

Tartu Ülikool
Sotsiaal- ja haridusteaduskond

Kristi Tagel

ANIMATSIOONIDE OSAST AATOMI E HITUSE JA KEEMILISE
SIDEME TEEMA ÕPETAMISEL PÕHIK OOLIS

Magistritöö

Juhendajad: Erika Jüriado

Piret Luik

Tartu 2010

Sisukord

Sissejuhatus	3
1. Varasemad uurimused arvuti kasutamisest loodusainetes	5
1.1. Arvuti kasutamine loodusainete õpetamisel ja õppimisel	5
1.2. Arvuti kasutamise efektiivsuse sõltuvus õpilase soost	7
1.3. Arvuti kasutamise efektiivsuse sõltuvus õpilaste akadeemilisest Võimekusest	9
1.4. Animatsioonid ning sellealased uurimused	10
1.5. Väärarusaamad keemias	13
1.5.1 Väärarusaamade olemus	13
1.5.2 Õpilaste väärarusaamad keemilise sideme teema omandamisel	15
2. Animatsioonide kasutamise mõju õpitulemustele	17
2.1. Metoodika	17
2.1.1. Valim	18
2.1.2. Uurimuse instrumendid	18
2.1.3. Uurimuse protseduur	19
2.2. Tulemused ja arutelu	21
2.2.1. Poiste ja tüdrukute võrdlus testide tulemuste osas	21
2.2.2. Akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste võrdlus testide tulemuste osas	23
2.2.3. Õpilastel esinenud väärarusaamad pärast animatsioonide kasutamist	25
2.2.4. Õpilaste hinnangud kasutatud animatsioonidele	28
Kokkuvõte	30
Summary	33
Kasutatud kirjandus	35
Lisad	38

Sissejuhatus

Arvuti kui õppevahend pakub mitmeid võimalusi ainetundide huvitavamaks muutmisel ning õpetamise efektiivsuse suurendamisel. Arvuti kasutamine pakub vaheldust traditsioonilise tundi, andes võimaluse tuua õpilasteni katseid ja luua olukordi, mida õpetaja ise kunagi tunnis realiseerida ei saa (Hammer, 1997; Väärtnõu-Järv, 2001). Arvuti abil on õpilastel võimalik saada ka kõige mitmekesisemat lisateavet õpitule, mida võib kasutada nii tunnis kui ka tunnivälises tegevuses. (Töldsepp, 2001)

Keemia õpetamisel on oluline koht animatsioonidel, sest animatsioonid aitavad paremini mõista mikrotasandil toimuvaid protsesse, mida inimene pole võimeline palja silmaga nägema (Yeziarski ja Birk, 2006). Läbiviidud uurimused animatsioonide kasutamise kohta õppimisel ja õpetamisel on andnud erinevaid tulemusi. Uuringud on näidanud, et animatsioonid võivad õpitulemust nii parandada (Williamson ja Abraham, 1995; Yeziarski ja Birk, 2006), kui ka kehvemaks muuta (Lewalter, 2003; Schnotz & Bannert, 2003).

Mitmete uurimuste tulemusena on jõutud järeldusele, et poisid edestavad arvutitega toimuva õppe abil tüdrukuid (Asuquo ja Onasanya, 2006; Hale, 2002; Young, 2000). Vähe on uuritud nii arvuti kui ka arvutianimatsioonide kasutamise efektiivsust erineva akadeemilise edukusega õpilaste korral. Läbiviidud uurimuste tulemused on väga erinevad.

Käesolevas magistritöös uuriti animatsioonide osa keemilise sideme õpetamisel 8. klassis. Töö eesmärkideks oli teada saada:

- kas animatsioonide kasutamine parandab õpitulemust rohkem poistel või tüdrukutel;
- kas animatsioonid parandavad arusaamist aatomi ehitusest ja keemilisest sidemest enam akadeemiliselt edukatel või vähemedukatel;
- milliseid väärarusaamu esineb õpilastel pärast animatsioonide kasutamist.

Magistritööle püstitati järgnevad hüpoteesid:

- Animatsioonide kasutamine aatomi ehituse ja keemilise sideme õpetamisel parandab õpitulemust rohkem poistel kui tüdrukutel;
- Akadeemiliselt edukatel paraneb arusaamine aatomi ehitusest ja keemilise sideme teemast oluliselt rohkem kui akadeemiliselt vähemedukatel.

- Pärast animatsioonide kasutamist esineb õpilastel väärarusaamu kovalentse ja ioonilise sideme tekkemehhanismide mõistmisel.

Töö kirjanduslikus osas antakse kõigepealt ülevaade arvuti kasutamise tähtsusest ja vajalikkusest loodusainete õpetamisel ja õppimisel. Seejärel käsitletakse arvutite kasutamise efektiivsuse sõltuvust õpilase soost ja akadeemilisest võimekusest. Antakse ülevaade animatsioonidest ning sellealastest uurimustest loodusainetes. Tutvustakse väärarusaamade olemust ning tuuakse välja uurimuses osalenud õpilaste enamlevinumad väärarusaamad seoses keemilise sideme teemaga.

Uurimus viidi läbi 2009. aasta veebruarist-aprillini ning uurimuses osales 127 kaheksanda klassi õpilast neljast Eesti koolist. Uurimuses kasutati animatsioone ioonilise ja kovalentse sideme moodustumise kohta. Animatsioonide kasutamise mõju õpilaste õpitulemustele uuriti eel- ja järeltestide tulemuste võrdlemisega. Testid koosnesid 9 küsimusest, millest esimesed neli küsimust hõlmasid aatomi ehitust ja ioonide tekkimist aatomist. Küsimused viiendast kuni üheksandani nõudsid aga kovalentse ja ioonilise sideme tekkemehhanismi tundmist. Töö uurimuslikus osas analüüsitakse õpilaste vastuseid ning püütakse välja selgitada, kuidas animatsioonide kasutamine mõjutab õpitulemusi.

1. Varasemad uurimused arvuti kasutamisest loodusainetes

1.1. Arvuti kasutamine loodusainete õpetamisel ja õppimisel

Personaalarvuti laialdasem kasutuselevõtt 1980. aastatel lõi võimaluse seni abstraktselt käsitletud objekte, nähtusi ja nendevahelisi seoseid arvutikeskkonnas visualiseeritud vormides uurida. Leiti, et peale lihtsa vaatluse peab arvutiekraanil nähtavate objektidega olema võimalik ka opereerida (Hirmo ja Pedaste, 2004). Arvutite kasutusele võtmine koolides on muutnud nii õpetamise kui õppimise lihtsamaks, efektiivsemaks ja huvitavamaks (Weiss et al, 2002).

Juba loodusõpetuses tutvuvad õpilased esmakordselt paljude loodusteaduste mõistmise aluseks olevate seaduspärasustega ning abstraktsete mõistetega (Väärtnõu-Järv, 2001). On oluline, et juba siis tekiks õpilastel õige arusaam looduses toimuvatest protsessidest ja nähtustest, mille olemuse määravad mikroskoopilised, aineosakeste tasandil käsitletavat protsessid. Selle soodustamiseks peaks õpilasi võimalikult vara harjutama ainetunnis arvutit kasutama. Õppematerjali esitamine arvuti abil soodustab abstraktse materjali paremat omandamist ning seetõttu peaks õpilastel hiljem olema lihtsam mõista ka keemiat ja füüsikat (Väärtnõu-Järv, 2004).

Arvuti kasutamine tunnis pole eesmärk omaette, arvuti on vaid vahend õpieesmärkide saavutamiseks. Mõõdukal kasutamisel pakub arvuti vaheldust traditsioonilisse tundi. Mänguline element ja visuaalsus aitavad küll õpilaste tähelepanu püüda, kuid ei tohi unustada, et liigne atraktiivsus võib takistada materjali meeldejätmist (Weiss et al, 2002; Katt, 2005).

Kuigi arvuti on hea abivahend õpetamisel, ei ole ta siiski mõeldud asendama õpikut või õpilaste poolt tehtavaid pärisakatseid. Samuti ei suuda arvuti asendada õpetajat, sest masinal pole emotsioone ja temaga ei saa otseselt suhelda. Samal ajal pakub see õppevahend aga mitmeid täiendavaid võimalusi ainetundide huvitavamaks muutmisel ning õpetamise efektiivsuse suurendamisel. Arvuti kui õppevahendi kasutamisel loodusainete õpetamisel keskendutakse järgmistele momentidele (Hammer, 1997; Väärtnõu- Järv, 2001) :

- **Visualiseerimine-** arvuti abil saab muuta “nähtamatu nähtavaks”, mis omakorda soodustab arusaamist abstraktsetest mõistetest ja protsessidest. See on oluline juhtudel,

kus vaadeldav nähtus on kas liiga väike või suur, liiga kiire või aeglane või on ohtlik vaatlejale (katsetajale). Kooli kontekstis lisandub veel majanduslik kaalutus, sest paljud katsed nõuavad kallihinnalist aparatuuri.

- **Diferentseeritud lähenemine-** õpilased saavad arvutiklassis individuaalselt töötada, valides ise materjali läbivõtmise tempo. See võimaldab akadeemiliselt vähemedukatel õpilastel materjali piisavat kordamist ilma, et see häiriks edukamate õpilaste tööd. Lisaks on võimalik õpetaja vahetu kontakt selgitusi vajavate õpilastega.
- **Motivatsiooni suurendamine-** õpilaste tähelepanu köitvad visuaalsed efektid ja animatsioonid võivad oluliselt suurendada õpilaste motivatsiooni. Samuti on oluline, et arvuti pakub vaheldust võrreldes traditsiooniliste õppevahenditega.

Sageli seavad arvuti kasutamisele tunnis piirangu kesine õpiprogrammide hulk, õpiprogrammide kasutamise tehniline keerukus ning õpetajate kesised oskused õpiprogrammide käsitlemisel. Samuti eeldab mõnede spetsiaalprogrammide kasutamine vastavat koolitust. Neid asjaolusid arvestades on üha enam hakatud tähelepanu pöörama koolidele pakutava õpitarkvara kasutamise lihtsusele. On lähtunud põhimõttest, et õpitarkvara peab võimaldama paindlikku kasutamist nii õppetunni illustreerimiseks kui ka õpilaste iseseisva töö organiseerimiseks (Katt, 2005; Väärtnõu- Järv, 2001).

1.2. Arvuti kasutamise efektiivsuse sõltuvus õpilase soost

Alates 1980-ndate aastate algusest on uuritud arvutipõhise õppe mõju soolistele erinevustele ning mitmete uurimuste tulemusena jõutud järeldusele, et poisid edestavad arvutitega toimuva õppe abil tüdrukuid (Asuquo ja Onasanya, 2006; Hale, 2002; Young, 2000).

Hale (2002) väidab, et viis, kuidas arvuteid õppes kasutatakse, põhjustab poiste suuremat edukust võrreldes tüdrukutega. Poiste paremad õpitulemused arvutipõhises õppes sõltuvad järgnevalt loetletud teguritest: õppeülesannete struktuur, kus rõhuasetus on individuaalsusel; tagasiside olemus; istekohtade organisatsioon; ühiskonna poolt erinevad ootused poiste ja tüdrukute suhtes; meedia vahendusel poiste kujutamine arvutite asjatundjatena.

Poisid on motiveeritumad arvutit kasutama ja tunnevad ennast arvutite taga kindlamalt. Seetõttu võtavad poisid arvuti õppevahendina paremini omaks ja kasutavad arvutit agaramalt kui tüdrukud (Asuquo ja Onasanya, 2006). Young (2000) väidab, et tüdrukutele on arvuti väheatraktiivne, sest tüdrukute enesekindlus arvutite kasutamisel ning arvuti kasutamise kogemus on poistega võrreldes väiksem.

Poistel on parem ruumitaju ning abstraktne mõtlemine (ChanLin, 2001). Seetõttu on poistele sageli reaalsed, näiteks matemaatika ja füüsika kergemad kui tüdrukutele (ChanLin, 2001; Seil, 2005). Kuna keemia nõuab abstraktset mõtlemist, siis võib arvata, et siin on poiste sooritused paremad kui tüdrukutel. Seil (2005) väidab, et tüdrukutel on õppimise motivatsioon suurem kui poistel. Neid on kergem õppima saada ja nad õpivad ka siis, kui tunnid ei ole väga huvitavad.

Tüdrukud eelistavad koostööd arvutite taga ning kommunikatsiooni vajavaid ülesandeid. Neile sobivad näiteks igasugused rühmatööd ja koos õppimine, sest neile meeldib õpitud omavahel jagada. Poistele sobib sageli paremini üksi ülesande kallal pusimine ning nad eelistavad individuaalset õpet (Seil, 2005).

Luik (2004) on oma uurimuses leidnud, et poisid saavutasid arvutite abil toimuva õppe abil paremaid tulemusi elektrooniliste õpikute eksperimendis. Drillprogrammide eksperimendis eel- ja järeltestide tulemustes oluline erinevus poiste ja tüdrukute testitulemuste vahel puudus. Kui aga arvestada eelteadmiste taset, siis paranesid drillprogrammide kasutamisel tulemused enim just poistel.

Eesti õpilaste seas korraldatud uurimuse "Tiiger luubis" 2000. aasta küsitlusel selgus, et poisid ja tüdrukud suhtusid arvutite kasutamisse õppetöös ühtviisi toetavalt. 2004. aasta küsitlusest selgus, et poisid olid võtnud arvuti kui õppevahendi tüdrukutest paremini omaks. Poistele meeldis, et arvuti võimaldab õppida kiiremini ja oma tempos. Samas selgus 2004. aasta küsitlusel, et tüdrukute arvutikasutusoskused olid paranenud ning lähenesid poiste omadele (Toots et al, 2004).

1.3 Arvuti kasutamise efektiivsuse sõltuvus õpilaste akadeemilisest võimekusest

Vähe on uuritud nii arvuti kui ka arvutianimatsioonide efektiivsust erineva akadeemilise edukusega õpilaste korral. Läbiviidud uurimuste tulemused on väga erinevad. Rahmati (2007) poolt läbiviidud uurimuse tulemusena selgus, et akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste tulemuste võrdemisel pärast animatsioonide kasutamist olulist erinevust ei ilmnenud. Mayer ja Anderson (2001; viidatud Rahmat, 2007) poolt korraldatud uurimustest selgus, et animatsioonide kasutamise efektiivsus on suurem nende õppijate korral, kel kõrgem eelteadmiste tase või võimekus õpitaval alal. Sama uurimuse tulemusena selgus ka, et kui animatsioon oli esitatud koos tekstiga, siis madalama eelteadmiste tasemega õpilaste tulemused paranesid oluliselt rohkem kui kõrgema eelteadmiste tasemega õpilastel.

Luik (2004) on oma uurimuses leidnud, et akadeemiliselt edukamate õpilaste tulemused olid nii elektrooniliste õpikute kui ka drillprogrammide kasutamisel paremad akadeemiliselt vähemedukate õpilaste tulemustega võrreldes.

Uuringu „Tiiger luubis” (2000-2004) tulemustest selgus, et akadeemiliselt vähemvõimekad õpilased olid motiveeritumad arvutit õppe- ja abivahendina vastu võtma, sest arvuti võimaldas individuaalselt töötada ning valida materjali läbivõtmise tempo. Arvuti aitas suurendada ka akadeemiliselt vähemedukamate õpilaste enesekindlust, sest arvuti on kannatlik ning ei halvusta, kui valesti vastata. Ka akadeemiliselt edukamatele õpilastele oli arvuti õpivahendina oluline, sest aitas ülesanded huvitavamaks teha (Luik, 2003; viidatud Toots et al., 2004).

1.4. Animatsioonid ning sellealased uurimused

Mayer ja Moreno (2002) mõistavad animatsiooni all näiva liikumisega pilti, mis kujutab joonistatud või simuleeritud objektide liikumist. Mayer ja Moreno (2002) eristavad animatsioonidel kolme tunnust:

- Pilt- animatsioon on pildilise esituse vorm
- Liikumine- animatsioon kujutab näivat liikumist
- Simulatsioon- animatsioon sisaldab objekte , mis on joonistatud või simuleeritud

Animatsiooni all mõistetakse ka illusiooni liikumisest, mis on loodud staatiliste piltide järjestikkuse esitamisega. Arvuti abil on võimalik edastatavast informatsioonist luua liikuv ja muutuv pilt- animatsioon. Animatsiooni puhul vahelduvad graafika seeriad ekraanil piisavalt kiiresti tekitades nii liikumise efekti (Szabo ja Poohkay, 1996).

Animatsioone kasutatakse, et illustreerida liikumisi süsteemis, mida pole võimalik silmaga näha. Tänu keerukate nähtuste ja protsesside visualiseerimisele aitavad nad õppijal materjali paremini mõista. Animatsioonide abil on võimalik edastada suurt infohulka väga lühikese aja jooksul (Yeziarski ja Birk, 2006). Kokkuvõtvalt võib öelda, et animatsiooniga on võimalik (Animatsioonid, 2009):

- visualiseerida dünaamilisi, ajast sõltuvaid protsesse;
- visualiseerida seni mittekogetud keskkondi (nt molekuli sisemus);
- illustreerida järk-järgulist/ kiht-kihilist muutumist;
- visualiseerida kolmedimensionaalseid struktuure;
- äratada õpilase tähelepanu.

Animatsioone kasutatakse abivahendina nii õpetamisel kui õppimisel. Arvutianimatsioonide kasutamisel tunnis on oluline teada, millisel eesmärgil seda tehakse. Weiss ja tema kolleegid (2002) eristavad animatsioonidel 5 funktsiooni:

- 1) **Kosmeetiline funktsioon** - juhiste tegemine õpilastele atraktiivseks ja huvi tekitamine uue materjali vastu tunni alguses. Samas võib animeeritud efektide liigne kasutamine hakata õpilaste tähelepanu kõrvale juhtima edastatava materjali põhipunktidelt, mistõttu võivad õpilased tunnis edastatud uut materjali valesti mõista.

- 2) **Tähelepanu haaramise funktsioon** - oluline tunni alguses õpilase tähelepanu püüdmisel ja selle juhtimisel materjali peamistele aspektidele.
- 3) **Motivatsiooniline funktsioon** - õpilase mõjutamine animeeritud efektide abil, et õpilasel tekiks tahe pingutada hea tulemuse nimel. Positiivse motivatsiooni tekitamiseks oluline tagasiside.
- 4) **Esituslik funktsioon** - osutub eriti kasulikuks kui käsitletakse väga abstraktseid nähtusi või dünaamilisi protsesse. Näiteks, võimaldab animatsioon õpilastel paremini mõista vere voolamist veresoontes.
- 5) **Selgituslik funktsioon** - aitab selgitada abstraktseid seoseid, millest arusaamine võib muidu raskeks osutuda. Aitab parandada arusaamist mõistetest, ilma uut infot esitamata. Mida keerulisem on mõiste, seda suurem on animatsiooni selgitav roll. Seda eriti siis, kui mõiste sisu on keeruline verbaalselt edasi anda või on olulised ajas toimuvad muutused.

Weiss ja tema kolleegid (2002) räägivad animatsioonide puhul selle tõetruudusest (*fidelity*). Kui tõe vastavuse tase on madal, siis võivad õppijad animatsiooni põhjal teha ebaõigeid järeldusi. Animatsiooni tõetruudus peab vastama oskustele, mida õpetatakse. Weiss jt. (2002) eristavad animatsiooni puhul füüsilist ja funktsionaalset tõetruudust (füüsiline tõetruudus- kui täpselt animatsioon sarnaneb reaalse maailmaga, funktsionaalne tõetruudus- kui sarnaselt käitub animatsioon reaalse maailmaga võrreldes).

Animatsioonide kasutamise kasulikkust õppimisel on tõestanud mitmed läbiviidud uurimused. Nicholls ja Merkel (1996) uurisid arvutianimatsioonide kasulikkust mikrobioloogias toimuvate protsesside õppimisel. Eksperimendis saavutati märkimisväärselt paremaid õpitulemusi just animatsioonide kasutamise korral. Samale tulemusele jõudsid ka Williamson ja Abraham (1995, viidatud Weller, 1996), kes uurisid arvutianimatsioonide kasulikkust keemia õppematerjalides. Szabo ja Poohkay (1996) poolt läbi viidud uurimuses võrreldi matemaatika õppematerjalide esitust 1) lihtsa tekstina, 2) tekstina koos staatilise graafikaga ja 3) tekstina koos animatsioonidega. Uurimuse tulemusena selgus, et paremaid

tulemusi võrreldes teiste rühmadega said animatsioonide abil õppinud õpilased. Tulemus kehtis nii madalama kui kõrgema võimekusega õpilaste puhul.

Mayeri (1996) poolt läbiviidud uurimuse tulemusena selgus, et animatsioonid, mis olid täiendatud tekstilise seletusega, aitavad visuaalset ja verbaalset informatsiooni paremini töödelda. Animatsiooni esitamine koos toetava tekstiga vähendavad kognitiivset koormust. Õpilased õpivad olulist infot ebaolulisest eristama ning oskavad siduda uut infot reaalse maailmaga.

Õppematerjali esitamine animatsioonide abil soodustab abstraktse materjali paremat omandamist. Weiss ja tema kolleegid (2002) soovivad kasutada animatsioone keeruliste mõistete ja protsesside kirjeldamiseks või illustreerimaks süsteeme, mida pole võimalik palja silmaga näha. Yeziarski ja Birk (2006) märgivad, et animatsioonid on osutunud kasulikuks keemia õpetamisel, eriti mikrotasandil (ehk aineosakestega) toimuvate protsesside ning nähtuste mõistmisel.

Animatsioonid ei soodusta siiski alati õppimist. Mõne õppematerjali korral on staatilised esitlused efektiivsemad kui animatsioonid (Lewalter, 2003; Schnotz & Bannert, 2003). Mõnede animatsioonide korral võib tekkida töömälu alakoormus ja mõnede animatsioonide korral töömälu ülekoormus. Sellisel juhul pole animatsioonidest mingit kasu kui õpirotsessi parandajast (Lowe, 2003).

Mitmed uurijad (Weiss et al., 2002; Kim et al., 2007) juhivad tähelepanu ka sellele, et animatsioonid võivad oma liigse atraktiivsuse tõttu hakata tähelepanu kõrvale juhtima edastatava materjali põhipunktidele. Kim ja tema kolleegid (2007) rõhutavad, et animatsioonid ei tohiks olla liiga keerulised. Kui animatsioonid on esitatud koos tekstiga, siis ei tohiks olla teksti liiga palju. Kui animatsioonile on lisatud liiga palju selgitavat juttu, keskenduvad õpilased tekstist olulise info leidmisele ning animatsioon jääb tähelepanuta.

1.5. Väärarusaamad keemias

1.5.1. Väärarusaamade olemus

Väärarusaamaks peetakse veendumust, mis pole kooskõlas üldtunnustatud teadusliku informatsiooniga (Voolaid ja Ganina, 2006). Krikmann jt nimetavad väärarusaamaks individuaalseid mitteteaduslikke kujutlusi, mille alusel indiviid seletab nähtusi (Krikmann, Susi ja Voolaid, 2005). Väärarusaamad on äärmiselt püsivad ja segavad uute teadmiste ja oskuste omandamist. Usutakse, et väärarusaamad, mis esinevad 12- aastastel, esinevad suure tõenäosusega ka gümnaasiumiõpilastel ja üliõpilastel. Näiteks leidsid Ahtee ja Varjoli (1998) oma uurimuses, et ligikaudu 10 % Soome 8. klassi õpilastest ei suutnud vahet teha lihtainetel ja aatomitel. Täpselt sama suur protsent gümnaasiumiõpilastest ja üliõpilastest tegid sarnase vea.

Pikka aega on püütud leida vastust küsimusele, mis põhjustab väärarusaamade ja väärmõistete teket. Konkreetse väärarusaama allikat ei ole aga kerge kindlaks teha. Pole täpselt määratletav, kas selleks on emakeele iseärasused (nt metafoorid), õpetaja, õpik, ainekirjandus, meedia (film, raamat) või midagi muud (Krikmann, Susi ja Voolaid, 2005). E. Kikase arvates tekivad väärmõisted siis, kui õpitav on liiga abstraktne, lapse mõtlemine aga tavamõisteline (konkreetne). Laps püüab enda jaoks mõtestada uut informatsiooni, aga kui see osutub olevat vanaga mittekooskõlaliseks, siis muudab laps selle uue info endale vastuvõetavamaks, muutes aga seeläbi õpitavat infot. Nii kujunevad väärmõisted. Sageli tähendab see aga abstraktsete ning teaduslike mõistete muutmist tavamõisteteks, näiteks abstraktsetele mõistetele konkreetsete omaduste lisamist. Mittetajutavate nähtuste mõistmisel kasutatakse analoogiat tajutavaga. Näiteks kaugete kultuuride inimestele omistatakse enda kultuuriga sarnaseid jooni; aatomitele omistatakse aine tajutavaid omadusi nagu värvus ja agregaatolek (Kikas, 2009).

Gabel (2005) leiab, et väärarusaamad keemias tekivad seetõttu, et õpilased ei suuda omavahel siduda 3 info esitamise tasandit st et nad ei mõista, kuidas mikro-, makro- ja sümboltasand on omavahel seotud. Kui keemiaõpetajad ja keemikud suudavad edukalt kolme tasandiga manipuleerida, siis paljudele õpilastele osutub see üle jõu käivaks ülesandeks. Gabel (2005) tõdeb, et kui õpilased ei suuda siduda sümboltasandit kahe ülejäänud tasandiga, jätavad nad õpitu mehaaniliselt meelde või kasutavad probleemide lahendamisel sagedamini

algoritme. Selle tulemusena ei suuda õpilased näha keemia seotust meie igapäevaeluga (ehk makromaailmaga).

Õpilaste väärarusaamade välja selgitamine on olulise tähtsusega, sest väärarusaamad segavad uute teadmiste ja oskuste omandamist. Keemia puhul on tegemist abstraktse õppeainega, sest käsitletakse protsesse ning nähtusi, mida pole võimalik palja silmaga jälgida. Animatsioonide kasutamine võimaldab parandada arusaamist abstraktsetest protsessidest ning nähtusest, vähendades sellega õpilastel väärarusaamade tekkimist (Yeziarski ja Birk, 2006). Näiteks saab animatsioone edukalt kasutada keemilise sideme teema õpetamisel, sest animatsioonide abil on igaljuhul võimalik jälgida, kuidas seonduvad erinevad aatomid ja ioonid omavahel keemilise sideme moodustumisel.

1.5.2 Õpilaste väärarusaamad keemilise sideme teema omandamisel

Keemilise sideme teema põhimõtetest arusaamine on aluseks paljude teiste keemia teemade mõistmiseks, sealhulgas aineklasside teema mõistmiseks. Kirjandusele toetudes võib öelda, et keemilise sideme teema paigutatakse kõrvuti aatomi ehituse ja lahustumisega kolme kõige raskema teema hulka koolis (Sirhan, 2007). Miks on õpilastel keemilise sideme teemat raske mõista? Raskused on seotud peamiselt sellega, et teema ise on väga abstraktne ning eeldab mikrotasandil (ehk aineosakestega) toimuvate protsesside head mõistmist. Iooni, aatomit ning molekuli pole võimalik palja silmaga näha. Teiseks – keel, mida keemias kasutatakse on õpilastele uus ning seetõttu võivad õpilased mõtestada õpetaja kõnet omamoodi ning mõista mingit terminit teisiti kui on selle teaduslik tähendus (Özmen, 2004; Ünal et al., 2006). Mitmete uurimuste tulemusena on selgunud, et õpilastel on raskusi keemilise sideme teema mõistmisel ja nad omavad seetõttu mitmeid väärarusaamu. Õpilaste enamlevinud väärarusaamad seoses keemilise sidemega on toodud tabelis 1.

Tabel 1. Õpilaste väärarusaamad seoses keemilise sidemega (Horton, 2007; Özmen, 2004)

- Keemiliste sidemete tekkimisel kulutatakse energiat ja keemiliste sidemete katkemisel vabaneb energia.
- Esineb ainult 2 keemilise sideme tüüpi: iooniline side ja kovalentne side.
- Ioonilised ühendid esinevad molekulidena.
- Kovalentses sideme moodustumisel paiknevad ühised elektronid alati täpselt keskel kahe aatomi vahel.
- Kovalentse sideme moodustumisel loovutab ainult üks aatom elektroni, mis muutub ühiseks mõlemale aatomile.
- Kovalentne side moodustub vastasmärgiliste laengutega ionide vahel.
- Iooniline side tekib ühise elektronpaari moodustumisel aatomite vahel.

Põhikoolis pööratakse keemilise sideme teema õpetamisel kõige rohkem tähelepanu kovalentsele ja ioonilisele sidemele. Seetõttu tekib õpilastel väärarusaam, et eksisteerib ainult kaks keemilise sideme tüüpi, kuid lisaks ioonilisele ja kovalentsele sidemele eristatakse ka näiteks metallilist sidet ja vesiniksidet (Kind, 2004).

Mitmed uurimused on näidanud, et õpilastel esineb väärarusaamu keemilise sideme moodustumise mehhanismide mõistmisel. Butts ja Smith (1997; viidatud Özmen, 2004) korraldasid uurimuse, mille tulemusena selgus, et õpilased ajasid omavahel segi ioonilise ja kovalentse sideme moodustumise mehhanismi. Näiteks, arvasid paljud uurimuses osalenud õpilased, et naatriumi ja kloori aatomid on üksteisega seostunud kovalentse sidemega. Butts ja Smith (1997; viidatud Özmen, 2004) leidsid et selline väärarusaam võib olla põhjustatud sellest, et õpilased ei tea, mille poolest erineb üks keemilise sideme liik teisest. Nicoll (2001; viidatud Özmen, 2004) uurimusest selgus, et õpilased ajavad omavahel segamini ioonilise ja kovalentse sideme mõiste. Õpilased arvavad, et kovalentne side moodustub vastasmärgiliste laengutega ionide vahel ning iooniline side ühise elektronpaari moodustumisel aatomite vahele.

Uurimused on näidanud, et õpilastel esineb rida väärarusaamu seoses kovalentse sidemega. Peterson ja tema kolleegid (1999; viidatud Özmen, 2004) uurisid 11. ja 12. klassi õpilaste arusaamu kovalentsest sidemest. Uurimusest selgus, et 33 % 11.klassi õpilastel ja 23 % 12. klassi õpilastel esines väärarusaam, mille kohaselt sidet moodustavad ühised elektronid paiknevad kõikide kovalentsete sidemete korral alati täpselt keskel kahe aatomi vahel. Nii arvanud õpilased pakkusid ka, et vesinikfluoriidis paikneb ühine elektronpaar vesiniku ja fluori aatomi vahel keskel. Peterson ja tema kolleegid (1999; viidatud Özmen, 2004) on arvamusel, et niimoodi vastanud õpilased jätsid arvestamata, et kui kovalentne side moodustub erineva elektronegatiivsusega elementide aatomite vahel, siis on ühine elektronpaar nihkunud elektronegatiivsema elemendi aatomi suunas. Sama uurimuse tulemustest selgus ka, et õpilaste seas oli levinud väärarusaam, mille kohaselt moodustub kovalentse sideme moodustumisel aatomite vahel üheelektroniline side.

Ühe uurimuse tulemustest selgus, et 48% üliõpilastest arvab, et keemilise sideme tekkel neeldub energia ning sideme katkemisel vabaneb energia. Horton (2007) leidis, et selle väärarusaama tekkimist ja püsimist võivad soodustada õpikus kujutatud skeemid. Õpilased saavad skeemil kujutatust valesti aru ning nii kujunebki väärarusaam, mille kohaselt keemilise sideme tekkimisel energia neeldub.

2. Animatsioonide kasutamise mõju õpitulemustele

2.1. Metoodika

Töö eesmärgiks oli teada saada,

- kas animatsioonide kasutamine parandab õpitulemusi rohkem poistel või tüdrukutel;
- kas animatsioonide kasutamine parandab arusaamist aatomi ehitusest ja keemilisest sidemest enam akadeemiliselt edukatel või vähemedukatel;
- milliseid väärarusaamu esineb õpilastel pärast animatsioonide kasutamist.

Magistritööle püstitati järgnevad hüpoteesid:

- Animatsioonide kasutamine aatomi ehituse ja keemilise sideme õpetamisel parandab õpitulemust rohkem poistel kui tüdrukutel. Mitmete uurimuste tulemustest on selgunud, et poisid saavutavad arvutitega toimuva õppe abil paremaid tulemusi kui tüdrukud (Asuquo ja Onasanya, 2006; Hale, 2002; Young, 2000). Kuna poisid tunnevad ennast arvutite taga kindlamalt (Asuquo ja Onasanya, 2006) ning neil on parem abstraktne mõtlemine (ChanLin, 2001), võtavad poisid arvuti õppevahendina paremini omaks ning nende tulemused on tüdrukutega võrreldes paremad.
- Akadeemiliselt edukamatel paraneb arusaamine aatomi ehitusest ja keemilise sideme teemast oluliselt rohkem kui akadeemiliselt vähemedukatel. Mayer ja Anderson (2001) uurimusest selgus, et animatsioonide kasutamise efektiivsus on suurem nende õppijate korral, kel kõrgem eelteadmiste tase või võimekus õpitaval alal.
- Pärast animatsioonide kasutamist esineb õpilastel väärarusaamu kovalentse ja ioonilise sideme tekkemehhanismide mõistmisel. Mitmete uurimuste tulemustest selgunud, et õpilased ajavad omavahel segamini ioonilise ja kovalentse sideme (Butts ja Smith, 1997; Nicoll, 2001; viidatud Özmen, 2004). Samuti on õpilastes seas levinud väärarusaam, mille kohaselt moodustub kovalentse sideme moodustumisel aatomite vahel üheelektroniline side (Peterson et al., 1999; viidatud Özmen, 2004).

2.1.1. Valim

Uurimuse mugavusvalimi moodustasid kaheksanda klassi õpilased neljast erinevast Eesti koolist. Uurimuses osales 127 õpilast, 55 poissi ja 72 tüdrukut. Uurimuses osalesid tavaklasside õpilased. Õpilaste maksimaalne arv klassis oli 27 ja minimaalne arv 14 õpilast. Õpilaste keskmine vanus nii poistel kui tüdrukutel oli 14-15 eluaastat. Õpilaste rühmitamisel akadeemilise edukuse alusel lähtuti õpetajate poolt koostatud jaotusest. Õpetajad jaotasid õpilased hinnete alusel kolme rühma. Selle alusel eraldus antud uurimuses osalenud õpilastest 28 akadeemiliselt edukat, 20 akadeemiliselt keskmise edukusega ja 40 akadeemiliselt vähemedukat õpilast.

2.1.2. Uurimuse instrumendid

Animatsioonide kasutamise mõju õpilaste õpitulemustele uuriti eel- ja järeltestide tulemuste võrdlemisega. Testid (vaata lisa 1 ja lisa 2) koosnesid 9 küsimusest, millest esimesed neli küsimust hõlmasid aatomi ehitust ja ionide tekkimist aatomist. Küsimused viiendast kuni üheksandani nõudsid aga kovalentse ja ioonilise sideme tekkemehhanismi tundmist. Eel- ja järeltest sisaldasid nii faktiteadmisi kui teadmiste rakendamist nõudvaid küsimusi. Samuti sisaldasid testid ka põhjendusi nõudvaid küsimusi. Nii eel- kui järeltest koostati töö autori poolt arvestades keemia ainekava ning juhendajapoolseid nõuandeid.

Uurimuses kasutatud animatsioonid sisaldasid kolme näidet ioonilise sideme moodustumisest koos selgitavate tekstidega ning kolme näidet kovalentse sideme moodustumisest koos selgitavate tekstidega. Ioonilise sideme moodustumist vaadeldi liitiumkloriidi, magneesiumoksiidi ja kaltsiumfluoriidi näitel. Kovalentse sideme moodustumist vaadeldi fluori molekuli, ammoniaagi molekuli ning metaani molekuli tekke näitel. Animatsioonid koostati töö autori poolt *Microsoft PowerPoint* programmi kasutades. Animatsioonide koostamiseks tutvuti põhikooli- ja gümnaasiumi riikliku õppekavaga, erinevate autorite poolt koostatud keemia õpikutega VIII klassile ning internetis leiduvate materjalidega keemilise sideme kohta.

Õpilaste hinnangute väljaselgitamiseks animatsioonide kasulikkuse kohta kasutati täiendavat küsimustikku (vaata lisa 3), mis koosnes kolmest osast. Esimeses osas paluti õpilastel hinnata 5- palli skaalal vaadatud animatsioone neljast aspektist. Teises osas püüti selgitada, kas õpilaste arvates on animatsioonidel eeliseid võrreldes tavaõppega. Küsimustiku kolmandas osas sooviti teada saada, kuidas oleks õpilaste arvates keemilise sideme teemat kõige parem omandada.

2.1.3. Uurimuse protseduur

Eksperimendi lõppversioonile eelnes algversioon, mida kasutati mitme 8.klassi õpilase testimiseks. Eksperimendi algversiooni läbiviimisel küsiti õpilastelt, kas eel- ja järeltestis esitatud küsimused ning koostatud animatsioonid olid arusaadavad. Samuti hinnati eksperimendi algversiooni testimisel eksperimendi sooritamiseks kuluvat aega. Õpilaste küsitlemisel ilmnisid eksperimendi algversioonis mõned täpsustamist või muutmist vajavad ülesanded. Vajalikud parandused viidi sisse.

Eksperimendi lõppversioon viidi läbi 2009. aasta veebruarist aprillini. Eksperimendi läbiviimise ajaks olid õpilased läbinud aatomi ehituse ja keemilise sideme teema. Aatomit ja selle ehitust käsitleti koolides keemiatunnis oktoobri keskpaigas. Ioonide tekkimist aatomitest ja keemilise sideme teemat novembri lõpus ja detsembri alguses. Enne eksperimendi läbiviimist ei toimunud üheski klassis spetsiaalset kordamistundi.

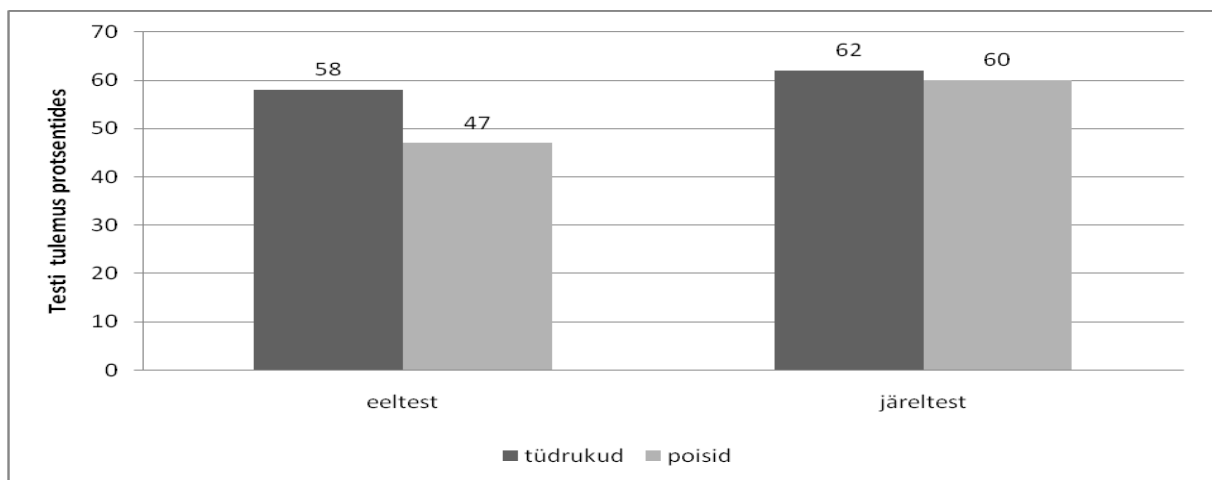
Ühe rühma eksperimendi käik oli järgmine: õpilased täitsid eeltesti, milles kontrolliti õpilaste eelteadmisi aatomi ehituse ja keemilise sideme kohta. Seejärel vaatasid õpilased arvutist 15 minuti jooksul animatsioone kovalentse ja ioonilise sideme moodustumise kohta. Animatsioonides oleva info omandamine toimus iseseisvalt. Seejärel täitsid õpilased järeltesti. See andis informatsiooni õpilaste arusaamisest aatomi ehituse ja keemilise sideme teemast pärast animatsioonide vaatamist. Nii eeltesti kui ka järeltesti täitmiseks oli aega 12 minutit. Pärast järeltesti vastasid õpilased täiendavatele küsimustele. Eksperiment viidi läbi ühe koolitunni jooksul kooli arvutiklassis, kus iga õpilase jaoks oli eraldi arvuti. Eel- ja järeltesti täitsid õpilased individuaalselt ilma abimaterjale ja õpetaja abi kasutamata. Testide täitmisel oli lubatud kasutada perioodilisustabelit.

Õpilastelt saadud andmete esialgseks analüüsimiseks kasutati *Microsoft Excel* programmi.
Järgnevateks analüüsideks kasutati SPSS 16.0 programmi.

2.2. Tulemused ja arutelu

2.2.1. Poiste ja tüdrukute võrdlus testide tulemuste osas

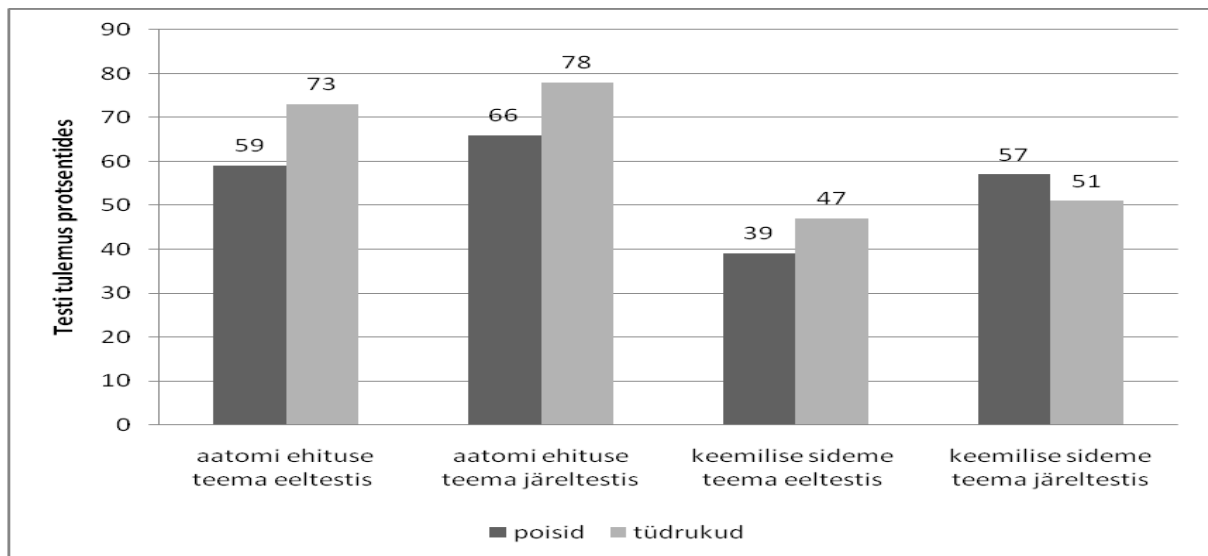
Käesolevas uurimuses võrreldi t- testiga eel-ja järeltestide keskmisi tulemusi sugude lõikes (vaata ka joonis 1). Ilmnes, et statistiliselt oluliselt erinevad olid poiste ja tüdrukute eeltesti keskmised tulemused. Tüdrukute eeltesti tulemus oli oluliselt parem kui poiste tulemus (keskmised tulemused vastavalt 58%, 47% ; t-testiga, $p < 0,01$). Poiste ja tüdrukute vahel polnud statistiliselt olulist erinevust järeltestide keskmistes tulemustes ($p > 0,05$).



Joonis 1. Poiste ja tüdrukute testide tulemuste võrdlus

Jooniselt 1 selgub, et tüdrukutel oli eeltestis oluliselt kõrgemad tulemused kui poistel. Siin võib üheks põhjuseks olla asjaolu, et tüdrukud on hoolsamad õppijad ning ka nende õpimotivatsioon on suurem (Seil, 2005). Seetõttu on nende teadmised poiste omadest paremad. Järeltesti keskmiste tulemuste võrdlemisel eeltesti tulemustega aga ilmnes, et animatsioonide kasutamisel paranesid järeltesti tulemused oluliselt enam just poistel (muutus tüdrukutel 4% ja poistel 13%; t-testiga, $p < 0,05$). Mitmed autorid on leidnud, et tüdrukud eelistavad koostööd arvutite taga (Hale, 2002; Seil, 2005), poisid aga individuaalset õpet (Seil, 2005). Kuna antud eksperimendis oli tegemist individuaalse õppega, kus oli keelatud õpilaste omavaheline suhtlemine, siis võivad poiste paremad tulemused olla tingitud poistele sobivamast õppetöö korraldusest antud eksperimendis. Asuquo ja Onasanya (2006) on märkinud, et poisid tunnevad end arvutite taga kindlamalt kui tüdrukud, mis võib samuti olla üheks põhjuseks, miks poiste tulemused paranesid animatsioonide kasutamisel rohkem kui tüdrukutel.

Võrreldi ka poiste ja tüdrukute eel- ja järeltestide keskmisi tulemusi erinevate teemade lõikes. Tüdrukute keskmised tulemused olid aatomi ehituse teema osas eeltestis paremad kui poistel (t-testiga, $p < 0,01$). Erinevust ei olnud aga poiste ja tüdrukute eeltestide keskmiste tulemuste vahel keemilise sideme teema puhul (t-testiga, $p > 0,05$). Statistiliselt oluline erinevus ilmnes poiste ja tüdrukute järeltestide keskmiste tulemuste vahel aatomi ehituse teema osas (vaata joonis 2; t-testiga, $p < 0,01$).



Joonis 2. Poiste ja tüdrukute eel- ja järeltestide tulemuste võrdlus erinevate teemade korral

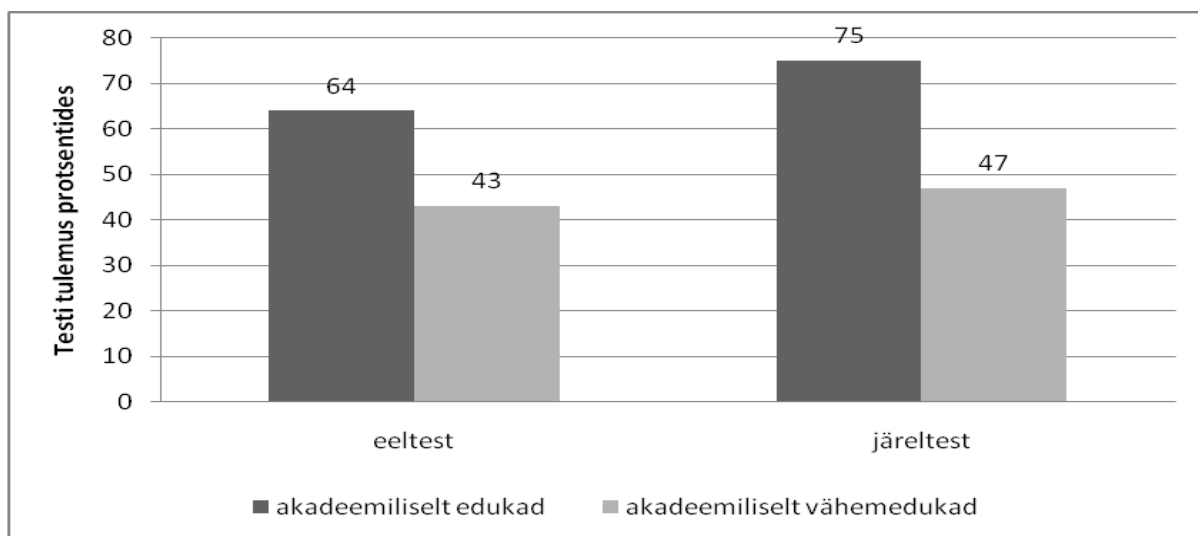
Joonisel 2 kajastatud järeltesti erinevate teemade tulemuste võrdlemisel eeltesti tulemustega selgus, et animatsioonide kasutamisel ei ilmnenud olulist erinevust poiste ja tüdrukute õpitulemuste vahel aatomi ehituse teema osas (t-testiga, $p > 0,05$). Joonise 2 andmete põhjal selgub, et võrreldes tüdrukutega parandas animatsioonide kasutamine õpitulemust enam just poistel keemilise sideme teema osas (muutus vastavalt 4%, 18%; t-testiga, $p < 0,01$). Põhjuseks võib olla asjaolu, et poistel on parem abstraktne mõtlemine (Seil, 2005), mis võimaldas neil keemilise sideme tekkemehhanismide paremat mõistmist võrreldes tüdrukutega.

Püstitatud hüpotees leidis osalise kinnituse. Leidis kinnitust hüpoteesi osa, mille kohaselt parandab animatsioonide kasutamine õpitulemust keemilise sideme teema osas rohkem poistel kui tüdrukutel. Ei leidnud kinnitust hüpoteesi osa, mille kohaselt parandab animatsioonide kasutamine õpitulemusi aatomi ehituse teema osas rohkem poistel kui tüdrukutel.

2.2.2. Akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste võrdlus testide tulemuste osas

Järgnevas analüüsis keskendutakse akadeemiliselt edukatele ning vähemedukatele ning akadeemiliselt keskmise edukusega õpilased on välja jäetud (vaata ka ptk 2.1.1).

Nii eel- kui järeltestide keskmised tulemused õpilaste akadeemilise edukuse lõikes olid oluliselt paremad akadeemiliselt edukate õpilaste puhul (vaata joonis 3; t-testiga, kõikidel juhtudel $p < 0,05$). Põhjuseks võib olla asjaolu, et akadeemiliselt edukamatel õpilastel on kõrgem eelteadmiste tase (Mayer ja Anderson, 2001), mis aitab luua paremaid seoseid õpitavaga.



Joonis 3. Akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste eel- ja järeltesti tulemuste võrdlus

Joonisel 3 kajastatud järeltesti keskmiste tulemuste võrdlemisel eeltesti tulemustega selgus, et akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste tulemuste vahel pärast animatsioonide kasutamist olulist erinevust ei ilmnenud (t-testiga, $p > 0,05$).

Võrreldi akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste eel- ja järeltestide tulemusi erinevate teemade lõikes. Akadeemiliselt edukate õpilaste tulemused olid nii aatomi ehituse kui ka keemilise sideme teema osas nii eel- kui järeltestis oluliselt paremad kui akadeemiliselt vähemedukatel õpilastel (vaata tabel 2; t-testiga, $p < 0,05$).

Tabel 2. Akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste eel- ja järeltestide keskmised tulemused

	Teema	Eeltest		Järeltest	
		aritmeetiline keskmine (%)	standardhälve (%)	aritmeetiline keskmine (%)	standardhälve (%)
akadeemiliselt edukad õpilased	aatomi ehitus	82	24	87	16
	keemiline side	52	27	67	22
akadeemiliselt vähemedukad õpilased	aatomi ehitus	53	26	54	24
	keemiline side	37	23	42	27

Tabelis 2 kajastatud järeltesti erinevate teemade keskmiste tulemuste võrdlemisel eeltesti tulemustega selgus, et animatsioonide kasutamisel ei ilmnenud olulist erinevust akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste tulemuste vahel ei aatomi ehituse ega ka keemilise sideme teema osas (t-testiga, kõikidel juhtudel $p > 0,05$).

Ei leidnud kinnitust hüpotees, mille kohaselt akadeemiliselt edukamatel paraneb arusaamine aatomi ehituse ja keemilise sideme teemast oluliselt rohkem kui akadeemiliselt vähemedukatel.

2.2.3. Õpilastel esinenud väärarusaamad pärast animatsioonide kasutamist

Järgnevas analüüsis keskendutakse õpilaste väärarusaamadele pärast animatsioonide kasutamist.

31% järeltestile vastanud õpilastest esines väärarusaam, et kaltsiumi aatom omandab negatiivse laengu, kui loovutab 2 väliskihi elektroni. Sellest võib järeldada, et küllalt suurele hulgale õpilastest pole selge, kuidas tekib aatomistioon ja millise laengu omandab aatom elektroni(de) loovutamisel.

62% järeltestile vastanud õpilastest oskas kirjutada iooni elektronskeemi etteantud aatomi elektronskeemi põhjal. Õpilased, kes vastasid valesti, ei ole aru saanud, millise laengu omandab aatom elektronide loovutamisel või liitmisel. Näiteks pakuti magneesiumi iooni laenguks 2- ja kloriidioonile + laengut. Seda viga tegi 6% järeltestile vastanud õpilastest. Õpilased peaksid teadma, et elektroni loovutamisel jääb aatomi elektronkattes elektrone vähem kui on vastava aatomi tuumalaeng. Selle tulemusena omandab aatom positiivse laengu ja muutub positiivse laenguga iooniks ehk kationiks. Elektroni liitmisel on elektronkattes elektrone rohkem kui on vastava aatomi tuumalaeng. Selle tulemusena omandab aatom negatiivse laengu ja muutub negatiivse laenguga iooniks ehk aniooniks. Kuna küllaltki suurel hulgal õpilastest esines selles osas väärarusaamu, siis peaks koolis rohkem tähelepanu pöörama ioonide moodustumise mehhanismi selgitamisele. Küllalt suur hulk õpilasi (8%) jättis ioonile laengu märkimata ning leidis ka mõni õpilane, kes muutis hoopis tuumalaengut vastavalt loovutatud või liidetud elektronide arvule. Nii kirjutati näiteks magneesiumi ioonile tuumalaenguks pärast kahe elektroni loovutamist +10 ning kloorile pärast elektroni liitmist +18. Õpilased, kes muudavad tuumalaengut, pole ilmselt selgeks saanud, mida kujutab endast tuumalaeng. Seega tuleks rohkem tähelepanu pöörata tuumalaengu mõiste selgitamisele. Kindlasti on vajalik rõhutada, et tuumalaeng on aatomile iseloomulik suurus, mille väärtus elektronide liitmisel ja loovutamisel ei muutu.

Järeltestiga uuriti, kas õpilased teavad, kuidas tekib ioonilise side kaaliumkloriidis. Õpilastel tuli valida neljast vastusevariandist üks õige. Suur osa õpilastest (73%) teadis, et kaaliumi aatom peab loovutama ja kloori aatom liitma ühe elektroni, kuid nii mõnedki valesti vastanutest (9%) arvasid, et KCl tekkimiseks, peab kaaliumi aatom hoopis liitma ja kloori

aatom loovutama elektroni. Valesti vastanud õpilastel pole ilmselt selge, milliste elementide aatomid kergemini loovutavad ja milliste elementide aatomid kergemini liidavad elektrone.

Järeltestis uuriti, kas õpilased teavad, mitmest elektronist koosneb kloori aatomite vahele keemilist sidet moodustav elektronipaar. Enamus õpilastest (70%) vastas antud küsimusele õigesti, pakkudes vastuseks kahte elektroni. 11% õpilastest aga arvas, et elektronipaar koosneb ühest elektronist.

Järeltestis selgus, et 92 õpilast (72%) teadis, et ühise elektronpaari abil tekkivat sidet aatomite vahel nimetatakse kovalentseks sidemeks. Mõned õpilased (6%) pakkusid vale vastusena ioonilist sidet. Valesti vastanud õpilased ajasid omavahel segamini ioonilise sideme kovalentse sidemega (Nicoll 2001; viidatud Özmen, 2004). Järeltestis oli vaja õigesti ära tunda ained, milles esineb kovalentne side ning tuli ka oma valikut ka põhjendada. 39% küsimusele vastanud õpilast oskas loetelust valida õiged ained- fluori ja metaani, kuid ei osanud oma valikut põhjendada või põhjendasid valesti. Ainult 4% õpilastest suutsid kovalentse sidemega ained õigesti ära tunda ning oskasid ka oma valikut korrektselt põhjendada. Kõige enam pakkusid õpilased (33%) vale ainaena magneesiumkloriidi. Põhjus, miks 33% õpilastest just magneesiumkloriidi valis, võib olla selles, et õpilased pole päris täpselt aru saanud, mille poolest erineb kovalentse side ioonilisest (Butts ja Smith 1997; viidatud Özmen, 2004). Valedest põhjendusest pakuti sagedamini järgnevaid: fluori molekul koosneb kahest molekulist; fluori molekulis on 2 elektroni, mis vajavad elektrone; magneesiumkloriidis on ained liidetud kokku; fluori molekulis mõlemad pooled ühendavad teineteist; metaani molekulis vesiniku aatomid on kergemad ja kalduvad süsiniku poole; magneesiumkloriidis tekib side aatomite vahel. Ülaltoodu põhjal selgub, et isegi kui õpilased oskavad õiged ained loetelust valida, on raskusi oma valiku põhjendamisega ehk oma mõtte korrektse kirjapanekuga. Põhjusena võib välja tuua asjaolu, et õpilastel pole selged elektroni, aatomi, molekuli ja aine mõiste. Seetõttu tuleks õpilastel lasta rohkem oma pakutud vastuseid põhjendada. Õpilaste põhjenduste kaudu saame ennetada tekkivaid väärarusaamu ning selgitada esinevaid probleeme.

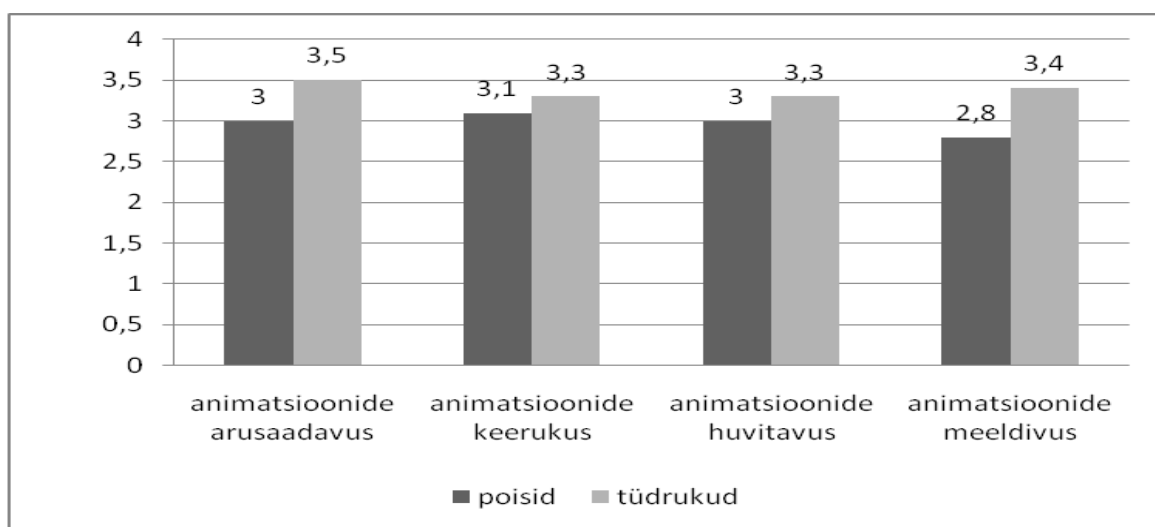
Järeltestis uuriti, kas õpilased teavad, missuguse elektronikihi elektronid võtavad osa keemilise sideme moodustamisest. 43% õpilastest teadis, et keemilise sideme tekkest võtavad osa väliskihi elektronid. Kõige sagedamini pakuti valeks vastuseks metalli ja mittemetalli elektrone. Võib arvata, et õpilased on mõelnud sellele küsimusele vastamisel

ioonilise sideme peale. Ioonilise sideme tekkimisel toimub elektronide üleminek- metalli aatomid loovutavad ja mittemetalli aatomid liidavad elektroni.

Leidis kinnitust hüpotees, mille kohaselt esineb õpilastel pärast animatsioonide kasutamist väärarusaamu kovalentse ja ioonilise sideme tekkemehhanismide mõistmisel.

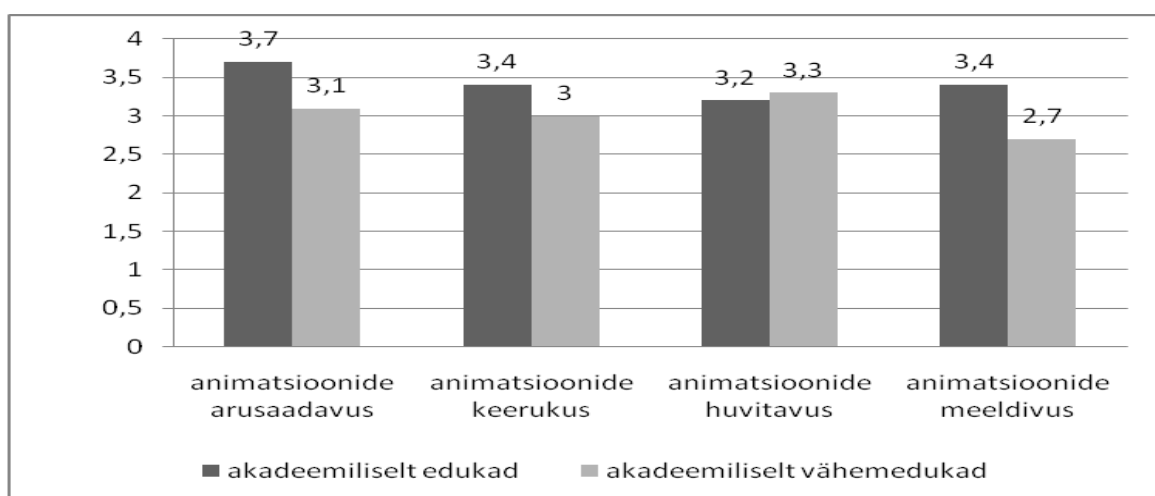
2.2.4. Õpilaste hinnangud kasutatud animatsioonidele

Analüüsisid poiste ja tüdrukute hinnanguid kasutatud animatsioonidele selgus, et tüdrukute hinnangud animatsioonide arusaadavusele ning meeldivusele olid kõrgemad kui poistel (Mann-Whitney testiga, $p < 0,05$). Poiste ja tüdrukute hinnangute vahel animatsioonide keerukuse ja huvitavuse osas statistiliselt oluline erinevus puudus (vaata joonis 4; Mann-Whitney testiga, $p > 0,05$).



Joonis 4. Poiste ja tüdrukute hinnangud animatsioonidele.

Akadeemiliselt edukate õpilaste hinnangud animatsioonide arusaadavusele ning meeldivusele olid samuti statistiliselt oluliselt kõrgemad kui akadeemiliselt vähemedukatel (vaata joonis 5; Mann-Whitney testiga, $p < 0,05$).



Joonis 5. Akadeemiliselt edukate ja vähemedukate hinnangud animatsioonidele

Teise küsimusega uuriti testile vastanud õpilastelt, kas esitatud animatsioonide kasutamisel on eeliseid võrreldes tavaõppega. 47 (46 %) eksperimendis osalenud õpilast leidis, et animatsioonide kasutamisel oli eeliseid võrreldes tavaõppega. 66% animatsioonidel eeliseid leidnud õpilastest animatsioonide kasutamisel õpitulemus paranes. Peamiste eelistena animatsioonide kasutamisel tõid õpilased välja järgnevad aspektid:

- animatsioonide abil esitatu jääb paremini meelde;
- tõmbab rohkem tähelepanu;
- saab oma tempos õppida;
- midagi erinevat igapäevasele raamatust õppimisele;
- liikuvad pildid koos tekstiga aitavad materjali paremini selgeks saada;

Esitatud animatsioonidel leidsid eeliseid 32% ankeedile vastanud poistest ja 57 % ankeedile vastanud tüdrukutest. Kui võrrelda akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste arvamusi, siis selgub, et 40% akadeemiliselt vähemedukatest ja 53% akadeemiliselt edukatest leiavad animatsioonidel eeliseid võrreldes tavaõppega.

Kolmanda ankeediküsimusega sooviti teada saada õpilaste arvamust, kuidas oleks keemilise sideme teemat kõige parem omandada. Kõige meelsamini sooviksid õpilased (43%) keemilise sideme teemat omandada õpetaja selgituste järgi ning kõige vähem (9%) õpikust. Põhjuseks on ilmselt asjaolu, et keemia on õpilaste jaoks üsna abstraktne õppeaine ning õpetaja selgitused on keemia mõistetest ja protsessidest arusaamiseks seega väga vajalikud. Iseseisvalt õpikust õppides võib paljude protsesside sisu õpilastele segaseks jääda.

56% poistest ja 70% tüdrukutest omandaksid keemilise sideme teemat kõige meelsamini õpetaja selgituste järgi ning kõige vähem poistest (15%) ja tüdrukutest (12%) sooviks keemilise sideme teemat õppida vaid õpikust. 60% akadeemiliselt edukatest ja 53% akadeemiliselt vähemedukatest sooviks keemilise sideme teemat omandada aga õpikust koos täiendavaks materjaliks antud animatsioonide abil. Põhjuseks võib olla asjaolu, et animatsioonid oma liikuva pildiga võimaldaksid anda selgema ettekujutuse keemilise sideme tekkest ning aitavad ka õpikust õpitud materjali paremini mõista. Kõige vähem akadeemiliselt edukatest ja vähemedukatest õpilastest sooviks omandada keemilise sideme teemat õpikust.

Kokkuvõte

Käesolevas magistritöös uuriti animatsioonide osa aatomi ehituse ja keemilise sideme teema õpetamisel põhikoolis. Töö eesmärkideks oli teada saada:

- kas animatsioonide kasutamine parandab õpitulemusi rohkem poistel või tüdrukutel;
- kas animatsioonid parandavad arusaamist aatomi ehitusest ja keemilisest sidemest enam akadeemiliselt edukatel või vähemedukatel;
- milliseid väärarusaamu esineb õpilastel pärast animatsioonide kasutamist.

Uurimuse kirjanduslikus ülevaates tutvustati arvuti kasutamise tähtsust ja vajalikkust loodusainete õpetamisel ja õppimisel. Käsitleti arvutite kasutamise efektiivsuse sõltuvust õpilase soost ja akadeemilisest võimekusest. Anti ülevaade animatsioonidest ning sellealastest uurimustest. Tutvustati väärarusaamade olemust ning toodi välja enamlevinud väärarusaamad seoses keemilise sideme teemaga.

Uurimus viidi läbi 2009. aasta veebruarist-aprillini ning uurimuses osales 127 kaheksanda klassi õpilast neljast Eesti koolist. Uurimuses kasutati animatsioone ioonilise ja kovalentse sideme moodustumise kohta. Animatsioonide kasutamise mõju õpilaste õpitulemustele uuriti eel- ja järeltestide tulemuste võrdlemisega. Testid koosnesid 9 küsimusest, millest esimesed neli küsimust hõlmasid aatomi ehitust ja ionide tekkimist aatomist. Küsimused viiendast kuni üheksandani nõudsid aga kovalentse ja ioonilise sideme tekkemehhanismi tundmist.

Uurimuse tulemused on järgmised:

- Tüdrukutel oli eeltestis oluliselt kõrgemad tulemused kui poistel. Järeltesti keskmiste tulemuste võrdlemisel eeltesti tulemustega aga ilmnes, et animatsioonide kasutamisel paranesid järeltesti tulemused oluliselt enam just poistel (muutus tüdrukutel 4% ja poistel 13%). Selgus, et animatsioonide kasutamisel ei ilmnunud olulist erinevust poiste ja tüdrukute tulemustes aatomi ehituse teema osas. Võrreldes tüdrukutega parandas animatsioonide kasutamine õpitulemust enam just poistel keemilise sideme teema osas (muutus vastavalt 4%, 18%).
- Nii eel- kui järeltestide keskmised tulemused õpilaste akadeemilise edukuse lõikes olid oluliselt paremad akadeemiliselt edukate õpilaste puhul. Järeltesti keskmiste tulemuste võrdlemisel eeltesti tulemustega selgus, et akadeemiliselt edukate ja vähemedukate

õpilaste tulemustes pärast animatsioonide kasutamist olulist erinevust ei ilmnenud. Animatsioonide kasutamisel ei ilmnenud olulist erinevust akadeemiliselt edukate ja vähemedukate õpilaste tulemuste vahel aatomi ehituse ja keemilise sideme teema osas.

- Pärast animatsioonide kasutamist esines õpilastel mitmeid väärarusaamu. Ligi 26% ei ole aru saanud, kuidas tekib aatomist ioon ja millise laengu omandab aatom elektroni(de) loovutamisel või liitmisel. Seetõttu tekkis probleeme ka ioonilise sideme tekkemehhanismi selgitamisel. Ligi 9% õpilastel esines väärarusaam, mille kohaselt kaaliumkloriidi tekkimiseks peab kaaliumi aatom hoopis liitma ja kloori aatom loovutama elektroni. 11% järeltestile vastanud õpilastest esines väärarusaam, et kovalentse sideme tekkimisel aatomite vahele moodustuv elektronpaar koosneb ainult ühest elektronist. Ligi 39% järeltestile vastanud õpilasest oskab eristada kovalentse sidemega aineid ioonilistest. Samas ei ole küllaltki suur osa õpilastest täpselt aru saanud, mille poolest erineb kovalentse side ioonilisest. Õpilastel esines ka probleeme oma vastuste põhjendamisel, mis võib samuti olla mitmete väärarusaamade tekkimise põhjuseks. Et tekkivaid väärarusaamu ennetada, tuleks lasta õpilastel sagedamini oma vastuseid põhjendada.

Võib tõdeda, et uuringus osalenud õpilastel esineb väärarusaamu aatomi ehituse ja keemilise sideme teema mõistmisel. Selleks, et neist väärarusaamadest jagu saada, peaksid õpetajad keemiatunnis õpetamisel rohkem tähelepanu pöörama mõistetele. Samuti peaksime andma õpilastele rohkem võimalusi oma mõtete väljendamiseks, sest see aitaks ära hoida väärarusaamade tekkimist. Samuti peaks püüdma leida võimalusi mitmesuguste visualiseerimise võtete sealhulgas animatsioonide kasutamiseks, sest aatomi ehituse, aatomist ioonide moodustumine ning keemilise sideme teema mõistmine eeldab head ettekujutust mikromaailmast.

Käesolev uurimustöö kinnitas osaliselt püstitatud hüpoteese:

- Leidis kinnitust hüpoteesi osa, mille kohaselt parandab animatsioonide kasutamine õpitulemust keemilise sideme teema osas rohkem poistel kui tüdrukutel. Ei leidnud kinnitust hüpoteesi osa, mille kohaselt parandab animatsioonide kasutamine õpitulemusi aatomi ehituse teema osas rohkem poistel kui tüdrukutel.

- Ei leidnud kinnitust hüpotees, mille kohaselt akadeemiliselt edukamatel paraneb arusaamine aatomi ehituse ja keemilise sideme teemast oluliselt rohkem kui akadeemiliselt vähemedukatel.
- Leidis kinnitus hüpotees, mille kohaselt õpilastel esineb pärast animatsioonide kasutamist väärarusaamu kovalentse ja ioonilise sideme tekkemehhanismide mõistmisel.

Summary

About the Role of Animations in Teaching Atomic Structure and Chemical Bonding at Primary School

This master thesis investigated the role of animations in teaching atomic structure and chemical bonding at primary school. The aim of the given thesis were to explain the influence of computer animation on students` understandings about atomic structure and chemical bonding and analyze, which are the most common misconceptions after using computer animations.

The study was carried out from February to April in 2009. 127 8-th grade students from four Estonian school participated in the study. In this study were used animations about covalent and ionic bonding. Tests consisted 9 questions, four question in tests were about atomic structure and five question about covalent and ionic bonding.

The results of this study are summarized in following:

- Girls results in pretest were significantly higher than boys. It was found that the use of computer animation improved the boys results more compared to girls. (change for girls 4% and for boys 13%). There were no significant difference between boys and girls results in atomic structure theme. Boys results improved in chemical bond theme significantly more than girls (change for girls 4% and for boys 18%)
- High- achieving students results were significantly better in pre- and posttest. It was found that the use of animation did not significantly improve low- and high-achieving students results. When compared post test results with pretest occurred, that there were no significant difference between low- and high-achieving student in atomic structure and chemical bond theme.
- About 26% of the students did not understand how an atom becomes an ion and when atom gains electron does it become positively or negatively charged. Because of that students could not understand, how the ionic bond forms. About 11% students believe that electron pair in covalent bond consists only one electron. About 39% students

were able to distinguish covalent and ionic compounds. From the answers of the posttest appeared, that several students have not understand what difference is between covalent and ionic bond. It is important give students opportunities to verbalize their ideas to identify and avoid misconceptions.

It can be said that the primary school students of the study have got problems in understanding the atomic structure and the chemical bonding. Teachers in chemistry lessons should pay more attention to chemical concepts and give students opportunities to verbalize their ideas. Also, it is very important find possibilities to use different visualization methods, like animations teaching atomic structure and chemical bonding, because these themes need good imagination the processes on microscopic level.

Kasutatud kirjandus

1. Ahtee, M., Varjola, I. (1998). Students' Understanding of Chemical Reactions. *International Journal of Science Education*, 20(3), 305-316
2. Asuquo, E.N., Onasanya, S. A. (2006). Gender differences and students' achievement in computer technology instruction. *West Africa Journal of Educational Research*, 9(1) URL: <http://www.unilorin.edu.ng/unilorin/publications/onasanya.pdf>,
3. ChanLin, L-J. (2001). The Effects of Gender and Presentation Format in Computer-Based Learning. *Educational Media International*, 38(1), 61-65
4. Gabel, D. (2005). Enhancing Students' Conceptual Understanding of Chemistry through Integrating the Macroscopic, Particle, and Symbolic Representations of Matter. *Chemists' Guide to Effective Teaching*. USA: Pearson Prentice Hall, 77-88
5. Hammer, D. (1997). Discovery learning and discovery teaching. *Cognition and Instruction*, 15(4)
6. Hirno, C., Pedaste, M. (2004). Milleks kooli arvuti? *Haridus*, 10, 21-24
7. Horton, C. (2007). Student Alternative Conceptions in Chemistry. *California Journal of Science Education*, 7(2), 18- 38
8. Justice, L. (2000). Uses of animated imagery within the software learning environment. *Digital Creativity*, 11 (1), 35-42
9. Katt, N.(2005). Arvuti kasutamise keemia õpetamisel. *Abiks õpetajale. Loodusainete õpetamisest koolis. II osa*, Tallinn: Argo, lk. 79-81
10. Kikas, E. *Õppimine ja õpioskused*.
http://www.ut.ee/curriculum/orb.aw/class=file/action=preview/id=36731/opi_yld.pdf
Külastuse kuupäev 18. mai 2009
11. Kim, S., Yoon, M., Whang, S.-M. Tversky, B., Morrison J.B. (2007). The effect of animation on comprehension and interest. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23(2), 260–270
12. Kind, V. (2004) Beyond Appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas
13. Krikmann, O., Susi, J., Voolaid, H. (2005, 25. veeb). Eesti õpilaste väärarusaamad kiiruse ja kiirenduse vektorite suundade määramisel. *Õpetajate Leht*, lk 4
14. Lewalter, D. (2003). Cognitive strategies for learning from static and dynamic visuals. *Learning and Instruction*, 13(2), 177-189

15. Lowe, R. K. (2003). Animation and learning: selective processing of information in dynamic graphics. *Learning and Instruction*, 13 (2), 157-176
16. Luik, P. (2004). *Õpitarkvara efektiivsed karakteristikud elektrooniliste õpikute ja drillprogrammide korral*. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus
17. Mayer, R. E. (1996). When Less is More: Meaningful Learning from Visual and Verbal Summaries of Science Textbook Lessons. *Journal of Educational Psychology*, 88(1), 64-73
18. Mayer, R. E., Moreno, R. (2002). Animation as an Aid to Multimedia Learning. *Educational Psychology Review*, 14 (1), 87-99
19. Nahum, T. L., Hofstein, A., Mamlok, R. N., Bardov, Z. (2004). Can final examinations amplify students' misconceptions in chemistry? *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(3), 301-325
20. Nicholls, C., Merkel, S. (1996). The effect of computer animation on students' understanding of microbiology. *Journal of Research on Computing in Education*, 28(3), 359-371
21. Rahmat, M. (2007). *The Impact of Computer Animation Learning Toward Students Academic Performance*.
URL: www.unescobkk.org/fileadmin/user_upload/apeid/Conference/12thConference/aper/2C2.pdf Külastuse kuupäev 18. mai 2009
22. Schnotz, W., Bannert, M. (2003). Construction and interference in learning from multiple representations. *Learning and Instruction*, 13(2), 141-156
23. Seil, L. (2005, 21. jaan). Tüdrukud ja poisid vajavad erinevat kohtlemist. *Sakala*
24. Sirhan, G. (2007). Learning Difficulties in Chemistry: An Overview. *Journal of Turkish Science Education*, 4(2), 2-20
25. Szabo, M., Poohkay, B. (1996). An experimental study of animation, mathematics achievement, and attitude toward computer-assisted instruction. *Journal of Research on Computing in Education*, 28 (3), 390-412
26. Toots, A., Plakk, M., Idnurm, T. (2004). Infotehnoloogia Eesti koolides – trendid ja väljakutsed. Uuringu „Tiiger luubis“ (2000-2004) lõppraport. *Tallinna Pedagoogikaülikool*. Tallinn: Tiigrihüppe Sihtasutus
URL: <http://www.tiigrihype.ee/static/files/11.TL2004.pdf>
27. Töldsepp, A., Toots, V. (2001). *Õpetame keemiat IX klassis*. Õpetajaraamat. Tallinn: Koolibri.

28. Weiss, R. E., Knowlton D. S., Morrison G. R. (2002). Principles for using animation in computer-based instruction: theoretical heuristics for effective design. *Computer in Human Behavior*, 18 (4), 465-477
29. Weller, H.G. (1996). Assessing the impact of computer based learning in science. *Journal of Research on Computing in Education*, 28 (4), 461- 485
30. Voolaid, H., Ganina, S. (2006, 10.märts) Väärarusaamad füüsikast. *Õpetajate Leht*
31. Väärtnõu-Järv, H. (2001). Multimeedia õppevahendid loodusõpetuses. *Haridus*, 3, 42-44
32. Väärtnõu-Järv, H. (2004, 27. veeb). Arvuti loodusteaduste õpetamisel. *Õpetajate Leht*
33. Özmen, H. (2004). Some Student Misconceptions in Chemistry: A Literature Review of Chemical Bonding. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 147-159
34. Ünal, S., Calik M., Ayas, A., Coll, K. R. (2006). A review of chemical bonding studies: needs, aims, methods of exploring students' conceptions, general knowledge claims and students' alternative conceptions. *Research in Science & Technological Education*, 24(2), 141–172
35. Yeziarski, E.J., Birk, J.P. (2006). Misconceptions about the particulate nature of matter:Using animations to close the gap. *Journal of Chemical Education*, 83(6), 984-960
36. Young, B. J. (2000). Gender Differences in Student Attitudes toward Computers. *Journal of Research on Computing in Education*, 33(2), 204-216
37. *Student Preconceptions and Misconceptions in Chemistry* (2001).
URL: <http://assessment-ws.wikispaces.com/file/view/chemistry-misconceptions.pdf>
Külastuse kuupäev 12.04.2009
38. *Animatsioonid*
URL: <http://e-tugi.tlu.ee/animatsioon.htm> Külastuse kuupäev 14.02. 2009

Lisad

Lisa 1. Eeltest

Nimi

Kool

Klass

Kuupäev

Sugu M/N

Eeltest

Lõpeta lause!

1) Kui aatom loovutab või liidab elektroni, omandab aatom laengu ja muutub

Tõmba õigele vastusevariandile joon alla!

2) Kloori aatom omandab negatiivse laengu, kui *liidab / loovutab* elektroni.

3) Negatiivse laenguga iooni nimetatakse *aniooniks / katiooniks*.

Palun vasta järgmisele küsimusele!

4) Kirjuta elemendi aatomi elektronskeemi põhjal vastava iooni **elektronskeem**.

a) K: +19/ 2) 8) 8) 1)

b) S: +16/ 2) 8) 6)

Tõmba õigele vastusevariandile ring ümber!

5) Aatomite vahel tekib kovalentne side siis, kui

- a) üks aatom loovutab, teine liidab elektroni
- b) mõlemad aatomid loovutavad elektroni
- c) mõlemad aatomid liidavad elektroni
- d) kumbki aatom annab ühe elektroni ühise elektronpaari moodustamiseks

6) Fluori molekuli tekkel fluori aatomite vahele moodustuv ühine **elektronipaar** koosneb...

- a) 1 elektronist
- b) 3 elektronist
- c) 2 elektronist
- d) 4 elektronist

Täida lüngad!

7) Keemilise sideme moodustamisest võtavad osa elektronid.

8) Vastasmärgiliste laengutega ionide vahel esineb side.

Palun vasta järgmisele küsimusele!

9) Millistes järgmistest ainetest esineb iooniline side. Tõmba õige(te)le vastus(t)ele joon alla.

KF Br₂ CaCl₂ HF Põhjenda oma valikut!

Lisa 2. Järeltest

Nimi

Kool

Klass
Kuupäev
Sugu M/N

Järeltest

Lõpeta lause!

1) Positiivse laenguga iooni nimetatakse

Tõmba õigele vastusevariandile joon alla!

2) Kaltsiumi aatom omandab *positiivse / negatiivse* laengu, kui loovutab 2 väliskihi elektroni.

3) Fluoriidiooni puhul tegemist *katiooni /aniooniga*.

Palun vasta järgmisele küsimusele!

4) Kirjuta elemendi aatomi elektronskeemi põhjal vastava iooni **elektronskeem**.

a) Mg: +12/ 2) 8) 2)

b) Cl: +17/ 2) 8) 7)

Tõmba õigele vastusevariandile ring ümber!

5) Iooniline side kaalium- ja kloriidioonide vahel tekib, kui

a) kaaliumi aatom liidab 1 elektroni ja kloori aatom loovutab 1 elektroni

b) kaaliumi aatom loovutab 1 elektroni ja kloori aatom liidab 1 elektroni

c) mõlemad aatomid loovutavad 1 elektroni.

d) mõlemad aatomid liidavad 1 elektroni

6) Kloori molekuli tekkel kloori aatomite vahele moodustuv ühine **elektronipaar** koosneb.....

a) 4 elektronist

c) 2 elektronist

b) 1 elektronist

d) 3 elektronist

Täida lüngad!

7) Keemilise sideme moodustamisest võtavad osaelektronid.

8) Ühise elektronpaari abil tekkivat sidet aatomite vahel nimetataksesidemeks.

Palun vasta järgmisele küsimusele!

9) Millistes järgmistest ühenditest esineb kovalentne side aatomite vahel? Tõmba õige(te)le vastus(t)ele joon alla.

MgCl₂

F₂

NaBr

CH₄

Põhjenda oma valikut!

Lisa 3. Ankeet

Täiendav küsimustik

1) Palun anna hinnang 5-palli süsteemis esitatud animatsioonidele

a) animatsioonid olid täiesti mõistetamatud	1	2	3	4	5	täiesti arusaadavad
b) animatsioonid olid väga keerulised	1	2	3	4	5	väga lihtsad
c) animatsioonide esitatus oli täiesti ebahuvitav	1	2	3	4	5	väga huvitav
d) animatsioonid ei meeldinud üldse	1	2	3	4	5	meeldisid väga

2) Kas antud animatsioonidel on eeliseid võrreldes tavaõppega?

Ringitage palun sobiv vastus: Jah/ Ei

Kui jah, siis millised need on?

3) Keemilise sideme teemat oleks parem omandada(ringitage sobiv vastus)

a) õpikust

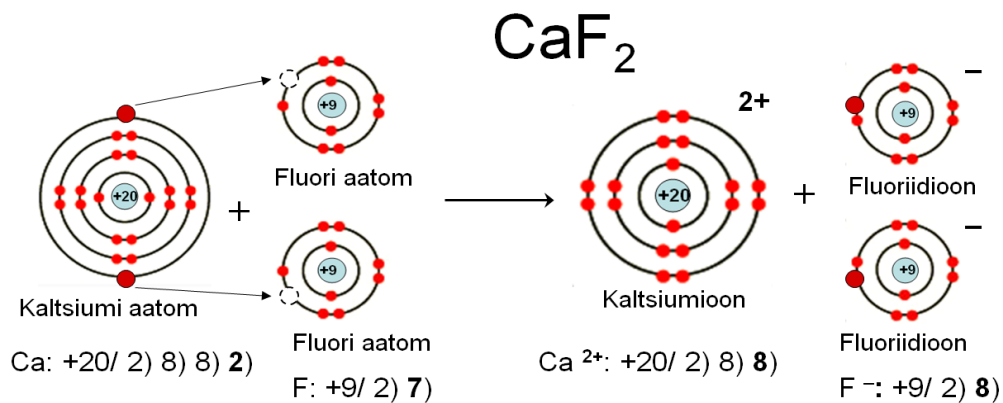
b) animatsioonide abil

c) õpikust ja täiendavaks materjaliks antud animatsioonide abil

d) õpetaja selgituste järgi

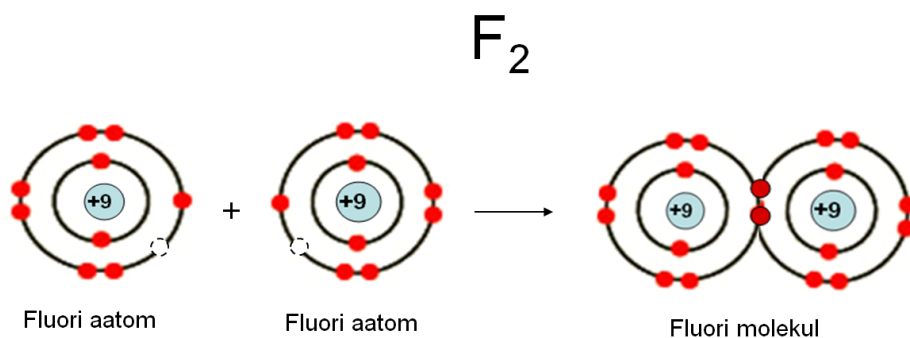
Täna vastamise eest!

Lisa 4. Animatsioon ioonilise sideme moodustumisest kaltsiumfluoriidis.



- Kaltsiumi aatomil on väliskihis **2 elektroni** ja kummalgi fluori aatomil on väliskihis **7 elektroni**.
- Kaltsiumi aatom saab väliskihist loovutada **2 elektroni**, kumbki fluori aatom saab liita **1 elektroni**.
- Kuna liidetud elektronide arv peab olema võrdne loovutatud elektronide arvuga, peab 1 kaltsiumi aatom reageerima 2 fluori aatomiga.
- Reaktsiooni käigus tekib üks kaltsiumioon- Ca^{2+} ja 2 fluoriidiooni- F^- .
- Vastasmärgiliste laengutega ioonide vahel esinevad tõmbejõud ja tekib **iooniline side** kaltsium- ja fluoriidiooni vahel.

Lisa 5. Animatsioon kovalentse sideme moodustumisest fluori molekuli tekkel



- Kummalgi fluori aatomil on väliskihis **7 elektroni** ja väliskihi täielikust täitumisest puudu **1 elektron**.
- Fluori molekuli tekkel loovutab kumbki fluori aatom ühe elektroni ühise elektronpaari tekkeks. Mõlemad fluori aatomid saavad sellega püsiva 8-elektronilise väliskihi.
- Fluori aatomite vahele moodustunud ühine **elektronpaar** kuulub mõlemale fluori aatomile võrdselt.
- Ühine elektronpaar seob 2 fluori aatomit üheks fluori molekuliks.
- Ühise elektronpaari abil moodustunud keemilist sidet nimetatakse **kovalentseks sidemeks**.