

KIINNOSTUKSEN TUKEMINEN KEMIAN PERUSOPETUKSESSA:  
MOLEKYYLIMALLINNUS TYÖTAPANA

Helsingin yliopisto  
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta  
Kemian laitos  
Kemian opettajakoulutusyksikkö  
Pro gradu – tutkielma

Piia Jääskeläinen

30.4.2008

Ohjaajat: Maija Aksela ja Markku Räsänen

## HELSINGIN YLIOPISTO - HELSINGFORS UNIVERSITET

Tiedekunta/Osasto - Faculty Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Laitos - Department Kemian laitos	
Tekijä - Author Piia Jääskeläinen			
Työn nimi - Title Kiinnostuksen tukeminen perusopetuksessa: molekyylihallinnus työtapana			
Oppiaine - Subject Kemian opettajan suuntautumisvaihtoehto			
Työn laji - Level Pro gradu - tutkielma	Aika - Month and year 30.4.2008	Sivumäärä - Number of pages 62+36	
<p>Tiivistelmä – Abstract</p> <p>Oppilaan kiinnostus kemian opiskeluun ja oppisisältöön vaikuttaa siihen, mitä ja miten opitaan. Kemian opettaja voi työtapojen ja oppisisällön aiheen valinnoilla herättää oppilaan kiinnostuksen, joka suotuisissa oloissa muuttuu pysyväksi henkilökohtaiseksi kiinnostukseksi.</p> <p>Tässä tutkimuksessa selvitettiin, kuinka kiinnostuneita peruskoulun yhdeksäsluokkalaiset oppilaat ovat kemiasta, kemian opetuksen aihekokonaisuuksista ja työtavoista, sekä laaditusta tietokoneavusteisesta molekyylihallinnus – harjoitustyöstä työtapana. Harjoitustyökokoelma sisälsi vesi- ja glukoosimolekyylien mallinnuksen ArgusLab-molekyylihallinnusohjelmalla. Oppilaiden kiinnostusta kartoitettiin kyselylomakkeella. Tietokoneavusteinen molekyylihallinnus suoritettiin kemian tunnilla koulun tietokonealuokassa, jonka jälkeen harjoituksen kiinnostavuutta mitattiin kyselylomakkeella.</p> <p>Tutkimustulosten mukaan peruskoulun yhdeksännen luokan oppilaista puolet on kiinnostunut kemiasta ja viidesosa kiinnostuneempi kemiasta kuin muista oppiaineista. Oppilaat ovat kiinnostuneimpia kemian oppisisällöistä yhteiskuntaan ja elinympäristöön, sekä ihmiseen liittyvissä asiayhteyksissä. Tutkimus -aiheiset oppisisällöt kiinnostavat oppilaita vähiten. Opetussuunnitelman perusteiden mukaisesti kemian aihekokonaisuuksiin verrattuna kiinnostus kemian aiheisiin on jakautunut tasapuolisesti. Tutkimustulosten perusteella oppilaat ovat kiinnostuneimpia parityöskentelystä, tietokoneyöskentelystä ja kokeellisuudesta; kaikki kysytyt työtavat koettiin jossain määrin kiinnostaviksi. Oppilaat ovat kiinnostuneita tietokoneavusteisesta molekyylihallinnuksesta; erityisesti tietokoneilla työskentelyn ja mallinnuksen osalta. Se tuo vaihtelua työtapoihin ja koetaan hauskaksi, sekä kiinnostavaksi työtavaksi.</p>			
Avainsanat – Keywords perusopetus, kemia, kiinnostus, opetusmenetelmä, molekyylihallinnus, ArgusLab-mallinnusohjelma			
Säilytyspaikka - Where deposited Kemian laitos			
Muita tietoja - Additional information			

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO .....	1
2 KIINNOSTUS JA KEMIAN OPETUS.....	3
2.1 Kiinnostus tutkimuskohteena .....	3
2.2 Kiinnostuksen syntyminen ja ylläpitäminen .....	3
2.3 Kiinnostus ja opetus.....	4
2.4 Kemian kiinnostavuus.....	5
3 KIINNOSTUS KEMIAN PERUSOPETUKSESSA.....	8
3.1 Kemian opetuksen tavoitteet ja keskeiset sisällöt .....	8
3.2 Kiinnostus oppimiseen ja työtavat kiinnostuksen tukena .....	9
3.3 Työtavat kemian kiinnostuksen tukena.....	10
4. VISUALISOINTI JA MOLEKYYLIMALLINNUS KEMIAN OPETUKSESSA .....	14
4.1 Visualisointi kemian opetuksessa.....	14
4.2 Mallit ja molekyylimallinnus kemian opetuksessa.....	14
4.2.1 Tietokoneavusteinen molekyylimallinnus.....	16
4.3 Atomit ja molekyylit mallinnuksen kohteena .....	17
5 TUTKIMUS.....	18
5.1 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset.....	18
5.2 Tutkimusmenetelmät .....	18
5.3 Tutkimuksen otos .....	19
5.4 Tutkimuksen toteutus.....	19
5.4.1 Kemian aihealueet tutkimuksessa .....	22
5.4.2 Molekyylimallinnus tutkimuksessa .....	23
5.4 Aineiston analysointi .....	24
6 TUTKIMUSTULOKSET .....	25
6.1 Kemian kiinnostavuus.....	25

6.2 Kemian aihekokonaisuuksien kiinnostavuus .....	26
6.2.1 Oppilaita kiinnostavat kemian aiheet.....	26
6.2.2 Oppilaita kiinnostavat opetussuunnitelman mukaiset aiheet.....	31
6.3 Kemian työtapojen kiinnostavuus .....	33
6.3.1 Oppilaita kiinnostavat työtavat.....	33
6.3.2 Molekyylimallinnusharjoituksen kiinnostavuus.....	36
6.3 Luotettavuus ja pätevyys.....	41
7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA .....	45
7.1 Kemian kiinnostavuus.....	45
7.2 Kemian aihekokonaisuuksien kiinnostavuus .....	46
7.2.1 Oppilaita kiinnostavat kemian aiheet.....	46
7.2.2 Oppilaita kiinnostavat opetussuunnitelman mukaiset kemian aiheet .....	50
7.3 Kemian työtapojen kiinnostavuus .....	51
7.3.1 Oppilaita kiinnostavat työtavat.....	51
7.3.2 Tietokoneavusteisen mallinnusharjoitustyön kiinnostavuus.....	54
7.3 Tutkimuksen merkittävyys.....	57

## LÄHTEET

## LIITTEET

- Liite 1. Kemian kiinnostavuutta mittaava lomake
- Liite 2. Harjoitustyön kiinnostavuutta mittaava lomake
- Liite 3. Harjoitustyöohje
- Liite 4. Työnkoontilomake
- Liite 5. Ohjeita opettajalle
- Liite 6. Sisältökysymysten jako aihepiireittäin
- Liite 7. Kemian kiinnostavuus
- Liite 8. Kemian kiinnostavuus aihealueittain
- Liite 9. Kemian kysymysten kiinnostavuus
- Liite 10. Työtapojen kiinnostavuus
- Liite 11. Sisällönanalyysi osio III
- Liite 12. Harjoitustyön kiinnostavuus
- Liite 13. Sisällönanalyysi osio VI

## 1 JOHDANTO

*”Oppiminen ei perustu vain kognitiivisiin tekijöihin, vaan oppilaan kiinnostus vaikuttaa siihen, mitä ja miten opitaan.” (Lavonen & al. 2005)*

Kemia on kiehtova luonnontiede. Sitä tarvitaan lukuisissa ammateissa, mutta myös jokapäiväisessä elämässä. Kemian ymmärtäminen on jokaiselle ihmiselle tärkeää esimerkiksi arkipäivän valinnoissa. Kemian osaamista tarvitaan muun muassa ravinto-, energiatuotanto-, jätteenkäsittely-, ruosteenesto- ja mediakysymyksissä. Vaikka kemian perusteiden hallinta on keskeistä monen asian ymmärtämiseen, oppilaat eivät koe sitä kiinnostavaksi (Aksela & Juvonen 1999). Kiinnostuksen tukeminen kemian opetuksessa on tärkeä tutkimus- ja kehityskohde. Lukuisten tutkimusten mukaan oppilaat opiskelevat ja oppivat luonnontieteitä paremmin, jos he ovat kiinnostuneita siitä (esim. Lavonen & al. 2005). Kemian kiinnostusta ja sen tukemista on vähän tutkittu aikaisemmin Suomessa.

Peruskoulun 7.-9. vuosiluokkien jälkeen noin puolet oppilaista (noin 30 000) jatkaa lukioon, jossa valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteiden mukaan on kaikille yksi yhteinen kemian kurssi. Toinen puoli peruskoulun päättävistä nuorista siirtyy ammatilliseen koulutukseen ja osa siirtyy työelämään. (Anon. 2007, Anon. 2008). Ammatillisessa koulutuksessa opiskellaan myös kemiaa, mutta vain alaan sovellettua kemian osa-aluetta. Monille peruskoulun oppilaille kemian opetus jää viimeiseksi mahdollisuudeksi oppia kemiaa ja herättää kiinnostus kemiaan tieteenä.

Kiinnostus oppimiseen ja oppisisältöön voidaan herättää valitsemalla opiskelun lähtökohdaksi oppilaita kiinnostavia ja oppilaille tuttuja aiheita, sekä käyttämällä monipuolisia työtapoja (Lavonen & al. 2005).

Kemian perusteiden hallinnan tärkeyden ja kiinnostuksen oppimisen keskeisen roolin takia on tärkeää selvittää peruskoulun 9. luokkalaisten kiinnostusta kemiaa kohtaan ja kehittää kiinnostusta tukevia uusia lähestymistapoja ja materiaaleja. Tutkimuskohteeksi on tässä työssä valittu kemian opetuksessa harvemmin käytetty (Anon. 1996a) tietokoneavusteinen kokeellinen lähestymistapa. Mallinnusvälineeksi valittiin ilmaiseksi internetistä ladattava

ArgusLab-molekyylimallinnusohjelma, jotta harjoitukset ovat käytettävissä kaikissa kouluissa.

Luvussa 2 esitellään kiinnostus tieteellisenä tutkimuskohteena, sekä kiinnostuksen muodostumisen ja säilymisen periaatteet, joista erityisesti ensimmäiseen opettajalla on mahdollisuus vaikuttaa kouluopetuksessa. Luvussa 2.3 tarkastellaan kiinnostuksen merkitystä oppimistulosten kannalta. Luvussa 2.4 esitetään aiempia tutkimusta suomalaisten peruskouluoppilaiden kiinnostuksesta luonnontieteitä ja kemiaa kohtaan, koska aikaisempi tutkimustieto on oleellista tutkimustulosten ymmärtämisen kannalta.

Valtakunnalliset opetussuunnitelman perusteet määräävät opetuksen raamit ja tämän perusteella luvussa kolme esitetään, miten kiinnostus on esillä opetussuunnitelman perusteissa. Neljännessä luvussa käsitellään opetuksen työtapoja ja niiden merkitystä oppilaan kiinnostuneisuuteen, sekä vaikutusta oppimiseen.

Seuraavassa luvussa viisi esitellään tutkimuksen tavoitteet, tutkimuksen valmistelu, sekä toteutus. Kappaleessa kuusi esitetään tutkimuksen tulokset ja tulosten luotettavuustarkastelu. Kappaleessa seitsemän pohditaan tulosten merkitystä aiemman tutkimuksen valossa, sekä nostetaan esiin jatkotutkimusaiheita ja kehityskohteita kiinnostuksen tukemiseen opetuksessa.

## 2 KIINNOSTUS JA KEMIAN OPETUS

### 2.1 Kiinnostus tutkimuskohteena

Kiinnostusta on tutkittu viimeisen parin sadan vuoden aikana monesta näkökulmasta, jolloin sitä on myös määritelty hyvin monella tavalla, teoreettisesta suuntauksesta ja tutkimuskysymyksistä riippuen. Yhteistä useimmille esityksille oli määritellä kiinnostus ilmiöksi, joka tulee näkyviin yksilön vuorovaikutuksessa ympäristönsä kanssa (Krapp, Hidi & Renninger 1992). Kiinnostus määritellään tässä tutkimuksessa olevan seurausta ihmisen ja ympäristön vuorovaikutuksesta; se on riippuvainen esimerkiksi kemian asiayhteydestä ja sillä on kognitiivinen ja affektiivinen merkitys.

Kiinnostuksen merkitystä oppimiselle on tutkittu paljon ja alan tutkimukset voidaan jakaa kahteen tutkimussuuntaan. Tutkittaessa voidaan keskittyä psykologiseen prosessiin ja tilaan, joka syntyy henkilön ja kiinnostuksen kohteen välille; tällöin kuvataan ja selitetään kiinnostuksen herättäviä tekijöitä. Kiinnostusta voidaan tutkia myös ajallisesti muuttuvana tekijänä (Hidi, Renninger & Krapp 2004). Kiinnostuksen tyypillisiä piirteitä ovat lisääntynyt tarkkaavaisuus, suurempi keskittyminen, yrittämisen tuoma miellyttävä tunne ja lisääntynyt halu oppia (Krapp, Hidi & Renninger 1992). Opetuksen tutkimuksessa kiinnostuksella on viitattu mm. uteliaisuuteen tai oppimisen iloon (Hidi, Renninger & Krapp 2004).

### 2.2 Kiinnostuksen syntyminen ja ylläpitäminen

Kiinnostus kemiaan voidaan jakaa tilannesidonnaiseen ja henkilökohtaiseen kiinnostukseen. Tilannesidonnainen kiinnostus muodostuu ympäristön tietyistä tekijöistä (esim. molekyylihallinnuksen käytöstä kemian opetuksessa), jotka suuntaavat oppilaan huomion ja muodostavat tunnereaktion. Henkilökohtaisen kiinnostuksen ensimmäinen vaihe muodostuu ylläpidetystä tilannekohtaisesta kiinnostuksesta ja se saattaa ajan myötä, suotuisissa oloissa, muodostua toisen vaiheen pysyväksi henkilökohtaiseksi kiinnostukseksi (Hidi, Renninger & Krapp 2004).

Henkilökohtaisen kiinnostuksen syntyyn, esimerkiksi kemiasta, vaikuttaa tilanteen virikkeiden ja olosuhteiden lisäksi henkilön ominaisuudet, asenteet ja yleiset suuntautuneisuudet. Pysyvä henkilökohtainen kiinnostus on melko vakaa, sisältää positiivisia tunteita kiinnostuksen kohdetta kohtaan ja johtaa lisääntyvään tietomäärään. Koska tilannekohtainen kiinnostus muodostuu nopeasti, ympäristön virittämänä, sillä on lyhytaikainen ja vähäinen vaikutus tiedon karttumiseen, ellei se toimi henkilökohtaisen kiinnostuksen lähteenä. Henkilökohtainen kiinnostus on aina yksilökohtainen, kun taas tilannekohtainen kiinnostus puolestaan usein jaetaan muiden kanssa (Krapp, Hidi & Renninger 1992).

### 2.3 Kiinnostus ja opetus

Henkilökohtainen kiinnostus aiheeseen vaikuttaa tarkkaavaisuuteen, tehtävien muistamiseen, sekä oppimisstrategioihin (Hidi, Renninger & Krapp 2004) ja näiden välityksellä oppimisen prosessiin (Nenninger 1992). Kiinnostuksen tukeminen tukee oppimista, joten kemian opetuksen tulisi herättää tilannekohtainen kiinnostus, joka henkilökohtaiseksi kiinnostukseksi muuttuessaan johtaa kemian syväoppimiseen (Esim. Krapp 2002).

Kiinnostuksen keskeinen ominaisuus on sen sisältö- tai kohdekeskeisyys (Hidi, Renninger & Krapp 2004). Kemian opetuksen kehittämisen kannalta on tärkeää tietää mitkä kemian opetuksen sisällöt kiinnostavat oppilaita ja mitkä sisällöt tulisi esittää kiinnostavassa asiayhteydessä.

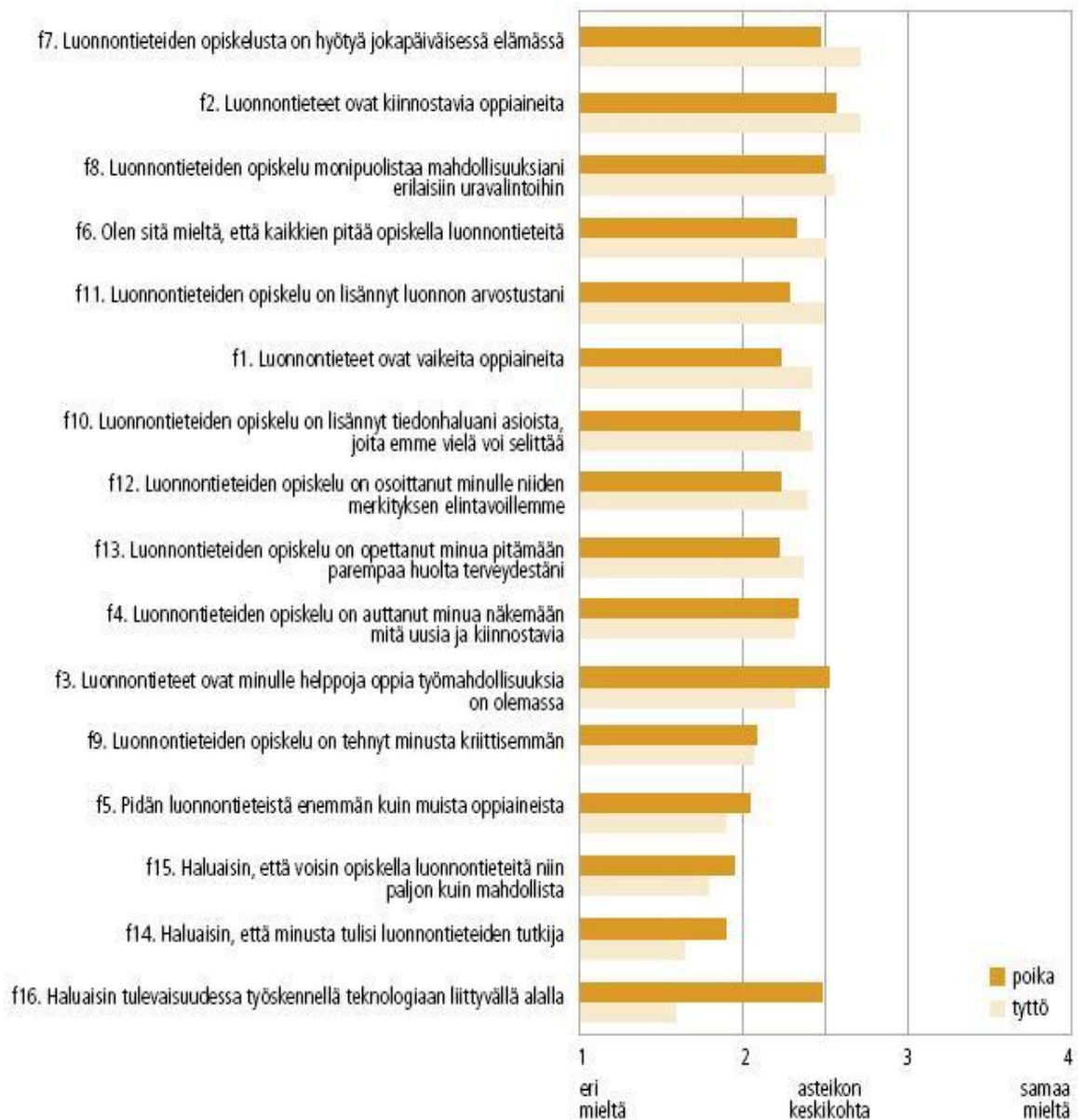
Asiayhteys (eng. *context*) voi kemian osalta tarkoittaa useita asioita, kuten ympäristöllisiä, teknologisia ja teollisia kemian sovelluksia. Kemian opettamisella mielekkäissä asiayhteyksissä pyritään lisäämään oppilaan kiinnostusta kemiaan ja siten oppimistuloksia. Jotta asiayhteydet olisivat todella oppilaita kiinnostavia, ne olisi muodostettava oppilaiden elämää ja kiinnostuksen kohteita koskien (Bennett & Holman, 2002). Elämänsä kannalta oleelliseen asiaan paneuduttaneen syvällisemmin (esim. kun kemian tärkeys ymmärretään), jolloin oppimistulos on parempaa. Opetus ei kuitenkaan voi perustua pelkästään oppilaiden kiinnostuneisuuteen, sillä siten kaikki kemian osa-alueet, kuten jaksollinen järjestelmä, joka on tärkeä kemian aihe kemian ymmärtämisen kannalta, ei tulisi sisällytettyä opetukseen (Bennett & Holman, 2002).



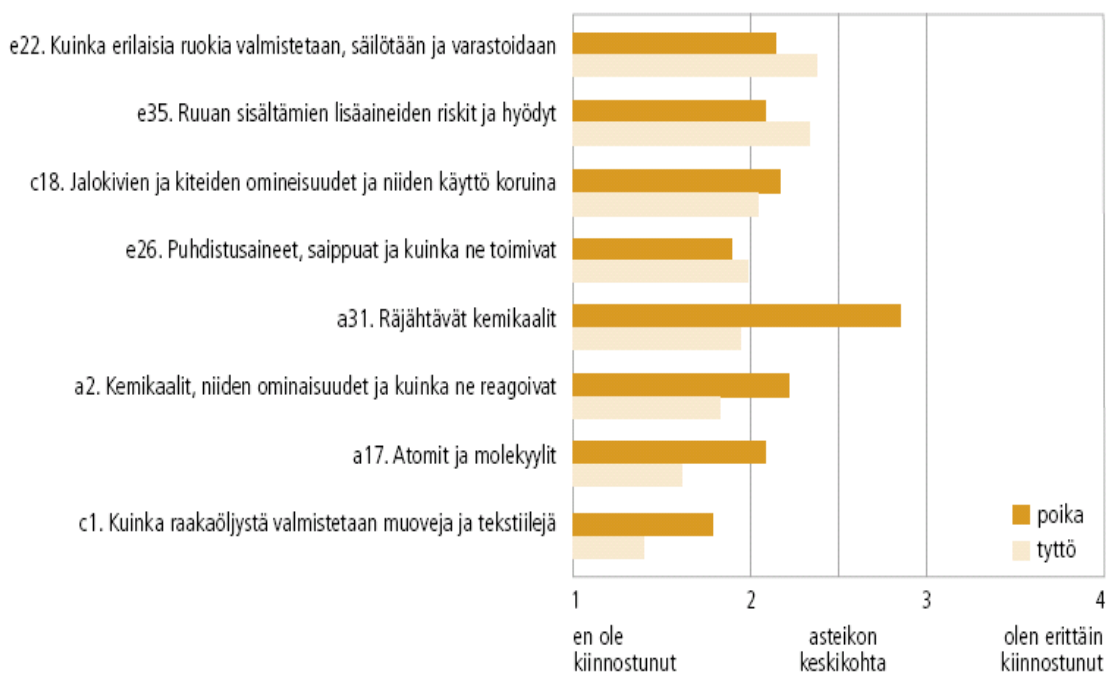
## 2.4 Kemian kiinnostavuus

15-vuotiaiden oppilaiden kiinnostusta luonnontieteisiin on kartoitettu osana kansainvälistä vuoden 2006 OECD:n (Organization for Economic Cooperation and Development) Programme for International Student Assessment – tutkimusta (PISA, Anon. 2007b). Tutkimuksen mukaan suomalaiset oppilaat ovat kiinnostuneita luonnontieteistä; 74 % oppilaista kokee, että ”on kiva saada uutta tietoa luonnontieteistä” ja 68 % oppilaista pitää ”luonnontieteisiin liittyvien asioiden opiskelua hauskana” ja on kiinnostunut ”oppimaan eri asioita luonnontieteistä”. 61 % ilmoitti tekevänsä mielellään luonnontieteisiin liittyviä tehtäviä. Tutkimuksen mukaan alle puolet, 45 % oppilaista, on kiinnostunut kemiasta. (Arinen & Karjalainen 2007).

Kansainvälisessä The Relevance of Science Education – tutkimuksessa (ROSE), tutkimuksessa kartoitettiin peruskoulun yhdeksäsluokkalaisten kiinnostusta luonnontieteitä ja teknologiaa kohtaan (Schreiner & Sjøberg 2004). Suomalaisten oppilaiden mielestä luonnontieteiden opiskelusta on hyötyä arjessa ja luonnontieteet koetaan kiinnostaviksi oppiaineiksi, mutta luonnontieteistä ei pidetä enemmän kuin muista oppiaineista. Oppilaiden kiinnostus kemian tiedonalan ilmiöihin oli toiseksi alhaisin 13 luonnontieteellisestä tiedonalasta. Kiinnostavuuden keskiarvo asteikolla 1-4 oli 2,12. Oppilaita kiinnostivat kemian ilmiöistä räjähtävät kemikaalit ja ruokiin liittyvät ilmiöt. Atomit ja molekyylit, sekä muovien ja tekstiilien valmistus raakaöljystä olivat vähiten kiinnostavat kemian tiedonalaan kuuluvat ilmiöt. Tutkimuksen mukaan tyttöjä ja poikia kiinnostavat eri aihekokonaisuudet. (Ks. kuvio 1; Lavonen & al. 2005)



Kuvio 1. Luonnontieteiden kiinnostavuus ROSE-tutkimuksessa (Kuvan lähde: Lavonen & al. 2005).



Kuvio 2. Oppilaiden kiinnostus kemian alan ilmiöitä kohtaan ROSE–tutkimuksessa (Kuvan lähde: Lavonen & al. 2005).

Osana ROSE-projektia tutkittiin suomalaisten peruskoulun yhdeksäsluokkalaisten kiinnostusta fysiikan opiskeluun eri asiayhteyksissä. Tutkimuksen mukaan tyttöjen ja poikien kiinnostuksen kohteet eroavat toisistaan. Tutkimuksen aihekokonaisuuksista; fantasia, tähtitiede, STS (Science – Technology – Society) ja koulufysiikka, fantasia-aihekokonaisuus on kiinnostavin. Tieteellisistä aiheista kiinnostavin on tähtitiede ja seuraavaksi kiinnostavin teknologia tai STS (Lavonen & al. 2005b).

Suomalaisten peruskoulun kuudesluokkalaisten kiinnostuksesta kemiaa kohtaan kartoitettiin tutkimuksessa, jonka mukaan kemiaa oli kiinnostavinta opiskella ihmiseen liittyvissä kemian aiheissa. Vastaava tulos on saatu Lavosen et al. (2005b) tutkimuksen mukaan tyttöjen kohdalla fysiikan aiheita tutkittaessa. Muita kiinnostavia kemian aiheita olivat yhteiskunta ja elinympäristö, sekä tutkiminen. Tutkimuksen mukaan ero sukupuolten välisessä kiinnostavuudessa on tilastollisesti merkittävä, mutta pieni. (Leppänen & Aksela 2008)

### 3 KIINNOSTUS KEMIAN PERUSOPETUKSESSA

Opetushallituksen laatimassa perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa määritellään oppivelvollisten perusopetuksen kemian opetuksen tavoitteet ja keskeiset sisällöt. Siinä määritellään muun muassa perusopetuksen arvopohja, tehtävä ja oppimiskäsitys, sekä opetettava tieto- ja taitosisältö oppiaineittain. Näitä opetussuunnitelman perusteita noudattaen laaditaan yksityiskohtaisemmat opetussuunnitelmat koulukohtaisesti. Kiinnostus on keskeisesti esillä valtakunnallisissa perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (POPS).

#### 3.1 Kemian opetuksen tavoitteet ja keskeiset sisällöt

Kemian vuosiluokkien 7-9 tavoitteissa ja keskeisissä sisällöissä kuvataan kemian opetuksen oppisisältöjä ja työtapoja, sekä korostetaan oppilasta aktivoivaa kokeellisuutta seuraavasti:

*”Opetus tukeutuu kokeelliseen lähestymistapaan, jossa lähtökohtana on elinympäristöön liittyvien aineiden ja ilmiöiden havaitseminen ja tutkiminen. Tästä edetään ilmiöiden tulkitsemiseen, selittämiseen ja kuvaamiseen sekä aineen rakenteen ja kemiallisten reaktioiden mallintamiseen kemian merkkikielellä. Kokeellisuuden tulee auttaa oppilasta hahmottamaan luonnontieteiden luonnetta ja omaksumaan uusia luonnontieteellisiä käsitteitä, periaatteita ja malleja, kehittää käden taitoja, kokeellisen työskentelyn ja yhteistyön taitoja sekä innostaa oppilasta kemian opiskeluun.”*

Kemian opetuksen keskeiset oppisisällöt on jaettu kolmeen aihealueeseen:

Ilma ja vesi

- ilmakehän aineet ja niiden merkitys ihmiselle ja luonnon tasapainolle
- vesi ja veden ominaisuuksia, kuten happamuus ja emäksisyys
- aineiden paloherkkyys, palamisreaktio, sen kuvaaminen kemian merkkikielellä sekä palamistuotteiden ominaisuudet ja vaikutukset ympäristössä

## Raaka-aineet ja tuotteet

- tärkeimmät maankuoresta saatavat alkuaineet ja yhdisteet ja niiden ominaisuuksia sekä tuotteiden valmistus, käyttö, riittävyys ja kierrätettävyys
- sähkökemiallisia ilmiöitä, sähköpari, elektrolyysi ja niiden sovellukset
- alkuaineiden ja yhdisteiden merkitseminen, luokittelu ja erottaminen sekä reaktionopeuksien vertailu
- reaktioyhtälöiden tulkitseminen sekä yksinkertaisten reaktioyhtälöiden tasapainottaminen
- alkuaineiden ja yhdisteiden ominaisuuksien ja rakenteiden selittäminen atomimallin tai jaksollisen järjestelmän avulla

## Elollinen luonto ja yhteiskunta

- fotosynteesi ja palaminen, energialähteet
- orgaanisten yhdisteiden hapettumisreaktioita ja reaktiotuotteita, kuten alkoholit ja karboksyylihapot sekä niiden ominaisuudet ja käyttö
- hiilivedyt, öljynjalostusteollisuus ja sen tuotteita
- hiilihydraatit, valkuaisaineet, rasvat, niiden koostumus ja merkitys ravintoaineina sekä teollisuuden raaka-aineina
- pesu- ja kosmeettiset aineet ja tekstiilit

Kemian opetuksen tavoitteiden mukaisesti oppilaan tulee oppia työskentelemään ohjeita noudattaen ja turvallisesti. Oppilaan tulee kyetä tekemään luonnontieteellisiä tutkimuksia, sekä tulkita ja esittää tuloksia; hänen tulee oppia käyttämään luonnontieteille tyypillisiä tutkimusmenetelmiä, myös tietotekniikkaa. Oppilaan tulee oppia tuntemaan aineiden ominaisuuksia kuvaavia kemiallisia ja fysikaalisia käsitteitä, sekä aineen rakennetta ja kemiallisia sidoksia kuvaavia käsitteitä ja malleja. (Anon. 2004).

### **3.2 Kiinnostus oppimiseen ja työtavat kiinnostuksen tukena**

Valtakunnallisen perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (POPS) mukaan perusopetuksen tehtävinä mainitaan muun muassa antaa mahdollisuus yleissivistyksen hankkimiseen ja herättää halu elinikäiseen oppimiseen (POPS 2004, 14).

Opetussuunnitelman perusteiden mukaisen oppimiskäsityksen perusteella oppiminen riippuu oppilaan aiemmista tiedoista, oppimis- ja työskentelytavoista sekä motivaatiosta. *POPS* määrittääkin oppimisympäristön tavoitteiksi muun muassa oppimismotivaation ja uteliaisuuden tukemisen kiinnostavia haasteita ja ongelmia tarjoamalla. (POPS 2004, 18)

*POPS* määrittelee oppimisen tavoitteelliseksi, aktiiviseksi, sosiaalisesti vuorovaikutteiseksi, sekä tilannesidonnaiseksi tietojen ja taitojen rakennusprosessiksi, jossa opittavana ovat edellisten lisäksi myös oppimis- ja työskentelytavat. Työtapojen (opiskelumenetelmien) tulee olla monipuolisia ja oppiaineelle ominaisia. Niiden tehtävänä on muun muassa kehittää oppimisen ja ajattelun taitoja, työskentelytaitoja sekä aktiivista osallistumista. Työtapojen valinnassa tulee huomioida oppilaiden erilaiset oppimistyyli- ja muut yksilölliset erot. (POPS 2004, 18-19)

Työtapojen tulee muun muassa

- virittää halu oppia
- kehittää tiedon hankkimisen, soveltamisen ja arvioinnin taitoja
- edistää taitojen oppimista ja niissä harhaantumista
- edistää tieto- ja viestintätekniikan taitojen kehittymistä
- antaa mahdollisuus luovaan toimintaan ja elämyksiin. (POPS 2004, 18-19)

Perusopetuksen oppiaineille yhteisiä oppimistavoitteita ja opetuksen keskeisiä sisältöjä ovat Ihminen ja teknologia -aihekokonaisuuteen kuuluva taito käyttää tietoteknisiä laitteita ja ohjelmia sekä tietoverkkoja. (POPS 2004, 42-43)

### **3.3 Työtavat kemian kiinnostuksen tukena**

Kemiaa voidaan opettaa perusopetuksen 7.-9. luokilla monella eri työtavalla. Termi *työtapa* voidaan määritellä synonyymiksi opetus- ja opiskelumenetelmälle, työmuodolle ja oppilasaktiiviteetille, kun näiden tarkoituksena on saada oppilas omaksumaan uusia käsitteitä, taitoja, arvoja ja ajattelutapoja (Lavonen & al. 2005). Tässä tutkimuksessa työtavalla tarkoitetaan oppitunnin toimintatapoja oppilaan ja opettajan osalta.

Tutkimukset ovat osoittaneet, että eri tekijät herättävät ja ylläpitävät tilannekohtaista kiinnostusta. Esimerkiksi ryhmätyö, arvoitukset ja tietokoneet voivat herättää oppilaan kiinnostuksen, mutta vain tehtävän tarkoituksellisuus ja henkilökohtainen osallisuus ylläpitää sitä. Sosiaalisen ympäristön on huomattu vaikuttavan kiinnostukseen; muiden kanssa työskentely, sekä mahdollisuus vaikuttaa toimintaan lisää tilannekohtaista kiinnostusta (Hidi, Renninger & Krapp 2004).

Tehokas oppiminen ei riipu vain tilannetekijöistä, sillä yksilö säätelee itse oppimisprosessiaan tulkinnoillaan tilanteesta. Oppimisen määrä ja tehokkuus riippuu halusta saavuttaa toivottu lopputulos (arvosana tai kehu), sekä kokeeko saavutuksen ansiokseen vai tuuriksi (Nenninger 1992). Kiinnostuksen ylläpitämiseksi toiminnan tulee olla optimaalisen haastavaa ja uutta, sekä siihen tulee olla luontaisia kykyjä. Palkkiot, aikarajat, asetetut päämäärät ja kilpailu puolestaan vähentävät kiinnostusta rajoittamalla itsemääräämisoikeutta (Deci 1992).

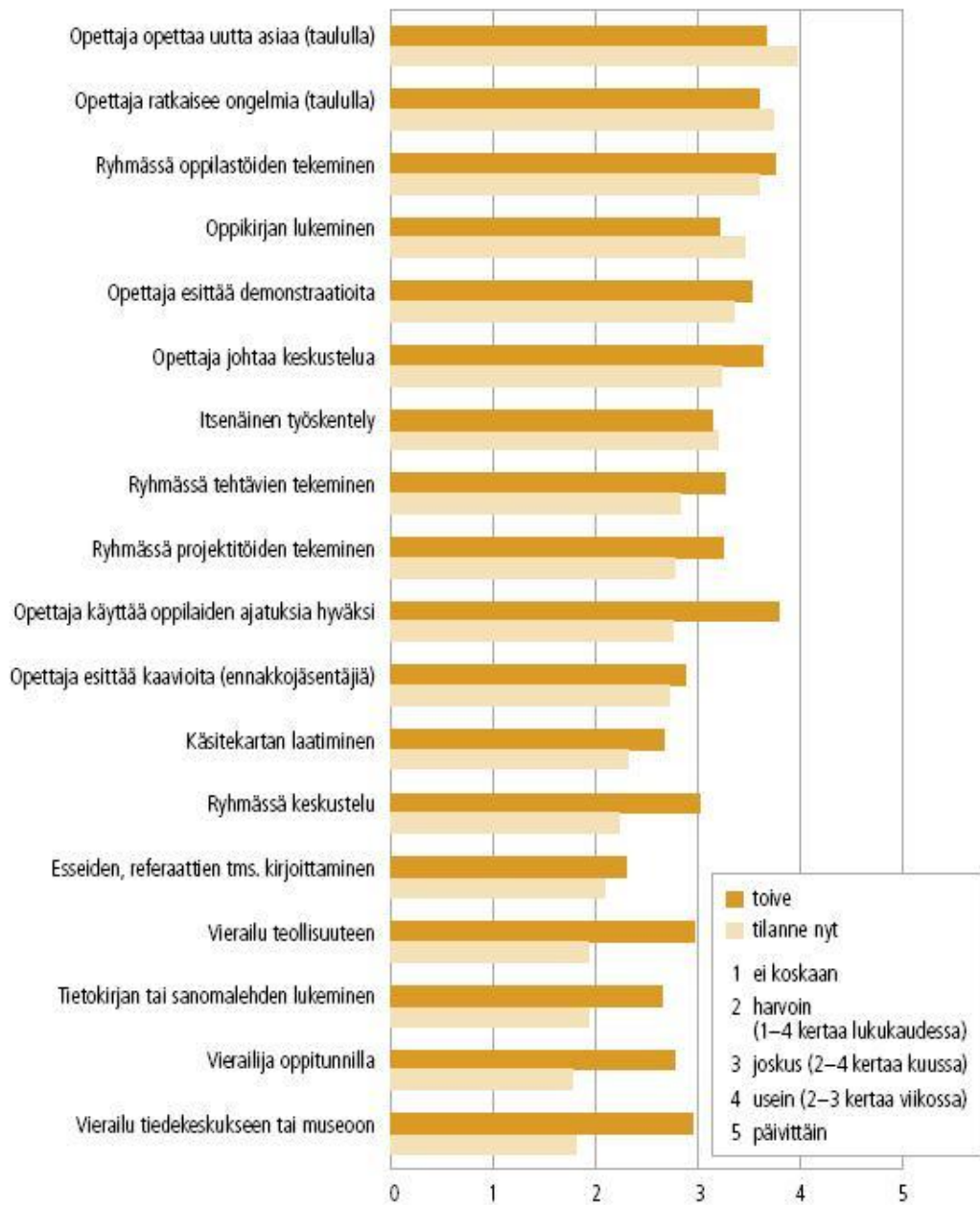
Opetustilanteen työskentelytavoilla on suuri merkitys kiinnostuksen syntymiselle ja ylläpitämiselle, sekä oppimiselle. Opetusmetodien valinnassa olisi hyvä suosia oppilaiden toivomia työtapoja. Kiinnostavia työtapoja oppilaiden mielestä ovat muun muassa vierailut, sekä keskustelu pienryhmissä ja opettajan johdolla (Lavonen & al. 2005).

Rose-tutkimuksen mukaan oppilaita kiinnostavien, fysiikan ja kemian oppitunnilla käytettyjen, työtapojen nykyinen ja toivottu käyttö eroavat tilastollisesti merkitsevästi toisistaan (ks. Kuvio 3). Yleisimmin oppilaiden mielestä käytetään opettajajohtoista tai oppikirjasta tapahtuvaa opiskelua, sekä oppilastöitä. Oppilaiden arvion mukaan harvimminkin käytetään pienryhmäkeskustelua, tietokirjojen lukemista, kirjoitelmien ja käsitekarttojen laatimista, sekä vierailuja. Vähemmistö (30 %) oppilaista haluaisi edelleen vähentää yleisimmin käytettyjä opettajajohtoista ja oppikirjasta tapahtuvaa opiskelua, sillä uuden asia käsittely opettajajohtoisesti koetaan myönteisenä. Tutkimuksen mukaan itsenäisen ja kokeellisen työskentelyn määrä oppitunnilla on sopiva. Muiden työtapojen käyttöä toivottiin keskimäärin lisäävän suhteessa kyseisen työtavan nykyiseen käyttömäärään. Erityisesti toivottiin opettajajohtoista keskustelua. Oppilaat haluaisivat lisätä myös Internetin, tietokirjojen ja muun kirjallisen materiaalin (kuten sanomalehdet) käyttöä tiedon lähteenä, tiedon käsittelyn taitojen kehittymisen tueksi. Samoin käsitekarttojen käyttöä ja kirjoittamista oppilaat haluaisivat lisäävän. Suurimmat muutostoiveet liittyivät

asiantuntijoiden ja vierailujen lisäämiseen opetuksessa. Kemian työtapojen käyttöä tulisi siis monipuolistaa, sillä mikään yksittäinen työtapa ei ole ratkaisu oppilaiden kiinnostuksen lisäämiseen opiskelua ja kemiaa kohtaan. Monipuolisten työtapojen avulla voidaan myös paremmin saavuttaa opetuksen tavoitteet. (Lavonen & al. 2005).

*Kemian opetus tänään* -tutkimuksen mukaan yleisimpiä työtapoja kemian tunneilla olivat kokeellinen oppilastyö, ryhmätyö, kyselyyn harjaannuttaminen ja luova ongelmanratkaisu (Aksela & Juvonen, 1999). MAOL Ry:n ja TT:n tutkimuksen mukaan yläasteella eniten käytettyjä työtapoja ovat oppilastyöt, pari- ja ryhmätyöt, sekä demonstraatiot. Harvemmin käytetään mm. tietokoneavusteista opetusta ja työselostusten tekemistä (Anon. 1996a).





Kuvio 3. Oppilaiden arvio ja toive fysiikan ja kemian työtavoista ROSE-tutkimuksessa (Kuvan lähde: Lavonen & al. 2005b).

## 4. VISUALISOINTI JA MOLEKYYLIMALLINNUS KEMIAN OPETUKSESSA

### 4.1 Visualisointi kemian opetuksessa

Visualisointi voidaan määritellä esimerkiksi seuraavasti: ulkoinen visualisointi voidaan mieltää esitykseksi ja sisäinen visualisointi yksilön mielikuvaksi (Gilbert, 2005). Visualisointi, kuten kieli ja muut kognitiiviset ja kommunikatiiviset välineetkin vaihtelevat tehokkuudeltaan. Tehokas visualisointi huomioi ihmisen havainnointi- ja kognitiiviset kyvyt, eli sisältää ja järjestelee oleellisen tiedon, sekä poistaa epäoleellisen. Näin tieto on helposti omaksuttavissa ja ymmärrettävissä (Tversky 2005). Kemiassa esimerkiksi monien oppilaiden vaikeaksi kokemien abstraktien tai matemaattisten ilmiöiden ymmärtämistä voidaan tukea kuvilla ja kaavioilla.

Mentaalimalli, eli sisäinen tiedon ja kokemuksen esitys ulkomaailmasta, pohjautuu henkilön yksilölliseen ymmärrykseen ja muistiin, eikä siten ole aina pätevä ja luotettava. Opettaja voi auttaa muodostamaan oikeita ja korjaamaan virheellisiä mentaalimalleja. Oppimisen kannalta oleellisempaa on esityksen laatu, kuin määrä, sillä liiallisella määrällä ärsykeitä muisti kuormittuu. Oppilaan virhekäsityksen korjaamiseksi kohdennetulla visualisoinnilla voidaan oppilaalle osoittaa ja todistaa virheellisen mallin olemassaolo (Rapp 2005). Opettajan on osattava todistaa oikeat asiat (eli tunnettava oppilaan virheellinen mentaalimalli) oikealla tavalla, eli oppilaan kannalta uskottavasti. Mentaalimallin rakentaminen vie aikaa, sillä vasta usein tai onnistuneesti eri yhteyksissä käytetyt mallit ovat käytettävissä virheiden korjaukseen, vertailuun ja päätöksentekoon. Virheellinen mentaalimalli korvautuu, kun uusi malli koetaan hyödyllisemmäksi tai on usein käytetty (Briggs & Bodner 2005).

### 4.2 Mallit ja molekyyylimallinnus kemian opetuksessa

Kemia käsittelee aineen rakennetta, ominaisuuksia ja muutoksia. Kemiallisessa mallinnuksessa tehdään ennusteita tarvittavista olosuhteista halutun muutoksen saavuttamiseksi ja epätoivottujen välttämiseksi. Kemialliset mallit kuvaavat tarkkailtavaa ilmiötä sekä ideaa, jolla pyritään selittämään kyseistä ilmiötä, käyttämällä tunnettujen asioiden analogioita. Malli voi olla konkreettinen, visuaalinen, matemaattinen tai

verbaalinen esitystapa. Eri mallit voivat keskittyä kuvaamaan ilmiön eri ominaisuuksia. Aineen ja sen muutosten luonteen kuvaukset ovat pohjimmiltaan abstrakteja, joten mallinnus on hyvin yleistä kemiassa. Atomi- ja molekyyllimallien avulla voidaan muun muassa ennustaa mallinnettavan aineen käyttäytymistä ja pohtia atomien avaruudellista sijoittumista. (Justi & Gilbert 2002).

Mallien ja mallinnuksen perusteiden ymmärtäminen on oleellista (syvällisessä) kemian oppimisessa, sillä kemian ja kemiallisen tutkimuksen ymmärtämiseen voidaan esittää tarvittavan seuraavia taitoja: oppilas (1) oppii tuntemaan tärkeimmät kemistien luomat mallit, sekä niiden ulottuvuudet ja rajoitukset, (2) oppii arvostamaan mallien osuuden kemiallisten tutkimustulosten yleisessä hyväksymisessä ja levittämisessä, sekä (3) hallitsee kemiallisten mallien luomisen ja testaamisen yksittäin ja/ tai ryhmässä. (Justi & Gilbert 2002).

Mallin luonteen ymmärtämisestä on esitetty hierarkia: (1) malli ymmärretään todellisuuden kopiona; (2) malli on luotu tiettyyn tarkoitukseen (mallin joitain asioita painotetaan, mutta malli ymmärretään yhä todellisuuden kopiona); (3) ymmärretään, että malli on luotu idean testaamiseen, eikä todellisuuden kopioiksi ja ymmärretään, että mallintajalla on aktiivinen rooli mallin luomiselle tiettyyn tarkoitukseen ja ymmärretään, että mallit voidaan testata ja muuttaa kehittyvien tietojen mukaan. (Justi & Gilbert 2002)

Kemiassa käsiteltävät ilmiöt kuvataan konkreettisesta makroskooppisesta tasosta submikroskooppiseen ja niitä kuvataan myös symbolisella tasolla. Siirtyminen näiden tasojen välillä on todettu olevan oppilaille vaikeaa (Gilbert 2005).

Kemian oppitunnilla käsiteltävää asiaa, kuten molekyylin rakennetta, voidaan mallintaa usealla esitystavalla. Käytettäviä esitystapoja voi olla konkreettinen (muovinen pallotikkumalli), verbaalinen kuvaus molekyylin rakenteesta, symbolinen (kaavat ja symbolit), visuaalinen (kuva, kaavio, animaatio) malli ja eleet (esimerkiksi liikkeen tai koon mallinnus käden liikkeellä ja asennolla). Siirtyminen mallien välillä voi olla oppilaalle vaikeaa. Oppilaan tulee tuntea yleiset kuvaukset ilmiöistä ja malleista, sekä tuntea eri mallien rajoitukset. Aloittamalla yleisimmästä ja geometrisesti yksikertaisimmasta ja käyttäen opetuksessa mahdollisimman monta erilaista esitystapaa; esitellen ne tarkoituksen mukaisesti ja systemaattisesti, yksityiskohtia korostaen (jotta oppilas hahmottaa mallin

oleelliset osat ja rajoitukset), malleista ja mallien kuvaamasta ilmiöstä muodostuu varmimmin tieteellistä mallia vastaava mentaalimalli. Oppilasta voi pyytää opettamaan asia toiselle oppilaalle tai kuvaamaan ääneen mallinnusta, jolloin oppilaalle itselleen ja opettajalle hahmottuu oppilaan käsitys mallinnuksesta. (Gilbert 2005).

Tietokoneavusteisen mallinnuksen hyöty ilmiön havainnollistamisessa ja tutkimisessa kemian opetuksessa ja oppimisessa on sen sopivuus ja yksinkertaisuus kaiken kokoisten ja väristen molekyylien rakentamisessa monenlaisiin esityksiin. Tutkimuksen mukaan oppilaat pitävät tietokoneavusteisesta mallinnuksesta, sillä se auttoi ymmärtämään molekyylien rakenteita ja sidoksia kehittämällä visualisointitaitoja (Barnea, 2000).

#### ***4.2.1 Tietokoneavusteinen molekyylimallinnus***

Erilaisten mallien käyttö oppimisessa voi olla haastavaa ja sekoittavaa, jos eri mallien rajauksia ja rajoituksia ei ymmärretä. Tässä tietokoneavusteinen mallinnus saattaa selkeyttää oppimista, sillä tietokoneella voidaan suunnitella monimutkaisia ja rinnakkaisia esityksiä. Tietokoneavusteinen mallinnus voi lisätä oppilaan kemian visualisointia ja mallien ymmärrystä. Oppilaan tulisi oppia mallien luonne ja käyttö ajattelun välineenä, oppia mallien rajat ja rajoitukset, sekä oppilasta tulisi rohkaista käyttämään useita malleja ilmiölle. Mallien luonteen ymmärtäminen ei kehity muodollisten määritelmien opettelulla tai katselemalla tiettyjä malleja, vaan aktiivisesti itse osallistumalla mallinnukseen ja ymmärtämällä, miksi ja miten eri mallit on luotu. (Justi & Gilbert 2002)

Tietokoneavusteinen mallinnus mahdollistaa suurten tietomäärien käsittelyn ja helpon siirtymisen eri esitystapojen välillä. (Justi & Gilbert 2002)

Tietokoneavusteisen molekyylimallinnuksen avulla voidaan havainnollistaa molekyylin kolmiulotteista rakennetta, määrittää eri atomien välisiä sidospituuksia ja eri atomien muodostamien sidosten välisiä kulmia, sekä molekyylien spektrejä. Molekyylimallinnuksen avulla voidaan tutkia molekyylien rakenteita ja ominaisuuksia reaktion kuluessa, kun perinteistä kokeellista reaktiota seurattaessa voidaan tutkia ainoastaan lähtöaineita ja reaktion tuotteita. Molekyylimallinnuksen avulla siis saadaan tietoa siitä, mitä molekyyille tapahtuu reaktion eri vaiheissa. (Lundell & al 2003)

Tietokoneavusteinen molekyylihallinnus auttaa oppilaita ymmärtämään monimutkaisia tieteellisiä ilmiöitä, tekee oppimisesta aktiivisen prosessin ja motivoi toimimaan autenttisessa tutkimusympäristössä. Mallinnus auttaa pohtimaan (kemian) ilmiöitä kaikilla kemian opetuksen asteilla (Lundell & Aksela, 2007).

### **4.3 Atomit ja molekyylit mallinnuksen kohteena**

Kansainvälisessä ROSE-tutkimuksessa Atomit ja molekyylit – aihe oli kymmenen vähiten kiinnostavan aiheen joukossa; suomalaisia tyttöjä aihe kiinnosti tutkimukseen osallistuneista oppilaista vähiten (Jenkins & Pell 2006). Kiinnostuksen tukemiseksi tarvitaan uusia lähestymistapoja aiheen mielekkääseen opettamiseen. Tässä tutkimuksessa molekyylihallinnuksen kohteena on vesi- ja glukoosimolekyylit ja tutkimuksen tavoitteena on hahmottaa tuttujen aineiden (vesi ja sokeri) tietokoneavusteisen mallinnuksen kiinnostavuutta oppilaiden mielestä.

Valtakunnallisten opetussuunnitelman perusteiden mukaan oppilaan tulee kyetä kuvaamaan atomia, kemiallisia sidoksia ja yhdisteitä asianmukaisia malleja käyttäen ja tehdä päätelmiä aineen reaktioherkkyydestä atomin uloimman elektronikuoren rakenteen tai alkuaineen paikan perusteella jaksollisessa järjestelmässä. (POPS 2004, 195-197)

Oppilaiden käsitykset mikroskooppisen tason ilmiöistä, kuten atomien luonteesta, ovat usein virheellisiä, sillä oppilas joko sisäistää lukemansa todeksi ymmärtämättä sitä, tai tekee lukemastaan virheellisiä yleistyksiä (Harrison & Treagust, 2002). Laaja alue biologisia, kemiallisia ja fysikaalisia ilmiöitä voidaan selittää vain atomien ja molekyylien järjestyksen ja liikkeen muutoksilla. Makroskooppisen tason ilmiöiden tarkastelu esimerkiksi kemian laboratoriossa koetaan useinkin kiinnostavaksi, mutta kiinnostuksen ylläpitäminen mikroskooppisella ja symbolisella tasolla on pedagoginen haaste (Harrison & Treagust, 2002).

## 5 TUTKIMUS

### 5.1 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset

Tutkimuksen päämääränä on nuorten kemian kiinnostuksen tukeminen kemian opetuksen kautta. Kemia opetuksen kehittämiseksi tarvitaan tutkimustietoa aiheesta ja uusia lähestymistapoja. Tutkimuksessa selvitetään ensin peruskoulun 9. luokkien oppilaiden kiinnostuneisuutta kemiaa kohtaan ja erityisesti, mitkä oppiaineen aihesisällöt sekä työtavat kiinnostavat oppilaita. Kolmantena tavoitteena on tutkia valitun työtavan; tietokoneavusteisen molekyylihallinnuksen, sekä kehitetyn harjoitustyön kiinnostavuutta.

Tutkimusta ohjaavat seuraavat kysymykset:

- 1 Kuinka kiinnostuneita yhdeksännen vuosiluokan oppilaat ovat kemiasta?
- 2 Mitkä kemian aiheet kiinnostavat yhdeksännen luokan oppilaita?
  - 2.1 Mitkä kemian aiheet kiinnostavat oppilaita?
  - 2.2 Mitkä opetussuunnitelman perusteiden mukaiset aiheet kiinnostavat oppilaita?
- 3 Mitkä kemian opetuksen työtavat kiinnostavat yhdeksännen luokan oppilaita?
  - 3.1 Mitkä työtavat kiinnostavat oppilaita?
  - 3.2 Kuinka oppilaiden kiinnostusta tukee kehitetty molekyylihallinnusharjoitus?
    - 3.2.1 Mikä molekyylihallinnusharjoituksessa on oppilaista kiinnostavaa?
    - 3.2.2 Mikä molekyylihallinnuksessa ei ollut oppilaista kiinnostavaa?

### 5.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusote on kvalitatiivinen ja tutkimustapana survey-tutkimus. Kyseessä on osittain myös toimintatutkimus, sillä tutkija osallistui tutkimuksen kiinnostuksen kohteena olleeseen muutosprosessiin opettamalla tutkimusjakson (kaksi oppituntia) aikana kehittämänsä oppimateriaalin avulla, jonka vaikutusta tutkittavaan asiaan kartoitettiin. (Heikkilä 2001).

### 5.3 Tutkimuksen otos

Tutkimuksen perusjoukoksi valittiin suomenkieliset peruskoulun 9. luokan oppilaat. Koulut valittiin tutkijan asuinpaikkakunnan ja koulujen toteuttamismahdollisuuksien mukaan. Yhdeksäsluokkalaiset ovat erityisen tärkeitä tutkimuksen kiinnostuksen kohteita, koska he päättävät oppivelvollisen koulun ja siirtyvät hyvin erityyppisiin jatkokoulutuspaikkoihin tai työpaikkoihin. Vastaajamääräksi saatiin 117 vantaalaisen oppilaan vastaukset kahdesta eri koulusta (seitsemästä eri luokasta/ kemian oppiryhmästä). Otoksoon ollessa vähintään 100, tulokset on yleistettävissä (otoksoon puolesta) valtakunnallisesti yhdeksäsluokkalaisiin. Vastaajista tyttöjä oli 54 % (63 oppilasta) ja poikia 41 % (48 oppilasta); kuusi oppilasta ei ilmoittanut sukupuolta (5 %).

### 5.4 Tutkimuksen toteutus

Tutkimus suoritettiin kahdessa Vantaan koulussa peruskoulun 9. luokilla kyselytutkimuksena. Kysely ajoittui joulukuuhun 2007 koeviikkojen jälkeen ja oppilaiden poissaolojen takia lisää tutkimusaineistoa kerättiin tammikuussa 2008 koeviikon jälkeen. Kouluista valittiin satunnaisesti seitsemän luokkaa: toisesta kolme ja toisesta neljä luokkaa.

Tutkimuksen tavoitteet ja tärkeys esitettiin rehtoreille ja koulun kemian opettajille. Tutkimukseen saatiin lupa rehtoreilta, kemian opettajilta ja Vantaan kaupungilta. Koska oppilaat vastaavat anonyymeinä, lupaa alaikäisten vanhemmilta ei tarvittu. Käytännön toimenpiteistä, kuten tutkimuskyselyn ajoituksesta ja mallinnusohjelman lataamisesta tietokoneille, sovittiin kemian opettajien kanssa.

Tutkimus suoritettiin kemian oppituntina, jossa tutkija toimi opettajana. Kemian tunti pidettiin koulun tietokoneluokassa, jonka koneisiin oli etukäteen asennettu ilmainen *Arguslab*-molekyylimallinnusohjelma. Tutkimustilanteissa kahdessa luokassa koulun kemianopettaja ei ollut läsnä ja viidessä luokassa kemian opettaja oli luokassa osallistumatta varsinaisesti tunnin kulkuun.

Kyselykaavakkeet laadittiin kansainvälisen *ROSE*-tutkimuksen kyselykaavakkeen pohjalta (Schreiner & Sjøberg, 2004). Rose-tutkimuksen kyselykaavake on kehitetty mittaamaan oppilaiden kiinnostusta luonnontieteitä kohtaan, joten se sopii tutkimuksen kaavakkeen

malliksi. Tunnin alussa oppilaat vastasivat kemian kiinnostavuutta mittaavaan kyselylomakkeeseen (liite 1). Tutkija painotti vastaajan oman tuntemuksen ja kiinnostuksen merkitystä; tutkimuksessa ei olla kiinnostuneita kemian osaamisesta. Myös vastaustilanteessa kommentoimattomuutta painotettiin, jotta yksittäisten oppilaiden vaikutus muiden asenteisiin saataisiin minimoitua. Avun pyytäminen lomakkeen täyttämässä oli sallittua, mutta kysymyslomakkeen selkeydestä ei esitetty kysymyksiä. Kysymykset esim. työtavasta pyydettiin vastaamaan kohtaan ”En osaa sanoa”, jos kiinnostusta ei osattu määrittää, sillä kysely ei mittaa osaamista.

Kemian kiinnostavuutta mittaavan kaavakkeen (ks. liite 1) kysymykset ovat suljettuja. Kaavakkeen ensimmäisellä sivulla esitettiin tutkimuksen tarkoitus, tärkeys ja vastausohjeet. Kyselykaavake jakautuu kolmeen osaa, jonka ensimmäisessä osassa selvitetään vastaajan sukupuoli ja yleinen kiinnostuneisuus kemiaan, sekä suhteessa muihin oppiaineisiin. Vastaus annetaan rastittamalla neliportaiseen Likert-asteikkoon: ”*Täysin eri mieltä*” (1), ”*Hieman eri mieltä*” (2), ”*Melko samaa mieltä*” (3) tai ”*Täysin samaa mieltä*” (4).

Kyselykaavakkeen toisessa osassa esitettiin kysymys: ”Kuinka kiinnostunut olet seuraavista asioista?” Vastaus ilmaistaan rastittamalla viisiportaiseen Likert-asteikkoon: ”*En ole kiinnostunut*” (1), ”*Olen hieman kiinnostunut*” (2), ”*Olen melko paljon kiinnostunut*” (3), ”*Olen erittäin paljon kiinnostunut*” (4) tai ”*En ymmärrä kysymystä*” (0). Kysymyksiä valittiin kyselykaavakkeeseen yhteensä 51 kappaletta. Kysymykset muodostettiin opetussuunnitelmien perusteiden ja tutkimukseen valikoituneissa kouluissa käytössä olevien oppikirjojen pohjalta, jotta varmistuttiin oppilaan asiantuntemuksesta eli pyrittiin esittämään oppilaan näkökulmasta ymmärrettäviä kysymyksiä. Kysymykset suunniteltiin *Aine ja Energia Kemian tietokirjan* (Aspholm & al. 2006) ja *Kemian Avain* –kirjasarjan (Happonen & al. 2006) pohjalta. Opetussuunnitelmaan pohjautuen, kirjojen sisältö on hyvin samankaltainen, joten kysymyksistä monet ovat molempien oppikirja sarjojen osalta samoja (liite 6). Kysymykset sijoitettiin kyselykaavakkeeseen sattumanvaraisessa järjestyksessä.

Kyselylomakkeen kolmas osa sisältää kysymyksen ”Kuinka kiinnostavia mielestäsi ovat seuraavat tavat työskennellä kemian tunnilla”. Vastaaminen tapahtuu viisiportaiseen Likert-asteikkoon: ”*Ei lainkaan kiinnostavaa*” (1), ”*Hieman kiinnostavaa*” (2), ”*Melko*



paljon kiinnostavaa” (3), ”Erittäin paljon kiinnostavaa” (4) tai ”En ymmärrä kysymystä” (0). Erilaisia työtapoja valittiin 21 kappaletta ja avoimena kysymyksenä ”Jokin muu tapa, mikä?”. Työtavat valittiin useista lähteistä (esim. Aksela & Juvonen, 1999; Anon. 2004, )

Kyselyn työtavoiksi oli pyritty valitsemaan monipuolisesti kouluissa usein ja harvoin käytettyjä, sekä kiinnostaviksi ja vähemmän kiinnostaviksi tutkittuja työtapoja (esim. Anon. 1996a, Lavonen & al. 2005, Aksela & Juvonen 1999). Valinta olisi voitu tehdä toisin ja sisällytetyt työtavat on tutkijan valitsemaa kirjallisuuden ja kokemuksen perusteella. Työtavat voidaan jaotella toimintaa kuvaaviin ja ryhmittymistä kuvaaviin tapoihin. Ryhmittymistä kuvaavat itsenäisen, pareittain ja pienryhmässä työskentelyn kiinnostavuus. Muut ovat toimintaa kuvaavia työtapoja.

Seuraavaksi oppilaat suorittivat tutkijan ohjaamana ja työohjetta seuraten harjoitustyöt molekyylihallinnuksesta *ArgusLab*-ohjelmalla. Oppilaita pyydettiin työskentelemään pareittain ja pareille jaettiin työohjeet sekä työnkoontilomakkeet (liite 4). Työohje sisältää mallinnuksen vaiheet yksittäin sekä vaiheiden lomassa oppimista ja ajattelua tukevia kysymyksiä. Harjoitustyön alussa olevat kysymykset motivoivat ja johdattelevat opetettavaan aiheeseen ja työn lomassa, sekä lopussa, olevat kysymykset selkeyttävät ja kertaavat opittua. Oppilaat vastasivat kysymyksiin ääneen ja vastaukset pyydettiin kirjaamaan työnkoontilomakkeeseen. Virheelliset ja puutteelliset vastaukset käsiteltiin työn aikana, jotta aiheesta ei jäisi epäselvyyksiä. Harjoituksen aikana tutkija noudatti työohjetta, opettaen ohjelman käyttöä, mallinnusta ja muita oppitunnille ja harjoitustyölle asetettuja tavoitteita. Hankalissa kohdissa tutkija opasti oppilaita henkilökohtaisesti.

Mallinnusohjelmaksi oli valittu ilmainen *ArgusLab* (Thompson 2004), jotta kaikilla kouluilla olisi mahdollisuus osallistua tutkimukseen ja tutustua tietokoneavusteiseen molekyylihallinnukseen. Kyseinen ohjelma soveltuu hyvin perusasteen molekyylihallinnuksen harjoitteluun, sillä oppisisällöt käsittelevät 9. luokalla atomien ja molekyylien rakennetta, sekä mallinnusta yleisellä tasolla. *ArgusLab*-ohjelman laskennalliset ominaisuudet voidaan paremmin hyödyntää esimerkiksi lukio-opetuksessa, kun oppisisällöt käsittelevät atomien ja molekyylien rakennetta laajemmin.

Harjoitustyön jälkeen oppilaat vastasivat työtavan kiinnostavuutta mittaavaan lomakkeeseen, jossa edelleen painotettiin luetettavuuteen vaikuttavia tekijöitä.

Kyselykaavakkeessa on kolme osaa, jonka ensimmäisessä osassa (ks. Liite 1) esitetään kysymys ”Kuinka kiinnostavia mielestäsi ovat seuraavat tavat työskennellä kemian tunnilla?”. Työtapoja vertaavia kysymyksiä on neljä ja niihin vastataan neliportaisella Likert-asteikolla: ”*Täysin eri mieltä*” (1), ”*Hieman eri mieltä*” (2), ”*Melko sama mieltä*” (3) tai ”*Täysin samaa mieltä*” (4). Yksittäisiä kokeellisuuden, mallintamisen ja tietokonetyöskentelyn työtapojen kiinnostavuutta mittaavia kysymyksiä on viisi ja niihin vastataan neliportaisella Likert-asteikolla: ”*Ei lainkaan kiinnostavaa*” (1), ”*Hieman kiinnostavaa*” (2), ”*Melko paljon kiinnostavaa*” (3) tai ”*Erittäin paljon kiinnostavaa*” (4). Kaavakkeen toisessa osassa on kysymys ”Kuinka kiinnostavia olivat seuraavat asiat veden ja sokerin mallinnuksen harjoitustyössä?”. Vastaus merkitään kuten edellisessä kohdassa. Kysymykset valittiin tarkastelemalla harjoitustyötä ja tunnin työtapaa mahdollisimman monelta kannalta.

Kyselyn viimeisen osan kysymykset ovat avoimia ja niihin pyydettiin vastaamaan sanallisesti. Kysymykset olivat ”Mikä harjoitustyössä oli kiinnostavaa?”, ”Miksi?”, ”Mikä harjoitustyössä ei ollut kiinnostavaa?” ja ”Miksi?”. Avoimilla kysymyksillä pyrittiin hahmottamaan mahdollisia suunnitteluvaiheessa huomioitavia jääviä seikkoja oppilaan ajatusmaailmassa.

Tutkimusmateriaalit, molemmat kyselylomakkeet ja työnkoontilomakkeet palautettiin heti vastaamisen jälkeen.

#### **5.4.1 Kemian aihealueet tutkimuksessa**

Kemian oppisisällöt voidaan jakaa usealla tavalla aihealueisiin kysymyslomakkeessa. Aihealueella tarkoitetaan asiayhteyttä tai aihepiiriä, jossa opetussuunnitelman mukainen kemian oppisisältö opetetaan ja opiskellaan. Tutkimustulosten analysoinnin ja tulkinnan helpottamiseksi kemian oppisisällöt on jaoteltu tässä tutkimuksessa kahdella tavalla aihealueisiin.

Ensimmäinen aihealuejako tehtiin valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteiden vuosiluokkien 7-9 kemian keskeisten sisältöjen mukaan (Anon. 2004): Ilma ja vesi (ops1), raaka-aineet ja tuotteet (ops2) ja elollinen luonto ja yhteiskunta (ops3).

Toinen aihejako tehtiin suomalaisen *Rose*-tutkimukseen liittyneen 9. luokkalaisten oppilaiden fysiikan kiinnostusta kartoittavan tutkimuksen pohjalta (Juuti & al, 2004). Aihekokonaisuuksia muokattiin kemian peruskoulun 7.-9. vuosiluokkien yläluokkien kemian opetussuunnitelman mukaisen opetuksen sisältöihin sopiviksi.

Aihekokonaisuuksiksi valittiin: Kemia (nk. puhdas kemia) (ros1), ihminen (ros2), tutkimus (ros3), teknilliset sovellukset (ros4) ja yhteiskunta ja elinympäristö (ros5). Puhtaalla kemialla tarkoitetaan aiheita, jonka sisältö ei liity oppilaalle arjesta tuttuihin ilmiöihin.

Kysymykset pyrittiin valitsemaan ja sijoittamaan jaotteluihin tasaisesti. Tämä huomioitiin jo kysymyksiä laadittaessa ja valittaessa. Jaottelussa tietyn kysymyksen sijoittaminen aihekokonaisuuksiin voidaan päättää usealla tavalla ja lopullinen jaottelu on tutkijan ratkaisu.

#### **5.4.2 Molekyylimallinnus tutkimuksessa**

Tutkimusta varten tehdyssä harjoitustyössä mallinnetaan vesi- ja glukoosimolekyylit piirtämällä ja mallinnusohjelmalla rakentamalla. Molekyylit mallinnetaan atomi kerrallaan ja niistä tarkastellaan yhteensä viittä erilaista mallia: rakenne- ja molekyylikaava, pallomalli, pallotikkumalli ja rautalankamalli. Harjoituksen tavoitteena on tukea mm. mallinnuksen ja molekyylien rakenteen oppimista. Työohje on liitteenä 3 ja liitteessä 5 on ohjeita opettajalle harjoitustyön tavoitteista ja toteutuksesta.

Harjoitustyön opetusmenetelmää, molekyylimallinnusta, ei tarvinnut painottaa kemian kiinnostavuutta mittaavan kyselylomakkeen väittämissä määrällisesti yhtenä kemian aihealueena, sillä *OPS*, *ROSE*-tutkimus ja oppikirjat sisälsivät aiheesta suhteellisesti riittävästi materiaalia. *OPS:in Ihminen ja teknologia* -aihekokonaisuus sisältää taitotavoitteen tietoteknisten laitteiden ja ohjelmien käytöstä.

Kemian vuosiluokkien 7-9 tavoitteissa opetusmenetelmänä ja taitosisältönä painottuu kokeellisuus ja mallintaminen. Eritellysti mainitaan työohjeen noudattaminen, tietotekniikan käyttötaito luonnontieteellisenä tutkimusmenetelmänä, tutkimuksen tekeminen ja tulosten tulkinta, sekä mallinnus. (POPS 2004, 42-43 ja 195-197) *Rose*-aihekokonaisuusjaon osalta molekyylimallinnus menetelmänä sijoittuu *tutkimus-*

kontekstiin. Oppikirjat esittelivät molekyylihallinnusta esimerkeissä ja harjoitustehtävissä (esim. Kemia Avain 1, s. 41-42).

#### 5.4 Aineiston analysointi

Tutkimuksen kyselyaineiston suljetut kysymykset, eli kemian ja työtapojen kiinnostavuutta mittaavaan lomakkeen osioiden I, II ja III, sekä harjoitustyön kiinnostavuutta mittaavaa lomakkeen osioiden IV ja V kysymykset, analysoitiin kvantitatiivisesti SPSS 12.0.1 (Statistical Package for Social Sciences) tilasto-ohjelmalla. Kyselylomakkeiden vastaukset pisteytettiin analysoinnin helpottamiseksi numeroilla 1, 2, 3, 4 ja 0. Luvussa 5.4 esitetään pisteytys jokaisen kysymyksen osalta. Esimerkiksi kysymyksen ”Kuinka kiinnostavia mielestäsi ovat seuraavat tavat työskennellä kemian tunnilla” pisteytys: ”Ei lainkaan kiinnostavaa” (1), ”Hieman kiinnostavaa” (2), ”Melko paljon kiinnostavaa” (3), ”Erittäin paljon kiinnostavaa” (4) tai ”En ymmärrä kysymystä” (0). Ja kysymys: ”Kuinka kiinnostunut olet seuraavista asioista?” pisteytys: ”En ole kiinnostunut” (1), ”Olen hieman kiinnostunut” (2), ”Olen melko paljon kiinnostunut” (3), ”Olen erittäin paljon kiinnostunut” (4) tai ”En ymmärrä kysymystä” (0). Vaikka kyseessä on järjestysasteikko, tulokset on helpompi hahmottaa vastausten keskiarvon ja keskihajonnan perusteella (Tähtinen & al 2001). Sisältökysymyksistä muodostettiin summamuuttujia (ops1, ops2, ops3, ros1-ros5) aihepiireittäin (liite 6) ja jokaiselle vastausvaihtoehdolle, summamuuttujalle, sekä työtapakysymykselle laskettiin keskiarvot ja keskihajonta. Summamuuttuja on aihepiirin vaihtoehtojen keskiarvo, joka on summaa vertailukelpoisempi, sillä aihekokonaisuuksissa on eri määrä kysymyksiä. Opiskelijoita on käsitelty ryhmänä. Sukupuolta ei ole tarkasteltu erikseen.

Tietokoneavusteisen molekyylihallinnuksen kiinnostavuutta mittaavaa lomakkeen osion III ja harjoitustyön kiinnostavuutta mittaavan lomakkeen osion VI avoimet kysymykset analysoitiin aineistolähtöisesti sisällönanalyysillä. Aineiston vastaukset ryhmiteltiin yhdistäen samantyyppiset vastaukset luokiksi, joiden perusteella oleellinen tieto erottuu selkeämmin (Tuomi & Sarajärvi 2004).

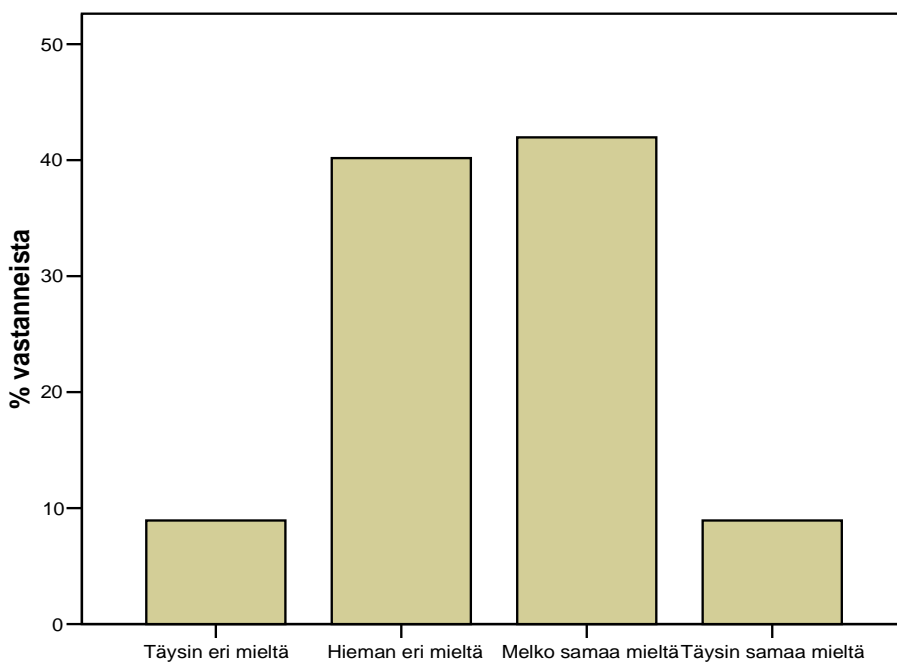
## 6 TUTKIMUSTULOKSET

### 6.1 Kemian kiinnostavuus

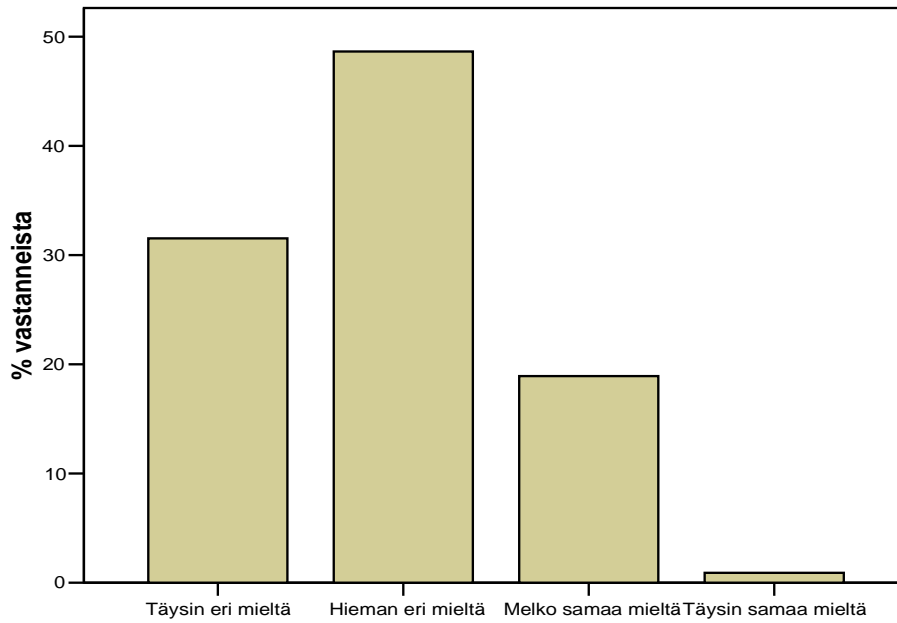
Tutkimuslomakkeen ensimmäisessä osassa kysyttiin yleistä kiinnostuneisuutta kemiasta ja kemian kiinnostavuutta muihin oppiaineisiin verrattaessa. Vastausasteikon keskiarvo on 2,50, joten sitä suuremmilla arvoilla oppilaat ovat samaa mieltä väittämän kanssa (keskiarvoihin ja – hajontoihin ei sisällytetty puuttuvia tietoja).

Tulosten mukaan 51 % oppilaista (N=112) on kiinnostunut kemiasta (”Melko samaa mieltä” tai ”Täysin samaa mieltä”, ks. kaavio 1). Vastanneista 20 % on kiinnostuneempia kemiasta, kuin muista oppiaineista (liite 7.). Kaaviossa 1 näkyy vastanneiden osuus prosentteina; asteikossa Täysin eri mieltä (1), Hieman eri mieltä (2), Melko samaa mieltä (3) ja täysin samaa mieltä (4), keskikohta on 2,50.

Kaavio 1. Olen kiinnostunut kemiasta (ka 2,51; s 0,8). Asteikolla: täysin eri mieltä (1), Hieman eri mieltä (2), Melko samaa mieltä (3) ja täysin samaa mieltä (4).



Kaavio 2. Olen kiinnostuneempi kemiasta kuin muista oppiaineista (ka 1,9; kh 0,7). Asteikolla: täysin eri mieltä (1), hieman eri mieltä (2), melko samaa mieltä (3) ja täysin samaa mieltä (4); asteikon keskikohta on 2,50.



## 6.2 Kemian aihekokonaisuuksien kiinnostavuus

### 6.2.1 Oppilaita kiinnostavat kemian aiheet

Tutkimuslomakkeen toisessa osassa kysyttiin kemian oppisisällön kiinnostavuutta. Likert-asteikossa arvolla 1 ”Ei ollenkaan kiinnostavaa ja 2 ”Hieman kiinnostavaa” keskikohta on 1,5. Keskiarvojen ollessa tätä suurempia, oppilaat ovat kiinnostuneita aihejaon mukaisista oppisisällöistä (keskiarvoihin ja – hajontoihin ei sisällytetty puuttuvia tietoja ja ”En ymmärrä kysymystä” -vastauksia). Kiinnostavuutta mittaavista oppisisältö-kysymyksistä muodostettiin summamuuttujia ROSE-tutkimuksen pohjalta laaditun ja opetussuunnitelman mukaisen aihejaon perusteella.

Taulukossa 1. ja liitteessä 8 on esitetty oppisisältökysymysten kiinnostavuus aihealueittain. Aiheista kiinnostavin on ”Yhteiskunta ja elinympäristö” keskiarvolla 2,3. Keskihajonta on tässä aihekokonaisuudessa tutkimuksen aihekokonaisuuksista suurin; 84 % vastanneista

pitää aihekokonaisuutta jossain määrin kiinnostavana (hieman, melko paljon tai paljon). 86 % vastanneista pitää kokonaisuutta ”Ihminen” jossain määrin kiinnostavana; keskiarvolla 2,1 (keskihajonta 0,6). Tutkimuksen Teknilliset sovellukset -aihekokonaisuus on oppilaiden mielestä kolmanneksi kiinnostavin (kolmanneksi vähiten kiinnostava) ja aihekokonaisuuden keskihajonta oli jaottelun toiseksi suurin.. Aihekokonaisuus ”Tutkimus” kiinnostaa oppilaita vähiten; 72 %:ia vastanneista pitää sitä jossain määrin kiinnostavana (keskiarvo 1,9; keskihajonta 0,6).

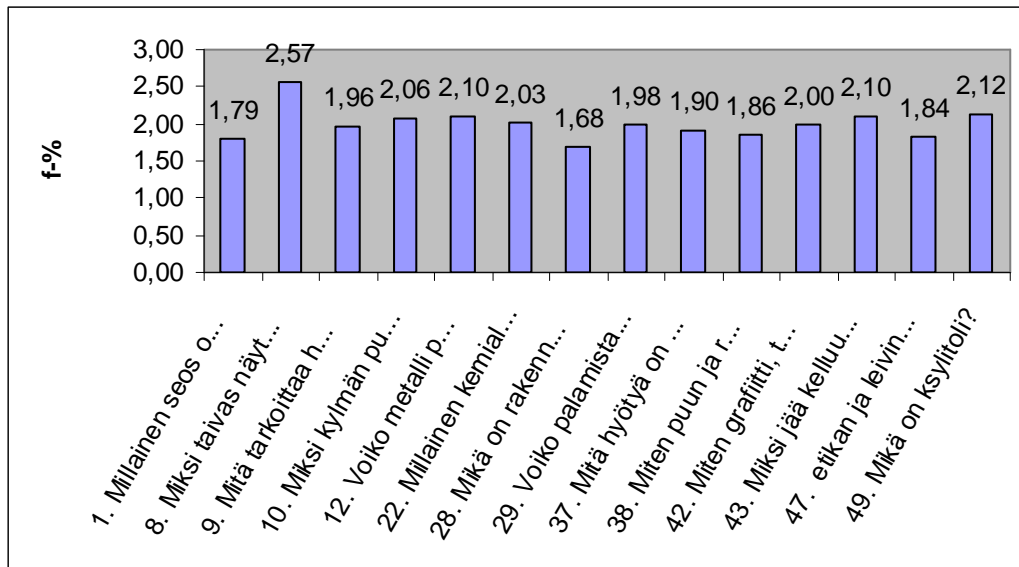
Taulukko 1. Oppisisältöjen kiinnostavuus aihealueittain (N=117)

	Keskiarvo	Keskihajonta
Kemia (puhdas kemia) (ros1)	2,002	0,624
Ihminen (ros2)	2,126	0,630
Tutkimus (ros3)	1,878	0,642
Teknilliset sovellukset (ros4)	2,095	0,618
Yhteiskunta ja elinympäristö (ros5)	2,258	0,702

Kemian aihekokonaisuuksien kiinnostavuudesta saadaan tarkempia tuloksia tarkastelemalla vastausvaihtoehtojen keskiarvoja ja keskihajontoja aihekokonaisuuksittain. Vastausvaihtoehtojen kiinnostavuus on esitetty kaavioissa 3-7 aihealueittain ja yksittäisten kysymysten keskiarvot ja keskihajonnat, sekä frekvenssit ovat liitteessä 9.

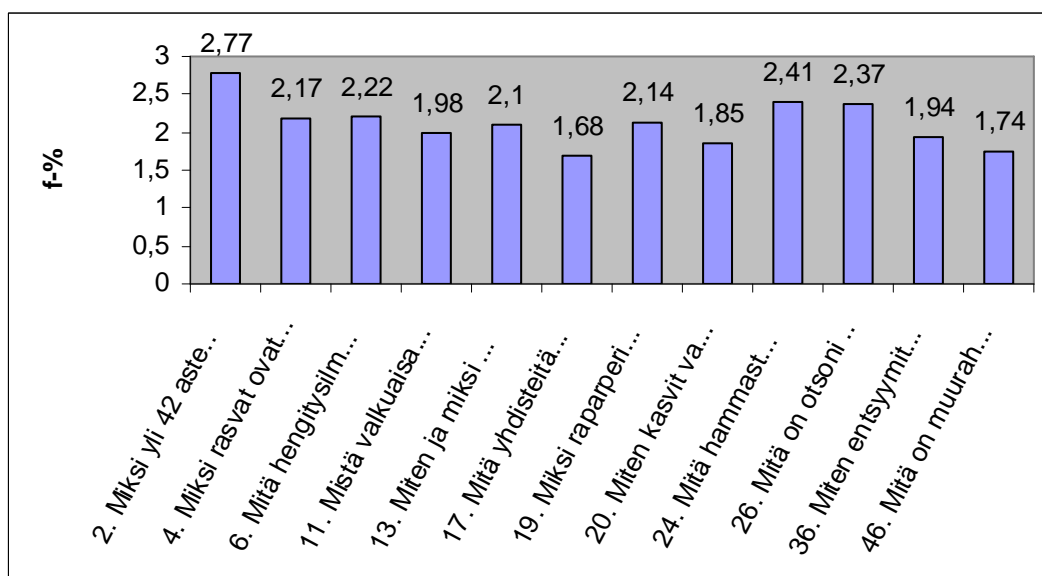
Kemia (ideaali) – aihekokonaisuuden (ks. kaavio 3, keskiarvo 2,00; keskihajonta 0,624) kiinnostavin kysymys on ”Miksi taivas näyttää siniseltä?” (Ka 2,57; s 1,039) ja vähiten kiinnostava kysymys ” Mikä on rakennekaava?” (Ka 1,68; s 0,897).

Kaavio 3. Kiinnostus aihealueen Kemia (puhdas) kysymyksiin. Asteikolla: ei kiinnostavaa (1), hieman kiinnostavaa (2), melko kiinnostavaa (3) ja erittäin kiinnostavaa (4).



Ihminen-kokonaisuudessa (ks. kaavio 4, keskiarvo 2,126; keskihajonta 0,630) eniten kiinnostaa ”Miksi yli 42 asteen kuume on vaarallinen?” (Ka 2,77; s 0,816) ja vähiten ”Mitä yhdisteitä pesuaine sisältää?” (Ka 1,68; s 0,849). Ero eniten ja vähiten kiinnostavien kysymysten keskiarvojen välillä on suurempi kuin muissa aihejaon mukaisissa ryhmissä. Toiseksi eniten kiinnostavan kysymyksen ”Mitä hammastahna, deodorantti tai meikit sisältävät?” keskihajonta on aihekokonaisuuden suurin.

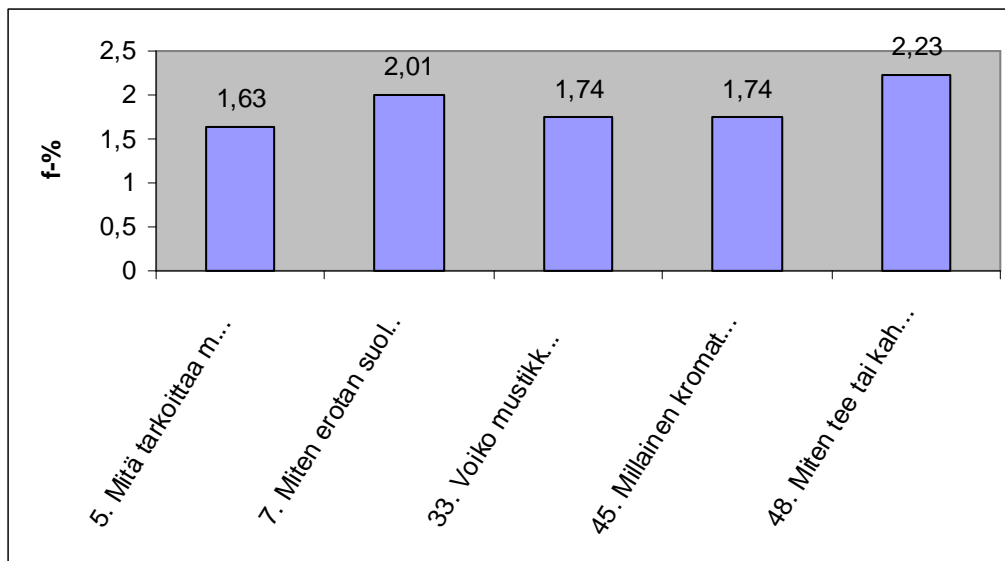
Kaavio 4. Kiinnostus aihealueen Ihminen kysymyksiin. Asteikolla: ei kiinnostavaa (1), hieman kiinnostavaa (2), melko kiinnostavaa (3) ja erittäin kiinnostavaa (4).





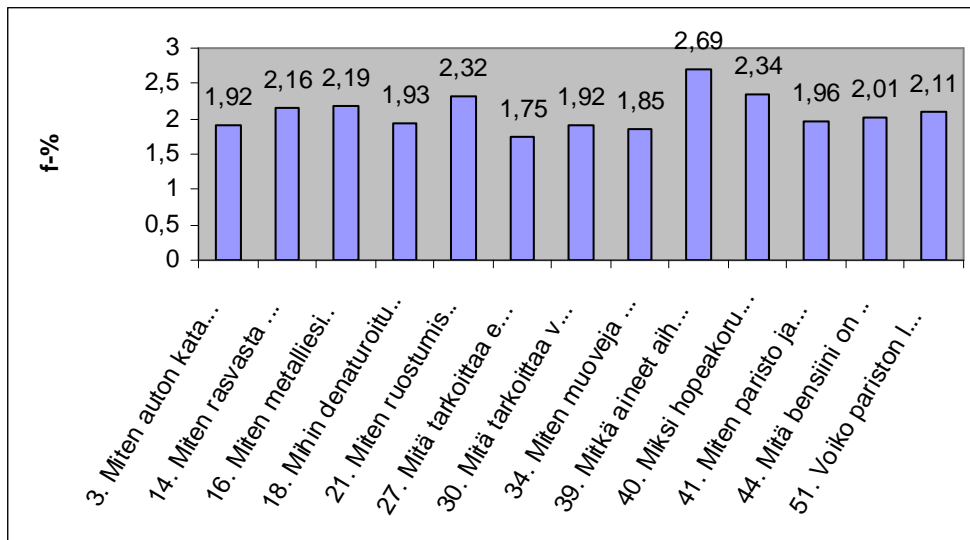
Tutkimus -aihekokonaisuudessa (ks. kaavio 5, keskiarvo 1,878; keskihajonta 0,642) ”Miten tee tai kahvi juoma valmistetaan?” (Ka 2,23; s 0,999) kiinnostaa eniten ja ”Mitä tarkoittaa molekyyli mallinnus?” (Ka 1,63; s 0,88) vähiten. Ero eniten ja vähiten kiinnostavien kysymysten keskiarvojen välillä on pienempi kuin muissa aihejaon mukaisissa ryhmissä.

Kaavio 5. Kiinnostus aihealueen Tutkimus kysymyksiin. Asteikolla: ei kiinnostavaa (1), hieman kiinnostavaa (2), melko kiinnostavaa (3) ja erittäin kiinnostavaa (4).



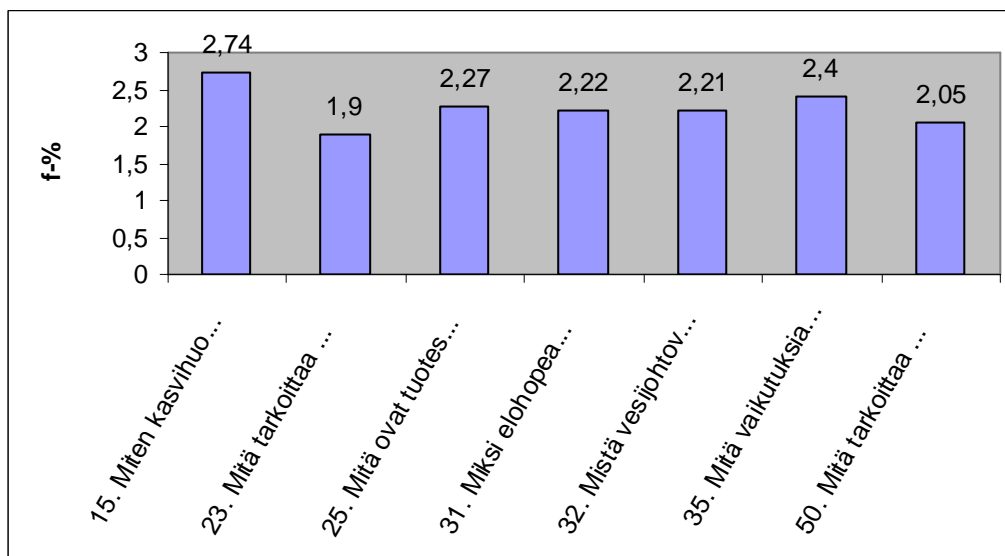
Teknilliset sovellukset – aihekokonaisuuden (ks. kaavio 6, keskiarvo 2,095; keskihajonta 0,618) kiinnostavin kysymys on ”Mitkä aineet aiheuttavat ilotulitteiden värit?” (Ka 2,69; s 1,012) ja vähiten kiinnostava ” Mitä tarkoittaa elektrolyysi?” (Ka 1,75; s 0,957).

Kaavio 6. Kiinnostus aihealueen Teknilliset sovellukset kysymyksiin. Asteikolla: ei kiinnostavaa (1), hieman kiinnostavaa (2), melko kiinnostavaa (3) ja erittäin kiinnostavaa (4).



Yhteiskunta ja elinympäristö (keskiarvo 2,258; keskihajonta 0,702) kysymysten kiinnostavin ”Miten kasvihuoneilmiö muuttaa elinympäristöämme?” keskiarvolla 2,74. Aihekokonaisuuden kysymyksistä tällä kysymyksellä oli suurin keskihajonta 1,078. Toiseksi kiinnostavimman kysymyksen, Mitä vaikutuksia ilmansaasteilla on?, keskihajonta on aihekokonaisuuden toiseksi suurin. Vähiten kiinnostaa ”Mitä tarkoittaa kestävä kehitys?” (Ka 1,9; s 0,878).

Kaavio 7. Kiinnostus aihealueen Yhteiskunta ja elinympäristö kysymyksiin. Asteikolla: ei kiinnostavaa (1), hieman kiinnostavaa (2), melko kiinnostavaa (3) ja erittäin kiinnostavaa (4).



### 6.2.2 Oppilaita kiinnostavat opetussuunnitelman perusteiden mukaiset aiheet

Jokainen opetussuunnitelman perusteiden (OPS) aihealue on oppilaista kiinnostava (ks. taulukko 2). Tulosten mukaan OPS:in mukaisista aihekokonaisuuksista kiinnostavin on ”Ilma ja vesi”; 86 % oppilaista on kiinnostunut hieman, melko paljon tai erittäin paljon. Vähiten kiinnostaa kokonaisuus ”Raaka-aineet ja tuotteet” (keskiarvo 2; keskihajonta 0,6), jossa on OPS:in aihejaon kiinnostavuuden pienin frekvenssiosuus; 78 % oppilaista pitää sitä kuitenkin jossain määrin kiinnostavana (liite 8.).

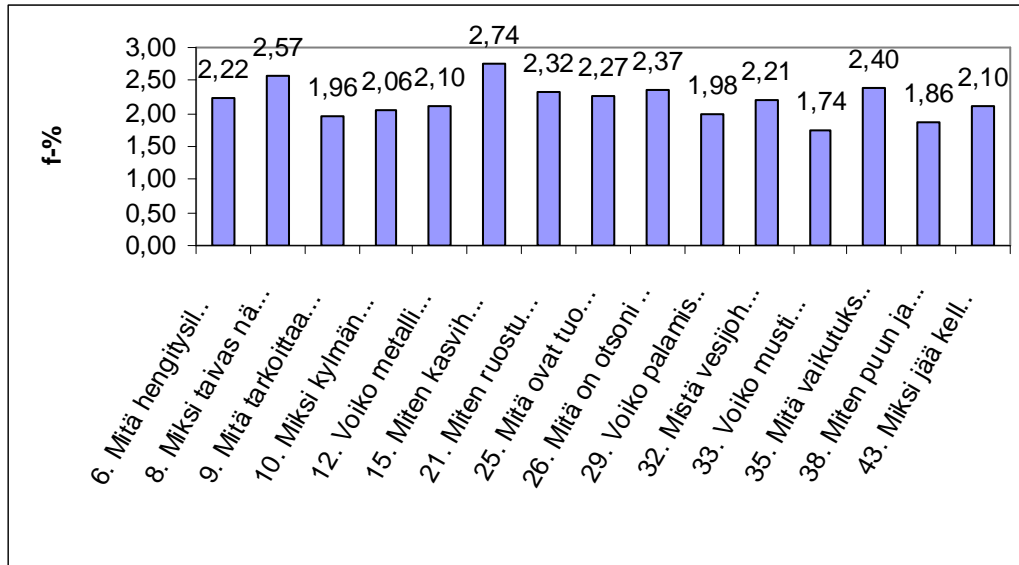
Taulukko 2. Oppisisältöjen kiinnostavuus OPS:in aihealueittain (N=117)

	Keskiarvo	Keskihajonta
Ilma ja vesi (ops1)	2,195	0,636
Raaka-aineet ja tuotteet (ops2)	2,001	0,628
Elollinen luonto ja yhteiskunta (ops3)	2,068	0,556

Aihekokonaisuusjaon vastausvaihtoehtojen kiinnostavuus on esitetty kaavioissa 8-10 aihealueittain ja yksittäisten kysymysten keskiarvot ja keskihajonnat, sekä frekvenssit ovat liitteessä 9. Keskiarvoihin ja – hajontoihin ei sisällytetty puuttuvia tietoja (merkitsemätön ja ”En ymmärrä kysymystä”).

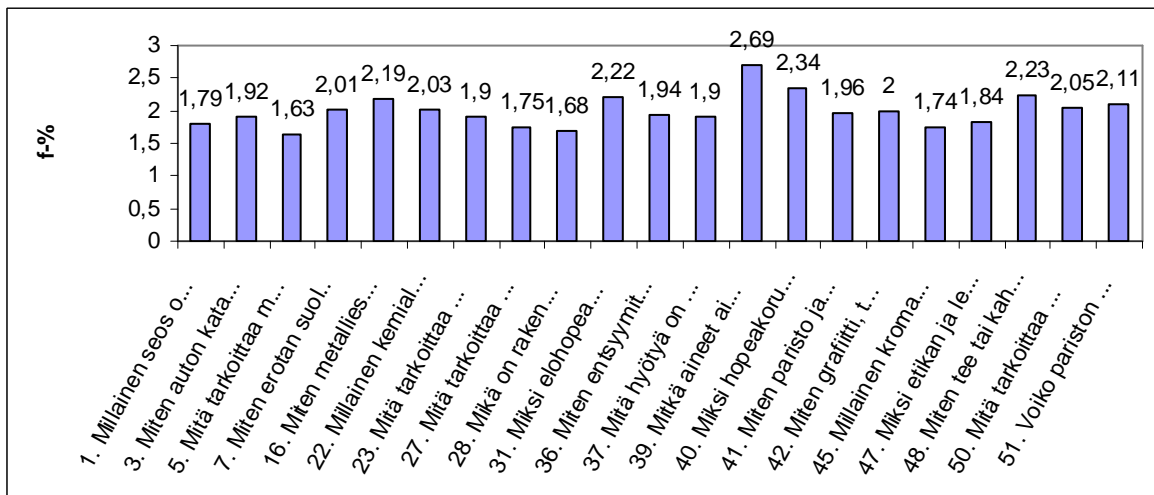
Aihekokonaisuuden ”Ilma ja vesi” (ks. kaavio 8, keskiarvo, Ka 2,195; keskihajonta, s 0,64) kiinnostavin kysymys on ”Miten kasvihuoneilmiö muuttaa elinympäristöämme?” (Ka 2,74; s 1,078). ”Voiko mustikkamehulla mitata happamuutta?” oli vähiten kiinnostava (Ka 1,74; s 0,825).

Kaavio 8. Kiinnostus aihealueen ”Ilma ja vesi” kysymyksiin. Asteikolla: ei kiinnostavaa (1), hieman kiinnostavaa (2), melko kiinnostavaa (3) ja erittäin kiinnostavaa (4).



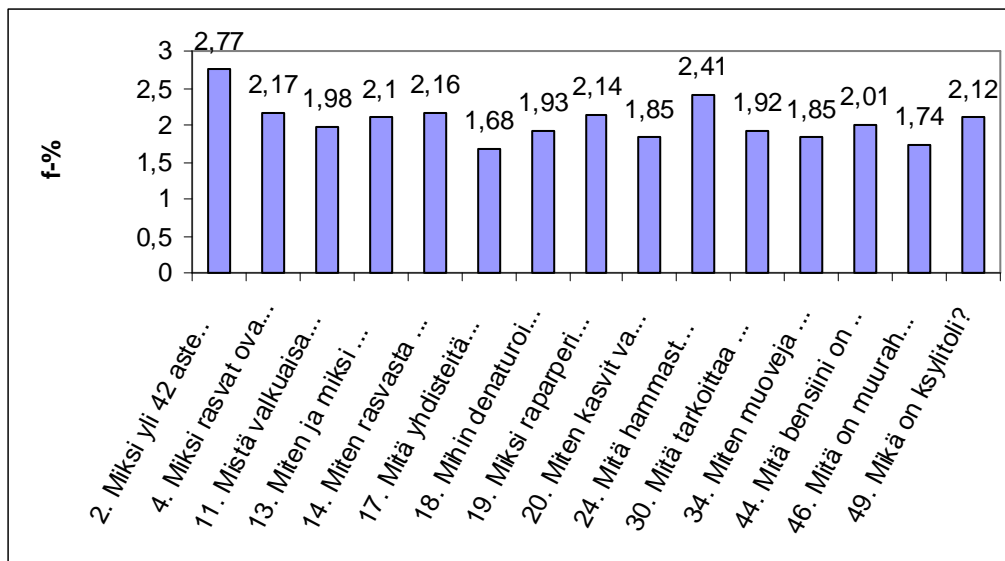
Raaka-aineet ja tuotteet – aihekokonaisuuden (ks. kaavio 9, ka 2,001; s 0,63) kiinnostavin kysymys on ”Mitkä aineet aiheuttavat ilitulitteiden värit?” (Ka 2,69, s 1,012) ja vähiten kiinnostaa ”Mitä tarkoittaa molekyyli mallinnus?” (Ka 1,63; s 0,88).

Kaavio 9. Kiinnostus aihealueen Raaka-aineet ja tuotteet kysymyksiin. Asteikolla: ei kiinnostavaa (1), hieman kiinnostavaa (2), melko kiinnostavaa (3) ja erittäin kiinnostavaa (4).



Elollinen luonto ja yhteiskunta – kokonaisuuden (ks. kaavio 10, keskiarvo 2,068; keskihajonta 0,56) kiinnostavin kysymys on ” Miksi yli 42 asteen kuume on vaarallinen?” (Ka 2,77; s 0,816) ja vähiten kiinnostaa ” Mitä yhdisteitä pesuaine sisältää?” (Ka 1,68; s 0,849). Ero eniten ja vähiten kiinnostavien kysymysten keskiarvojen välillä on suurempi kuin muissa aihejaon mukaisissa ryhmissä.

Kaavio 10. Kiinnostus aihealueen Elollinen luonto ja yhteiskunta kysymyksiin. Asteikolla: ei kiinnostavaa (1), hieman kiinnostavaa (2), melko kiinnostavaa (3) ja erittäin kiinnostavaa (4).



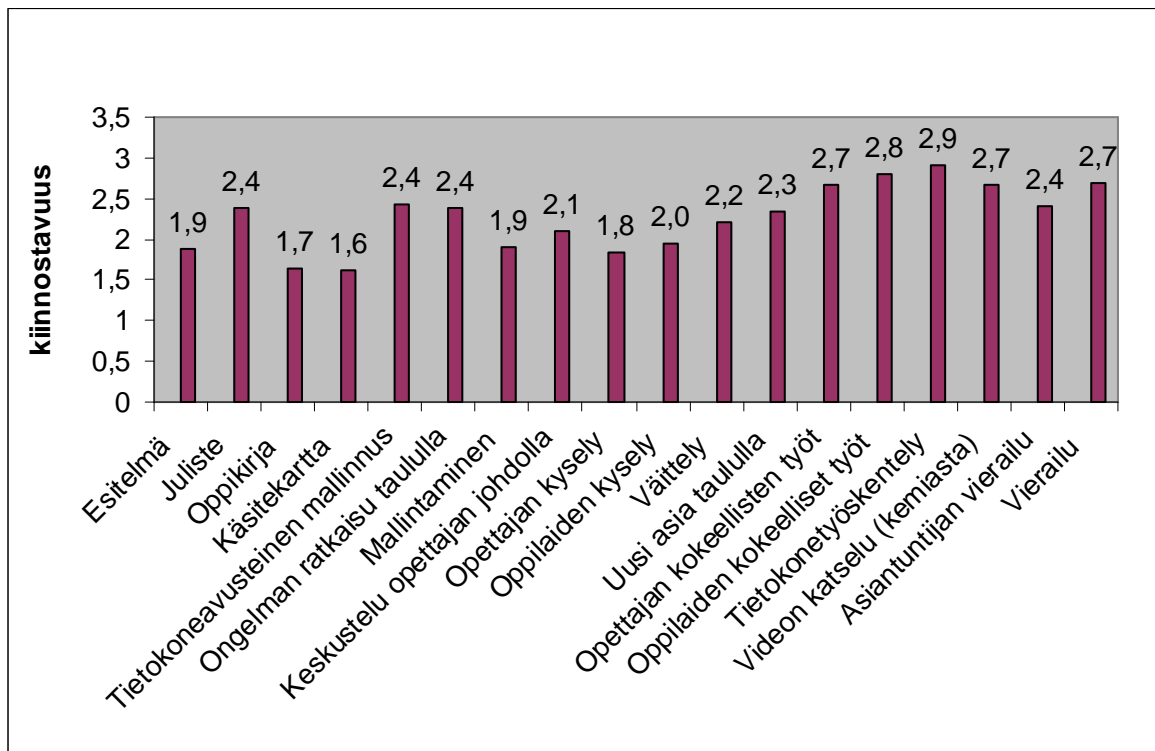
## 6.3 Kemian työtapojen kiinnostavuus

### 6.3.1 Oppilaita kiinnostavat työtavat

Kaikki työtavat koettiin keskiarvon perusteella ( $ka > 1,5$ ) kiinnostaviksi (ks. kaavio 11 ja liite 10). Tulosten perusteella pareittain työskentely koettiin kiinnostavammaksi (ks. kaavio 11, keskiarvolla 3,07) kuin pienryhmissä (keskiarvolla 2,86) ja itsenäinen (keskiarvolla 2,22) työskentely (ks. liite 10).

Eri työtapojen kiinnostavuutta mitanneen kyselyn asteikossa arvolla 1 ”Ei ollenkaan kiinnostavaa ja 2 ”Hieman kiinnostavaa” keskikohta on 1,5, joten keskiarvojen ollessa tätä suurempia, oppilaat keskimäärin pitävät työtapoja kiinnostavina.

Kaavio 11. Työtapojen kiinnostavuus. Asteikolla: ei kiinnostavaa (1), hieman kiinnostavaa (2), melko kiinnostavaa (3) ja erittäin kiinnostavaa (4).

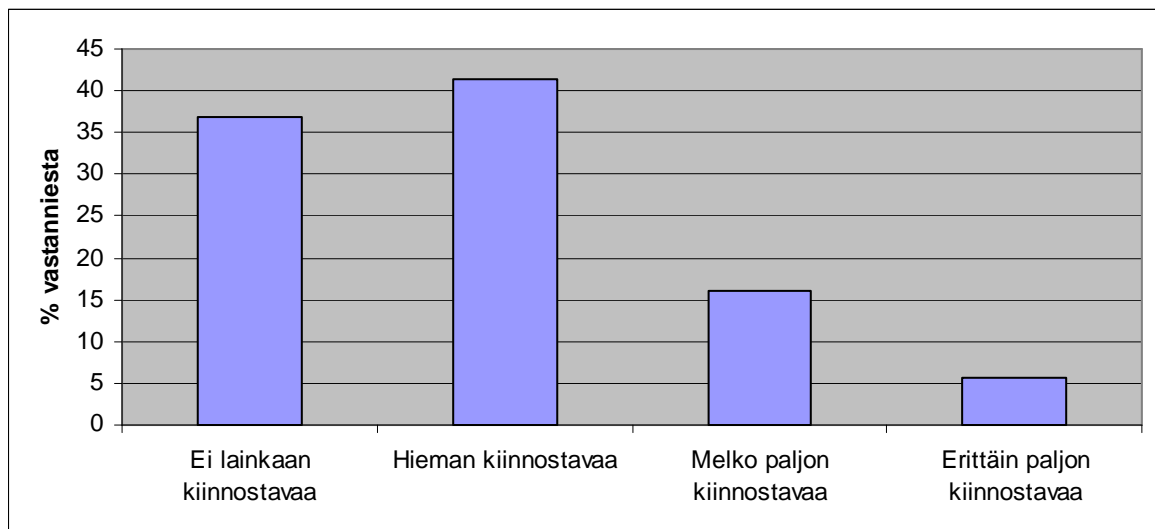


Työskentely tietokoneiden avulla koettiin kiinnostavimmaksi työtavaksi (keskiarvo 2,90; keskihajonta 0,95). 33 % vastanneista ilmoitti tietokoneiden avulla työskentelyn ”erittäin paljon kiinnostavaksi” ja 7 % vastanneista ”ei ole lainkaan kiinnostavaksi”. Oppilaiden tekemät kokeelliset työt (keskiarvolla 2,80; keskihajonnalla 0,95) oli seuraavaksi kiinnostavin työtapo; suurin vastausprosentti (32,5 %) kokeelliselle työtavalle oli ”melko paljon kiinnostavaa”. Opettajan näyttämät kokeelliset työt, videon katselu (kemiasta) ja vierailu museoon, tiedekeskukseen tai yritykseen olivat kiinnostavia työtapoja (keskiarvoilla 2,7). Vastanneista videon katselua piti 25,9 % erittäin paljon kiinnostavana ja 16,4 % vastanneista ei pitänyt sitä lainkaan kiinnostavana. Vierailua koulun ulkopuolelle piti 34,8 % vastanneista erittäin kiinnostavana ja 20 % vastanneista ei ollenkaan kiinnostavana.

Käsittekarttojen/ miellekarttojen tekeminen koetaan vähiten kiinnostavaksi (keskiarvo 1,6; keskihajonta 0,8); 55,6 % ei pitänyt sitä lainkaan kiinnostavana.

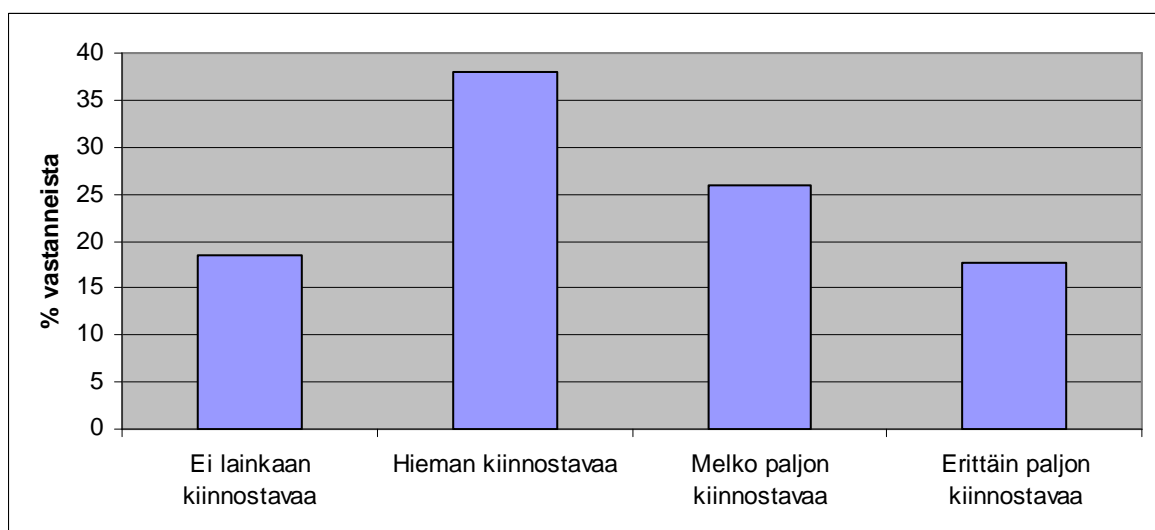
Mallinnusta ei pidetty vastanneiden osalta, muihin työtapoihin verrattaessa, kiinnostavana työtapana ennen harjoitusta (ks. kaavio 12). 25,6 % vastaajista ei tuntenut työtapaa ”Mallintaminen” (ka 1,91; kh 0,87). 5,7 % oppilaista piti mallintamista erittäin kiinnostavana ja 36,8 % oppilaista ei pitänyt mallintamista kiinnostavana.

Kaavio 12. Mallinnuksen kiinnostavuus (N=87)



17,6 % oppilaista piti tietokoneavusteista mallinnusta (ka 2,43; kh 0,99) ”erittäin kiinnostavana” ja 18,5 % oppilaista ”ei ollenkaan kiinnostavana” ennen harjoitusta. 7,7 % vastaajista ei ymmärtänyt kysymystä.

Kaavio 13. Tietokoneavusteisen mallinnuksen kiinnostavuus (N=108)



Avoimilla kysymyksillä pyrittiin kartoittamaan tutkimuksen suunnitteluvaiheessa poisjätettyjen vaihtoehtojen mahdollista kiinnostavuutta. Oppilaista 94 % jätti kohdan tyhjäksi (Liite 11). Oppilaiden antamista vastauksista neljä kappaletta kuvastaa vastaajan asennetta koulua, kemian opiskelua, oppitunteja tai tutkimukseen vastaamista kohtaan, kertomatta oppitunnilla käytettävän työtavan kiinnostavuudesta; näistä kolme kuvastaa negatiivista ja yksi positiivista asennetta. Kysymykseen vastasi kolme (2,6 %) oppilasta. Kaksi vastaajaa, jotka olivat kiinnostuneita useimmista työtavoista esittivät ”*Aiheeseen tutustuminen esimerkkien avulla*” ja ”*Räjäytetään juttuja*” erittäin kiinnostaviksi työtavoiksi. Yksi oppilaista esitti ”*Kokeiden tekeminen*” erittäin kiinnostavaksi työtavaksi, vastaten olevansa ”hieman kiinnostunut (2)” kokeellisista työtavoista suljetuissa kysymyksissä.

### **6.3.2 Molekyylimallinnusharjoituksen kiinnostavuus**

Tutkimuksen mukaan työskentely tietokoneiden avulla (keskiarvo 2,9; keskihajonta 0,8), kokeelliset työtavat (keskiarvo 2,8; keskihajonta 0,81), sekä tietokoneavusteinen mallinnus (keskiarvo 2,5; keskihajonta 0,8) kiinnostavat enemmän kuin muut työtavat (ks. liite 12). Mallintaminen ei kiinnosta enemmän kuin muut työtavat (keskiarvo 2,3; keskihajonta 0,7). Harjoitustyön jälkeen vastatun kyselylomakkeen osiossa IV, kysyttiin ”Kuinka kiinnostavia mielestäsi ovat seuraavat tavat työskennellä kemian tunneilla?”. Työtapoja vertaavan osion asteikon keskikohta on 2,5, joten oppilas on väittämän kanssa samaa mieltä keskiarvon ollessa suurempi kuin 2,5.

Tässä tutkimuksessa tietokoneavusteinen molekyylimallinnus on määritelty kokeelliseksi työtavaksi, sillä POPS:in mukaan ”Opetus tukeutuu kokeelliseen lähestymistapaan, jossa lähtökohtana on elinympäristöön liittyvien aineiden ja ilmiöiden havaitseminen ja tutkiminen. Tästä edetään ilmiöiden tulkitsemiseen, selittämiseen ja kuvaamiseen, sekä aineen rakenteen ja kemiallisten reaktioiden mallintamiseen kemian merkkikielellä.” (POPS 2004).

Työtapoja erittelevän osion asteikossa arvolla 1 ”Ei ollenkaan kiinnostavaa ja 2 ”Hieman kiinnostavaa” keskikohta on 1,5 (arvolla 3 ”melko kiinnostavaa” ja 4 ”erittäin kiinnostavaa”), joten keskiarvojen ollessa tätä suurempia, oppilaat keskimäärin pitävät



työtapoja kiinnostavina. Kaikki työtavat koettiin keskiarvon perusteella ( $ka > 1,5$ ) kiinnostaviksi (ks. taulukko 3 ja liite 12)

Taulukko 3. Kokeellisten työtapojen kiinnostavuus (N=118)

	keskiarvo	keskihajonta
Työskentely tietokoneiden avulla	2,7	0,9
Oppilaiden tekemät kokeelliset työt	2,6	0,9
Opettajan näyttämät kokeellisten työt	2,5	0,8
Tietokoneavusteinen mallinnus	2,3	0,8
Mallintaminen	2,2	0,8

Tulosten mukaan oppilaat pitävät kokeellisia työtapoja kiinnostavina (ks. taulukko 3). Osiossa V esitettiin kysymys ” Kuinka kiinnostavia olivat seuraavat asiat veden ja sokerin mallinnuksen harjoitustöissä?”. Asteikossa arvolla 1 ”Ei ollenkaan kiinnostavaa ja 2 ”Hieman kiinnostavaa” keskikohta on 1,5 (arvolla 3 ”melko kiinnostavaa” ja 4 ”erittäin kiinnostavaa”). keskiarvojen ollessa tätä suurempia, oppilaat keskimäärin pitävät mallintamista, kysymyksiin vastaamista ja työnkoontilomakkeen täyttämistä kiinnostavina.

Taulukko 4. Harjoitustyön kiinnostavuuden erittely (N=117)

	keskiarvo	keskihajonta
Glukoosimolekyylin rakentaminen	2,2	0,9
Glukoosimolekyylin tarkastelu	2,1	0,9
Vesimolekyylin rakentaminen	2,0	0,9
Vesimolekyylin tarkastelu	2,0	0,8
Kysymyksiin vastaaminen	1,9	0,9
Työnkoontilomakkeen täyttäminen	1,7	0,8

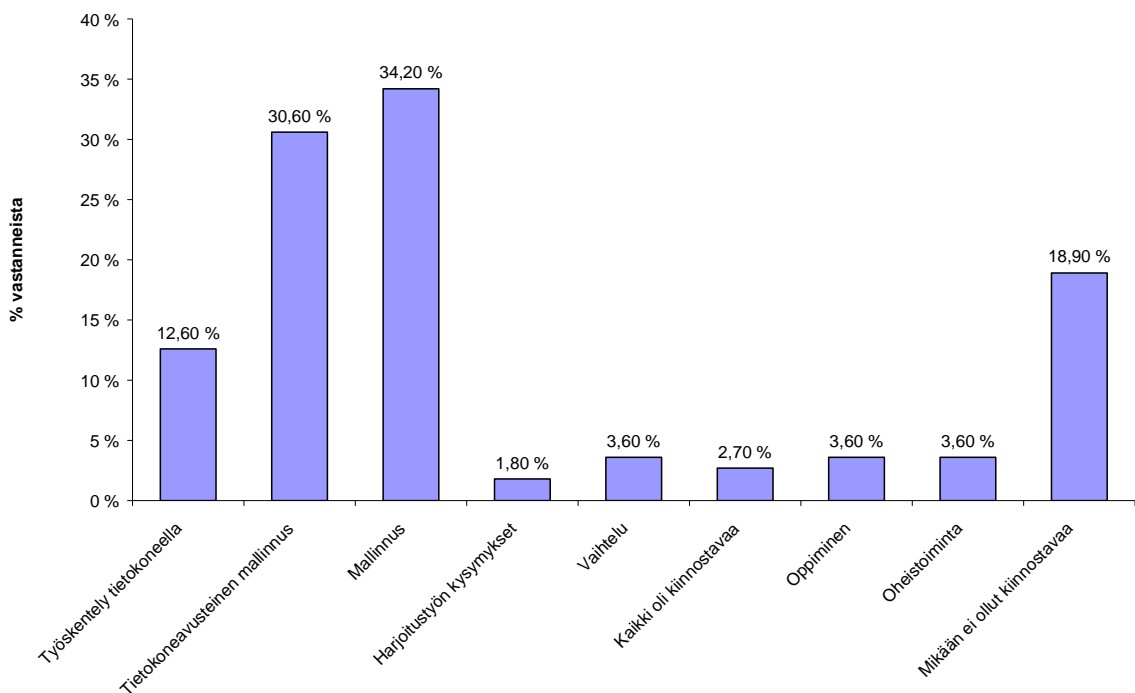
Kyselykaavakkeen osion VI avoimilla kysymyksillä ”Mikä harjoitustyössä oli kiinnostavaa?” ja ”Miksi”, sekä ”Mikä harjoitustyössä ei ollut kiinnostavaa?” ja ”Miksi?” pyrittiin selventämään oppilaiden mielipiteitä ja kiinnostusta suoritettua harjoitustyötä kohtaan, sekä kartoittamaan harjoitustyön vaikuttavuutta kemian ja työtavan

kiinnostavuuteen. 94 % oppilaista vastasi osion yhteen tai kaikkiin kysymyksiin. Sisällönanalyysin luokittelu on liitteessä 13 kysymyksittäin.

34 % vastaajan mielestä harjoitustyössä kiinnostavaa oli mallinnus, 31 % vastasi tietokoneavusteinen mallinnus ja 13 % vastaajan osalta kiinnostavaa oli työskentely tietokoneilla (ks. kaavio 14 ja liite 13). Mallinnusta ei luokiteltu tietokoneavusteisen mallinnuksen kanssa samaan luokkaan, sillä harjoitustyössä oli osana myös rakennekaavan ja molekyylikaavan piirtäminen työnkoontilomakkeeseen, sekä kysymys ”Kuinka monella eri mallilla olet kuvannut vesimolekyyliä/ sokeria tässä harjoituksessa”. Mallinnuksessa kiinnostavaa oli molekyylien rakentaminen (50 % vastaajista), sekä mallien tarkastelu ja vertailu (16 % vastauksista).

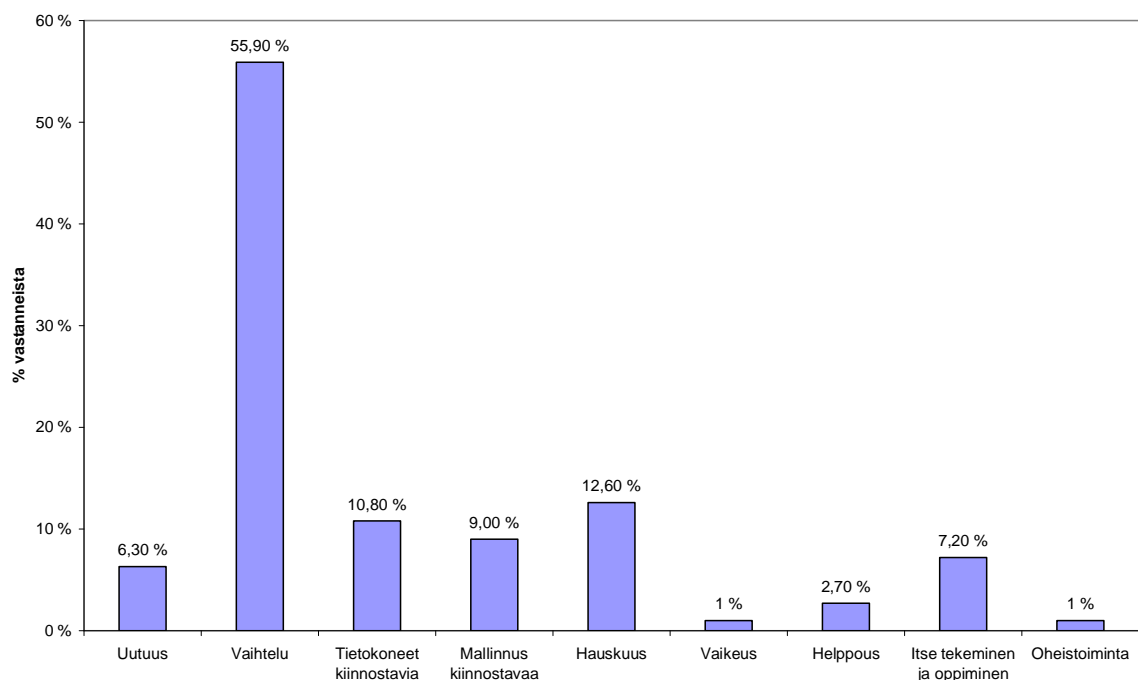
Kiinnostavaksi esitettiin myös uuden oppiminen (oppiminen yleisesti ja ”kaavojen näkeminen graafisesti”), sekä vaihtelu totuttuun. Kaksi prosenttia vastaajista piti harjoitustyöhön liittyviä kysymyksiä kiinnostavimpana. 18,9 % kysymykseen vastanneista ilmoitti, että harjoitustyössä ”ei mikään” ollut kiinnostavaa ja 2,7 % ilmoitti kaiken olleen kiinnostavaa.

Kaavio 14. Harjoitustyön kiinnostavuus



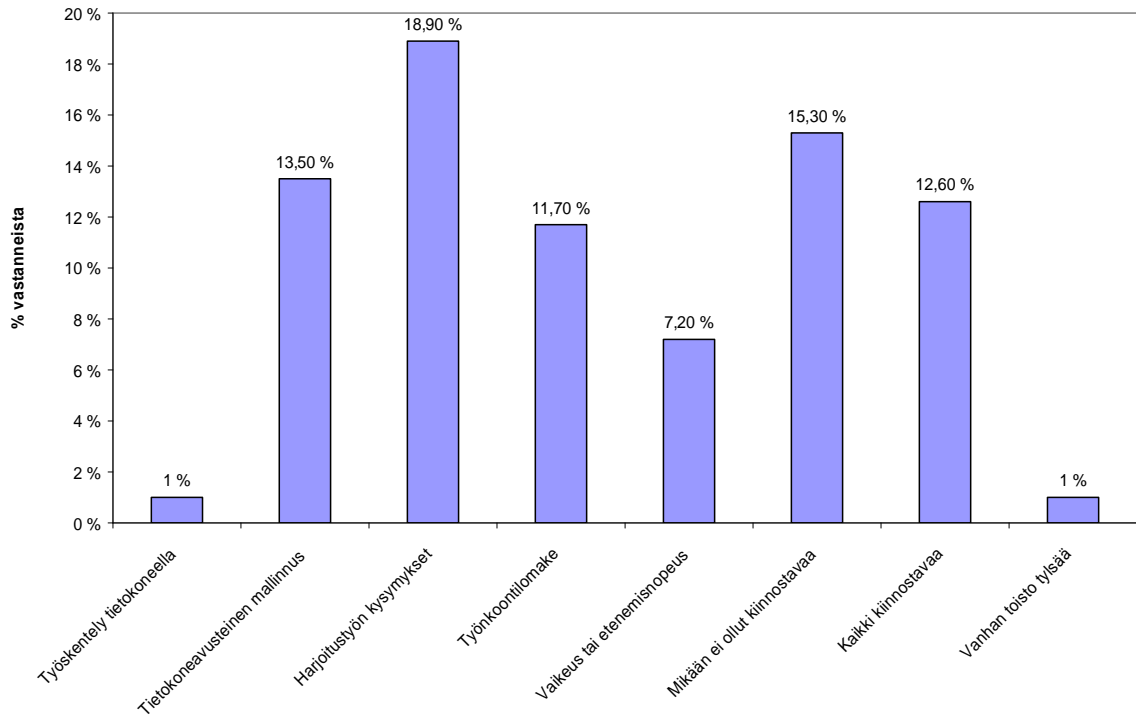
Jatkokysymykseen ”Miksi” 55,9 % vastanneista koki harjoitustyön kiinnostavaksi, koska se toi vaihtelua (ks. kaavio 15 ja liite 13). 12,6 % vastanneista koki harjoitustyön hauskaksi (*Hauskaa, jännittävää, mukavaa* tai *Hupsua*) 10,8 % vastasi tietokoneilla työskentelyn ja 9 % mallinnuksen olevan ”kiinnostavaa”. 7,2 % vastanneista koki uuden oppimisen ja itse tekemisen olevan kiinnostuksen syy. 6,3 % ilmoitti vastaukseksi käytetyn työtavan (tietokonemallinnus tai Arguslab) uutuuden. Kolme vastaajaa ilmoitti syyksi helppouden. Vastaaja, joka koki, ettei mikään ollut kiinnostavaa kertoi syyksi harjoitustyön vaikeuden.

Kaavio 15. Harjoitustyön kiinnostavuuden perustelut



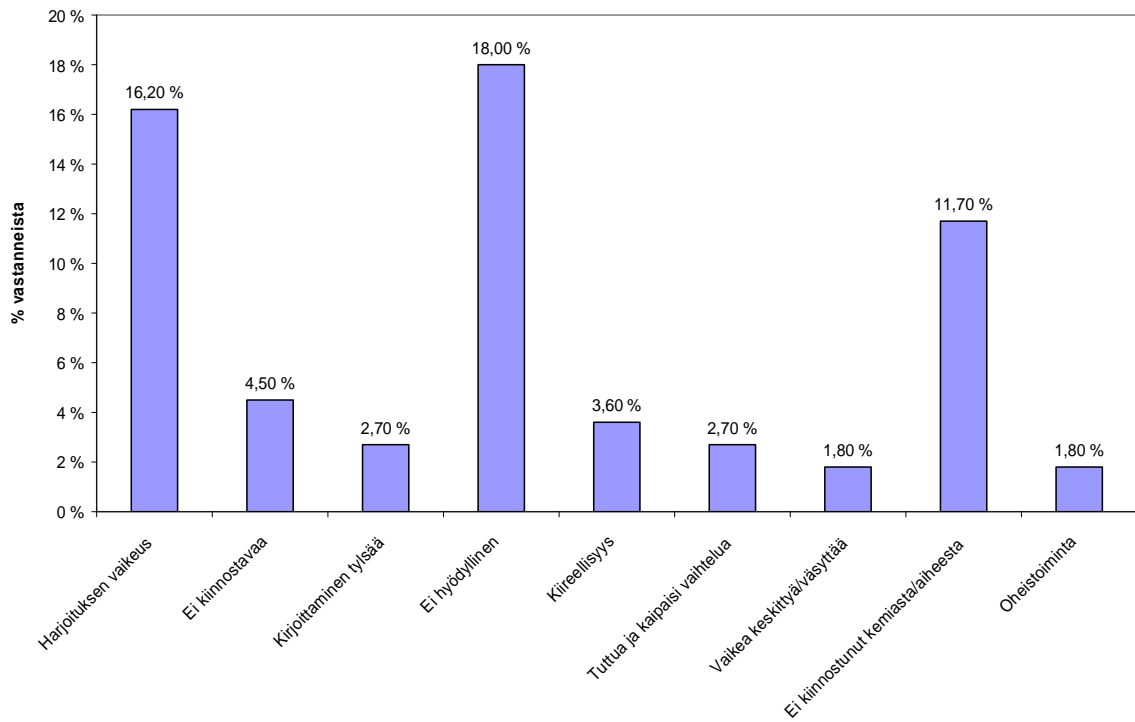
Vastakkaisella kysymyksellä ”Mikä harjoitustyössä ei ollut kiinnostavaa” pyrittiin erittelemään oppilaiden vastauksia edelleen. 18,9 % kysymykseen vastanneista ei pitänyt harjoitustyön lomassa olevia kysymyksiä ja niihin vastaamista kiinnostavina (ks. kaavio 16 ja liite 13). 13,5 % koki tietokoneavusteisen työtavan olevan kiinnostamatonta ja 11,7 % kysymykseen vastanneista ei pitänyt työnkoontilomakkeen täyttämistä kiinnostavana. Vastanneista 7,2 % piti työskentelyn tai tehtävän vaikeutta, tai tasolleen liian nopeaa tai hidasta etenemistä kiinnostavuutta vähentävänä tekijänä. 15,3 % ilmoitti että ”kaikki” ei ollut kiinnostavaa ja 12,6 % vastanneista vastasi kysymykseen ”ei mitään”.

Kaavio 16. Mikä harjoitustyössä ei ollut kiinnostavaa



”Mikä harjoitustyössä ei ollut kiinnostavaa” – kysymyksen jatkokysymyksen ”Miksi” 18 % vastasi ”hyödyttömyys” ja 16 % ”vaikeus” (ks. kaavio 17 ja liite 13). 12 % vastanneista ilmoitti syyksi kemian tai aiheen kiinnostamattomuuden. 7,2 % vastaajista ilmoitti, että tehtävä tai kirjoittaminen ei ollut kiinnostavaa, koska se oli ”tylsää”. 4 vastausta koski etenemisen kiireellisyyttä. 3 vastaajaa koki toiminnan tutuksi ja kaipasi vaihtelua.

Kaavio 17. Harjoitustyön kiinnostamattomuuden perustelut



### 6.3 Luotettavuus ja pätevyys

Tutkimuksen luotettavuudella (reliabelius) tarkoitetaan, että tulokset ovat toistettavissa (ei sattumanvaraisia) ja pätevyydellä (validius) mittarin mittauskyykyä, sekä tutkimustulosten yleistettävyyttä (Metsämuuronen 2000, Heikkilä 2001).

Tutkimuksen sisäinen validiteetti kattaa käsitteiden määritelmien onnistuneisuuden, teorian sopivuuden, mittariin liittyvät tekijät ja mittauksen virhelähteet (Metsämuuronen 2000).

Tutkimuksen ulkoinen validius tarkoittaa tutkimuksen yleistettävyyttä (Metsämuuronen 2000). Otokoko ja otoksen maantieteellinen levinneisyys rajaavat tutkimuksen tulosten yleistettävyyden; kyseisen tutkimuksen johtopäätökset ovat yleistettävissä Vantaan peruskoulun 9. luokkalaisiin. Poissaolevien vastausten puuttuminen vaikuttaa tuloksiin. Tutkimushetkellä poissa olleet oppilaat saattoivat sairauden lisäksi olla poissa, koska heitä ei kiinnosta koulunkäynti, joka suoranaisesti saattaa vinouttaa tuloksia. Poissaolijoita oli pieni vähemmistö ja otoskooksi muodostui 118.

Tutkimuksen luotettavuuteen vaikuttaa tutkijan puolueettomuus (objektiivisuus) tutkimuksen menetelmien, kysymysten muotoilun, analyysimenetelmien ja raportointitavan suhteen (Heikkilä 2001). Tieteellinen tiedon hankinta ei ole arvovapaata, sillä tuloksiin vaikuttaa aina tutkijan käsitykset luotettavasta tiedosta ja todellisuudesta. Totuus on yleensä paljon laajempi kuin mitä yksittäisellä tutkimuksella voidaan havaita (Metsämuuronen 2000). Kiinnostuksesta on paljon aikaisempaa tutkimusta; sen valikointi tämän tutkimuksen pohjaksi on vaikuttanut menetelmien valintaan ja tulosten tulkintaan.

Harjoitustyön mallinnusohjelmaksi oli valittu ilmainen *Arguslab*, jotta kaikilla kouluilla olisi mahdollisuus osallistua tutkimukseen. Kyseinen ohjelma soveltuu hyvin perusasteen molekyylihallinnuksen harjoitteluun, sillä oppisisällöt käsittelevät 9. luokalla atomien ja molekyylien rakennetta, sekä mallinnusta yleisellä tasolla.

Harjoitustyön työohje esitettiin kahdella kemiaa, mallinnusta ja mallinnusohjelmaa hallitsevalla aikuisella. Työohjeen alussa johdattelevat ja muistiin palauttava kysymykset, tehtävien lomassa tarkkaavaisuutta ohjaavat kysymykset ja harjoitustehtävien lopussa kertaavat kysymykset tärkeitä. Työnkoontilomakkeella pyrittiin keskittämään tarkkaavaisuutta tehtävään ja tehtävän kemian oppisisältöön.

Luotettavuutta lisää tutkimuksen avoimuus (Heikkilä 2001). Tutkimukseen saatiin lupa rehtoreilta, kemian opettajilta ja Vantaan kaupungilta. Tutkimuksen tavoitteet ja tärkeys esitettiin rehtoreille ja koulun kemian opettajille. Kaavakkeen ensimmäisellä sivulla esitettiin tutkimuksen tarkoitus, tärkeys ja vastausohjeet vastaajille. Luotettavuutta pyrittiin lisäämään sillä, että vastaukset pyydettiin anonyyminä.

Metsämuurosen (2000) mukaan pitkä mittari on yleensä luotettavampi kuin lyhyt, sillä se erottelee paremmin. Kyselykaavakkeen pohjana käytetty ROSE-tutkimuksen kaavakkeen malli (Likert-asteikollisella suljetuilla kysymyksillä) on laajan kansainvälisen projektin tutkimuskaavakkeena laadittu ja testattu mittaamaan tietosisällön kiinnostavuutta (Schreiner & Sjøberg, 2004). Asenneasteikon heikkoutena voidaan pitää sitä, ettei vastauksista voida päätellä, mikä painoarvo kohteilla on eri vastaajille. Tutkimusmenetelmässä vastauksiin saattaa vaikuttaa edellisen kohdan vastaus (Heikkilä 2001).

Tutkimuslomakkeeseen laadittiin oppisisällön kiinnostavuutta mittaavia kysymyksiä alun perin kaksinkertainen määrä, joista valittiin lopulliseen kaavakkeeseen päätyneet kysymykset aihealueita tasaisesti painottaen. Kysymykset muodostettiin opetussuunnitelmien perusteiden ja tutkimukseen valikoituneissa kouluissa käytössä olevien oppikirjojen pohjalta, jotta välttyttäisiin oppilaille vierailta käsitteiltä ja aiheilta. Oppisisältökysymysten määrää ja laatua testattiin pyytämällä kollegoilta mielipiteitä. Kyselylomakkeen työtavoiksi oli pyritty valitsemaan monipuolisesti kouluissa usein ja harvoin käytettyjä, sekä kiinnostaviksi ja vähemmän kiinnostaviksi tutkittuja työtapoja (esim. Anon. 1996a, Lavonen & al. 2005, Aksela & Juvonen 1999). Kysymykset sijoitettiin kyselykaavakkeisiin sattumanvaraisessa järjestyksessä. Kyselykaavakkeiden valmiita versioita ei esitettävä vertaisryhmällä, joten avoimet kysymykset valittiin kartoittamaan oppilaan ajatusmaailmaa syvällisemmin niiltä osin, kun kaavakkeet eivät sitä mahdollisesti mitanneet.

Epätarkka mittari tuottaa epätarkkaa tulosta (Metsämuuronen 2000), joten mittarin yhteneväisyyden (mittaavatko summamuuttujan kysymykset samaa asiaa) toteamiseksi käytettiin Cronbachin alfa-kertoainta, joka perustuu väittämien välisiin korrelaatioihin. Alfa-arvot olivat välillä 0,811-0,935, jonka perusteella mittari on yhtenevä. Korrelaatiomenetelmää on kritisoitu siitä, että on mahdollista luoda kysymysjoukko, joka sisältää eri asioita mittaavia, mutta keskenään voimakkaasti korreloivia muuttujia, eikä saman ilmiön osa-alueita mittaavat muuttujat aina välttämättä korreloi keskenään ja kuitenkin niitä on tarpeen tarkastella yhdessä (MOTV, 2008).

Puhekielen ja yksilön termille antama merkitys voi poiketa tieteellisestä terminologiasta (Valsinger 1992) ja siten tutkijan tarkoittamasta määritelmästä. Kyselylomakkeessa *Kiinnostusta* ei määritely, sillä tämä olisi saattanut hämmentää oppilaita ja häiritä spontaania ja intuitiivista vastaamista.

Opetusryhmän oman opettajan läsnäolo rauhoitti oppilaita, joten opetustyhmän oman opettajan puuttuminen kahdella tutkimusryhmäkerralla on saattanut vaikuttaa tuloksiin. Oppilaiden vastauksista osasta näkyi, ettei tehtävään ollut keskitytty, vaan lomake oli täytetty muodostamalla rasteista lomakkeeseen kuvioita. Myös avoimen osion kommentit viittasivat samaan. Pienemmällä kysymysmäärällä oppilaat olisivat saattaneet jaksaa keskittyä paremmin; 51 sisältökysymystä olisi voitu vähentää puoleen, sillä

työtapakysymyksiin, joita oli 21, jaksettiin vastata monipuolisemmin (ei havaittavissa samanlaista ”kuviointia” rasteilla).

Luotettavuuteen vaikuttaa vastaajien mahdollinen valehtelu tutkimustilanteessa, johon tutkija ei voi vaikuttaa. (Heikkilä 2001). Anonymiteetin ja tehtävän harjoitusluonteen (tutkimus ei mittaa tietoja ja taitoa) painottamisella pyrittiin kannustamaan totuudellisiin vastauksiin.

Tutkimuksen tuloksiin saattaa vaikuttaa se, että testattava tietää olevansa testissä ja saattaa muokata vastaustaan sosiaalisesti suotavaan suuntaan. Esimerkiksi tutkijan toiminta ja odotukset saattavat vaikuttaa vastauksiin (Metsämuuronen 2005).

Suljetut kysymykset analysoitiin kesiarvojen ja hajonnan perusteella, mutta niin sanottuja keskiarvo-oppilaita ei kuitenkaan ole, joten tuloksia ei pidä yleistää suoraviivaisesti (Lavonen & al. 2005). Avointen kysymysten aineistolähtöisessä sisällönanalyysissä luokittelut ryhmät muodostettiin tutkittavasta materiaalista, joten niiden muodostamiseen vaikuttaa tutkijan näkemys ja aiheen hallinta.



## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

### 7.1 Kemian kiinnostavuus

Tutkimustulos poikkeaa 15-vuotiaiden Suomalaisten oppilaiden luonnontieteiden kiinnostusta kartoittaneen ROSE-tutkimuksen tuloksista (katso luku 2.4), jonka mukaan kiinnostus kemian tiedonalan ilmiöihin oli 2,12. ROSE-tutkimuksen keskiarvoihin verrattuna tämän tutkimuksen oppilaiden yleinen kiinnostus kemiaa kohtaan on voimakkaampaa. Tulosten eroavaisuus voi selittyä tutkimusten eroavaisuuksilla; ROSE-tutkimuksessa kemiaa verrattiin muihin oppiaineisiin ja luonnontieteisiin, kun tämä tutkimus suoritettiin kemian tunnilla, keskittyen kemian kiinnostavuuteen.

Verrattaessa kemiaa muihin oppiaineisiin, tulokset ovat yhteneviä ROSE-tutkimuksen kanssa. Tutkimuksessa esitettyyn kysymykseen ”Olen kiinnostuneempi kemiasta kuin muista oppiaineista” keskiarvo 1,9 on jonkin verran keskikohtaa 2,50 alempana. Tutkimustulos on yhtenevä ROSE-tutkimuksen tulosten kanssa. ROSE-tutkimuksessa oppilaat kokivat luonnontieteet kiinnostaviksi oppiaineiksi, mutta luonnontieteistä ei pidetty muita oppiaineita enemmän.

Vastanneiden frekvenssiosuuksina ilmaistuna 51 % oppilaista on kiinnostunut kemiasta ja 20 % on kiinnostuneempia kemiasta, kuin muista oppiaineista. Toisin sanoen puolet oppilaista on melko tai täysin samaa mieltä siitä, että kemia on kiinnostavaa ja viidesosa oppilaista, että kemia on muita oppiaineita kiinnostavampaa. PISA 2006 – tutkimuksen tuloksiin verrattaessa, tämän tutkimuksen mukaan oppilaiden kiinnostus on voimakkaampaa. PISA-tutkimuksen mukaan 45 % oppilaista oli kiinnostunut kemiasta.

Vastanneista oppilaista vain noin yhdeksän prosenttia oli täysin samaa mieltä, että kemia on kiinnostavaa ja yhtä monta vastaajaa oli asiasta täysin eri mieltä. Kiinnostuneisuus kemiaan oppiaineena näyttää tutkimuksen osalta noudattavan normaalijakaumaa. Kemian kiinnostuneisuus muihin oppiaineisiin verrattuna vaikuttaa huolestuttavammalta, sillä vain noin yksi prosentti pitää erityisesti kemiasta verrattuna muihin oppiaineisiin ja jopa noin 32 % on vastakkaista mieltä.

Tämän tutkimuksen tulokset on yleistettävissä koskemaan suomenkielisiä vantaalaisia yhdeksäsluokkalaista, joista tutkimuksen mukaan puolet on kiinnostunut kemiasta ja viidesosa on kiinnostuneempi kemiasta, kuin muista oppiaineista.

Opetussuunnitelman perusteiden mukaan opetuksen tulee innostaa oppilasta kemian opiskeluun (katso luku 3.1). Tämän tutkimuksen mukaan opetussuunnitelman tavoite toteutuu osittain, vain kuitenkin puolen oppilaiden osalta. Yhdeksäsluokkalaisten mieltymykset ja mielikuvat oppiaineista vaikuttavat voimakkaasti jatko-opintovalintoihin. Oppilaiden pitäessä kemiaa muita oppiaineita vähemmän kiinnostavana tai ylipäänsä kiinnostamattomana tieteenalana, kemian alan koulutukseen ei hakeuduta muita aloja mieluummin. Kemian kiinnostavuutta ja kilpailukykyä voidaan lisätä muun muassa valitsemalla oppilaita kiinnostavia aiheita ja työtapoja kemian yläkoulun opinnoissa.

## **7.2 Kemian aihekokonaisuuksien kiinnostavuus**

### ***7.2.1 Oppilaita kiinnostavat kemian aiheet***

Luvussa 5.2.4 esitellyistä aihekokonaisuuksista oppilaita kiinnostaa keskiarvon 2,3 perusteella eniten Yhteiskunta ja elinympäristö. Keskihajonta on tässä aihekokonaisuudessa tutkimuksen aihekokonaisuuksista suurin. 84 % vastanneista pitää aihekokonaisuutta jossain määrin (hieman, melko paljon tai paljon) kiinnostavana. Hieman suurempi osa, 86 % vastanneista pitää aihekokonaisuutta ”Ihminen” jossain määrin kiinnostavana. Kiinnostuneisuuden keskiarvon 2,1 perusteella ihmiseen liittyvät kemian kysymykset ovat toiseksi kiinnostavia.

Tämän tutkimuksen tulos kiinnostavimmasta aiheesta eroaa luvussa 2.4 esitetyistä tutkimustuloksista. Yhdeksäsluokkalaisten mielestä fysiikan ja kuudesluokkalaisten mielestä kemian aiheista kiinnostavimpia ovat, erityisesti tyttöjen mielestä, ihmiseen liittyvät kysymykset (Lavonen & al 2005b, Leppänen & Aksela 2008). Kuudesluokkalaiset pitivät yhteiskunta ja elinympäristö, sekä tutkiminen aihekokonaisuuksia vähemmän kiinnostavana kuin aihekokonaisuutta Ihminen (Leppänen & Aksela 2008). Aiemman tutkimuksen mukaan kuudesluokkalaisten tyttöjen ja poikien kiinnostukset eroavat toisistaan tilastollisesti merkittävästi. Tämän tutkimuksen Yhteiskunta ja elinympäristö – aihekokonaisuuden suuri hajonta lienee selitettävissä aiemman tutkimuksen

sukupuolieroilla. Tätä tukee myös Ihminen-kokonaisuuden ja Yhteiskunta ja elinympäristö –kokonaisuuden kiinnostuksen keskiarvojen pieni ero.

Aihekokonaisuus ”Tutkimus” kiinnostaa oppilaita vähiten; 72 %:ia vastanneista pitää sitä keskiarvolla 1,9 jossain määrin kiinnostavana. Tulos eroaa luvussa 2.3 esitetyistä tuloksista. Yhdeksäsluokkalaisten mielestä fysiikan aiheista vähiten (erityisesti tyttöjä) kiinnostaa teknologisiin prosesseihin ja tuotteisiin liittyvät kysymykset (Lavonen & al 2005b). Tämän tutkimuksen Teknilliset sovellukset -aihekokonaisuus on oppilaiden mielestä kolmanneksi kiinnostavin (kolmanneksi vähiten kiinnostava). Aihekokonaisuuden keskihajonta oli jaottelun toiseksi suurin, vaikkakaan ei yhtä suuresti, kuin Yhteiskunta ja elinympäristö – kokonaisuuden ero muihin keskihajontoihin. Fysiikan opetuksen aiheiden erot kemian aiheisiin nähden saattaa olla yhtä voimakas selitys, kuin sukupuolten välinen eroavaisuus.

Aihekokonaisuuksien kiinnostavuutta eriteltiin tutkimalla aiheiden kiinnostavimpia kysymyksiä.

Yhteiskunta ja elinympäristö -aihekokonaisuuden kiinnostavin kysymys on oppilaiden mielestä ”Miten kasvihuoneilmiö muuttaa elinympäristöämme?”. Aihekokonaisuuden kysymyksistä tällä kysymyksellä oli suurin keskihajonta 1,078. Kasvihuoneilmiön kiinnostavuuden selkeän vaihtelun lisäksi aihekokonaisuuden toiseksi kiinnostavimman kysymyksen, Mitä vaikutuksia ilmansaasteilla on?, keskihajonta on aihekokonaisuuden toiseksi suurin. Kysymysten kiinnostavuus liittyy niiden ajankohtaisuuteen, niiden ollessa tuttuja lehtien otsikoista ja televisiosta, sekä elokuvamaailmasta. Oppilaiden mielestä vähiten kiinnostaa ”Mitä tarkoittaa kestävä kehitys?”; kysymyksellä on aihekokonaisuuden toiseksi pienin keskihajonta. Kiinnostavuuden keskiarvo 1,9 osoittaa oppilaiden olevan kuitenkin keskimäärin hieman kiinnostuneita asiasta. Kysymyksen termi ’kestävä kehitys’ lienee aihekokonaisuuden vierain tai koetaan oppilaiden omaan arkeen vähiten liittyväksi.

Ihminen–kokonaisuudessa ja tutkimuksen kaikkien kysymysten osalta eniten oppilaita kiinnostaa ”Miksi yli 42 asteen kuume on vaarallinen?”, keskiarvolla 2,77. Oppilaan kokemusmaailmaa ajatellen oma terveys on arkipäiväinen ja konkreettinen asia, jonka takia terveyden fataalisti kyseenalaistava kysymys herättää kiinnostuksen. Toiseksi eniten

kiinnostavan kysymyksen ”Mitä hammastahna, deodorantti tai meikit sisältävät?” keskihajonta on aihekokonaisuuden suurin. Vähiten oppilaita kiinnostaa ”Mitä yhdisteitä pesuaine sisältää?” keskiarvolla 1,68. Myös ROSE-tutkimuksen mukaan oppilaiden kiinnostus puhdistusaineisiin, saippuoihin ja kuinka ne toimivat, on keskiarvoltaan hieman alle 2. Tämän tutkimuksen Ihminen-aihekokonaisuudessa ero eniten ja vähiten kiinnostavien kysymysten keskiarvojen välillä on suurempi kuin muissa ryhmissä.

Teknilliset sovellukset – aihekokonaisuuden kiinnostavin kysymys on ”Mitkä aineet aiheuttavat ilotulitteiden värit?”. Tulos on samansuuntainen ROSE-tutkimuksen tulosten kanssa, jonka mukaan kemian ilmiöistä räjähtävät kemikaalit (ruokiin liittyvien ilmiöiden lisäksi) ovat keskimäärin kiinnostavimpia kemian ilmiöitä (luku 2.4, Lavonen & al 2005). Vähiten kiinnostava ”Mitä tarkoittaa elektrolyysi?”. Elektrolyysi terminä on aihekokonaisuudessa oppilaan arjesta vierain. Suurin aihekokonaisuuden keskihajonta on kysymyksen ”Miten auton katalysaattori toimii?” kohdalla. Katalysaattori terminä lienee elektrolyysiä tutumpi, mutta kiinnostuneisuuteen vaikuttanee voimakkaasti harrastuneisuus moottoriajoneuvoihin liittyen. Aihekokonaisuuden kysymyksen Miten muoveja valmistetaan? keskiarvo oli tutkimuksen mukaan 1,85, joka on aihekokonaisuuden toiseksi pienin. Tulos ei poikkea suuresti aiemmasta tutkimuksesta, sillä myös ROSE-tutkimuksen mukaan muovien (ja tekstiilien) valmistus (raakaöljystä) olivat vähiten kiinnostavat kemian tiedonalaan kuuluvat ilmiöt (luku 2.4, Lavonen & al 2005).

Kemia (ideaali) – aihekokonaisuuden kiinnostavin kysymys on ”Miksi taivas näyttää siniseltä?” aihekokonaisuuden suurimmalla keskihajonnalla. Vähiten kiinnostava kysymys on ”Mikä on rakennekaava?”. Termi on abstrakti ja jopa matemaattinen, joka vähentää kiinnostuneisuutta. Kysymyksen ”Mitä hyötyä on jaksollisesta järjestelmästä?” keskiarvo 1,90 on abstraktin ja syvästi kemian teoreettisen sisältönsä vuoksi mielenkiintoinen verrata aihekokonaisuuden muihin keskiarvoihin; kysymyksen keskiarvon on vasta viidenneksi pienin (neljästätoista kysymyksestä). Luvussa 2.3 esitetyn oletuksen oppilaan kiinnostuksen kohteista (Bennett & Holman, 2002) olisi voinut olettaa jaksollisen järjestelmän kuuluvan kiinnostamattomiin aiheisiin juurikin sen epäkonkreettisuuden ja arkeen kuulumattomuuden takia.

Tutkimus – aihekokonaisuuteen oli valikoitunut vähiten, vain viisi kysymystä, joka saattaa vaikuttaa keskiarvoihin. Kokonaisuudessa oppilaita eniten kiinnostaa ”Miten tee tai

kahviuoma valmistetaan?” ja vähiten ”Mitä tarkoittaa molekyylihallinnus?”. Kysymys oli tutkimuksen kaikista kysymyksistä oppilaita vähiten kiinnostava keskiarvolla 1,63. Molekyylihallinnus on kaukana oppilaan arjesta ja tulos on yhtenevä ROSE-tutkimuksen kanssa, jonka mukaan atomit ja molekyylit olivat vähiten oppilaita kiinnostavia kemian tiedonalaan kuuluvia ilmiöitä (luku 2.4, Lavonen & al 2005). Kahvin ja teen valmistus puolestaan lienee hyvinkin arkinen tapahtuma. Ero eniten ja vähiten kiinnostavan kysymyksen keskiarvojen välillä on tässä aihekokonaisuudessa pienempi kuin muissa aihejaon mukaisissa ryhmissä. Mielenkiintoinen tulos on myös kysymysten ”Voiko mustikkamehulla mitata happamuutta?” ja ”Millainen kromatografiatutkimus?” yhtä suuret kiinnostavuuden keskiarvot 1,74. Jälkimmäisessä on 0,1 yksikköä suurempi keskihajonta. Kiinnostavuutta ei tässäkään tapauksessa vähennä termien arkisuus tai konkreettisuus.

Oppilaiden kiinnostusta ei tulosten mukaan pidä liian herkästi arvailla ilmiöiden arkisuuden, konkreettisuuden tai abstraktin luonteen perusteella, sillä yksittäisten kysymysten kiinnostavuus aiheyhymänsä muihin kysymyksiin verrattuna ei aina vahvasta ennakoitavuutta. Tulosten havaittava poikkeaminen aiemmasta tutkimuksesta saattaa selittyä sukupuolten välisellä kiinnostavuuserolla, mutta yhtä lailla tutkimusten aihekokonaisuuksien jaotteluratkaisuilla tai satunnaisilla tekijöillä, joskaan erot aiempaan tutkimukseen eivät ole huomattavia. Kaikkien kysymysten ja aihekokonaisuuksien keskiarvojen ja keskihajontojen perusteella ei löytynyt kemian ilmiöitä tai aiheita, jotka eivät jossain määrin kiinnostaisi osaa oppilaista. Ainoastaan Tutkimus-aiheen keskiarvo jäi alle kahden (hieman kiinnostavaa), muiden ollessa oppilaita melko paljon kiinnostavia aiheita. Samoin aihekokonaisuuksittain Tutkimusta lukuun ottamatta aiheiden yksittäisistä kysymyksistä yli puolet on oppilaita melko paljon kiinnostavia (keskiarvo vähintään 2).

### ***7.2.2 Oppilaita kiinnostavat opetussuunnitelman mukaiset kemian aiheet***

Tulosten mukaan opetussuunnitelman perusteiden mukaisista aihekokonaisuuksista kiinnostavin on Ilma ja vesi; 86 % oppilaista on kiinnostut hieman, melko paljon tai erittäin paljon. Vähiten oppilaita kiinnostavat kokonaisuus Raaka-aineet ja tuotteet; keskiarvolla 2 eli ”melko paljon”. Aihekokonaisuudella on alhaisimman keskiarvon lisäksi myös pienin frekvenssiosuus: 78 % oppilaista pitää jossain määrin kiinnostavana eli reilu viidesosa ei pidä Raaka-aineet ja tuotteet aiheen ilmiöitä kiinnostavina. Tutkimuksen mukaan mikään aihekokonaisuus ei erotu oppilaita erittäin paljon kiinnostavaksi, joten kemian opetuksen ja opiskelun kiinnostavuutta voidaan lisätä entisestään esimerkiksi valitsemalla oppilaita kiinnostavia työtapoja.

Ilma ja vesi -kokonaisuuden kiinnostuksen keskiarvo 2,195 ja keskihajonta 0,64 ovat opetussuunnitelman perusteiden mukaisen jaon aihekokonaisuuksista suurimmat. Aiheen kiinnostavin kysymys on ”Miten kasvihuoneilmiö muuttaa elinympäristöämme?”, joka oli myös tutkimuksen aihekokonaisuutensa kiinnostavin. Vähiten kiinnostava oli ”Voiko mustikkamehulla mitata happamuutta?”.

Elollinen luonto ja yhteiskunta – kokonaisuuden kiinnostavuus on kahden muun aihekokonaisuuden väliltä, keskiarvolla 2,068. Kokonaisuuden keskihajonta 0,56 on jaottelun pienin, vaikka ero eniten ja vähiten kiinnostavien kysymysten keskiarvojen välillä on suurempi kuin muissa aihejaon mukaisissa ryhmissä. Oppilaita kiinnostavin kysymys on ”Miksi yli 42 asteen kuume on vaarallinen?”, kuten tutkimuksen aihejaossa aihekokonaisuutensa kiinnostavin. Vähiten oppilaita kiinnostaa ”Mitä yhdisteitä pesuaine sisältää?”, joka oli myös tutkimuksen toisen jaottelun aihekokonaisuutensa vähiten kiinnostava.

Raaka-aineet ja tuotteet – aihekokonaisuuden kiinnostavin kysymys on ”Mitkä aineet aiheuttavat ilotulitteiden värit?” ja vähiten kiinnostaa ”Mitä tarkoittaa molekyylihallinnus?”, kuten tutkimuksen toisessa jaottelussa.

Opetussuunnitelman perusteiden aihejaon kiinnostavuus on tutkimuksen mukaan melko tasaista; havaittavasti tasaisempaa kuin tutkimuksen aihejaottelun mukaiset aihekokonaisuudet. Tulos on selitettävissä tutkimuksen aihejaon rakenteellisella

heikkoudella tutkimuksen suunnitteluvaiheessa tai opetussuunnitelman ja tutkimuksen aihejaottelun luonteiden eroilla. Kiinnostavimmat ja vähiten kiinnostavimmat kysymykset sijoittuvat molempien aihejakojen kokonaisuuksissa ääripäihin. Opetussuunnitelman perusteiden mukainen oppisisältöjen jako aihealueisiin on tutkimuksen mukaan tasaisesti kiinnostavaa. Kiinnostus ei millään aihealueella kuitenkaan yllä erittäin voimakkaaksi, joten kiinnostusta tulisi kemian opetusta toteutettaessa lisätä valitsemalla oppilaita kiinnostavia työtapoja.

### **7.3 Kemian työtapojen kiinnostavuus**

#### ***7.3.1 Oppilaita kiinnostavat työtavat***

Tulosten perusteella pareittain työskentely koettiin kiinnostavammaksi (keskiarvolla 3,07) kuin pienryhmissä (keskiarvolla 2,86) ja itsenäinen työskentely (keskiarvolla 2,22). MAOL Ry:n ja TT:n, sekä *Kemian opetus tänään* -tutkimusten mukaan kemian tunneilla käytetään työtapana ryhmätöitä (Katso luku 4, Anon. 1996a, Aksela & Juvonen, 1999) ja ROSE-tutkimuksen perusteella itsenäisen työskentelyn määrä oppitunnilla on oppilaiden mielestä sopiva (Lavonen & al. 2005). Pareittain työskentely siis koetaan tämän tutkimuksen mukaan kiinnostavimmaksi ja aiemman tutkimuksen valossa sen määrää ryhmätyöskentelyyn ja itsenäiseen työskentelyyn suhteutettaessa tulisi lisätä.

Tutkimuksen mukaan kaikki kyselylomakkeessa esitetyt työtavat koettiin keskiarvon perusteella kiinnostaviksi. Työtapoja oli esitetty 21 kpl, joista 18 kuvaa toimintatapaa (ja kolme edellä esitettyä työskentelyn ryhmittymistapaa), joten avoimeen kysymykseen (jokin muu, mikä?) vastaamatta jättäminen kuvastaa, että valitut työtavat koettiin kattaviksi tai asiaan ei jaksettu syventyä esitettyä enempää.

Työskentely tietokoneiden avulla koettiin tutkimuksen mukaan kiinnostavimmaksi työtavaksi keskiarvolla 2,90: 33 % vastanneista ilmoitti tietokoneiden avulla työskentelyn ”erittäin paljon kiinnostavaksi” ja 7 % vastanneista ”ei ole lainkaan kiinnostavaksi”. MAOL Ry:n ja TT:n tutkimuksen mukaan yläasteella käytetään harvemmin tietokoneavusteista opetusta ja työselostusten tekemistä (luku 4, Anon. 1996a). Uusimman opetussuunnitelman perusteiden kemian opetuksen tavoitteiden mukaan oppilaan tulee oppia käyttämään luonnontieteille tyypillisiä tutkimusmenetelmiä, myös tietotekniikkaa

(Luku 3, POPS 2004). Oppilaiden kiinnostuneisuuden ja aiemman tutkimustiedon perusteella tietokonetyöskentelyä tulisi lisätä kemian opetuksen työtapana oppilaiden kiinnostuksen tukemiseksi.

Oppilaiden tekemät kokeelliset työt (keskiarvolla 2,80; keskihajonnalla 0,95) oli tutkimuksen mukaan oppilaita toiseksi eniten kiinnostava työtapana; suurin vastausprosentti (32,5 %) kokeelliselle työtavalle oli ”melko paljon kiinnostavaa”. Opettajan näyttämät kokeelliset työt olivat myös oppilaita kiinnostavia työtapoja (keskiarvoilla 2,7). *Kemian opetus tänään* ja ROSE -tutkimusten mukaan kokeellinen oppilastyö on yleinen työtapana kemian tunneilla (luvussa 4, Aksela & Juvonen 1999, Lavonen & al. 2005) ja opetussuunnitelman perusteidenkin mukaan kokeellisuus on keskeinen osa-alue kemian opetuksen sisältöjä ja työtapoja (Luku 3, POPS 2004). Esitetyn perusteella kokeellisuus tulee kiinnostusta ja on oleellinen osa kemian oppitunteja.

Videon katselu (kemiasta) koettiin myös kiinnostavaksi työtavaksi (keskiarvolla 2,7). Vastanneista videon katselua piti 25,9 % erittäin paljon kiinnostavana ja 16,4 % vastanneista ei pitänyt sitä lainkaan kiinnostavana. Opetussuunnitelman perusteiden mukaan työtapojen tehtävänä on myös tukea aktiivista osallistumista ja työtapojen valinnassa tulee huomioida oppilaiden erilaiset oppimistyyliä ja muut yksilölliset erot (luku 3 POPS 2004). Oppilaiden mielestä videon katselu saatetaan kokea helpoksi tavaksi käyttää oppitunnin aikaa, eikä sen sisällön mahdollisesti tuomaa hyötyä pidetä työtavan oleellisena tekijänä. Vaikka videon katselu tutkimuksen mukaan koetaan kiinnostavaksi, sen määrän lisäämistä opetuskäytössä tulee punnita tilannekohtaisesti ja videon katselusta tulee mielellään tehdä aktiivista toimintaa esimerkiksi ohjelman sisältöä koskevilla tehtävillä tai kysymyksillä.

Vierailu museoon, tiedekeskukseen tai yritykseen olivat oppilaita kiinnostavia työtapoja (keskiarvoilla 2,7). Vierailua koulun ulkopuolelle piti 34,8 % vastanneista erittäin kiinnostavana ja 20 % vastanneista ei ollenkaan kiinnostavana. ROSE-tutkimuksen oppilaiden arvion mukaan vierailuja käytetään opetuksessa harvoin ja oppilaat haluaisivat lisätä huomattavasti asiantuntijoiden käyttöä ja vierailuja (luku 4 Lavonen & al. 2005). Esitetyn perusteella vierailuja tulisi lisätä oppilaiden kiinnostuksen tukemiseksi.



Ennen harjoitustyötä mallinnusta ei pidetty vastanneiden osalta, muihin työtapoihin verrattaessa, kovin kiinnostavana työtapana (ka 1,91; kh 0,87). 25,6 % vastaajista ei tuntenut työtapaa ”Mallintaminen”. Viisi oppilasta piti mallintamista erittäin kiinnostavana ja 36 oppilasta hieman kiinnostavana. 19 oppilasta piti tietokoneavusteista mallinnusta (ka 2,43; kh 0,99) erittäin kiinnostavana ja 20 oppilasta ei ollenkaan kiinnostavana. 7,7 % vastaajista ei ymmärtänyt kysymystä. Tuloksiin vaikuttaa oppilaan kiinnostuneisuus tietokonetyöskentelystä ja mallinnus-käsitteen vaikeudesta.

Käsitekarttojen/ miellekarttojen tekeminen koetaan työtavoista vähiten kiinnostavaksi (keskiarvo 1,6; keskihajonta 0,8); 55,6 % ei pitänyt sitä lainkaan kiinnostavana. Tutkimuksen tulokset eroavat ROSE-tutkimuksen vastaavista. Jälkimmäisen mukaan käsitekarttojen laatimista käytetään harvoin ja sen käyttöä toivottiin lisäävän (luku 4 Lavonen & al. 2005). Käsitekarttojen käyttö saatetaan kokea kiinnostamattomaksi, jos sen käyttötarkoitusta ja hyötyä ei kunnolla ymmärretä tai tekniikkaa ei hallita tarpeeksi hyvin; vähäisen harjoittelun ja käytön vuoksi. Menetelmän kiinnostusta saattaisi lisätä selkeästi ohjattu käsitekarttojen tai miellekarttojen harjoittelu. Menetelmän vaikutusta kiinnostukseen tulisi mitata tilanteessa, jossa oppilaiden työtavan hallinta on tiedossa.

Avoimilla kysymyksillä pyrittiin kartoittamaan tutkimuksen suunnitteluvaiheessa poisjätettyjen vaihtoehtojen mahdollista kiinnostavuutta. Oppilaista 94 % jätti kohdan tyhjäksi. Oppilaiden antamista vastauksista neljä kappaletta kuvastaa vastaajan asennetta koulua, kemian opiskelua, oppitunteja tai tutkimukseen vastaamista kohtaan, kertomatta oppitunnilla käytettävän työtavan kiinnostavuudesta; näistä kolme kuvastaa negatiivista ja yksi positiivista asennetta (katso liite 13).

Kysymykseen vastasi kolme (2,6 %) oppilasta. Kaksi vastaajaa, jotka olivat kiinnostuneita useimmista työtavoista esittivät ”*Aiheeseen tutustuminen esimerkkien avulla*” ja ”*Räjäytetään juttuja*” erittäin kiinnostaviksi työtavoiksi. Ensimmäinen vastaus tukee aiemman tutkimuksen käsitystä, että konkreettisuus ja käytännöllisyys ovat toivottuja ja kiinnostavia lähtökohtia kemian opetukselle. Jälkimmäinen vastaaja oli kiinnostunut useimmista työtavoista (kuten kokeellisista menetelmistä), joten vastaus tulkitaan osoittavan kiinnostusta näyttäviin kokeellisiin esityksiin, joka tukee aiemman tutkimuksen käsitystä kokeellisuuden kiinnostavuudesta.

Yksi oppilaista esitti ”*Kokeiden tekeminen*” erittäin kiinnostavaksi työtavaksi, vastaten olevansa ”hieman kiinnostunut (2)” kokeellisista työtavoista suljetuissa kysymyksissä, joten vastaus tulkitaan kiinnostukseksi opintojakson väli- ja/tai päättökokeita kohtaan (testit).

ROSE-tutkimuksen mukaan oppilaita kiinnostavien, fysiikan ja kemian oppitunnilla käytettyjen, työtapojen nykyinen ja toivottu käyttö eroavat tilastollisesti merkitsevästi toisistaan. Oppilaat toivoivat työtapojen monipuolisempaa käyttöä (luku 4, Lavonen & al. 2005). Työtapojen tulee olla monipuolisia ja oppiaineelle ominaisia; niiden tulee muun muassa virittää halu oppia, edistää taitojen oppimista ja niissä harhaantumista, edistää tieto- ja viestintätekniikan taitojen kehittymistä, sekä antaa mahdollisuus luovaan toimintaan ja elämyksiin (POPS 2004). Tutkimuksen mukaan oppilaita kiinnostaa erityisesti tietokoneilla työskentely, kokeellisuus, videon katselu ja vierailut. Tulokset tukevat aiempia kehotuksia työtapojen monipuolisesta (ja tarkoituksen mukaisesta) käytöstä.

### ***7.3.2 Tietokoneavusteisen mallinnusharjoitustyön kiinnostavuus***

Työtapojen kiinnostavuutta vertailevan osuuden mukaan työskentely tietokoneiden avulla (keskiarvo 2,9; keskihajonta 0,8), kokeelliset työtavat (keskiarvo 2,8; keskihajonta 0,81), sekä tietokoneavusteinen mallinnus (keskiarvo 2,5; keskihajonta 0,8) kiinnostavat enemmän kuin muut työtavat. Mallintaminen ei kiinnosta enemmän kuin muut työtavat (keskiarvo 2,3; keskihajonta 0,7). Mallintaminen erottuu tietokoneavusteisesta mallinnuksesta osittain harjoitustyön osana olleen mallinnuskäsitteen kertautumisen tai tarkentumisen myötä (harjoitustyöhön kuuluu tietokoneavusteisen mallinnuksen lisäksi molekyyli- ja rakennekaavan piirtäminen työnkoontilomakkeeseen).

Työtapoja erittelevän osion mukaan kaikki työtavat koettiin keskiarvon perusteella ( $ka < 1,5$ ) kiinnostaviksi. Työskentely tietokoneiden avulla koettiin kiinnostavimmaksi keskiarvolla 2,7. Oppilaiden tekemät (Ka 2,6) ja opettajan näyttämät (Ka 2,5) kokeelliset työt olivat seuraavaksi kiinnostavimpia. Tietokoneavusteinen mallinnus (Ka 2,3) ja mallintaminen (Ka 2,2) koettiin, edellisiin verrattaessa, vähiten kiinnostaviksi.

Harjoitustyö laski vähän oppilaiden kiinnostusta työskennellä tietokoneiden avulla (keskiarvosta 2,9 arvoon 2,7). Samoin kokeellisten töiden kiinnostavuus aleni keskiarvosta 2,80. Ja tietokoneavusteisen mallinnuksen kiinnostus laski: keskiarvosta 2,43 arvoon 2,3. Mallinnus kuitenkin koettiin kiinnostavammaksi harjoituksen jälkeen: keskiarvon nousu 1,91:stä 2,2:een. Muutosta saattaa selittää harjoituksen luonne; tietokone työskentely koettiin kiinnostavammaksi ennen uuden tyyppisen tietokoneavusteisen harjoituksen suorittamista. Toisaalta kysymysten ryhmittäminen; ensimmäisessä vaiheessa parin kymmenen eri työtavan kiinnostavuuteen vaikutti muihin työtapoihin vastattu kiinnostavuus. Jälkimmäisessä osiossa oli ainoastaan kokeellisia työtapoja.

Vastaajista noin 34 %:n mielestä harjoitustyössä kiinnostavaa oli mallinnus, noin 31 % vastasi tietokoneavusteinen mallinnus. Vajaan 13 %:n mielestä harjoitustyössä kiinnostavaa oli työskentely tietokoneilla. Mallinnusta ei luokiteltu tietokoneavusteisen mallinnuksen kanssa samaan luokkaan, sillä harjoitustyössä oli osana myös rakennekaavan ja molekyylikaavan piirtäminen työkoontilomakkeeseen, sekä kysymys ”Kuinka monella eri mallilla olet kuvannut vesimolekyyliä/ sokeria tässä harjoituksessa”.

Huomioitavaa on, että suljettujen kysymysten mittaama kiinnostavuus keskiarvojen järjestyksen perusteella on päinvastainen (kiinnostavimmasta vähiten kiinnostavaan): työskentely tietokoneiden avulla, kokeelliset työt, tietokoneavusteinen mallinnus ja mallintaminen.

Kiinnostavaksi asiaksi sekä kiinnostavuuden syyksi esitettiin myös uuden oppiminen (oppiminen yleisesti ja ”kaavojen näkeminen graafisesti”), sekä vaihtelu totuttuun. Harjoitustyö koettiin kiinnostavaksi, koska 55,9 % vastasi sen olleen vaihtelua totuttuihin työtapoihin ja 12,6 % vastanneista koki harjoitustyön hauskaksi. 10,8 % vastasi tietokoneilla työskentelyn ja 9 % mallinnuksen olevan ”kiinnostavaa”. 7,2 % vastanneista koki uuden oppimisen ja itse tekemisen olevan kiinnostuksen syy. 6,3 % ilmoitti vastaukseksi käytetyn työtavan (tietokonemallinnus tai Arguslab) uutuuden. Kolme vastaajaa ilmoitti syyksi helppouden.

Osa vastaajista koki tietokoneavusteisen työtavan tai harjoitustyön olevan kokonaisuudessaan kiinnostamatonta. Vastajaosuuksista ei saa tarkkaa lukemaa, sillä tähän oli vastattu avoimen kysymyksen osioissa ristikkäisesti. Perusteluina työtavan tai

tehtävän kiinnostamattomuuteen esitettiin hyödyttömyys, vaikeus ja kemian tai aiheen kiinnostamattomuus, tylsyys. Vastanneista 7,2 % piti työskentelyn tai tehtävän vaikeutta, tai tasolleen liian nopeaa tai hidasta etenemistä kiinnostavuutta vähentävänä tekijänä.

Yksinkertaisemman, ensimmäisen harjoituksen, vesimolekyylin rakentaminen ja tarkastelu (Ka 2,0) oli vain hieman vähemmän kiinnostavaa. Kysymyksiin vastaaminen (Ka 1,9) ja työkoontilomakkeen täyttäminen (Ka 1,7) olivat vähiten kiinnostavia, mutta silti keskiarvoiltaan ”hieman kiinnostavia” (Ka > 1,5). Avoimella kysymyksellä ”Mikä harjoitustyössä oli kiinnostavaa?” saatiin väittämiä tukevia tuloksia: Mallinnuksessa kiinnostavaa oli molekyylin rakentaminen (50 % mallinnuksen luokitelluista vastauksista), sekä mallien tarkastelu ja vertailu (vajaa 16 % mallinnukseen luokitelluista vastauksista). Vastakkaisella kysymyksellä ”Mikä harjoitustyössä ei ollut kiinnostavaa” 18,9 % kysymykseen vastanneista ei pitänyt harjoitustyön lomassa olevia kysymyksiä ja niihin vastaamista kiinnostavina, sekä 11,7 % kysymykseen vastanneista ei pitänyt työkoontilomakkeen täyttämistä kiinnostavana.

Harjoitustyön tietokoneavusteinen työympäristö ja mallinnus (molekyylin rakentaminen ja vertailu) koettiin tutkimuksen mukaan kiinnostaviksi. Perusteluiksi esitettiin vaihtelu, hauskuus, kiinnostavuus, uuden oppiminen ja itse tekeminen, sekä työtavan uutuus. Harjoitustyön kysymyksiin vastaaminen ja työkoontilomakkeen täyttäminen olivat vähiten kiinnostavia harjoituksen osia.

Kansainvälisessä ROSE-tutkimuksessa Atomit ja molekyylit – aihe oli kymmenen vähiten kiinnostavan aiheen joukossa; suomalaisia tyttöjä aihe kiinnosti tutkimukseen osallistuneista oppilaista vähiten (luku 4, Jenkins & Pell 2006). Molekyylin rakennetta ja mallinnusta opetettaessa on tutkimustulosten perusteella suositeltavaa harkita tietokoneavusteisen mallinnusharjoituksen käyttämistä. Työtavassa oleellista on opettajan työtavan hallinta, sekä työohjeen tarkoituksen mukainen valinta, jottei toiminta ole opetuksellisesti hyödytöntä tietokoneilla puuhastelua.

### 7.3 Tutkimuksen merkittävyys

Tutkimuksen mukaan peruskoulun lopettavista yhdeksäsluokkalaisista oppilaista vain puolet kokee kemian kiinnostavana ja vain viidesosa muita oppiaineita kiinnostavampana.

Tutkimustulosten mukaan kemian oppisisällöistä yhteiskuntaan ja elinympäristöön, sekä ihmiseen liittyvät aiheet ovat kiinnostavimpia ja tutkimus-aiheet vähiten kiinnostavia. Kiinnostavuuden osalta kemian aiheet ovat tasaisesti jaottuneet opetussuunnitelman mukaisesti opetettaviin aihekokonaisuuksiin, joten kaikki opetuksen aihekokonaisuudet sisältävät oppilaita paljon ja vähän kiinnostavia aiheita.

Kiinnostusta, sekä kemian yleisen kiinnostavuuden, että aihekokonaisuuksien osalta, voidaan lisätä valitsemalla oppilaita kiinnostavia ja vaihtelevia työtapoja. Oppilaiden mielestä parityö, tietokonetyöskentely ja kokeellisuus ovat kiinnostavimmat työtavat. Tietokoneavusteinen työtapa on oppilaiden mielestä hauska, kiinnostava ja tuo vaihtelua totuttuihin työtapoihin.

Tietokoneavusteisen työtavan ja harjoitustyön kiinnostavuudesta saatiin alustavia, oppilaan kiinnostusta tukevia tuloksia, jotka ovat yleistettävissä vantaalaisiin yhdeksäsluokkalaisiin. Laajemman yleistettävyyden saavuttamiseksi työtappaa ja harjoitusta tulisi edelleen tutkia ja kehittää, jotta sen pitkäaikaisvaikutuksia kiinnostukseen voitaisiin kartoittaa ja laajentaa koskemaan suurempaa väestöä. Molekyylimallinnus antaa uusia mahdollisuuksia kemian kiinnostavuuden tukemisessa.

## LÄHTEET

Aksela M. & Juvonen R. 1999. *Kemian opetus tänään – tutkimus*. Moniste 27/99. Opetushallitus. Edita Oy, Helsinki

Anon. 1996a. Matemaattiset aineet yläasteissa ja lukiossa. Opetusmenetelmät, -tilat ja -välineet. Matemaattisten aineiden Opettajien Liitto (MAOL ry) & Teollisuus ja Työnantajat (TT). Helsinki.

Anon. 2004. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (POPS) 2004. Opetushallitus. Vammalan Kirjapaino Oy.

Anon. 2007. Arvioita syksyn 2007 koulutuksen aloittavien sekä opiskelijoiden ja oppilaitosten määristä. Koulutuksen avaintilastoja. Opetushallituksen tiedote. <http://www.oph.fi/page.asp?path=1,438,5089,65163> (luettu 22.2.08)

Anon. 2007b. PISA 2006 Science Competencies for Tomorrow's World. Vol 1.1: Analysis, Programme for International Student Assessment. OECD 2007

Anon. 2008. Peruskoulun jälkeen. Väestöliiton julkaisu [http://www.vaestoliitto.fi/murkun\\_kanssa/koulu/peruskoulun\\_jalkeen/](http://www.vaestoliitto.fi/murkun_kanssa/koulu/peruskoulun_jalkeen/) (luettu 23.2.08)

Aspholm, Hirvonen, Lavonen, Penttilä, Saari, Viiri & Hongisto 2006. Aine ja Energia, Kemian tietokirja. WSOY. 8.-12. painos

Arinen P. & Karjalainen T. 2007. PISA 2006 ensituloksia 15-vuotiaiden koululaisten luonnontieteiden, matematiikan ja lukemisen osaamisesta. Yliopistopaino. Opetusministeriön julkaisuja 2007:38

Thompson Mark A. 2004. ArgusLab 4.0.1. Planaria Software LLC, Seattle, WA. <http://www.arguslab.com>

- Barnea, Nitza 2000. Teaching and Learning about Chemistry and Modelling with a Computer Managed Modelling System. 307-323. In Gilbert, J. K. & Boulter, C. J. (edit.) *Developing Models in Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 387
- Bennett J. & Holman J. 2002. Context-based approaches to the teaching of chemistry: what are they and what are their effects? s. 165-184 In Gilbert, J.K., De Jong, o., Justi, R., Treagust, D.F. & Van Driel J.H. (eds.) *Chemical Education: Towards Research-based Practise*. Dordrecht: Kluwer academic publishers
- Briggs m. & Bodner G. 2005. A Model on Molecular visualization p. 61-72 In Gilbert J. K. (ed.) *Visualization in Science Education*. Netherlands: Springer.
- Deci E.L. 1992. The Relation of Interest to the Motivation of Behavior: A Self-Determination Theory Perspective, s.43-70 In Renninger, Hidi & Krapp (eds.). *The Role of Interest in Learning and Development*. Lawrence Erlbaum Associates 461
- Gilbert J. K. 2005. Visualization: A metacognitive skill in science and science education, 9-27. In Gilbert J. K. (ed.) *Visualization in Science Education*. Netherlands: Springer
- Happonen, Heinonen, Muilu & Nyrhinen 2006. *Kemian avain 1*. Otava. 1.-4. painos
- Harrison A. G. & Treagust D.F. 2002. The particulate nature of matter: challenges in understanding the submicroscopic world, s. 189- 212. In Gilbert, J.K., De Jong, o., Justi, R., Treagust, D.F. & Van Driel J.H. (eds.) *Chemical Education: Towards Research-based Practise*. Dordrecht: Kluwer academic publishers
- Heikkilä T. 2001. Tilastollinen tutkimus, Oy Edita Ab 328 s., 3. uud. painos
- Hidi, S., Renninger, A. & Krapp, A. 2004. Interest, a motivational variable that combines affective and cognitive functioning. In D.Y. Dai & R.J. Sternberg (Eds.). *Motivation, emotion, and cognition*. Lawrence Erlbaum Associates Pages 89-115. 455 s.
- Hirsjärvi S., Remes P. & Sajavaara P 2000. Tutki ja Kirjoita. Tummavuoren kirjapaino Oy

Jenkins, E.W. & Pell, R.G. 2006. The Relevance of Science Education Project (ROSE) in England: a summary of findings. Centre for Studies in Science and Mathematics Education. University of Leeds (p. 16, 63)

Justi J. K. & Gilbert R. 2002. Models and Modelling in Chemical Education. s. 47-68. In Gilbert, J.K., De Jong, o., Justi, R., Treagust, D.F. & Van Driel J.H. (eds.) *Chemical Education: Towards Research-based Practise*. Dordrecht: Kluwer academic publishers

Juuti, K., Lavonen, J., Uitto, A., Byman, R. & Meisalo 2004. Boys' and girls' interests in physics in different contexts: A Finnish survey. In Laine, A., Lavonen, J. & Meisalo, V. (ed.). *Current research on mathematics and science education*. Department of applied science of education. University of Helsinki. Research report 253

Krapp, A. 2002. Structural and dynamic aspects of interest development: theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and Instruction*. **12**. s. 383–409.

Krapp, A., Hidi, S. & Renninger, K.A. 1992. Interest, Learning and Development. p. 3-25 In Renninger, Hidi & Krapp (eds.). *The Role of Interest in Learning and Development*. Lawrence Erlbaum Associates. 461 s.

Lavonen J., Juuti K., Meisalo V., Uitto, A. & Byman R. 2005. Attractiveness of Science Education in the Finnish Comprehensive School. In A. Manninen, K. Miettinen, & K. Kiviniemi (Eds.). *Research Findings on Young People's Perceptions of Technology and Science Education*. Mirror results and good practises. Helsinki: Technology Industries of Finland.

Lavonen J., Meisalo V., Byman R., Uitto A. & Juuti K. 2005b. Pupil Interest in Physics: A Surevey in Finland. NorDiNa 2/05

Leppänen, Johannes & Aksela Maija 2008. Julkaisussa Ainedidaktiikan symposiumikirja 2008. Soveltavan kasvatustieteen laitos. Helsingin yliopisto (painossa).



Lundell J., Aksela M. & Vihma L. 2003. Millaista tietoa molekyylihallinnuksella saadaan?[http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/aineistot/kiehtovaa/millaista\\_tietoa](http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/aineistot/kiehtovaa/millaista_tietoa). (luettu 14.9.2007). 2003-2004 Helsingin yliopisto

Lundell, Jan & Aksela, Maija 2007. Chemistry education: Modelling opens up new horizons. *Kemia*. Helsinki: Kemian kustannus. ISSN 0355-1628. 34 (2007): 5, pp. 28-29.

Metsämuuronen Jari 2000. Metodologian perusteet ihmistieteissä. Viro: Jaabes OÜ

Metsämuuronen Jari 2005. Kokeellisen tutkimuksen perusteet ihmistieteissä. Gummerus Kirjapaino Oy

MOTV 2008. Menetelmäopetuksen valtakunnallinen tietovaranto MOTV. Mittaaminen: Mittarin luotettavuus. [WWW-dokumentti]. Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto FSD, Tampereen yliopisto  
<http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/mittaaminen/luotettavuus.html#reliabiliteetti>  
(luettu: 30.3.2008)

Nenninger P. 1992. Task Motivation: An Interaktion Between the Cognitive and Content-oriented Dimension in Learning. s. 121-149 In Renninger, Hidi & Krapp (eds.). *The Role of Interest in Learning and Development*. Lawrence Erlbaum Associates. 461 s.

Rapp D.N., 2005. Mental Models: Theoretical issues for visualization in Science Education. p. 43-60. In Gilbert J. K. (ed.) *Visualization in Science Education*. Netherlands: Springer

Schreiner, C. & Sjøberg, S. 2004. Sowing the seeds of ROSE. Background, Rationale, Questionnaire Development and Data Collection for ROSE (The Relevance of Science Education) – a comparative study of students' views of science and science education. *Acta Didactica* 4/2004. Dept. of Teacher Education and School Development. University of Oslo.

Tuomi J. & Sarajärvi A. (2004). Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy

Tversky B. 2005. Prolegomenon to Scientific visualization p. 29-42. In Gilbert J. K. (ed.) *Visualization in Science Education*. Netherlands: Springer

Tähtinen J. & Isoaho H. 2001. Tilastollisen analyysin lähtökohtia. Ensiaskeleet kvantiaineiston käsittelyyn, analyysiin ja tulkintaan SPSS-ohjelmaympäristössä. Julkaisusarja C. Opetusmateriaalit: 13. Turun yliopiston kasv. tiet. tdk. Painosalama Oy

Valsinger J. 1992. Interest: A Metatheoretical perspective s. 27-41 In Renninger, Hidi & Krapp (eds.). *The Role of Interest in Learning and Development*. Lawrence Erlbaum Associates. 461 s.

Hei,

Teen kemian opettajan opintojeni lopputyötä, jossa tutkin peruskoulun 9. luokan oppilaiden kiinnostusta kemiaan. Vastauksesi ovat tärkeitä lopputyössäni ja kemian opetuksen kehittämisessä. Vastaa kyselyyn nimettömänä.

Vastausohjeet:

- Lue vastausvaihtoehdot huolellisesti.
- Vastaa jokaiseen kysymykseen laittamalla rasti yhteen ruutuun.
- Valitse vaihtoehto, joka parhaiten kuvaa sinun kiinnostuneisuuttasi kyseiseen asiaan.
- Kysy tarvittaessa ohjeita!

Kiitos osallistumisestasi!

Piia Jääskeläinen  
Kemian opettajankoulutusyksikkö  
Kemian laitos  
Helsingin yliopisto

## I TAUSTATIEDOT:

1. Sukupuoli:

tyttö

poika

- |   | <i>Täysin<br/>eri mieltä</i> | <i>Hieman<br/>eri mieltä</i> | <i>Melko<br/>samaa mieltä</i> | <i>Täysin<br/>samaa mieltä</i> |
|---|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 2. Olen kiinnostunut kemiasta.....                                | <input type="checkbox"/>     | <input type="checkbox"/>     | <input type="checkbox"/>      | <input type="checkbox"/>       |
| 3. Olen kiinnostuneempi kemiasta<br>kuin muista oppiaineista..... | <input type="checkbox"/>     | <input type="checkbox"/>     | <input type="checkbox"/>      | <input type="checkbox"/>       |

## II KEMIAN OPPISISÄLTÖJEN KIINNOSTAVUUS

### Kuinka kiinnostunut olet seuraavista asioista?

(Vastaa jokaiseen kysymykseen laittamalla rasti yhteen ruutuun.)

	<i>En ole kiinnos- tunut</i>	<i>Olen hieman kiinnos- tunut</i>	<i>Olen melko paljon kiinnos- tunut</i>	<i>Olen erittäin paljon kiinnos- tunut</i>	<i>En ymmärrä kysymystä</i>
1. Millainen seos on kermavaahto? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Miksi yli 42 asteen kuume on vaarallinen? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Miten auton katalysaattori toimii? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Miksi rasvat ovat ihmiselle tärkeitä? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Mitä tarkoittaa molekyylihallinnus? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Mitä hengitysilma sisältää? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Miten erottelen suolan hiekan seasta? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Miksi taivas näyttää siniseltä? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Mitä tarkoittaa hapan ja emäksinen? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Miksi kylmän pullon pintaan muodostuu huoneenlämmössä pisaroita? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Mistä valkuaisaineet koostuvat ja mihin niitä tarvitaan? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Voiko metalli palaa? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Miten tai miksi ihmisen elimistö käyttää sokeria? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Miten rasvasta tehdään saippuaa? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Miten kasvihuoneilmiö muuttaa elinympäristöämme? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Miten metalliesine hopeoidaan? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Mitä yhdisteitä pesuaine sisältää? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Mihin denaturoituja alkoholeja käytetään? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Miksi raparperin kanssa suositellaan juotavaksi maitoa? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Miten kasvit valmistavat sokeria? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. Miten ruostumista voi estää? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. Millainen kemiallinen reaktio tuottaa lämpöä? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23. Mitä tarkoittaa kestävä kehitys? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- |  |                          |                          |                          |                          |                          |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 24. Mitä hammastahna, deodorantti tai meikit sisältävät? .....         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 25. Mitä ovat tuoteselosteet ja varoitusmerkit? .....                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 26. Mitä on otsoni ja mitä vaikutuksia sillä on ihmiselle? .....       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 27. Mitä tarkoittaa elektrolyysi? .....                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 28. Mikä on rakennekaava? .....  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 29. Voiko palamista olla ilman happea? .....                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 30. Mitä tarkoittaa vaatteiden kemiallinen pesu? .....                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 31. Miksi elohopealämpömittaria ei saa heittää roskiin? .....          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 32. Mistä vesijohtovesi koostuu? .....                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 33. Voiko mustikkamehulla mitata happamuutta? .....                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 34. Miten muoveja valmistetaan? .....                                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 35. Mitä vaikutuksia ilmansaasteilla on? .....                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 36. Miten entsyymit toimivat elimistössä? .....                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 37. Mitä hyötyä on jaksollisesta järjestelmästä? .....                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 38. Miten puun ja raudan palaminen eroavat toisistaan? .....           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 39. Mitkä aineet aiheuttavat ilotulitteiden värit? .....               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 40. Miksi hopeakorut tummuvat ja miten ne kiillotetaan? .....          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 41. Miten paristo ja akku toimivat? .....                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 42. Miten grafiitti, timantti ja fullereeni liittyvät toisiinsa? ..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 43. Miksi jää kelluu veden päällä? .....                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 44. Mitä bensiini on ja miten sitä valmistetaan? .....                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 45. Mikä on kromatografiatutkimus? .....                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 46. Mitä on muurahaishappo? .....                                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 47. Miksi etikan ja leivinjauheen seosastia kylmenee? .....            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 48. Miten tee tai kahvi juoma valmistetaan? .....                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 49. Mikä on ksylitoli? .....   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 50. Mitä tarkoittaa ongelmajäte? .....                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 51. Voiko pariston ladata? .....                                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### III KEMIAN OPISKELU

#### Kuinka kiinnostavia mielestäsi ovat seuraavat tavat työskennellä kemian tunneilla?

(Vastaa jokaiseen kysymykseen laittamalla rasti yhteen ruutuun.)

	<i>Ei lainkaan kiinnos- tavaa</i>	<i>Hieman kiinnos- tavaa</i>	<i>Melko paljon kiinnos- tavaa</i>	<i>Erittäin paljon kiinnos- tavaa</i>	<i>En ym- märrä kysy- mystä</i>
1. Itsenäinen työskentely .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Pareittain työskentely .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Pienryhmissä työskentely .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Esitelmän pitäminen .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Julisteen tekeminen .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Oppikirjan lukeminen oppitunnilla.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Käsittekartan/ miellekartan tekeminen .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Tietokoneavusteinen mallinnus.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Opettaja ratkaisee ongelman taululla.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Mallintaminen .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Keskustelu opettajan johdolla .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Opettajan kysely.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Oppilaiden kysely.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Väittely .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Opettaja esittää uuden asian taululla.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Opettajan näyttämät kokeellisten työt.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Oppilaiden tekemät kokeelliset työt .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Työskentely tietokoneiden avulla.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Videon katselu (kemiasta).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Asiantuntijan (kemistin) vierailu oppitunnilla.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. Vierailu museoon, tiedekeskukseen tai yritykseen .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. Jokin muu tapa, mikä? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Kiitos vastauksistasi!**

#### IV KEMIAN OPISKELU

#### Kuinka kiinnostavia mielestäsi ovat seuraavat tavat työskennellä kemian tunneilla?

(Vastaa jokaiseen kysymykseen laittamalla rasti yhteen ruutuun.)

	<i>Täysin eri mieltä</i>	<i>Hieman eri mieltä</i>	<i>Melko samaa mieltä</i>	<i>Täysin samaa mieltä</i>
1. Työskentely tietokoneiden avulla kiinnostaa enemmän kuin..... muut työtavat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Mallintaminen kiinnostaa enemmän kuin muut työtavat .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Kokeelliset työtavat kiinnostavat enemmän kuin muut työtavat .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Tietokoneavusteinen mallinnus kiinnostaa enemmän kuin muut työtavat .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<i>Ei lainkaan kiinnos- tavaa</i>	<i>Hieman kiinnos- tavaa</i>	<i>Melko paljon kiinnos- tavaa</i>	<i>Erittäin paljon kiinnos- tavaa</i>
5. Opettajan näyttämät kokeellisten työt.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Oppilaiden tekemät kokeelliset työt .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Tietokoneavusteinen mallinnus.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Työskentely tietokoneiden avulla.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Mallintaminen .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



## V HARJOITUSTYÖ ARGUSLAB-MALLINNUSOHJELMALLA

**Kuinka kiinnostavia olivat seuraavat asiat veden ja sokerin mallinnuksen harjoitustöissä?**

(Vastaa jokaiseen kysymykseen laittamalla rasti yhteen ruutuun.)

	<i>Ei lainkaan kiinnos- tavaa</i>	<i>Hieman kiinnos- tavaa</i>	<i>Melko paljon kiinnos- tavaa</i>	<i>Erittäin paljon kiinnos- tavaa</i>
1. Vesimolekyylin rakentaminen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Vesimolekyylin tarkastelu .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Glukoosimolekyylin rakentaminen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Glukoosimolekyylin tarkastelu .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Kysymyksiin vastaaminen .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Työnkoontilomakkeen täyttäminen .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Pallotikkumalli.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Pallomalli.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Rautalankamalli .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## VI HARJOITUSTYÖ MOLEKYYLIMALLINNUKSESTA

Vastaa seuraaviin kysymyksiin sanallisesti.

10. A) Mikä harjoitustyössä oli kiinnostavaa?

---

---

---

---

---

B) Miksi?

---

---

---

11. A) Mikä harjoitustyössä ei ollut kiinnostavaa?

---

---

---

---

---

B) Miksi?

---

---

---

**Kiitos vastauksestasi!**

## **Harjoitustyö ArgusLab-mallinnusohjelmalla**

Harjoitustyössä mallinnetaan vesi- ja glukoosimolekyylit. Mallinnusohjelmalla rakennetaan molekyylit atomi kerrallaan ja lopuksi optimoidaan valmiin molekyylin rakenne (mallinnusohjelma korjaa molekyylin rakenteen atomien ominaisuuksien perusteella).

### **Harjoitustyön tavoitteet**

- Tietokoneavusteiseen kokeellisuuteen tutustuminen.
- Mallinnusohjelmaan tutustuminen.
- Aineen rakennetta kuvaavien käsitteiden ja mallien kertaus.
- Molekyylin ominaisuuksien ja mallinnuksen kertaus.
- Kokeellisten työskentelytaitojen ja työohjeen käytön harjaantuminen.

### **Yleisiä ohjeita**

- Seuraa työohjetta huolellisesti.
- Harjoitustyön aikana kirjataan havainnot ja kysymysten vastaukset työnkoontilomakkeeseen.
- Voit jatkaa harjoitustyöhön liittyvien kysymysten vastauksia työnkoontilomakkeen toiselle puolelle.
- Harjoitustöiden lopuksi työnkoontilomakkeeseen kirjatut vastaukset käydään läpi. Lisää tällöin puutteelliset tiedot. Virheellisten tietojen korjaukset tehdään lomakkeen kääntöpuolelle (mahdolliset virheelliset vastaukset jätetään lomakkeeseen).
- Kysy apua tarvittaessa.

# HARJOITUSTYÖ 1. VESI

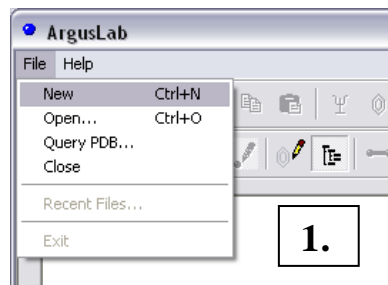
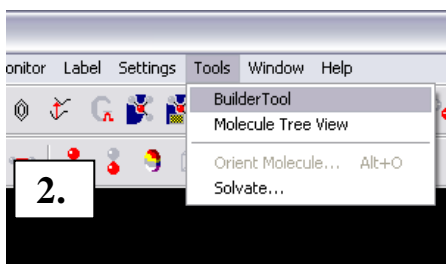
**Kysymys 1.** Nimeä veden kolme olomuotoa.

**Kysymys 2.** Mikä on veden tieteellinen nimi?

**Kysymys 3.** Mikä on veden a) molekyylikaava b) rakennekaava?

## Vesimolekyylin mallintaminen

1. Avaa uusi työ: *File* → *New*
2. Avaa atomivalikko: *Tools* → *Builder Tool*



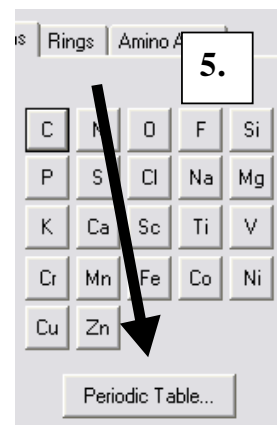
3. Valitse työkalupalkista hiirellä *Automatic bonds ON*  
Tällä asetuksella mallinnusohjelma liittää yksittäiset atomit kemiallisella sidoksella molekyyliksi.



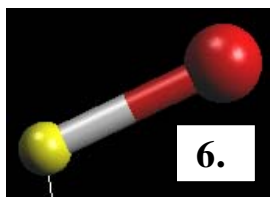
4. Valitse atomivalikosta hiiren vasemmalla painikkeella happiatomi (O) ja lisää se painamalla hiiren oikeanpuoleista painiketta mustaan ikkunaan.



5. Avaa atomivalikosta jaksollinen järjestelmä (*Periodic table...*) ja valitse sieltä vety (H). Paina *OK*.

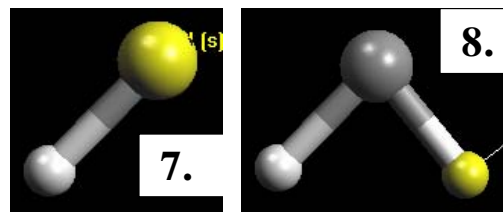


6. Lisää molekyyliin vetyatomi painamalla hiiren oikealla painikkeella happiatomin viereen.



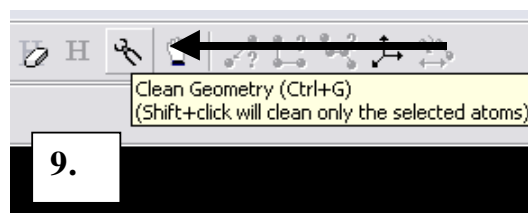
7. Aktivoi happiatomi valitsemalla se hiiren vasemmalla painikkeella, jotta lisää seuraavan vedyn hiileen, etkä edelliseen vetyyn.

8. Lisää molekyyliin toinen vety (hiiren oikealla painikkeella). Huomioi veden rakenteen V-muoto.



Molekyylin rakenne riippuu siinä olevien atomien ominaisuuksista; kuten elektronien lukumäärästä ja sijoittumisesta ytimen ympärille. Ne määräävät atomien välisten sidosten pituudet ja siduskulmat.

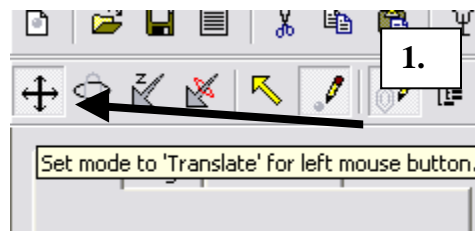
9. Optimoi kolmiulotteinen rakenne valitsemalla työkalupalkista: *Clean geometry* (*Ctrl + G*)
10. Avautuneeseen *Save a Molecule* -ikkunaan tallenna työ nimellä *vesi.agl*



**Kysymys 4.** Miksi molekyyli muuttaa muotoaan, kun sen kolmiulotteinen rakenne optimoidaan?

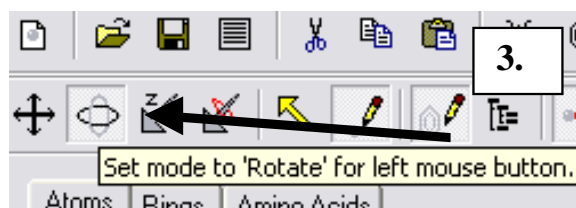
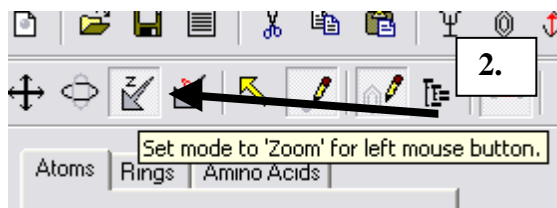
### Molekyylin tarkastelu

1. Voit siirtää molekyyliä valitsemalla työkalupalkista *Translate*. Molekyyli liikkuu ottamalla siitä kiinni hiiren vasemmalla painikkeella ja liikuttamalla hiirtä.



2. Muuta molekyylin kokoa valitsemalla työkalupalkista *Zoom* (ota kiinni hiiren vasemmalla painikkeella ja liikuta hiirtä).

3. Kääntelee molekyyliä valitsemalla työkalupalkista *Rotate* (ota kiinni hiiren vasemmalla painikkeella ja liikuta hiirtä).



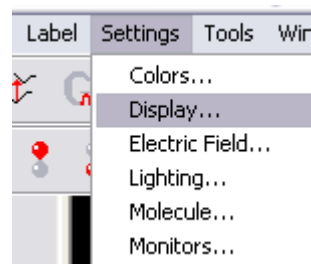
Vertaa molekyylimalleja seuraavasti:

4. Vaihda rautalankamalliin valitsemalla: *Settings* → *Display*

Valitse *Fireframe* ja paina *OK*.

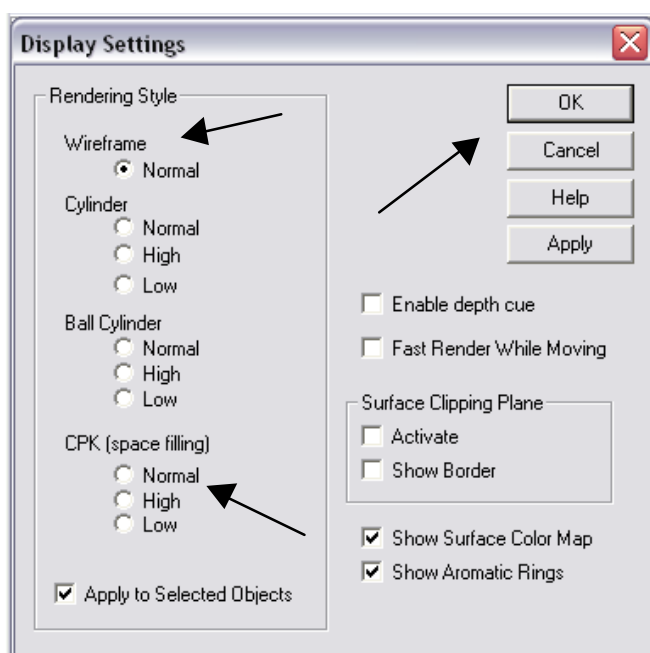
5. Vaihda pallomalliin valitsemalla: *Settings* → *Display*

Valitse *CPK (Space filling) (normal)* ja paina *OK*.



6. Vaihda takaisin pallotikkumalliin valitsemalla: *Settings* → *Display*

Valitse *Ball cylinder (normal)* ja paina *OK*.



**Kysymys 5.** Miten molekyylimallit eroavat toisistaan?

**Kysymys 6.** Kuinka monella erilaisella molekyylimallilla olet kuvannut vettä tässä harjoituksessa?

**Kysymys 7.** Mitä tarkoittaa molekyylimalli?

## HARJOITUSTYÖ: 2. SOKERI (GLUKOOSI)

**Kysymys 1:** Mistä sokeri on peräisin?

**Kysymys 2:** Mihin ihminen tarvitsee sokeria?

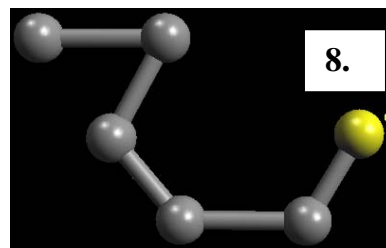
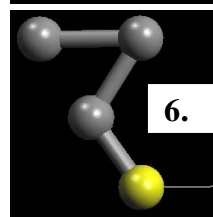
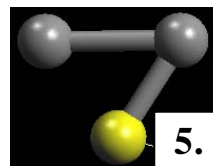
**Kysymys 3.** Mikä on glukoosin a) molekyylikaava b) rakennekaava?

### Glukoosimolekyylin mallintaminen

1. Avaa uusi työ: *File* → *New*
2. Valitse työkalupalkista hiirellä *Automatic bonds ON*  
Tällä asetuksella mallinnusohjelma liittää yksittäiset atomit kemiallisella sidoksella molekyyliksi.

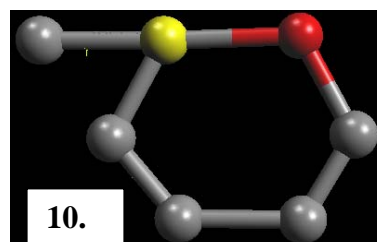
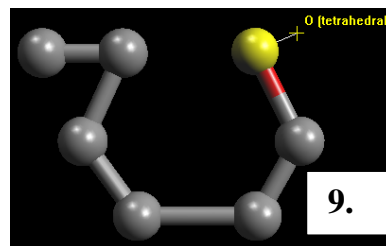


3. Valitse atomivalikosta hiiliatomi (C) ja lisää se mustaan ikkunaan.
4. Lisää molekyyliin toinen hiili painamalla hiiren oikeaa painiketta ensimmäisen hiilen oikealla puolella.
5. Lisää ketjuun kolmas hiili kuvan mukaisesti edellisten alapuolelle.
6. Hiiliketjun neljäs hiiliatomi tulee kuvan osoittamalla tavalla suoraan toisena lisätyn hiilen alapuolelle.
7. Viides hiiliatomi tulee edellisen oikealle puolelle.
8. Hiiliketjun kuudes atomi tulee kuvan osoittamalla tavalla suoraan kolmantena lisätyn hiilen oikealle puolelle.

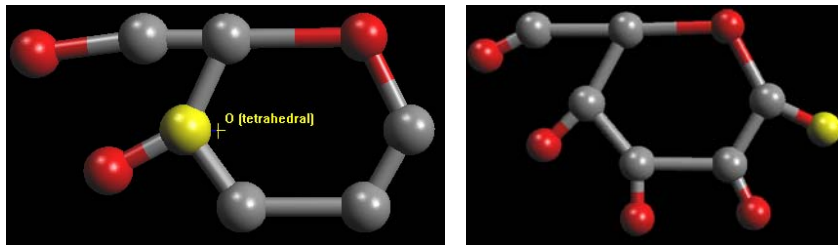
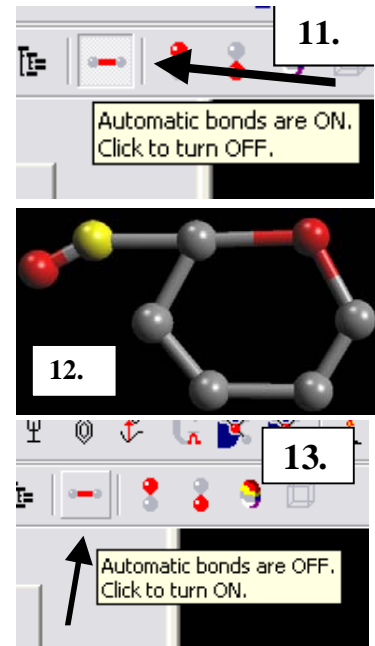


**Kysymys 4.** Mikä on kuusihiilisen alkaanin nimi?

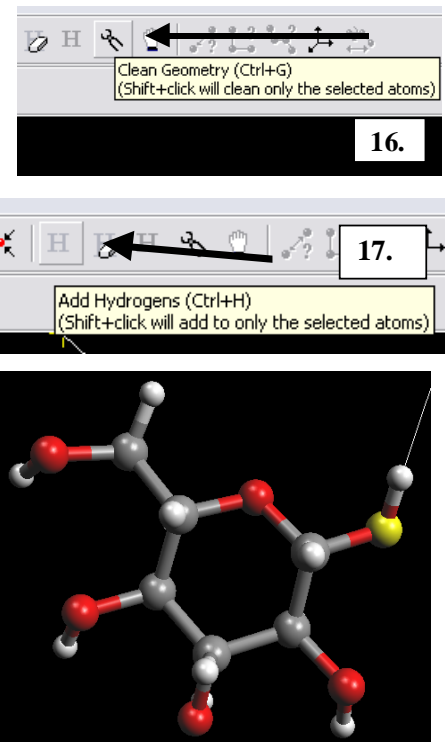
9. Lisää molekyyliin happi (O) valitsemalla se atomivalikosta ja lisäämällä hiirellä kuvan osoittamalla tavalla ketjun jatkoksi.
10. Sulje molekyyliketju renkaaksi valitsemalla hiirellä valmistamasi ketjun toinen hiiliatomi (hiiliketjun 2. molekyyli alkupäästä laskettuna).



11. Lisätäkseen molekyylin hiiliatomeihin yksittäiset happiatomit, valitse ensin hiirellä työkalupalkista *Automatic bonds OFF*
12. Lisää ensimmäisen hiiliatomin viereen happi hiiren vasemmalla painikkeella.
13. Muuta asetukseksi työkalupalkista hiirellä *Automatic bonds ON*.
14. Liitä happiatomi hiiliketjuun valitsemalla hiiliatomi hiiren vasemmalla painikkeella.
15. Lisää puuttuvat neljä happiatomia toistamalla kohdat 11.-14. jokaisen hiiliatomin kohdalla. (Huomaa; renkaassa olevaan hiiliatomiin hapen ja sivuketjun välissä EI tule erillistä happea.)



16. Optimoi kolmiulotteinen rakenne valitsemalla työkalupalkista: *Clean geometry* (Ctrl + G) ja tallenna molekyyli nimellä *glukoosi.agl*
17. Lisää molekyyliin vetyatomit valitsemalla työkalupalkista *Add Hydrogens*.
18. Optimoi rakenne uudelleen.
19. Tarkastele molekyyliä kuten edellisissä harjoitustehtävissä: Molekyylin tarkastelu (kohdat 1.-6.).



**Kysymys 5.** Mitä asioita eri molekyylimallit kuvaavat parhaiten?

- a) rautalankamalli b) pallomalli c) pallotikkumalli

**Kysymys 6.** a) Mikä molekyylimalli on mielestäsi selkein? b) Miksi?

**Kysymys 7.** Mitkä glukoosimolekyylin atomit ovat samassa tasossa?

**Kysymys 8.** Kuinka monella molekyylimallilla olet kuvannut glukoosia tässä harjoituksessa?





## Liite 5. Ohjeita opettajalle harjoitustyön suorittamiseen

### Ohjeita opettajalle harjoitustyön suorittamiseen

#### ***Harjoitustyö***

Harjoitustyö on suunniteltu osana Pro Gradu – tutkielmaani, jonka tarkoitus on kartoittaa perusasteen 9. luokkalaisten kiinnostusta kemiaan ja tietokoneavusteisen molekyylihallinnuksen vaikutusta kiinnostavuuteen. Harjoitustyössä käytetään internetistä ilmaiseksi ladattavaa mallinnusohjelmaa, joka löytyy osoitteesta: <http://www.planaria-software.com/arguslab40.htm> Ohjelma ei ilmeisesti toimi Windows Vistalla, mutta vanhemmilla versioilla; ilmaisohjelman ollessa kyseessä, toimintahäiriöitä saattaa ilmetä. Tällöin auttaa ohjelman uudelleenkäynnistys.

Harjoitustyössä mallinnetaan vesi- ja glukoosimolekyyli. Mallinnusohjelmalla rakennetaan molekyyli atomi kerrallaan ja lopuksi optimoidaan valmiin molekyylin rakenne (mallinnusohjelma korjaa molekyylin rakenteen atomien ominaisuuksien perusteella).

Työohjeesta puuttuu huomio: yksittäisen atomin ollessa valittuna molekyylihallinnusta vaihdettaessa; vain ko. atomi vaihtuu toiseen molekyylihallintaan valitun toiminnon mukaisesti. Painamalla hiiren vasenta nappia mustaan ikkunaan TAI valitsemalla hiirellä keltainen atomi (ohjelman oletusväri valitulle atomille); kun mikään atomeista ei ole keltainen eli valittuna toiminnan kohteeksi, koko molekyyli muuttuu valitun toiminnon mukaisesti.

#### ***Harjoitustyön tavoitteet***

- Tietokoneavusteiseen kokeellisuuteen tutustuminen
- Mallinnusohjelmaan tutustuminen
- Molekyylin ominaisuuksien ja mallinnuksen kertaus
- Aineen rakennetta ja kemiallisia sidoksia kuvaavien käsitteiden ja mallien kertaus
- Työohjeen noudattaminen
- Kiinnostuksen tukeminen kemiaa ja työmenetelmää kohtaan

### ***Yleisiä ohjeita harjoitustyön suorittamiseen***

- Seuraa työohjetta huolellisesti.
- Harjoitustyön aikana kirjataan havainnot ja kysymysten vastaukset työntoontilomakkeeseen.
- Voit jatkaa harjoitustyöhön liittyvien kysymysten vastauksia työntoontilomakkeen toiselle puolelle.
- Harjoitustöiden lopuksi työntoontilomakkeeseen kirjatut vastaukset käydään läpi. Lisää tällöin puutteelliset tiedot. Virheellisten tietojen korjaukset tehdään lomakkeen kääntöpuolelle (mahdolliset virheelliset vastaukset jätetään lomakkeeseen).

### ***Harjoitustyön kysymykset***

#### **HARJOITUSTYÖ 1. VESI**

**Kysymys 1.** Nimeä veden kolme olomuotoa.

**Kysymys 2.** Mikä on veden tieteellinen nimi?

**Kysymys 3.** Mikä on veden a) molekyylikaava b) rakennekaava?

**Kysymys 4.** Miksi molekyyli muuttaa muotoaan, kun sen kolmiulotteinen rakenne optimoidaan?

**Kysymys 5.** Miten molekyyylimallit eroavat toisistaan?

**Kysymys 6.** Kuinka monella erilaisella molekyyylimallilla olet kuvannut vettä tässä harjoituksessa?

**Kysymys 7.** Mitä tarkoittaa molekyyylimalli?

#### **HARJOITUSTYÖ: 2. SOKERI (GLUKOOSI)**

**Kysymys 1:** Mistä sokeri on peräisin?

**Kysymys 2:** Mihin ihminen tarvitsee sokeria?

**Kysymys 3.** Mikä on glukoosin a) molekyylikaava b) rakennekaava?

**Kysymys 4.** Mikä on kuusihiilisen alkaanin nimi?

**Kysymys 5.** Mitä asioita eri molekyyylimallit kuvaavat parhaiten?  
a) rautalankamalli b) pallomalli c) pallotikkumalli

**Kysymys 6.** a) Mikä molekyyylimalli on mielestäsi selkein? b) Miksi?

**Kysymys 7.** Mitkä glukoosimolekyylin atomit ovat samassa tasossa?

**Kysymys 8.** Kuinka monella molekyyylimallilla olet kuvannut glukoosia tässä harjoituksessa?

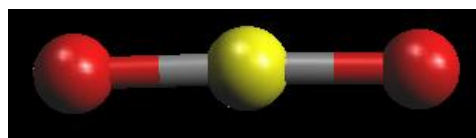
## ***Työselostusohje-suunnitelma lukiotasolle***

1. Tee harjoitustyöstä työselostus työnkoontilomakkeelle, erilliselle paperille tai työvihkoosi.
2. Piirrä ja nimeä (tieteellinen nimi) mallintamasi molekyyli.
3. Kuvaile muutamalla lauseella työn kulku.
4. Harjoitustyöhön liittyy kysymyksiä, joihin pohditaan vastauksia työn edetessä.
5. Analysoi tulosten järkevyyttä: vertaa saamiasi tuloksia (rakennetta) esimerkiksi oppikirjan tietoihin.
6. Kirjaa työselostukseen harjoitustyön kysymysten vastaukset. Voit jatkaa vastausta työselostuksen toiselle puolelle.

## ***Lisäharjoitus***

### **HARJOITUSTYÖ: HENGITYSILMAN HIILIDIOKSIDI**

#### **Hiilidioksidimolekyylin mallintaminen**



1. Avaa uusi työ: *File à New*
2. Valitse työkalupalkista hiirellä *Automatic bonds ON*  
Tällä asetuksella mallinnusohjelma liittää yksittäiset atomit kemiallisella sidoksella molekyyliksi.
3. Valitse atomivalikosta hiiliatomi (C) ja lisää se ikkunaan.
4. Lisää molekyyliin happiatomi (O) valitsemalla se atomivalikosta ja lisäämällä hiiliatomin viereen hiiren oikealla painikkeella.
5. Aktivoi hiiliatomi hiiren vasemmalla painikkeella ja lisää siihen toinen happiatomi (painamalla oikeanpuoleista painiketta hiiliatomin vieressä). Huomioi rakenteen muoto.
6. Optimoi kolmiulotteinen rakenne valitsemalla työkalupalkista: *Clean geometry (Ctrl + G)*.
7. Avautuneeseen *Save a Molecule* – ikkunaan tallenna työ nimellä *hiilidioksidi.agl*
8. Tarkastele molekyyliä kuten edellisessä harjoitustehtävässä.

## Liite 6. Sisältökysymysten jako aihepiireittäin

### **Sisältökysymykset ROSE-tutkimuksen mukaan:**

#### **Kemia (ideaali) (ros1)**

1. Millainen seos on kermavaahto?
8. Miksi taivas näyttää siniseltä?
9. Mitä tarkoittaa hapan ja emäksinen?
10. Miksi kylmän pullon pintaan muodostuu huoneenlämmössä pisaroita?
12. Voiko metalli palaa?
22. Millainen kemiallinen reaktio tuottaa lämpöä?
28. Mikä on rakennekaava?
29. Voiko palamista olla ilman happea?
37. Mitä hyötyä on jaksollisesta järjestelmästä?
38. Miten puun ja raudan palaminen eroavat toisistaan?
42. Miten grafiitti, timantti ja fullereeni liittyvät toisiinsa?
43. Miksi jää kelluu veden päällä?
47. etikan ja leivinjauheen seosastia kylmenee?
49. Mikä on ksylitoli?

#### **Ihminen (ros2)**

2. Miksi yli 42 asteen kuume on vaarallinen?
4. Miksi rasvat ovat ihmiselle tärkeitä?
6. Mitä hengitysilma sisältää?
11. Mistä valkuaisaineet koostuvat ja mihin niitä tarvitaan?
13. Miten ja miksi ihmisen elimistö käyttää sokeria?
17. Mitä yhdisteitä pesuaine sisältää?
19. Miksi raparperin kanssa suositellaan juotavaksi maitoa?
20. Miten kasvit valmistavat sokeria?
24. Mitä hammastahna, deodorantti tai meikit sisältävät?
26. Mitä on otsoni ja mitä vaikutuksia sillä on ihmiselle?
36. Miten entsyymit toimivat elimistössä?
46. Mitä on muurahaishappo?

#### **Tutkimus (ros3)**

5. Mitä tarkoittaa molekyylihallinnus?
7. Miten erotan suolan hiekan seasta?
33. Voiko mustikkamehulla mitata happamuutta?
45. Millainen kromatografiatutkimus?
48. Miten tee tai kahvijuoma valmistetaan?

#### **Teknilliset sovellukset (ros4)**

3. Miten auton katalysaattori toimii?
14. Miten rasvasta tehdään saippuaa?
16. Miten metalliesine hopeoidaan?
18. Mihin denaturoituja alkoholeja käytetään?
21. Miten ruostumista voi estää?
27. Mitä tarkoittaa elektrolyysi?
30. Mitä tarkoittaa vaatteiden kemiallinen pesu?
34. Miten muoveja valmistetaan?
39. Mitkä aineet aiheuttavat ilotulitteiden värit?
40. Miksi hopeakorut tummuvat ja miten ne kiillotetaan?
41. Miten paristo ja akku toimivat?
44. Mitä bensiini on ja miten sitä valmistetaan?
51. Voiko pariston ladata?

## **Tiede ja teknologia yhteiskunnassa (ros5)**

- 15. Miten kasvihuoneilmiö muuttaa elinympäristöämme?
- 23. Mitä tarkoittaa kestävä kehitys?
- 25. Mitä ovat tuoteselosteet ja varoitusmerkit?
- 31. Miksi elohopealämpömittaria ei saa heittää roskeen?
- 32. Mistä vesijohtovesi koostuu?
- 35. Mitä vaikutuksia ilmansaasteilla on?
- 50. Mitä tarkoittaa ongelmajäte?

## **Sisältökysymykset POPSin mukaan:**

### **Ilma ja vesi (ops1)**

#### **Ilmakehän aineet ja niiden merkitys ihmiselle ja luonnon tasapainolle**

- 6. Mitä hengitysilma sisältää?
- 8. Miksi taivas näyttää siniseltä?
- 15. Miten kasvihuoneilmiö muuttaa elinympäristöämme?
- 26. Mitä on otsoni ja mitä vaikutuksia sillä on ihmiselle?
- 35. Mitä vaikutuksia ilmansaasteilla on?

#### **Vesi ja veden ominaisuuksia, kuten happamuus ja emäksisyys:**

- 9. Mitä tarkoittaa hapan ja emäksinen?
- 10. Miksi kylmän pullon pintaan muodostuu huoneenlämmössä pisaroita?
- 32. Mistä vesijohtovesi koostuu?
- 33. Voiko mustikkamehulla mitata happamuutta?
- 43. Miksi jää kelluu veden päällä?

#### **Aineiden paloherkkyys, palamisreaktio, sen kuvaaminen kemian merkkikielellä sekä palamistuotteiden ominaisuudet ja vaikutukset ympäristössä**

- 12. Voiko metalli palaa?
- 21. Miten ruostumista voi estää?
- 25. Mitä ovat tuoteselosteet ja varoitusmerkit?
- 29. Voiko palamista olla ilman happea?
- 38. Miten puun ja raudan palaminen eroavat toisistaan?

### **Raaka-aineet ja tuotteet (ops2)**

#### **Tärkeimmät maankuoresta saatavat alkuaineet ja yhdisteet ja niiden ominaisuuksia sekä tuotteiden valmistus, käyttö, riittävyys ja kierrätettävyys**

- 23. Mitä tarkoittaa kestävä kehitys?
- 31. Miksi elohopealämpömittaria ei saa heittää roskeen?
- 39. Mitkä aineet aiheuttavat ilotulitteiden värit?
- 40. Miksi hopeakorut tummuvat ja miten ne kiillotetaan?
- 50. Mitä tarkoittaa ongelmajäte?

#### **Sähkökemiallisia ilmiöitä, sähköpari, elektrolyysi ja niiden sovellukset**

- 16. Miten metalliesine hopeoidaan?
- 27. Mitä tarkoittaa elektrolyysi?
- 41. Miten paristo ja akku toimivat?
- 51. Voiko pariston ladata?

### **Alkuaineiden ja yhdisteiden merkitseminen, luokittelu ja erottaminen sekä reaktionopeuksien vertailu**

1. Millainen seos on kermavaahto?
7. Miten erotan suolan hiekan seasta?
45. Millainen kromatografiatutkimus?
48. Miten tee tai kahvi juoma valmistetaan?

### **Reaktioyhtälöiden tulkitseminen sekä yksinkertaisten reaktioyhtälöiden tasapainottaminen**

3. Miten auton katalysaattori toimii?
22. Millainen kemiallinen reaktio tuottaa lämpöä?
36. Miten entsyymit toimivat elimistössä?
47. Miksi etikan ja leivinjauheen seosastia kylmenee?

### **Alkuaineiden ja yhdisteiden ominaisuuksien ja rakenteiden selittäminen atomimallin tai jaksollisen järjestelmän avulla**

5. Mitä tarkoittaa molekyyli mallinnus?
28. Mikä on rakennekaava?
37. Mitä hyötyä on jaksollisesta järjestelmästä?
42. Miten grafiitti, timantti ja fullereeni liittyvät toisiinsa?

### **Elollinen luonto ja yhteiskunta (ops3)**

#### **Fotosynteesi ja palaminen, energialähteet**

13. Miten ja miksi ihmisen elimistö käyttää sokeria?
20. Miten kasvit valmistavat sokeria?

#### **Orgaanisten yhdisteiden hapettumisreaktioita ja reaktiotuotteita, kuten alkoholit ja karboksyylihapot sekä niiden ominaisuudet ja käyttö**

18. Mihin denaturoituja alkoholeja käytetään?
19. Miksi raparperin kanssa suositellaan juotavaksi maitoa?
46. Mitä on muurahaihappo?
49. Mikä on ksylitoli?

#### **Hiilivedyt, öljynjalostusteollisuus ja sen tuotteita**

34. Miten muoveja valmistetaan?
44. Mitä bensiini on ja miten sitä valmistetaan?

#### **Hiilihydraatit, valkuaisaineet, rasvat, niiden koostumus ja merkitys ravintoaineina sekä teollisuuden raaka-aineina**

2. Miksi yli 42 asteen kuume on vaarallinen?
4. Miksi rasvat ovat ihmiselle tärkeitä?
11. Mistä valkuaisaineet koostuvat ja mihin niitä tarvitaan?
14. Miten rasvasta tehdään saippuaa?

#### **Pesu- ja kosmeettiset aineet ja tekstiilit**

17. Mitä yhdisteitä pesuaine sisältää?
24. Mitä hammastahna, deodorantti tai meikit sisältävät?
30. Mitä tarkoittaa vaatteiden kemiallinen pesu?

Liite 7. Kemian kiinnostavuus

Taulukko 1. ”Olen kiinnostunut kemiasta”

O1K2	Frekvenssi	Prosentti- osuus	Prosentti vastanneista
Täysin eri mieltä	10	8,5	8,9
Hieman eri mieltä	45	38,5	40,2
Melko samaa mieltä	47	40,2	42,0
Täysin samaa mieltä	10	8,5	8,9
Vastauksia yhteensä	112	95,7	100,0
Puuttuva tieto	5	4,3	
Vastaaajia yhteensä	117	100,0	

Taulukko 2. ”Olen kiinnostuneempi kemiasta kuin muista oppiaineista”

O1K3	Frekvenssi	Prosentti- osuus	Prosentti vastanneista
Täysin eri mieltä	35	29,9	31,5
Hieman eri mieltä	54	46,2	48,6
Melko samaa mieltä	21	17,9	18,9
Täysin samaa mieltä	1	0,9	0,9
Vastauksia yhteensä	111	94,9	100,0
Puuttuva tieto	6	5,1	
Vastaaajia yhteensä	117	100,0	

Liite 8. Kemian kiinnostavuus aihealueittain

Taulukko 1. Kemian kiinnostavuus aihealueittain

	ops1	ops2	ops3	ros1	ros2	ros3	ros4	ros5
Keskiarvo	2,1954	2,0014	2,0682	2,0019	2,1263	1,8783	2,0952	<b>2,2580</b>
Keskihajonta	0,63563	0,62808	0,55607	0,62362	0,62959	0,64230	0,61753	0,70213

Taulukko 2. Aihekokonaisuuksien kiinnostavuuden frekvenssiosuudet

Aihekokonaisuus	Ei kiinnosta ( f-% > 1,5 )	Kiinnostaa ( 1,5 > f-% > 4 )
<b>Ilma ja vesi (ops1)</b>	<b>13,7</b>	<b>86,3</b>
Raaka-aineet ja tuotteet (ops2)	22,2	77,8
Elollinen luonto ja yhteiskunta (ops3)	14,5	85,5
Kemia (ideaali) (ros1)	21,4	78,6
<b>Ihminen (ros2)</b>	<b>13,7</b>	<b>86,3</b>
<i>Tutkimus (ros3)</i>	28,2	71,8
Teknilliset sovellukset (ros4)	17,9	82,1
Yhteiskunta ja elinympäristö (ros5)	15,4	84,6



Liite 9. Kemian kysymysten kiinnostavuus

Taulukko 1. Kiinnostus aihealueen Kemia (ideaali) (ros1) kysymyksiin

Kysymys	Keskiarvo	Keskihajonta
1. Millainen seos on kermavaahto?	1,79	0,814
8. Miksi taivas näyttää siniseltä?	2,57	1,039
9. Mitä tarkoittaa hapan ja emäksinen?	1,96	0,872
10. Miksi kylmän pullon pintaan muodostuu huoneenlämmössä pisaroita?	2,06	0,907
12. Voiko metalli palaa?	2,10	0,932
22. Millainen kemiallinen reaktio tuottaa lämpöä?	2,03	0,907
<b>28. Mikä on rakennekaava?</b>	<b>1,68</b>	0,897
29. Voiko palamista olla ilman happea?	1,98	0,942
37. Mitä hyötyä on jaksollisesta järjestelmästä?	1,90	0,977
38. Miten puun ja raudan palaminen eroavat toisistaan?	1,86	0,913
42. Miten grafiitti, timantti ja fullereeni liittyvät toisiinsa?	2,00	0,869
43. Miksi jää kelluu veden päällä?	2,10	0,902
47. Miksi etikan ja leivinjauheen seosastia kylmenee?	1,84	0,884
49. Mikä on ksylitoli?	2,12	0,909

Taulukko 2. Kiinnostus aihealueen Ihminen (ros2) kysymyksiin

Kysymys	Keskiarvo	Keskihajonta
<b>2. Miksi yli 42 asteen kuume on vaarallinen?</b>	<b>2,77</b>	0,816
4. Miksi rasvat ovat ihmiselle tärkeitä?	2,17	0,857
6. Mitä hengitysilma sisältää?	2,22	0,943
11. Mistä valkuaisaineet koostuvat ja mihin niitä tarvitaan?	1,98	0,932
13. Miten ja miksi ihmisen elimistö käyttää sokeria?	2,10	0,932
17. Mitä yhdisteitä pesuaine sisältää?	1,68	0,849
19. Miksi raparperin kanssa suositellaan juotavaksi maitoa?	2,14	0,954
20. Miten kasvit valmistavat sokeria?	1,85	0,823
24. Mitä hammastahna, deodorantti tai meikit sisältävät?	2,41	1,038
26. Mitä on otsoni ja mitä vaikutuksia sillä on ihmiselle?	2,37	0,958
36. Miten entsyymit toimivat elimistössä?	1,94	0,967
46. Mitä on muurahaishappo?	1,74	0,770

Taulukko 3. Kiinnostus aihealueen Tutkimus (ros3) kysymyksiin

Kysymys	Keskiarvo	Keskihajonta
<b>5. Mitä tarkoittaa molekyylimallinnus?</b>	<b>1,63</b>	0,880
7. Miten erotan suolan hiekan seasta?	2,01	0,909
33. Voiko mustikkamehulla mitata happamuutta?	1,74	0,825
45. Millainen kromatografiatutkimus?	1,74	0,928
48. Miten tee tai kahvi juoma valmistetaan?	2,23	0,999

Taulukko 4. Kiinnostus aihealueen Teknilliset sovellukset (ros4) kysymyksiin

Kysymys	Keskiarvo	Keskihajonta
3. Miten auton katalysaattori toimii?	1,92	1,038
14. Miten rasvasta tehdään saippuaa?	2,16	0,991
16. Miten metalliesine hopeoidaan?	2,19	1,025
18. Mihin denaturoituja alkoholeja käytetään?	1,93	0,885
21. Miten ruostumista voi estää?	2,32	1,000
27. Mitä tarkoittaa elektrolyysi?	1,75	0,957
30. Mitä tarkoittaa vaatteiden kemiallinen pesu?	1,92	0,822
34. Miten muoveja valmistetaan?	1,85	0,854
39. Mitkä aineet aiheuttavat iletulitteiden värit?	2,69	1,012
40. Miksi hopeakorut tummuvat ja miten ne kiillotetaan?	2,34	0,960
41. Miten paristo ja akku toimivat?	1,96	0,949
44. Mitä bensiini on ja miten sitä valmistetaan?	2,01	0,955
51. Voiko pariston ladata?	2,11	0,962

Taulukko 5. Kiinnostus aihealueen Yhteiskunta ja elinympäristö (ros5) kysymyksiin

Kysymys	Keskiarvo	Keskihajonta
15. Miten kasvihuoneilmiö muuttaa elinympäristöämme?	2,74	1,078
23. Mitä tarkoittaa kestävä kehitys?	1,90	0,878
25. Mitä ovat tuoteselosteet ja varoitusmerkit?	2,27	0,949
31. Miksi elohopealämpömittaria ei saa heittää roskeen?	2,22	0,842
32. Mistä vesijohtovesi koostuu?	2,21	0,937
35. Mitä vaikutuksia ilmansaasteilla on?	2,40	1,009
50. Mitä tarkoittaa ongelmajäte?	2,05	0,950

Taulukko 6. Kiinnostus aihealueen ”Ilma ja vesi” (ops1) kysymyksiin

Kysymys	Ka	s
6. Mitä hengitysilma sisältää?	2,22	0,943
8. Miksi taivas näyttää siniseltä?	2,57	1,039
9. Mitä tarkoittaa hapan ja emäksinen?	1,96	0,872
10. Miksi kylmän pullon pintaan muodostuu huoneenlämmössä pisaroita?	2,06	0,907
12. Voiko metalli palaa?	2,10	0,932
15. Miten kasvihuoneilmiö muuttaa elinympäristöämme?	2,74	1,078
21. Miten ruostumista voi estää?	2,32	1,000
25. Mitä ovat tuoteselosteet ja varoitusmerkit?	2,27	0,949
26. Mitä on otsoni ja mitä vaikutuksia sillä on ihmiselle?	2,37	0,958
29. Voiko palamista olla ilman happea?	1,98	0,942
32. Mistä vesijohtovesi koostuu?	2,21	0,937
33. Voiko mustikkamehulla mitata happamuutta?	1,74	0,825
35. Mitä vaikutuksia ilmansaasteilla on?	2,40	1,009
38. Miten puun ja raudan palaminen eroavat toisistaan?	1,86	0,913
43. Miksi jää kelluu veden päällä?	2,10	0,902

Taulukko 7. Kiinnostus aihealueen Raaka-aineet ja tuotteet (ops2) kysymyksiin

Kysymys	Keskiarvo	Keskihajonta
1. Millainen seos on kermavaahto?	1,79	0,814
3. Miten auton katalysaattori toimii?	1,92	1,038
5. Mitä tarkoittaa molekyylihallinnus?	1,63	0,880
7. Miten erotan suolan hiekan seasta?	2,01	0,909
16. Miten metalliesine hopeoidaan?	2,19	1,025
22. Millainen kemiallinen reaktio tuottaa lämpöä?	2,03	0,907
23. Mitä tarkoittaa kestävä kehitys?	1,90	0,878
27. Mitä tarkoittaa elektrolyysi?	1,75	0,957
28. Mikä on rakennekaava?	1,68	0,897
31. Miksi elohopealämpömittaria ei saa heittää roskeen?	2,22	0,842
36. Miten entsyymit toimivat elimistössä?	1,94	0,967
37. Mitä hyötyä on jaksollisesta järjestelmästä?	1,90	0,977
39. Mitkä aineet aiheuttavat ilotulitteiden värit?	2,69	1,012
40. Miksi hopeakorut tummuvat ja miten ne kiillotetaan?	2,34	0,960
41. Miten paristo ja akku toimivat?	1,96	0,949
42. Miten grafiitti, timantti ja fullereeni liittyvät toisiinsa?	2,00	0,869
45. Millainen kromatografiatutkimus?	1,74	0,928
47. Miksi etikan ja leivinjauheen seosastia kylmenee?	1,84	0,884
48. Miten tee tai kahvi juoma valmistetaan?	2,23	0,999
50. Mitä tarkoittaa ongelmajäte?	2,05	0,950
51. Voiko pariston ladata?	2,11	0,962

Taulukko 8. Kiinnostus aihealueen Elollinen luonto ja yhteiskunta (ops3) kysymyksiin

Kysymys	Keskiarvo	Keskihajonta
2. Miksi yli 42 asteen kuume on vaarallinen?	2,77	0,816
4. Miksi rasvat ovat ihmiselle tärkeitä?	2,17	0,857
11. Mistä valkuaisaineet koostuvat ja mihin niitä tarvitaan?	1,98	0,932
13. Miten ja miksi ihmisen elimistö käyttää sokeria?	2,10	0,932
14. Miten rasvasta tehdään saippuaa?	2,16	0,991
17. Mitä yhdisteitä pesuaine sisältää?	1,68	0,849
18. Mihin denaturoituja alkoholeja käytetään?	1,93	0,885
19. Miksi raparperin kanssa suositellaan juotavaksi maitoa?	2,14	0,954
20. Miten kasvit valmistavat sokeria?	1,85	0,823
24. Mitä hammastahna, deodorantti tai meikit sisältävät?	2,41	1,038
30. Mitä tarkoittaa vaatteiden kemiallinen pesu?	1,92	0,822
34. Miten muoveja valmistetaan?	1,85	0,854
44. Mitä bensiini on ja miten sitä valmistetaan?	2,01	0,955
46. Mitä on muurahaishappo?	1,74	0,770
49. Mikä on ksylitoli?	2,12	0,909

Liite 10. Työtapojen kiinnostavuus

Kuinka kiinnostavia mielestäsi ovat seuraavat tavat työskennellä kemian tunneilla?

	O3K1	O3K2	O3K3	O3K4	O3K5	O3K6	O3K7	O3K8	O3K9	O3K10
Vastauksia	117	117	115	116	115	116	117	108	115	87
Puuttuvia vastauksia	0	0	2	1	2	1	0	9	2	30
Keskiarvo	2,22	<b>3,07</b>	2,86	1,88	2,38	1,65	1,61	2,43	2,38	1,91
Keskihajonta	0,892	0,763	0,887	0,997	1,005	0,826	0,809	0,988	0,960	0,871

	O3 K11	O3 K12	O3 K13	O3 K14	O3 K15	O3 K16	O3 K17	O3 K18	O3 K19	O3 K20	O3 K21
Vastauksia	114	112	113	115	116	113	114	115	116	115	115
Puuttuvia vastauksia	3	5	4	2	1	4	3	2	1	2	2
Keskiarvo	2,11	1,84	1,95	2,21	2,34	<b>2,67</b>	<b>2,80</b>	<b>2,90</b>	<b>2,66</b>	2,41	<b>2,69</b>
Keskihajonta	0,817	0,800	0,811	1,128	0,952	0,995	0,952	0,946	1,039	1,034	1,150

Tietokoneavusteinen mallinnus

<b>O3K8</b>		Frequency	Percent	Valid Percent
Valid	Ei lainkaan kiinnostavaa	20	17,1	18,5
	Hieman kiinnostavaa	41	35,0	38,0
	Melko paljon kiinnostavaa	28	23,9	25,9
	Erittäin paljon kiinnostavaa	19	16,2	17,6
	Total	108	92,3	100,0
Missing	En ymmärrä kysymystä	9	7,7	
Total		117	100,0	

Mallintaminen

<b>O3K10</b>		Frequency	Percent	Valid Percent
Valid	Ei lainkaan kiinnostavaa	32	27,4	36,8
	Hieman kiinnostavaa	36	30,8	41,4
	Melko paljon kiinnostavaa	14	12,0	16,1
	Erittäin paljon kiinnostavaa	5	4,3	5,7
	Total	87	74,4	100,0
Missing	En ymmärrä kysymystä	30	25,6	
Total		117	100,0	

Opettajan näyttämät kokeellisten työt

<b>O3K16</b>		Frequency	Percent	Valid Percent
Valid	Ei lainkaan kiinnostavaa	15	12,8	13,3
	Hieman kiinnostavaa	35	29,9	31,0
	Melko paljon kiinnostavaa	35	29,9	31,0
	Erittäin paljon kiinnostavaa	28	23,9	24,8
	Total	113	96,6	100,0
Missing	En ymmärrä kysymystä	4	3,4	
Total		117	100,0	

Oppilaiden tekemät kokeelliset työt

<b>O3K17</b>		Frequency	Percent	Valid Percent
Valid	Ei lainkaan kiinnostavaa	10	8,5	8,8
	Hieman kiinnostavaa	35	29,9	30,7
	Melko paljon kiinnostavaa	37	31,6	32,5
	Erittäin paljon kiinnostavaa	32	27,4	28,1
	Total	114	97,4	100,0
Missing	En ymmärrä kysymystä	3	2,6	
Total		117	100,0	

Työskentely tietokoneiden avulla

<b>O3K18</b>		Frequency	Percent	Valid Percent
Valid	Ei lainkaan kiinnostavaa	8	6,8	7,0
	Hieman kiinnostavaa	33	28,2	28,7
	Melko paljon kiinnostavaa	36	30,8	31,3
	Erittäin paljon kiinnostavaa	38	32,5	33,0
	Total	115	98,3	100,0
Missing	En ymmärrä kysymystä	2	1,7	
Total		117	100,0	

Liite 11. Työtapojen sisällönanalyysi (osio III, kysymys 22)

Yhteensä 117 kpl vastaajia, joista tyhjiä 110 kpl (94 %).  
Vastauksia 7kpl, joista 3kpl kysymykseen vastaavia (2,6 %).

**Luokka 1: Esimerkit ja konkreettisuus: 1kpl**

ID 108 Sukupuoli: tyttö Vastauksen koodiarvo 4 (Erittäin kiinnostavaa)  
*Aiheeseen tutustuminen esimerkkien avulla.*  
Vastaaja kiinnostunut useimmista työtavoista.

**Luokka 2: Kokeet (tentit): 1kpl**

ID 52 Sukupuoli: tyttö Vastauksen koodiarvo 4 (Erittäin kiinnostavaa)  
*Kokeiden tekeminen.*  
Vastaaja ”hieman kiinnostunut (2)” kokeellisista työtavoista.

**Luokka 3: Näyttävä kokeellisuus: 1kpl**

ID 83 Sukupuoli: poika Vastauksen koodiarvo 4 (Erittäin kiinnostavaa)  
*Räjätetään juttuja.*  
Vastaaja kiinnostunut useimmista työtavoista.

**Luokka 4: Vastaus kuvastaa asennetta koulua, kemian opiskelua, oppitunteja tai tutkimukseen vastaamista kohtaan, kertomatta oppitunnilla käytettävän työtavan kiinnostavuudesta:** yhteensä 4 kpl, joista 3kpl negatiivista ja yksi positiivista asennetta kuvaavia:

ID 47 Sukupuoli: poika Vastauksen koodiarvo 4 (Erittäin kiinnostavaa)  
*Kotona oleminen.*

ID 49 Sukupuoli: tyttö Vastauksen koodiarvo 4 (Erittäin kiinnostavaa)  
*Nukkuminen.*

ID 85 Sukupuoli: poika Vastauksen koodiarvo 4 (Erittäin kiinnostavaa)  
*Opettajalle vittuilu.*

ID 109 Sukupuoli: tyttö Vastauksen koodiarvo 4 (Erittäin kiinnostavaa)  
*Emt. Luen ite aika paljon himassa, mut eihän sitä lasketa.*  
Vastaaja ”melko paljon kiinnostunut (3)” oppikirjan lukemisesta tunnilla.

**Luokka 5: Tyhjät vastaukset: 110kpl**

Liite 12. Harjoitustyön kiinnostavuus

Kuinka kiinnostavia mielestäsi ovat seuraavat tavat työskennellä kemian tunneilla?

	O4K1	O4K2	O4K3	O4K4	O4K5	O4K6	O4K7	O4K8	O4K9
Valid	118	118	118	118	118	118	118	118	118
Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean	2,92	2,30	2,75	2,47	2,46	2,62	2,32	2,71	2,17
Std. Deviation	0,829	0,743	0,808	0,824	0,823	0,876	0,836	0,925	0,799

Kuinka kiinnostavia olivat seuraavat asiat veden ja sokerin mallinnuksen harjoitustöissä?

	O5K1	O5K2	O5K3	O5K4	O5K5	O5K6	O5K7	O5K8	O5K9
Valid	118	118	118	118	118	117	118	118	117
Missing	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Mean	2,03	1,97	2,20	2,11	1,88	1,67	2,22	2,27	1,90
Std. Deviation	0,891	0,842	0,939	0,913	0,879	0,799	0,869	0,903	0,875

Työskentely tietokoneiden avulla kiinnostaa enemmän kuin muut työtavat

<b>O4K1</b>	Frequency	Percent	Valid Percent
Täysin eri mieltä	4	3,4	3,4
Hieman eri mieltä	33	28,0	28,0
Melko samaa mieltä	49	41,5	41,5
Täysin samaa mieltä	32	27,1	27,1
Total	118	100,0	100,0

Mallintaminen kiinnostaa enemmän kuin muut työtavat

<b>O4K2</b>	Frequency	Percent	Valid Percent
Täysin eri mieltä	15	12,7	12,7
Hieman eri mieltä	58	49,2	49,2
Melko samaa mieltä	40	33,9	33,9
Täysin samaa mieltä	5	4,2	4,2
Total	118	100,0	100,0

Kokeelliset työtavat kiinnostavat enemmän kuin muut työtavat

<b>O4K3</b>	Frequency	Percent	Valid Percent
Täysin eri mieltä	9	7,6	7,6
Hieman eri mieltä	30	25,4	25,4
Melko samaa mieltä	61	51,7	51,7
Täysin samaa mieltä	18	15,3	15,3
Total	118	100,0	100,0

Tietokoneavusteinen mallinnus kiinnostaa enemmän kuin muut työtavat

<b>O4K4</b>	Frequency	Percent	Valid Percent
Täysin eri mieltä	12	10,2	10,2
Hieman eri mieltä	52	44,1	44,1
Melko samaa mieltä	41	34,7	34,7
Täysin samaa mieltä	13	11,0	11,0
Total	118	100,0	100,0

Opettajan näyttämät kokeellisten työt

<b>O4K5</b>	Frequency	Percent	Valid Percent
Ei lainkaan kiinnostavaa	15	12,7	12,7
Hieman kiinnostavaa	44	37,3	37,3
Melko paljon kiinnostavaa	49	41,5	41,5
Erittäin paljon kiinnostavaa	10	8,5	8,5
Total	118	100,0	100,0

Oppilaiden tekemät kokeelliset työt

<b>O4K6</b>	Frequency	Percent	Valid Percent
Ei lainkaan kiinnostavaa	11	9,3	9,3
Hieman kiinnostavaa	43	36,4	36,4
Melko paljon kiinnostavaa	44	37,3	37,3
Erittäin paljon kiinnostavaa	20	16,9	16,9
Total	118	100,0	100,0

Tietokoneavusteinen mallinnus

<b>O4K7</b>	Frequency	Percent	Valid Percent
Ei lainkaan kiinnostavaa	20	16,9	16,9
Hieman kiinnostavaa	48	40,7	40,7
Melko paljon kiinnostavaa	42	35,6	35,6
Erittäin paljon kiinnostavaa	8	6,8	6,8
Total	118	100,0	100,0

Työskentely tietokoneiden avulla

<b>O4K8</b>	Frequency	Percent	Valid Percent
Ei lainkaan kiinnostavaa	12	10,2	10,2
Hieman kiinnostavaa	36	30,5	30,5
Melko paljon kiinnostavaa	44	37,3	37,3
Erittäin paljon kiinnostavaa	26	22,0	22,0
Total	118	100,0	100,0



Mallintaminen

<b>O4K9</b>	Frequency	Percent	Valid Percent
Ei lainkaan kiinnostavaa	23	19,5	19,5
Hieman kiinnostavaa	58	49,2	49,2
Melko paljon kiinnostavaa	31	26,3	26,3
Erittäin paljon kiinnostavaa	6	5,1	5,1
Total	118	100,0	100,0

Vesimolekyylin rakentaminen

<b>O5K1</b>	Frequency	Percent	Valid Percent
Ei lainkaan kiinnostavaa	39	33,1	33,1
Hieman kiinnostavaa	43	36,4	36,4
Melko paljon kiinnostavaa	30	25,4	25,4
Erittäin paljon kiinnostavaa	6	5,1	5,1
Total	118	100,0	100,0

Vesimolekyylin tarkastelu

<b>O5K2</b>	Frequency	Percent	Valid Percent
Ei lainkaan kiinnostavaa	37	31,4	31,4
Hieman kiinnostavaa	53	44,9	44,9
Melko paljon kiinnostavaa	22	18,6	18,6
Erittäin paljon kiinnostavaa	6	5,1	5,1
Total	118	100,0	100,0

Glukoosimolekyylin rakentaminen

<b>O5K3</b>	Frequency	Percent	Valid Percent
Ei lainkaan kiinnostavaa	32	27,1	27,1
Hieman kiinnostavaa	40	33,9	33,9
Melko paljon kiinnostavaa	36	30,5	30,5
Erittäin paljon kiinnostavaa	10	8,5	8,5
Total	118	100,0	100,0

Glukoosimolekyylin tarkastelu

<b>O5K4</b>	Frequency	Percent	Valid Percent
Ei lainkaan kiinnostavaa	34	28,8	28,8
Hieman kiinnostavaa	46	39,0	39,0
Melko paljon kiinnostavaa	29	24,6	24,6
Erittäin paljon kiinnostavaa	9	7,6	7,6
Total	118	100,0	100,0

Kysymyksiin vastaaminen

<b>O5K5</b>	Frequency	Percent	Valid Percent
Valid Ei lainkaan kiinnostavaa	47	39,8	39,8
Hieman kiinnostavaa	44	37,3	37,3
Melko paljon kiinnostavaa	21	17,8	17,8
Erittäin paljon kiinnostavaa	6	5,1	5,1
Total	118	100,0	100,0

Työnkoontilomakkeen täyttäminen

<b>O5K6</b>	Frequency	Percent	Valid Percent
Ei lainkaan kiinnostavaa	58	49,2	49,6
Hieman kiinnostavaa	45	38,1	38,5
Melko paljon kiinnostavaa	9	7,6	7,7
Erittäin paljon kiinnostavaa	5	4,2	4,3
Total	117	99,2	100,0
puuttuva tieto	1	,8	
Total	118	100,0	

Pallotikkumalli <b>O5K7</b>	Frequency	Percent	Valid Percent
Ei lainkaan kiinnostavaa	27	22,9	22,9
Hieman kiinnostavaa	45	38,1	38,1
Melko paljon kiinnostavaa	39	33,1	33,1
Erittäin paljon kiinnostavaa	7	5,9	5,9
Total	118	100,0	100,0

Pallomalli <b>O5K8</b>	Frequency	Percent	Valid Percent
Ei lainkaan kiinnostavaa	25	21,2	21,2
Hieman kiinnostavaa	47	39,8	39,8
Melko paljon kiinnostavaa	35	29,7	29,7
Erittäin paljon kiinnostavaa	11	9,3	9,3
Total	118	100,0	100,0

Rautalankamalli <b>O5K9</b>	Frequency	Percent	Valid Percent
Ei lainkaan kiinnostavaa	44	37,3	37,6
Hieman kiinnostavaa	48	40,7	41,0
Melko paljon kiinnostavaa	18	15,3	15,4
Erittäin paljon kiinnostavaa	7	5,9	6,0
Total	117	99,2	100,0
puuttuva tieto	1	,8	
Total	118	100,0	

Liite 13. Harjoitustyön sisällönanalyysi osio VI, kysymykset 10 ja 11

Yhteensä 118 kpl vastaajia, joista tyhjiä 7 kpl (5,9%), eli vastanneita 111.  
Luokkiin lueteltu vastauslomakkeiden vastaukset lomakenumeroinnin mukaan.

**Kysymys 10. A) Mikä harjoitustyössä oli kiinnostavaa?**

<b>Luokka 1.1A: Työskentely tietokoneella: 14kpl</b>	<b>12,6 %</b>
Luokka 2A: Tietokoneella työskentely: 2,8,16,22,24,25,35,36,38,47,53,62,76,91 = 14kpl	
<b>Luokka 1.2A: Tietokoneavusteinen mallinnus: 34kpl</b>	<b>30,6%</b>
Luokka 1A: Mallinnus tietokoneella: 1,21,26 = 3kpl	
Luokka 6A: Molekyylin rakentaminen tietokoneella: 6,19,23,31,39,63,100 = 7kpl	
Luokka 10A: Arguslab: 14,25,27,78,80,94,104 = 7kpl	
Luokka 11A: Arguslabin ominaisuuksien kokeilu: 15,106 = 2kpl	
Luokka 12A: Pallomalli: 15,16,24,105,108,109,111 = 7kpl	
Luokka 14A: Harjoitustyö 2: 28,87 = 2kpl	
Luokka 15A: Glukoosin tekeminen:33,34 = 2kpl	
Luokka 18A: Ensimmäinen:70 = 1kpl	
Luokka 19A: Vesimolekyylin tekeminen: 75,83 = 2kpl	
Luokka 23A: Hauskat molekyylit: 107 = 1kpl	
<b>Luokka 1.3A: Mallinnus: 38kpl</b>	<b>34,2%</b>
Luokka 3A: Molekyyliä rakentaminen: 3,20,32,49,55,64,65,66,73,77,80,81,88,89,92,96,98,101,106 = 19kpl	
Luokka 5A: Mallinnus: 5,17,18,27,40,58,71,72,86,91,97,98 = 12kpl	
Luokka 13A: Mallien vertailu/tarkastelu: 20,29,79,80,95,99 = 6kpl	
Luokka 25A: Molekyyliä tutkiminen: 117 = 1kpl	
<b>Luokka 1.4A: Harjoitustyön kysymykset: 2kpl</b>	<b>1,8%</b>
Luokka 4A: Kysymyksiin vastaaminen: 4,63 = 2kpl	
<b>Luokka 1.5A: Vaihtelu: 4kpl</b>	<b>3,6%</b>
Luokka 7A: Vaihtelu: 9,77,79,103 = 4kpl	
<b>Luokka 1.6A: Kaikki oli kiinnostavaa: 3kpl</b>	<b>2,7%</b>
Luokka 8A: Kaikki: 10,12,67 = 3kpl	
<b>Luokka 1.7A: Oppiminen: 4kpl</b>	<b>3,6%</b>
Luokka 20A: Oppiminen: 83,84,85 = 3kpl	
Luokka 21A: ”Kaavojen” (h <sub>2</sub> o) näkeminen graafisesti: 90 = 1kpl	
<b>Luokka 1.8A: Oheistoiminta/ harjoitustyöhön liittymätön asia: 4kpl</b>	<b>3,6%</b>
Luokka 16A: Internetin käyttömahdollisuus: 37 = 1kpl	
Luokka 17A: Kemia kiinnostavampaa, kuin edellisen tunnin aine:43,45 = 2kpl	
Luokka 22A: Musiikit tietokoneella: 107 = 1kpl	
<b>Luokka 1.9A: Mikään ei ollut kiinnostavaa: 21kpl</b>	<b>18,9%</b>
Luokka 9A: Ei mikään: 11,13,30,41,42,44,45,46,50,51,52,54,56,59,60,61,69,74,82,113,116: 21	

### Kysymys 10. B) Miksi?

<b>Luokka 1.1B: Uutuus: 7kpl</b>	<b>6,3 %</b>
Luokka 1B: Ei ennen mallintanut tietokoneella: 1,19,21,91, = <b>4kpl</b>	
Luokka 8B: Arguslab oli jännittävä tai uusi/hyvä: 14,25,78= <b>3kpl</b>	
<b>Luokka 1.2B: Vaihtelu: 62kpl</b>	<b>55,9%</b>
Luokka 5B: Vaihtelu: 9,24,27,63,64,65,79,86,97,103= <b>10kpl</b>	
Luokka 9B: Tietokonetyöskentely kiinnostaa, koska se on harvinaista: 22= <b>1kpl</b>	
Luokka 11B: Tietokonemallinnus kiinnostaa, koska se on harvinaista: 29= <b>1kpl</b>	
Luokka 12B: Aiemmin kirjoitettu käsin:31, = <b>1kpl</b>	
<b>Luokka 1.3B: Tietokoneet kiinnostavia: 12kpl</b>	<b>10,8%</b>
Luokka 2B: Tietokoneella työskentely kiinnostaa/ on kivaa: 2,8,25,35,36,38,40,53,80,88, = <b>10kpl</b>	
Luokka 4B: Kiinnostavampaa kuin käsin mallintaminen: 6,103= <b>2kpl</b>	
<b>Luokka 1.4B: Mallinnus kiinnostavaa: 10kpl</b>	<b>9,0%</b>
Luokka 3B: Mallinnus on hauskaa, jännittävää, kiinnostavaa: 5,20,62,71,72,73,90,91,94= <b>10 kpl</b>	
<b>Luokka 1.5B: Hauskuus: 14kpl</b>	<b>12,6%</b>
Luokka 6B: Hauskaa, jännittävää, hupsua, mukavaa: 10,12,15,23,26,32,49,65,80,92,100,104,106,109= <b>14kpl</b>	
<b>Luokka 1.6B: Vaikeus: 1kpl</b>	<b>1%</b>
Luokka 7B: Ei oppinut, eikä ymmärtänyt: 11, = <b>1kpl</b>	
<b>Luokka 1.7B: Helppous: 3kpl</b>	<b>2,7%</b>
Luokka 10B: Helppoa/selkeää: 27,70,87= <b>3kpl</b>	
<b>Luokka 1.8B: Itse tekeminen ja oppiminen: 8kpl</b>	<b>7,2%</b>
Luokka 13B: Sai tarkastella lopputulosta:34,58,79= <b>3kpl</b>	
Luokka 15B: Saa itse tehdä:55, = <b>1kpl</b>	
Luokka 16B: Oppi uutta: 84,85,99,108= <b>4kpl</b>	
<b>Luokka 1.9B: Oheistoiminta: 1kpl</b>	<b>1%</b>
Luokka 14B: Mahdollisuus käyttää internetiä vapaasti: 37= <b>1kpl</b>	

**Kysymys 11. A) Mikä harjoitustyössä ei ollut kiinnostavaa**

<b>Luokka 1.1C: Työskentely tietokoneella: 1kpl</b>	<b>1 %</b>
Luokka 20C: Tietokoneen käyttäminen: 103= 1kpl	
<b>Luokka 1.2C: Tietokoneavusteinen mallinnus: 15kpl</b>	<b>13,5%</b>
Luokka 2C: Arguslab: 2,71,72= 3kpl	
Luokka 8C: Rautalankamalli:31,75,87, = 3kpl	
Luokka 14C: Eri mallien kokeilu/tarkastelu:58,79,83,84,85,97,117= 7kpl	
Luokka 15C: Viimeinen:70, = 1kpl	
Luokka 16C: Vesi:90= 1kpl	
<b>Luokka 1.3C: Harjoitustyön kysymykset: 21kpl</b>	<b>18,9 %</b>
Luokka 1C: Kysymykset ja niihin vastaaminen: 1,3,5,6,16,20,21,23,26,33,34,40,77,80,95,100,104,107,108,109,115= 21kpl	
<b>Luokka 1.4C: Työnkoontilomake: 13kpl</b>	<b>11,7%</b>
Luokka 3C: Työnkoontilomakkeen täyttäminen: 4,25,26,27,55,64,65,76,78,88, = 10kpl	
Luokka 17C: Monisteet:92, = 1kpl	
Luokka 18C: Kirjoittaminen:96,114, = 2kpl	
<b>Luokka 1.5C: Vaikeus tai etenemisnopeus: 8kpl</b>	<b>7,2%</b>
Luokka 6C: Liiat nappulat: 24= 1kpl	
Luokka 7C: Opettaja puhui paljon: 25, = 1kpl	
Luokka 9C: Monimutkaisuus, nopeasti eteneminen:32,98, =2 kpl	
Luokka 11C: Ajan puute, harjoituksen pituus:36,39= 2kpl	
Luokka 12C: Tiukka kuri:37= 1kpl	
Luokka 13C: Eri vaikeusasteet:49= 1kpl	
<b>Luokka 1.6C:Mikään ei ollut kiinnostavaa: 17kpl</b>	<b>15,3%</b>
Luokka 4C: Kaikki: 7,11,13,29,30,38,42,44,45,46,50,54,60,74,105,113,116, = 17kpl	
<b>Luokka 1.7C: Kaikki kiinnostavaa: 14 kpl</b>	<b>12,6%</b>
Luokka 5C: Ei mikään: 10,12,14,41,47,48,51,52,61,63,66,67,69,91=14 kpl	
<b>Luokka 1.8C: Vanhan toisto tylsää: 1kpl</b>	<b>1%</b>
Luokka 19C: Vanhan toisto tylsää: 99= 1kpl	

**Kysymys 11. B) Miksi**

<b>Luokka 1.1D: Harjoituksen vaikeus: 18kpl</b>	<b>16,2 %</b>
Luokka 1D: Ei osannut vastata kysymyksiin, ei ymmärtänyt kysymyksiä: 1,5,20,23,26,49,92= 7kpl	
Luokka 2D: Arguslab vaikea käyttää: 2,71,72, = 3kpl	
Luokka 5D: Tekeminen monimutkaista: 8,32,70= 3kpl	
Luokka 7D: Vaatii 'liikaa' ajattelua: 16, = 1kpl	
Luokka 15D: Liian vaikeaa/epäselvää:60,87,103= 3kpl	
Luokka 17D: Outoa/Kummallista: 79, = 1kpl	

<b>Luokka 1.2D: Ei kiinnostavaa: 5kpl</b>	<b>4,5 %</b>
Luokka 3D: Kysymykset tai lomakkeen täyttö eivät olleet kiinnostavia: 6,27, = <b>2kpl</b>	
Luokka 18D: Ei ollut mukavaa/kiinnostavaa: 83,95,115= <b>3kpl</b>	
<b>Luokka 1.3D: Kirjoittaminen tylsää: 3kpl</b>	<b>2,7 %</b>
Luokka 9D: Kirjoittaminen tylsää:34,107,114= <b>3kpl</b>	
<b>Luokka 1.4D: Ei hyödyllinen: 20kpl</b>	<b>18,0 %</b>
Luokka 4D: Ei hyödy tietokonetyöskentelystä: 7= <b>1kpl</b>	
Luokka 6D: Ei oppinut, ei tajunnut ja oli tylsä: 11,22, = <b>2kpl</b>	
Luokka 10D: Tylsää/turhaa: 33,50,53,55,58,74,76,77,78,80,88,100,104,108,109,113,117= <b>17kpl</b>	
<b>Luokka 1.5D: Kiireellisyys: 4kpl</b>	<b>3,6 %</b>
Luokka 11D: Kurin takia: 35, = <b>1kpl</b>	
Luokka 12D: Tuli kiire, aika loppui kesken, kesti liian kauan:36,39= <b>2kpl</b>	
Luokka 16D: Liikaa kysymyksiä:65, = <b>1kpl</b>	
<b>Luokka 1.6D: Tuttua ja kaipaisi vaihtelua: 3kpl</b>	<b>2,7 %</b>
Luokka 19D: Vesi ”yksinkertainen” ja tuttu asia. Tahtois mieluummin uutta: 90, = <b>1kpl</b>	
Luokka 20D: Asiaa tehty aina ennenkin: 97,99= <b>2kpl</b>	
<b>Luokka 1.7D: Vaikea keskittyä/väsyttää: 2kpl</b>	<b>1,8 %</b>
Luokka 13D: Vaikea keskittyä/väsyttää:37,96= <b>2kpl</b>	
<b>Luokka 1.8D: Ei kiinnostunut kemiasta/aiheesta: 13kpl</b>	<b>11,7 %</b>
Luokka 14D: Ei kiinnostunut kemiasta/aiheesta:38,44,45,46,48,51,52,56,59,61,69,105,116= <b>13kpl</b>	
<b>Luokka 1.9D: Oheistoiminta: 2kpl</b>	<b>1,8 %</b>
Luokka 8D: Open puhe häiritsi oheistoimintaa: 25, = <b>2kpl</b>	

Muuta huomioitavaa jatkotutkimukseen ja opetuksen kehittämiseen:

Oppiminen harjoitustyöllä:

Vastaaja 21: *Tietokoneelle tehdyt atomimallit olivat kiinnostavia.*

Vastaaja 95: *Nähdä kunnolla miltä atomit näyttävät.*

Vastaaja 100: *Kaikki atomien rakennukset (molekyyliden) tietokoneella.*

Ohjaus työkoontilomakkeeseen piirrettävien mallien osalta:

Vastaaja 22: *Enemmän apua lomakkeen täyttöön.*