näiteks lõhnaõli, siis levib lõhn peagi kogu ruumis.
1 Millise nähtusega on siin tegemist?

. . . . . .

2 Kuidas kirjeldatud nähtust seletada?

. . . . . .

. . . . . .

Kas analoogne nähtus võib toimuda ka vedelikes ning tahketes kehades? Kui võib, siis mille
4 seisnevad erinevused?

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

2 Tuua kaks näidet kirjeldatud nähtuse kohta.

. . . . . .

. . . . . .

II 1. Vedelikke on väga raske kokku suruda, sest vedelikes on molekulid paigutatud . . . . . .
1 k u i gaasides.

2. Vedelikes on molekulid paigutatud nii, et nendevahelised kaugused on molekulide endi mõõtmetest
1 . . . . . .

3. Vedelike molekulid tõmbavad üksteist . . . . .
1 . . . . . kui gaasi molekulid.

4. Tahkete kehade molekulid on paigutatud . . . .
1 . . . . . .

5. Tahketes kehades molekulid liiguvad kindla punkti ümber analoogiliselt kellapendliga, s.t. nad
1 on pidevas . . . . . .

III 1. Mille poolest erinevad keemilised ja füüsikalised
2 nähtused? . . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

2. Kas võivad füüsikalised ja keemilised nähtused esineda üheaegselt? Kui võivad, siis tooge sel-
3 le kohta 2 näidet.

. . . . . .

. . . . . .

aga esimesel õppeveerandil. Seetõttu kontrollitakse testiga keemia eelnevaid seoseid füüsikaga.

Tartu 1. Keskkoolis ja Nõo Keskkoolis viidi test läbi kahes klassis: 7^A ja 7^B klassis. Tartu 5. Keskkoolis viidi test läbi 7^B klassis.

Kümnendas klassis uuriti, kuidas õpilased kasutavad oma keemia-alaseid teadmisi ja kuidas need muutuvad vastava füüsika teema õppimise käigus, mis on tihedalt seotud kontrollitava õppematerjaliga keemiast. Selleks korraldati analoogselt seitsmendas klassis läbiviidud testiga test keemiast enne ja pärast vastava füüsika teema õppimist. Ka siin kasutati mõlemal korral täpselt samu küsimusi.

Füüsika kursusest valiti teema "Elektrolüüs" ja kontrolliti elektrolüütilise dissotsiatsiooni teooriaga ning lahuste ja sulatatud soolade elektrolüüsiga seotud küsimusi keemiast. Testi küsimused on toodud lk. 71. Iga küsimuse juurde on märgitud õige vastuse eest saadav punktide arv. Kõikidele küsimustele õigete vastuste andmise korral on testi eest võimalik saada maksimaalselt 22 punkti.

Elektrolüüsi nähtustega tutvuvad õpilased füüsika tundides kümnendas klassis, neljandal õppeveerandil ja elektrolüütilise dissotsiatsiooniga teooria ning lahuste ja sulatatud soolade elektrolüüsi küsimusi õpivad õpilased üheksandas klassis, teisel õppeveerandil, mistõttu siin kontrollitakse füüsika eelnevaid seoseid keemiaga.

Test keemiast kümnendatele klassidele.

2 1. Mille poolest erinevad elektrolüüdid ja mitte-elektrolüüdid?

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

3 2. Kuidas moodustuvad lahuses ioonid? . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

1 3. Mis on a) elektrolüüs . . . . . .

1 b) elektrolüütiline dissotsiatsioon on . . . .

. . . . . .

1 c) katood . . . . . .

1 d) anood . . . . . .

1 e) katioon . . . . . .

1 f) anioon . . . . . .

4 4. Millised protsessid toimuvad anoodil ja katoodil vask(II)kloriidi vesilahuses elektrolüüsil? Kirjutada võrrandid.

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

3 5. Nimetada elektrolüüsi rakendusi.

. . . . . .

. . . . . .

1 6. Mis on a) gramm-aatom . . . . . .

. . . . . .

1 b) ekvivalentmass . . . . . .

. . . . . .

1 c) gramm-ekvivalent . . . . . .

. . . . . .

1 7. Mida näitab Avogadro arv? . . . . . .

. . . . . .

Test viidi läbi Tartu 5. Keskkooli 10^A klassis ning Tartu 1. Keskkooli 10^A ja 10^B klassis. Nõo Keskkooli kümnendates klassides testi ei korraldatud, kuna vastav füüsika kursuse teema oli õpitud juba veebruarikuus.

Õpilastega parema kontakti saavutamiseks viidi test nii seitsmendates kui ka kümnendates klassides läbi aineõpetajate poolt.

2. Pedagoogilise eksperimendi tulemuste analüüs.

Testi tulemuste analüüsil arvutati järgmised statistilised suurused:

1) aritmeetilised keskmised,
2) dispersioonid,
3) standardhälbed,
4) variatsioonikoefitsiendid,
5) aritmeetiliste keskmiste usalduspiirid 95%-se tõenäosusega,
6) standardhälvete representatiivsed vead,
7) testi tulemuste aritmeetiliste keskmiste enne ja pärast vastava teema õppimist erinevuste usaldatavused 95%-se ja 99%-se tõenäosusega.

Nimetatud suuruste leidmisel kasutati järgmisi valemeid:

1) $\bar{x} = \frac{\sum f_i x_i}{N}$, kus

$\bar{x}$ - aritmeetiline keskmine,

x_i - üksiktulemus,

f_i - üksiktulemuse esinemise sagedus,

N - testi küsimustele vastanud õpilaste arv;

2) $\sigma^2 = \frac{\sum f_i (x_i - \bar{x})^2}{N}$, kus

σ^2 - dispersioon,

$\bar{x}$ - aritmeetiline keskmine,

x_i - üksiktulemus,

f_i - üksiktulemuse esinemise sagedus,

N - katseisikute arv;

3) $\sigma = \sqrt{\frac{\sum f_i (x_i - \bar{x})^2}{N}}$, kus

σ - standardhälve;

4) $V = \frac{\sigma \cdot 100\%}{\bar{x}}$, kus

V - variatsioonikoefitsient,

$\bar{x}$ - aritmeetiline keskmine,

σ - standardhälve;

5) $m_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$, $t_{emp} = \frac{\bar{x}}{m_{\bar{x}}}$, kus

$m_{\bar{x}}$ - aritmeetilise keskmise standardviga,

σ - standardhälve,

N - katseisikute arv,

$\bar{x}$ - aritmeetiline keskmine.

Siinjuures võrreldakse suhte $\frac{\bar{x}}{m_{\bar{x}}}$ arvulist väärtust vastava väärtusega, mis leitakse Student'i tabelist $p = 5\%$ korral. Vabadusastmete arv on $N - 1$. Kui $t_{emp} > t_{krit}$, siis aritmeetiline keskmine loetakse 95%-se tõenäosusega usaldatavaks ning usalduspiirid leitakse valemi

$\bar{x} = (\bar{x} \pm m_{\bar{x}} \cdot t_{mit})$ abil;

6) $m_\sigma = \frac{\sigma}{\sqrt{2N}}$, kus

m_σ - standardhälbe representatiivne viga,

σ - standardhälve,

N - katseisikute arv;

7) $F_{emp} = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}$,

$D = |\bar{x}_1 - \bar{x}_2|$, $t_{emp} = \frac{D}{m_D}$,

$m_D = \sqrt{\frac{N_1\sigma_1^2 + N_2\sigma_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \cdot \frac{N_1 + N_2}{N_1 N_2}}$, kui dispersioonid on ühesugused ja

$m_D = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1 - 1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2 - 1}}$, kui dispersioonid on erinevad, kusjuures

σ_1^2 ja σ_2^2 - dispersioonid,

$\bar{x}_1$ ja $\bar{x}_2$ - aritmeetilised keskmised,

m_D - aritmeetiliste keskmiste ~~esinemise~~ erinevuse standardviga,

N_1 ja N_2 - katseisikute arvud.

Kahe aritmeetilise keskmise erinevuse usaldatavuse määramisel kasutatakse F - ja t -teste. Kontrollitakse, kas erinevate tulemuste seeriate dispersioonid on ühesugused või erinevad. Selle kontrollimiseks arvutatakse suhe $F_{emp} = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}$, mille arvulist väärtust kontrollitakse vastava F väärtusega (leitakse vastavast tabelist) p = 5% korral. Vabadusastmete arv nii lugeja kui nimetaja osas on N-1. Kui $F_{emp} > F_{krit}$, siis on dispersioonid 95%-se tõenäosusega erinevad (nullhüpoteesi tõenäosus on väiksem 5%-st) ja aritmeetiliste keskmiste erinevuse standardviga arvutatakse valemist $m_D = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1-1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2-1}}$. Kui $F_{emp} < F_{krit}$, siis on dispersioonid 95%-se tõenäosusega ühesugused ning aritmeetiliste keskmiste erinevuse standardiga arvutatakse valemi

$$m_D = \sqrt{\frac{N_1\sigma_1^2 + N_2\sigma_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \cdot \frac{N_1 + N_2}{N_1 N_2}}$$ põhjal.

Seejärel arvutatakse suhe $t_{emp} = \frac{D}{m_D}$ ja võrreldakse selle arvulist väärtust vastava t väärtusega Student'i tabelis p = 5% ja p = 1% korral. Vabadusastmete arv ühesuguste dispersioonidega tulemusteseeriate korral on $N_1 + N_2 - 2$ ja erinevate dispersioonidega seeriate korral $\frac{N_1 + N_2 - 2}{2}$.

Kui võrdlemisel selgub, et $t_{emp} > t_{krit}$, siis on aritmeetiliste keskmiste erinevus usaldatav. Kui aga

$t_{emp} < t_{krit}$, siis pole aritmeetiliste keskmiste erinevus statistiliselt oluline.

2.1. Seitsmendates klassides korraldatud testi tulemuste analüüs.

Testi küsimustele vastanud õpilaste arvust annab ülevaate tabel 6.

Tabel 6.

Testi küsimustele vastanud õpilaste arv.

Kool	Klass	Õpilaste arv	
		Enne teema "Lahused" õppimist korraldatud testi	Pärast teema "Lahused" õppimist korraldatud testi.
Tartu 1. Kk.	7^A	29	29
	7^B	31	29
Tartu 5. Kk.	7^B	34	31
Nõo Kk.	7^A	25	27
	7^B	26	26
Kõigi kolme kooli antud klasside osas kokku.		145	142

Testi tulemustest arvutatud statistilised suurused on kantud järgmise tabelisse (vt. tabel 7).

Tabel 7.

Statistilised suurused

Statistilised suurused	Tartu 1.Kk.				Tartu 5.Kk.		Nõo Kk.				Kõigi 3 kooli antud klasside osas tervikuna	
	Enne teema "Lahused" õppimist korraldatud testi tulemused.		Pärast teema "Lahused" õppimist korraldatud testi tulemused		Enne teema "Lahused" õppimist korraldatud testi tulemused	Pärast teema "Lahused" õppimist korraldatud testi tulemused	Enne teema "Lahused" õppimist korraldatud testi tulemused		Pärast teema "Lahused" õppimist korraldatud testi tulemused		Enne teema "Lahused" õppimist korraldatud testi tulemused	Pärast teema "Lahused" õppimist korraldatud testi tulemused
	7^A kl.	7^B kl.	7^A kl.	7^B kl.	7^B kl.	7^B kl.	7^A kl.	7^B kl.	7^A kl.	7^B kl.		
$\bar{x}$	11,3	11,0	13,2	13,3	9,9	11,5	8,5	8,8	10,4	9,3	10,0	12,0
σ^2	13,6	9,6	20,3	21,2	9,0	2,9	16,0	23,9	11,8	12,2	18,5	16,8
σ	3,7	3,1	4,5	4,6	3,0	1,7	4,0	4,9	3,4	3,5	4,3	4,1
V	32,8%	28,3%	34,1%	34,8%	30,4%	14,7%	47,0%	55,7%	32,7%	38,0%	43,0%	34,2%
$m_{\bar{x}}$ 95%	1,4	1,2	1,7	1,7	1,1	1,7	1,7	1,4	1,3	1,4	0,7	1,8
m	0,5	0,4	0,6	0,6	0,4	0,2	0,6	0,4	0,5	0,5	0,3	0,2

Kuna test füüsikast korraldati seitsmendates klassides enne ja pärast teema "Lahused" õppimist, siis tekib vajadus määrata mõlema testi tulemuste aritmeetiliste keskmiste erinevuse usaldatavus. Suurused, mis annavad võimaluse otsustada aritmeetiliste keskmiste erinevuse usaldatavuse üle, on kantud tabelisse 8.

Tabel 8.

Suurused, mis määravad aritmeetiliste keskmiste erinevuse usaldatavuse.

Kool	Klass	F_{emp}	F_{krit}	m_D	D	t_{emp}	t_{krit}	
							p=5%	p=1%
Tartu 1.Kk.	7^A	1,5	1,7	1,08	1,9	1,77	2,0	2,66
	7^B	2,2	1,7	1,04	2,3	2,21	2,05	2,76
Tartu 5.Kk.	7^B	3,1	1,6	0,61	1,6	2,63	2,04	2,75
Nõo Kk.	7^A	1,4	2,0	1,08	1,9	1,76	2,02	2,70
	7^B	1,9	2,0	1,21	0,5	0,42	2,06	2,80
Kõigi kolme kooli antud klasside osas tervikuna		1,1	1,3	0,5	2,0	4,0	1,96	2,58

Analüüsides tabelitesse 7 ja 8 kantud suurusi, võib teha järgmised olulised järeldused:

1. Tartu 1.Keskkooli 7^A-nda klassi õpilaste füüsika-alaste teadmiste testi keskmised tulemused enne ja pärast teema "Lahused" õppimist keemias olid 95%-se tõenäo-

susega vastavalt (11,3 ± 1,4) ja (13,2 ± 1,7), kusjuures üksiktulemuste hälbimised aritmeetilisest keskmisest olid enne (3,7 ± 0,5) ja pärast (4,5 ± 0,6). Esimesel juhul moodustas standarthälve aritmeetilisest keskmisest 32,8% ning teisel juhul 34,1%. Kuna aritmeetilised keskmised lubavad otsustada mingi nähtuse arengutendentsi üle, siis võib öelda, et õpilaste füüsika-alased teadmised muutusid pärast antud keemia teema õppimist keskmiselt paremaks. Kuid samal ajal toimus ka standardhälbe kasvamine, mis näitab, et 7^{A}-nda klassi erinevate õpilaste teadmised muutusid heterogeensemaks, s.t. klassis on palju suhteliselt heade teadmistega, aga ka nõrkade teadmistega õpilasi. Antud klassis korraldatud testide enne ja pärast teema "Lahused" õppimist tulemuste aritmeetiliste keskmiste erinevuse statistilise usaldatavuse kontrollimine näitab, et seda erinevust ei või 95%-se tõenäosusega lugeda statistiliselt oluliseks.

2. Tartu 1. Keskkooli 7^{B}-nda klassi õpilaste keskmised tulemused olid vastavalt (11,0 ± 1,2) ja (13,3 ± 1,7) ning üksiktulemuste hälbed vastavatest aritmeetilistest keskmistest (3,1 ± 0,4) ja (4,6 ± 0,6). Variatsioonikoefitsiendid olid vastavalt 28,3% ja 34,8%. Ka selles klassis muutusid õpilaste füüsika-alased teadmised pärast antud keemia teema õppimist keskmiselt küll paremaks, kuid erinevate õpilaste osas heterogeensemaks. Aritmeetiliste keskmiste erinevus oli aga 95%-se tõenäosusega statistiliselt oluline, mis näitab, et pärast teema "Lahused"

õppimist olid õpilaste teadmised füüsikast paremad kui enne nimetatud teema õppimist. 99%-se tõenäosusega antud aritmeetiliste keskmiste erinevust aga statistiliselt oluliseks lugeda ei saa.

3. Tartu 5. Keskkooli 7^{B}-nda klassi õpilaste füüsika-alaste teadmiste testi keskmised tulemused enne ja pärast teema "Lahused" õppimist keemias olid vastavalt $(9,9 \pm 1,1)$ ja $(11,5 \pm 1,7)$ ning standardhälbed $(3,0 \pm 0,4)$ ja $(1,7 \pm 0,2)$, mis näitab, et õpilaste teadmised muutusid testi teistkordsel läbiviimisel paremateks ja samal ajal ka erinevate õpilaste osas homogeensemateks. Aritmeetiliste keskmiste erinevus on 95%-se tõenäosusega statistiliselt oluline, 99%-se tõenäosusega aga antud erinevust statistiliselt usaldatavaks lugeda ei või.

4. Nõo Keskkooli 7^{A}-nda klassi õpilased said keskmisteks tulemusteks vastavalt $(8,5 \pm 1,7)$ ja $(10,4 \pm 1,4)$. Üksiktulemuste hälbed aritmeetilistest keskmistest olid vastavalt $(4,0 \pm 0,6)$ ja $(3,4 \pm 0,5)$. Esimesel juhul moodustas standardhälve aritmeetilistest keskmistest 47,0% ja teisel juhul 32,7%. Standardhälbe kahanemine näitab, et erinevate õpilaste teadmised muutusid ühtlasemaks. Kuid aritmeetiliste keskmiste erinevuse statistilise usaldatavuse kontrollimine näitab, et tulemus pole 95%-se tõenäosusega statistiliselt oluline.

5. Nõo Keskkooli 7^{B}- nda klassi õpilaste testimise keskmised tulemused olid vastavalt $(8,8 \pm 1,4)$ ja $(9,3 \pm 1,4)$ Standardhälvete võrdlemine (vastavalt $(4,9 \pm 0,7)$ ja

(3,5 ± 0,5) näitab, et erinevate õpilaste teadmised muutusid homogeensemaks. Aritmeetiliste keskmiste erinevus ei ole 95%-se tõenäosusega statistiliselt oluline.

6. Kuna antud koolide vastavates klassides läbiviidud testide tulemused klasside kaupa eraldivõetuna ei luba katseisikute väikese arvu tõttu teha veenvat järeldust füüsika-alaste teadmiste muutumise kohta pärast antud keemia teema õppimist, siis vaadeldi testimise tulemusi ka kõigi antud kolme kooli vastavate klasside osas tervikuna, kus eksperiment läbi viidi. Nii saadi keskmisteks tulemusteks 95%-se tõenäosusega vastavalt (10,0 ± 0,7) ja (12,0 ± 1,8). Standardhälbed olid vastavalt (4,3 ± 0,3) ja (4,1 ± 0,2) ning variatsioonikoefitsiendid 43,0% ja 34,2%. Aritmeetiliste keskmiste võrdlemisel selgub, et õpilaste teadmised muutusid paremaks. Samuti muutusid erinevate õpilaste teadmised homogeensemaks. Aritmeetiliste keskmiste erinevuse statistilise usaldatavuse kontrollimine näitab, et erinevust võib lugeda statistiliselt oluliseks nii 95%-se kui ka 99%-se tõenäosusega, see aga tähendab, et õpilaste füüsika-alaste teadmiste muutumine pärast vastava keemia teema õppimist on usaldatav.

2.2. Kümnendates klassides korraldatud testi tulemuste analüüs.

Testi küsimustele vastanud õpilaste arvust annab ülevaate tabel 9.

Tabel 9.

Testi küsimustele vastanud õpilaste arv.

Kool	Klass	Õpilaste arv	
		Enne teema "Elektrolüüs" õppimist korraldatud testi	Pärast teema "Elektrolüüs" õppimist korraldatud testi.
Tartu 1.Kk.	10^A	24	22
	10^B	23	24
Tartu 5.Kk.	10^A	32	32
Antud koolide vastavate klasside osas kokku		79	78

Testi tulemustest arvutatud statistilised suurused on kantud järgmisse tabelisse (vt. tabel 10).

Suurused, mis annavad võimaluse otsustada enne ja pärast teema "Elektrolüüs" õppimist korraldatud testi tulemuste aritmeetiliste keskmiste erinevuse üle, on kantud tabelisse 11.

Tabel 11.

Suurused, mis määravad aritmeetiliste keskmiste usaldatavuse.

Kool	Klass	F_{emp}	F_{krit} p=5%	m_D	D	t_{emp}	t_{krit} p=5%	t_{krit} p=1%
Tartu 1.Kk.	10^A	1,7	2,3	0,58	2,5	4,33	2,02	2,70
	10^B	1,8	2,2	0,77	3,1	4,02	2,02	2,70
Tartu 5.Kk.	10^A	1,8	1,6	0,55	3,2	5,80	2,04	2,75
Tartu 1. ja 5. Keskkooli antud klasside osas tervikuna		1,2	1,4	0,39	3,0	7,80	1,96	2,58

Tabel 10

Statistilised suurused

Statistilised suurused	Tartu 1. Kk.				Tartu 5. Kk.		Tartu 1.Kk. ja Tartu 5.Kk. vastavate klasside osas tervikuna	
	Enne teema "Elektrolüüs" õppimist korraldatud testi tulemused		Pärast teema "Elektrolüüs" õppimist korraldatud testi tulemused		Enne teema "Elektrolüüs" õppimist korraldatud testi tulemused	Pärast teema "Elektrolüüs" õppimist korraldatud testi tulemused	Enne teema "Elektrolüüs" õppimist korraldatud testi tulemused	Pärast teema "Elektrolüüs" õppimist korraldatud testi tulemused
	10^{A} kl.	10^{B} kl.	10^{A} kl.	10^{B} kl.	10^{A} kl.	10^{A} kl.		
$\bar{x}$	3,9	5,3	6,4	8,4	6,1	9,3	5,2	8,2
σ^2	4,0	9,0	2,3	4,9	5,8	3,2	6,3	5,3
σ	2,0	3,0	1,5	2,2	2,4	1,8	2,5	2,3
V	51,3%	56,7%	23,5%	26,1%	39,4%	19,4%	48,2%	28,1%
$m_{\bar{x}95\%}$	0,9	1,3	0,7	0,9	0,9	0,7	0,6	0,5
m	0,3	0,4	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2

Analüüsides tabelitesse 10 ja 11 kantud suurusi, võib teha järgmised järeldused:

1. Tartu 1. Keskkooli 10^{A}-nda klassi õpilaste keemia-alaste teadmiste testi keskmised tulemused enne ja pärast teema "Elektrolüüs" õppimist füüsikas olid 95%-se tõenäosusega vastavalt $(3,9 \pm 0,9)$ ja $(6,4 \pm 0,7)$, kusjuures üksiktulemuste hälbed aritmeetilistest keskmistest olid vastavalt $(2,0 \pm 0,3)$ ja $(1,5 \pm 0,2)$. Esimesel juhul moodustas standardhälve aritmeetilisest keskmisest 51,3% ja teisel juhul 23,5%. Nende suuruste põhjal võib öelda, et õpilaste keemia-alased teadmised on tänu vastava füüsika teema õppimisele muutunud paremaks ning ühtlasi ka homogeendemaks erinevate õpilaste osas. Aritmeetiliste keskmiste võrdlemisel selgub, et nende erinevus on statistiliselt oluline nii 95%-se kui ka 99%-se tõenäosusega.

2. Tartu 1. Keskkooli 10^{B}-nda klassi õpilaste keskmine tulemus enne teema "Elektrolüüs" õppimist oli 95%-se tõenäosusega $(5,3 \pm 1,3)$ ning pärast $(6,4 \pm 0,7)$. Standardhälve vähenes seejuures $(3,0 \pm 0,4)$-lt $(1,5 \pm 0,2)$-le. Järelikult koos keemia-alaste teadmiste kasvuga toimus ka nihe nende teadmiste homogeensuse suunas. Aritmeetiliste keskmiste erinevus on statistiliselt oluline nii 95%-se kui 99%-se tõenäosusega.

3. Tartu 5. Keskkooli 10^{A}-nda klassi õpilased said keemia-alase testi keskmiseks tulemuseks enne vastava füüsika teema õppimist $(6,1 \pm 0,9)$ ja pärast $(9,3 \pm 0,7)$. Üksiktulemuste hälve vastavatest aritmeetilistest keskmis-

test oli esimesel juhul (2,4 ± 0,3) ja teisel juhul (1,8 ± 0,2). Standardhälve moodustas aritmeetilisest keskmisest esimesel juhul 39,4% ning teisel juhul 19,4%. Järelikult toimus ka selle klassi õpilaste osas nende keemia-alaste teadmiste kasvamine ning ühtlasemaks muutumine.

Aritmeetiliste keskmiste erinevust tuleb lugeda statistiliselt oluliseks nii 95%-se kui ka 99%-se tõenäosusega.

4. Analoogiliselt seitsmendates klassides läbiviidud testide tulemuste analüüsiga on ka kümnendate klasside puhul vastavate testide tulemusi analüüsitud mõlema antud kooli (Tartu 1. Kk. ja Tartu 5. Kk.) kõikide vaadeldavate klasside kui terviku osas. Sellisel juhul saadi enne ja pärast teema "Elektrolüüs" õppimist korraldatud testide keskmisteks tulemusteks vastavalt (5,2 ± 0,6) ja (8,2 ± 0,5), mis näitab õpilaste keemia-alaste teadmiste kasvu. Standardhälvete võrdlemine (enne (2,5 ± 0,2) ja pärast (2,3 ± 0,2)) näitab, et testi tulemused pärast antud füüsika teema õppimist olid homogeensemad. Aritmeetiliste keskmiste erinevus on statistiliselt oluline nii 95%-se kui ka 99%-se tõenäosusega. See aga tähendab, et õpilaste keemia-alaste teadmiste muutumine pärast teema "Elektrolüüs" õppimist füüsikas on usaldatav.

IV PEATÜKK

OHUTUSTEHNIKA KEEMIA ÕPETAMISEL

Ohutustehnika tundmisel ja rakendamisel on keemia õpetamisel suur tähtsus. Õpilased teevad järjest rohkem keemilisi eksperimente iseseisvalt. Asjatundmatu ümberkäimine nõude, ainete ja aparatuuriga ning keemilise eksperimendi oskamatu korraldamine võivad põhjustada nii ohtlikke tervisekahjustusi kui ka materiaalset kahju /11/.

Kahjustused võivad olla peamiselt järgmised /40/:

1. Keemilise eksperimendi ettevalmistamisel tuleb kergesti ette mehhaanilisi vigastusi - lõikehaavu, mis tekivad klaasnõude ja -torude oskamatul käsitsemisel. Haavadega kaasnevad mõnikord põletused ja mürgitused.

2. Õpetaja, laborandi ja õpilaste tervist võib kahjustada ka tuli. Tulekahju tekib keemia tunnis katsete tegemisel tuleohtlike ainetega (fosfor, bensiin, eeter, alkoholid jt.). Tuleb arvestada asjaolu, et tuleohtlike vedelike aurud on enamasti ikka õhust raskemad, levivad mööda laua pinda ja võivad lahtise tulega kokkupuutumisel süttida.

3. Et plahvatused võivad momentaalselt tekitada väga suuri tervise- ja materiaalseid kahjustusi, tuleb katseid, mille juures esineb plahvatusoht (paukgaasi süütamine, eetri ja bensiini aurude plahvatus jne.), teha eriti ettevaatlikult. Katseteks võtta võimalikult väikesed

ainekogused ja kasutada vastavaid enesekaitsevahendeid (kaitseprillid, kaitseekraan või mask).

4. Mürgitamise tagajärjel esinevad kahjustused peaasjalikult siis, kui alahinnatakse katsetel tekkivate mürgiste gaaside ohtlikkust. Katseteks ja laboratoorseteks töödeks, kus esineb oht õhku kahjulike ainetega mürgistada, on kloori, väävelvesiniku, lämmastikoksiidi ja atsetüleeni saamine ning omaduste demonstreerimine; väävli põlemine ja vääveldioksiidi saamine; kloorvesiniku saamine; fosfori põlemine ja difosforpentoksiidi ning metafosforhappe saamine; puidu utmine, sünteetilise kautšuki lagundamine kuumutamisel; ammoniaagi saamine; tööd broomiveega, bensiini ja nitrobenseeniga; gaasipõletite kasutamine (õpilased võivad gaasikraanid lahti unustada).

Nende tööde tegemisel on tarvis jälgida, et õhk ülemääraselt ei saastuks. Ventilatsioon ja tõmbekapp peavad olema korras. Katseks tuleb võtta minimaalne ainekogus.

5. Varem märgitud mürgised gaasid mõjuvad organismile sissehingamisel. Samad ained ja mitmed teised võivad toimida ka tugevate nahamürkidena.

6. Õnnetusi võib juhtuda ka elektriga hooletult ja asjatundmatult ümberkäimisel.

Õnnetusjuhtude vältimiseks keemia tundides on tarvis meeles pidada:

1. Kord ja puhtus on kindlad eeldused keemia tundides õnnetuste ärahoidmiseks.

2. Õnnetuste ärahoidmise eelduseks on samuti õpetajate ja laborantide põhjalik aine- ja eksperimentaalne ettevalmistus. Õpetaja peab tundma töökaitseseadusi ja ohutustehnika nõudeid.

3. Õnnetuste ärahoidmine keemia tunnis sõltub suuresti õpetaja tegevusest ja tähelepanelikkusest. Õpilaste eksperimente tuleb alati hoolega jälgida. Tuleb nõuda, et õpilased täidaksid ohutustehnika nõudeid.

4. Õpilased tohivad katseid teha ainult siis, kui nad töötavad distsiplineeritult.

5. Suuremaid õnnetusi hoiab ära seegi, kui õpetaja esinenud kahjustuste puhul kiiresti ja asjatundlikult annab esmaabi või organiseerib tekkinud ohu likvideerimise. Selleks on tarvis, et a) vajalikud esmaabivahendid oleksid alati käepärast ja korras; b) läheduses oleks telefon vajaduse korral kiirabi või tuletõrjujate väljakutsumiseks; c) materiaalse kahjustuse (tule, plahvatuse jne.) korral organiseeritaks kiiresti evakueerimist ja alustataks päästetöid /40,41/.

KOKKUVÕTE

Keemia ja füüsika vahelise seosed on oma olemuselt looduses objektiivselt eksisteerivate dialektiliste vastastikuste seoste väljendused, mida õppeprotsessis tuleb käsitleda didaktiliste tingimustena, mis soodustavad järgmiste didaktiliste ülesannete lahendamist:

1) aitavad tõsta õppeinformatsiooni teaduslikku« taset;

2) stimuleerivad õpilaste tunnetuslike huvide arengut ning aktiivse suhtumise tekkimist omandatava õppematerjali vastu, mis omakorda kiirendab õpilaste vaimset arengut;

3) õppeainete vaheliste seoste järjekindel realiseerimine soodustab õpilaste erinevatest distsipliinidest pärinevate teadmiste kujundamist ühtseks teadmiste süsteemiks;

4) soodustavad õpilaste teaduslik-materialistliku maailmavaate kujundamist.

Keemia ja füüsika õppeprogrammide ning õpikute analüüsimise tulemusena võib teha järeldused:

1. Vajalikud eeldused keemia ja füüsika vaheliste seoste realiseerimiseks luuakse juba algklassides (matemaatika ja loodusõpetuse õpetamine).

2. Keemia ja füüsika vahelised seosed pole muutumatud; neile on omane pidev arenemine, mis toimub vastavalt

keemia ja füüsika õppe-informatsioonis sisalduvate ning õppeainete vahelist iseloomu omavate fundamentaalsete faktide, mõistete ja teooriate arenemisele üleminekul klassist klassi.

3. Õppematerjali paigutus keemia ja füüsika õppeprogrammides annab võimaluse vastavate õppeainete vaheliste seoste realiseerimiseks.

Õpilaste keemia- ja füüsika-alaste teadmiste vastastikuse sõltuvuse eksperimentaalne uurimine näitab, et õpilaste füüsika-alaste (keemia-alaste) teadmiste testi tulemuste keskmised enne ja pärast vastava keemia (füüsika) teema õppimist andsid statistiliselt olulise erinevuse, mis annab võimaluse otsustada nende teadmiste kasvamise üle.

Soovitusena võiks teha järgmised ettepanekud:

1) Õppe-kasvatustöö kvaliteedi parandamiseks on eriti tähtis õppeainete vaheliste seoste probleemi lülitamine õppeplaanidesse, programmidesse ja õpikutesse kõikide õppeainete osas, mida õpetatakse keskkoolis;

2) õppeprogrammides peaksid sisalduma metoodilised soovitused, mis aitaksid õpetajatel õppeainete vahelisi seoseid realiseerida.

Õppeainete vaheliste seoste probleem pole sellega veel ammendatud; ta nõuab veel nii põhjalikku teoreetilist uurimist, kui ka eksperimentaalseid tõestusi.

О межпредметных связях на примере химии и физики

Резюме

Социальные запросы, обращенные к школе, требуют значительного совершенствования содержания и методов обучения, повышения эффективности учебно- воспитательного процесса в целом. Не менее настойчиво выдвигает то же самое требование прогресс наук о природе. Сущность и практическая роль достижений наук должны быть раскрыты на доступном уровне учащимся средней школы и понятны ими. Важно отразить в содержании естественно-научных дисциплин взаимное влияние физических и химических наук, что облегчит учащимся усвоение физических и химических понятий, а также будет способствовать воспитанию научно-материалистического мировоззрения. Проблема взаимосвязи школьных курсов физики и химии является одной из актуальных проблем совеременной дидактики.

В первой главе сделана попытка теоретически обосновать проблему межпредметных связей, определить их дидактические функции, охарактеризовать систему и последовательность их действия.

Во второй главе конкретно показано действие межпредметных связей при обучении физики и химии в УII-XI классах.

В третьей главе приведены результаты эксперимента,

осуществляемого в 7-ых и 10-ых классах. Экспериментальное исследование проводилось с целью выяснения вопросов, каково влияние межпредметных связей на повышения уровня знаний учеников. Изложенные в III главе обобщенные результаты экспериментальной исследовательской работы, позволяет сделать вывод, что это влияние положительно.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Kaheksaklassilise kooli, keskkooli ja õhtukooli programmid 1971/72. õppeaastaks. Füüsika. Tln., "Valgus", 1971.
2. Kaheksaklassilise kooli, keskkooli ja õhtukooli programmid 1971/72. õppeaastaks. Keemia. Tln., "Valgus", 1971.
3. Karik H. ja Ratassepp V. Keemia VII klassile. Tln., "Valgus", 1971.
4. Karik H. ja Ratassepp V. Keemia VIII klassile.Tln., "Valgus", 1971.
5. Karik H ja Ratassepp V. Keemia IX-X klassile.Tln., "Valgus", 1971.
6. Karik H. ja Ratassepp V. Keemia X-XI klassile.Tln., "Valgus", 1971.
7. Pjorõškin A. Füüsika keskkoolile II osa. Tln,, "Eesti Raamat", 1968.
8. Pjorõškin A. ja Krauklis V. Füüsika keskkoolile I osa. Tln., "Valgus", 1968.
9. Pjorõškin A. ja Rodina N. Füüsika VII klassile. Tln., "Valgus", 1970.
10. Pjorõškin A. ja Rodina N. Füüsika VIII klassile. Tln., "Valgus", 1971.
11. Ratassepp V. Ohutustehnika keemia õpetamisel. "Nõukogude Kool", 1966, Nr. 12.

12. Koppel A. Füüsika uurimismeetod ja teised loodusteadused. "Eesti Loodus", 1970,Nr.1.

13. Koppel A. Füüsika uurimisobjekt ja teised loodusteadused. "Eesti Loodus", 1969, Nr.11.

14. Koppel A. Teaduste seosed - kas ainult tänapäeval. "Eesti Loodus", 1969, Nr. 8.

15. Koppel A. Teadus - tervviklik süsteem. "Eesti Loodus", 1970, Nr. 8.

16. Бабаджанян С.В. Использование элементов векторной алгебры при изучении химической связи. "Химия в школе", 1970, № 3.

17. Бартенев Г.М. Физика и химия в их взаимосвязи. "Химия в школе", 1968, № 5.

18. Борисенко Н.Ф. Об основах межпредметных связей. "Советская педагогика", 1971, № 11.

19. Верзилин Н.М. Развитие основных понятий курса ботаники. "Известия АПН РСФСР", вып. 82, 1956.

20. Ганелин Ш.И. Н.К. Крупская о связи между учебными предметами. "Советская педагогика", 1959, № 6.

21. Давыдовский Г.П. О связи преподавания физики и химии. "Физика в школе", 1952, № 2.

22. Дубинин Н.П. Идеи современной биологии и преподавание физики. "Физика в школе", 1967, № 3.

23. Забара В.Ф. Межпредметные связи в процессе преподавания химии."Химия в школе", 1969, № 3.

24. Загренова Л.В. Использование межпредметных связей при формировании элементарного понятия о строении вещества в УI классе. "Физика в школе", I969, № 5.

25. Кирюшкин Д.М. и Полосин В.С. Методика обучения химии. М., "Просвещение", I970.

26. Левашов В.И. Физико-химический кружок в школе. "Химия в школе", I953, № 4.

27. Левин В.И. и Перетурин А.Ф. Взаимодействие физики и математики. "Физика в школе", I966, № 6.

28. Лошкарёва П.А. Межпредметные связи и их роль в формировании знаний и умений школьников. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук. М., I967.

29. Лошкарёва П.А. О межпредметных связях. "Советская педагогика", I964, № I0.

30. Макареня А.А. Об изложении некоторых вопросов в курсе химии средней школы. "Физика в школе", I966, № 6.

3I. Менщуткин Н.Ф. Взаимосвязь преподавания физики и математики в средней школе. "Физика в школе", I965, № 4.

32. Мингенков Е.Е. Используйте знания учащихся по физике при изучении химии. "Химия в школе", I969, № 4.

33. Мингенков Е.Е. Межпредметные связи на основе структур курсов химии и физики. "Советская педагогика", 1971, № 11.

34. Мингенков Е.Е. Об использовании знаний учащихся по химии на уроках физики в IX классе. "Физика в школе", 1971, № 6.

35. Мултановская А.А. и Мултановский В.В. За тесную связь в преподавании физики и математики. "Физика в школе", 1962, № 5.

36. Осокина Г.Н. Использование знаний по физике при изучении органической химии. "Химия в школе", 1966, № 6.

37. Самарин Ю.А. Очерки психологии ума. М., Из-во Академии Педагогических Наук РСФСР, 1962.

38. Скаткин М.Н. О тесной связи обучения с производительным трудом. "Школа и производство", 1960, № 5.

39. Сорокин Н.А. Дидактическое значение межпредметных связей. "Советская педагогика", 1971, № 8.

40. Техника лабораторных работ. М., "Химия", 1968.

41. Основные правила безопасной работы в химической лаборатории. Утверждены Госкомитетом химической промышленности при Госплане СССР 10 февраля 1964 г. – Техника безопасности и производственная санитария в химической промышленности. М., "Химия", 1965, стр. 705-733.

42. Тукмачев Л.М. За математическую культуру на уроках химии. "Химия в школе", 1967, № 6.

43. Федорова В.Н. Прогнозирование новой системы естественно-научных дисциплин. "Советская педагогика", 1971, № 3.

44. Федорова В.Н. и Кирюшкин Д.М. Межпредметные связи. М., "Педагогика", 1972.

45. Юрков Г.К. К вопросу о связи между курсами химии и физики в средней школе. "Химия в школе", 1952, № 3.

46. Янцен В.Н. О межпредметных связях в процессе преподавания основ естественных наук. "Советская педагогика", 1968, № 3.

47. Berger A. und Obst H. Zur Durchdringung des Biologie und Chemienunterrichts. "Biologie in der Schule", 1971, Nr.5.

48. Berger A. und Obst H. Zusammenwirken von Biologie und Chemieunterricht. "Chemie in der Schule", 1971, Nr. 5.