

Kemian sähköisen ylioppilaskokeen mahdollisuuksia ja haasteita

Minna Jääskeläinen

Pro gradu -tutkielma

Kemian opettajankoulutusyksikkö

Kemian laitos

Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta

Helsingin yliopisto

10/2014

Ohjaajat:

Maija Aksela

Johannes Pernaa

| | | |
|--|-----------------------------|--|
| Tiedekunta/Osasto Fakultet/Sektion – Faculty | | Laitos/Institution – Department |
| Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta | | Kemian laitos |
| Tekijä/Författare – Author | | |
| Minna Jääskeläinen | | |
| Työn nimi / Arbetets titel – Title | | |
| Kemian sähköisen ylioppilaskokeen mahdollisuuksia ja haasteita | | |
| Oppiaine /Läroämne – Subject | | |
| Kemian opettajan suuntautumisvaihtoehto | | |
| Työn laji/Arbetets art – Level | Aika/Datum – Month and year | Sivumäärä/ Sidoantal – Number of pages |
| Pro gradu -tutkielma | 10/2014 | 50+10 |
| Tiivistelmä/Referat – Abstract | | |
| <p>Tieto- ja viestintätekniiikan (TVT) käyttöönoton valmistelu asteittain ylioppilaskirjoituksissa kuuluu Suomen hallitusohjelmaan. Ylioppilaskokeiden sähköistämishankkeesta vastaa ylioppilastutkintolautakunnan (YTL) Digabi-projekti. Kokeet siirretään sähköisiksi kevääseen 2019 mennessä. Kemian ylioppilaskoe muuttuu sähköiseksi syksyllä 2018.</p> <p>Tutkimus on osa kemian ylioppilaskokeen kehittämishanketta Kemian opettajankoulutusyksikössä. Hanketta toteutetaan yhteistyössä YTL:n kemian jaoston kanssa. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää sähköisen kemian ylioppilaskokeen mahdollisuuksia ja haasteita. Tutkimuksessa selvitettiin, millaisia ovat sekä opiskelijoiden että opettajien kokemukset kemian sähköisen ylioppilaskokeen esimerkkitehtävien käyttöönotosta.</p> <p>Tutkimus on tapaustutkimus. Työssä on tutkittu sähköisen kemian ylioppilaskokeen esimerkkitehtäviä ja tehtävistä kootun kokeen käyttöönottoa kolmessa pääkaupunkiseudun lukiossa. Esimerkkitehtävät sisälsivät video- ja artikkeliaineistoa, ja tehtävissä hyödynnettiin molekyylihallinnusohjelmistoja. Aineisto koostuu 37 opiskelijan antamista kyselyvastauksista ja kolmen opettajan teemahaastattelusta. Lisäksi tietoa kerättiin suoralla havainnoinnilla. Opiskelijoiden vastaukset kyselyn avoimiin kysymyksiin ja haastatteluaineisto analysoitiin aineistolähtöisellä sisällönanalyysillä.</p> <p>Sekä opiskelijat että opettajat pitivät sähköisen kemian ylioppilaskokeen uudenlaisia tehtäviä käytetyn sähköisen kokeen vahvuutena. Opettajat pitivät erityisesti siitä, että videoaineiston avulla kokeellisuuteen liittyvät tehtävät voidaan toteuttaa mielekkäämmiin. Opiskelijoiden mielestä tehtäviin vastaaminen tietokoneella oli sujuvampaa kuin käsin kirjoitettuna.</p> <p>Sekä opiskelijat että opettajat pitivät opiskelijoiden mallinnusohjelmistojen käyttötaitojen vaihtelevuutta sähköisen ylioppilaskokeen haasteena. He ilmaisivat huolensa siitä, asettuvatko kokelaat sähköisessä kokeessa eriarvoiseen asemaan tietokoneen käyttötaitojen perusteella. Opettajat pitivät haasteena sekä koulun että opiskelijoiden valmiutta kemian sähköisen ylioppilaskokeen käyttöönottoon. Heidän mielestä pitäisi olla jo nyt tiedossa ne ohjelmistot, joita sähköisessä kemian kokeessa käytetään ja ympäristö, joissa taitoja voi harjoitella.</p> <p>Sähköiseen kemian ylioppilaskokeeseen valmistautumisessa on huomioitava, että opiskelijat ovat saaneet riittävästi harjoitella kokeessa tarvittavia TVT-taitoja. Opettajat tarvitsevat lisäkoulutusta käyttöönoton edistämiseen.</p> | | |
| Avainsanat – Nyckelord – Keywords | | |
| Kemia, kemian opetus, sähköinen ylioppilaskoe, summatiivinen arviointi, tieto- ja viestintätekniiikka (TVT), lukio, opettajat, opiskelijat | | |
| Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited | | |
| Kumpulan kampuskirjasto, E-thesis | | |
| Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information | | |
| Ohjaajat: Maija Aksela ja Johannes Pernaa | | |

Sisällysluettelo

| | |
|--|----|
| 1. Johdanto | 1 |
| 2. Summatiivinen arviointi ylioppilaskokeessa | 4 |
| 2.1 Summatiivisen kokeen tehtävätyypit | 5 |
| 2.1.1 Kemian ylioppilaskokeen tehtävätyypit | 5 |
| 2.2 Summatiivisen arvioinnin haasteet | 6 |
| 2.2.1 Validiteetin ja reliabiliteetin vaatimus..... | 6 |
| 2.2.2 Kemian ylioppilaskokeen kehittämisen haasteet..... | 8 |
| 3. Tieto- ja viestintäteknikan käyttöönotto koetilanteissa | 10 |
| 3.1 Teknologian hyödyntäminen arvioinnissa | 11 |
| 3.2 Tietokonepohjaisen arvioinnin mahdollisuuksia ja haasteita..... | 11 |
| 3.2.1 Sähköisen kokeen innovatiivinen tehtävätyyppi | 13 |
| 3.3 Käytössä olevia sähköisiä summatiivisia kokeita | 16 |
| 3.3.1 Yhdysvallat..... | 17 |
| 3.3.2 Tanska..... | 17 |
| 3.3.3 Norja | 18 |
| 3.3.4 Suomi..... | 19 |
| 3.3.4.1 Sähköistyvä ylioppilastutkinto..... | 19 |
| 3.4 Kokemuksia sähköisistä kokeista..... | 20 |
| 3.4.1 Tieto- ja viestintäteknikan käyttötaitojen vaikutus opiskelijoiden kokemuksiin | 21 |
| 4. Tutkimus | 23 |
| 4.1 Tutkimuksen tavoitteet..... | 23 |
| 4.2 Menetelmä..... | 23 |
| 4.2.1 Otanta | 23 |
| 4.2.2 Aineiston hankinta..... | 24 |
| 4.2.2.1 Sähköisen kemian ylioppilaskokeen esimerkkitehtävät | 26 |
| 4.2.3. Aineiston analyysi | 27 |
| 4.2.3.1 Opiskelijakysely..... | 27 |
| 4.2.3.2 Opettajien haastattelut..... | 27 |
| 4.2.4 Luotettavuus | 28 |
| 4.3 Tutkimuksen tulokset..... | 29 |
| 4.3.1 Opiskelijoiden kokemukset kemian sähköisen kokeen käyttöönotosta..... | 29 |

| | |
|--|----|
| 4.3.1.1 Kokeen hyvät puolet | 32 |
| 4.3.1.2 Kokeen haasteet | 33 |
| 4.3.2 Opettajien kokemukset kemian sähköisen kokeen käyttöönotosta | 36 |
| 4.3.2.1 Käyttöönoton hyvät puolet..... | 39 |
| 4.3.2.2 Käyttöönoton haasteet..... | 40 |
| 5 Johtopäätökset ja pohdinta..... | 43 |
| Lähteet | 46 |
| LIITTEET | 51 |

1. Johdanto

Suomessa on käynnissä ylioppilaskokeiden sähköistämishanke, josta vastaa ylioppilastutkintolautakunnan (YTL) Digabi-projekti. Hallituksen ohjelmaan on kirjattu tieto- ja viestintätekniikan (TVT) käyttöönoton valmistelu asteittain ylioppilaskirjoituksissa (Valtioneuvoston kanslia, 2011). Ylioppilaskokeiden sähköistäminen on luontevaa, sillä työelämässä ja jatko-opinnoissa tarvitaan TVT:n käyttötaitoja. (Digabi, 2014)

Ylioppilaskokeet on tarkoitus siirtää täysin sähköisiksi asteittain kevääseen 2019 mennessä. Kemian ylioppilaskoe muuttuu sähköiseksi syksyllä 2018. Sähköisen reaalikokeen pituus on kuusi tuntia ja enimmäispistemäärä 120 pistettä. Internetin käyttö kokeessa ei ole sallittua. Koe rakentuu moduuleista, joiden määrä voi vaihdella koekerrasta riippuen. Sähköinen koe mahdollistaa uudenlaisen aineiston hyödyntämisen. Kemian kokeessa voidaan käyttää esimerkiksi videoita ja simulaatioita. (Ylioppilastutkintolautakunta, 2014) YTL:n ainejaostot eivät laadi mallikokeita sähköisistä ylioppilaskokeista, mutta esimerkkejä tehtävistä on julkaistu Digabin Internet-sivuilla. Sivustolla on myös kemian tehtäviä. (Digabi, 2014)

Lukion opetussuunnitelmassa TVT mainitaan eksplisiittisesti monessa kohtaa: opiskelijoiden monipuolisiin TVT:n käyttötaitoihin on kiinnitettävä huomiota, ja kemian opetuksessa on perehdyttävä TVT:n mahdollisuuksiin tiedonhankinnassa ja mallinnuksen välineenä. Tähän mennessä TVT:aa ei ole kuitenkaan hyödynnetty ylioppilaskokeissa. (Opetushallitus, 2003)

Tietokoneavusteista arviointia on tutkittu paljon. Tietokoneavusteisen arvioinnin etuja perinteiseen paperiseen kokeeseen verrattuna ovat etenkin kokeiden käsittelyn helppous ja jakelun huokeus. Automaattinen arviointi lisää arvioinnin reliabiliteettia ja säästää myös arvioitsijoiden aikaa. (Parshall, Spray, Kalohn & Davey, 2002, 1–8) TVT mahdollistaa uudenlaisten tehtävien kehittelyn sekä tietojen ja taitojen mittaamisen monipuolisemmalla tavalla (Downing & Haladyna, 2006).

Sähköisen kokeen tehtävätyypistä on käytetty nimitystä innovatiivinen tehtävätyyppi. Innovatiivisuus voi liittyä tehtävän arviointirakenteeseen, kompleksisuuteen, tosielämän toisintamiseen, interaktiivisuuteen, tehtävän sisältämään aineistoon, vastaustapaan tai arvostelumenetelmään. (Parshall & Harmes, 2007) Kaikkia innovatiivisten tehtävien luomia mahdollisuuksia ei kuitenkaan vielä hyödynnetä tietokoneavusteisessa testauksessa (Downing & Haladyna, 2006).

Tietokoneavusteisia testejä on monenlaisia. Ne voivat olla lineaarisia, joissa kaikki kokelaat tekevät samat tehtävät, tai adaptiivisia, joissa koetehtävät valikoituvat sen perusteella, miten kokelas suoriutuu edellisestä tehtävästä. Opiskelijat ovat suhtautuneet myönteisesti tietokoneavusteiseen testaukseen. Etuja sähköisissä kokeissa ovat opiskelijoiden mielestä muun muassa vastaamisen joustavuus ja se, että vastauksista tulee automaattisesti selkeitä ja helppolukuisia. Lisäksi hyviä puolia ovat vilpin tekemisen vaikeus ja arvostelun objektiivisuus. Tehtävistä on myös mahdollista saada välitöntä palautetta. (Parshall et al., 2002, 1–8)

Haasteita opiskelijoiden mielestä sähköisissä kokeissa on näytöltä lukemisen hankaluus. Opiskelijoita huolettaa myös teknisten ongelmien mahdollisuus ja se, että heidän taitonsa eivät riitä kokeen tekemiseen. Myös näppäimistön äänen on todettu häiritsevän joitain opiskelijoita. Tietokonepohjaisessa arvioinnissa ja kokeiden suunnittelussa on otettava huomioon se, että opiskelijat ovat saaneet harjoitella kokeessa tarvittavia taitoja ja että ohjeistus on riittävää. Lisäksi kokelaan käyttöliittymän on oltava selkeä ja laitteistojen laadun riittävän hyvä. Esimerkiksi näytön tulisi olla riittävän iso. (Parshall et al., 2002, 1–8; Stephens, 2001)

Tässä tutkimuksessa on tarkoitus selvittää, millaisia kokemuksia opiskelijoilla ja opettajilla on kemian sähköisen kokeen käyttöönotosta. Tutkimusta ohjaa kysymys: ”Millaisia ovat opiskelijoiden ja opettajien kokemukset kemian sähköisen ylioppilaskokeen esimerkkitehtävien käyttöönotosta?”. Tutkimus rakentuu seuraavista luvuista. Toisessa luvussa käsitellään summatiivista arviointia ja sen haasteita. Summatiivisen arvioinnin määrittelystä edetään yleisimmän summatiivisen arvioinnin välineen, kokeen, käsittelyyn ja kemian ylioppilaskokeen tehtävätyyppien esittelyyn. Luvun lopussa käsitellään arvioinnin haasteita yleisesti ja kemian ylioppilaskokeen kohdalla.

Kolmannessa luvussa esitellään TVT:n käyttöönottoa koetilanteissa. Luvussa käydään läpi tietokonepohjaisen arvioinnin kehittymistä ja esitellään sähköisen kokeen innovatiivinen tehtävätyyppi. Lopussa annetaan esimerkkejä tietokonepohjaisesta arvioinnista ja aiemmista kokemuksista aiheeseen liittyen.

Neljännessä luvussa esitellään tutkimuksen vaiheet ja tulokset. Tutkimuksessa käytetään YTL:n kemian jaostolta saatuja kemian ylioppilaskokeen esimerkkitehtäviä. Näistä tehtävistä kootun kokeen käyttöönottoa tutkitaan kolmesta pääkaupunkiseudun lukiosta kerätyn aineiston valossa. Tutkimuksessa tarkastellaan, miten opiskelijat kokevat sähköisen kemian kokeen käyttöönoton. Lisäksi opettajien haastattelun perusteella selvitetään, miten opettajat kokevat sähköisen kemian ylioppilaskokeen käyttöönoton.

2. Summatiivinen arviointi ylioppilaskokeessa

Tässä luvussa käsitellään summatiivista arviointia ja sen haasteita, erityisesti ylioppilaskokeen näkökulmasta. Luvussa esitellään Tikkasen ja Akselan (2012) tekemä jaottelu kemian ylioppilaskokeen tehtävätyypeille. Lisäksi käydään läpi summatiivisen arvioinnin haasteita sekä yleisesti että kemian ylioppilaskokeen kannalta.

Arviointi on kasvatuksen edellytysten, prosessien ja tavoitteiden arvon määrittämistä. Yleensä oppimisen tuloksia verrataan asetettuihin tavoitteisiin. (Atjonen, 2007, 19) Arviointi ohjaa opiskelijoiden toimintaa ja heidän käsitystään siitä, mitä on tärkeää oppia (Brown, Bull & Pendlebury, 1997, 7). Arvioinnin tyyppejä ovat diagnostinen, formatiivinen ja summatiivinen arviointi (Atjonen, 2007, 66–69). Hirsjärven (1983) mukaan diagnostisen arvioinnin tehtävä on oppilaan lähtötason toteaminen ja formatiivinen arviointi on oppimisjakson aikana tapahtuvaa motivoivaa ja ohjaavaa arviointia. Summatiivinen arviointi on päättöarviointia, ja sillä voi olla myös ennustava tehtävä. Arviointityypeillä voi kuitenkin olla useampiakin tehtäviä (Atjonen, 2007, 66–69).

Summatiivinen arviointi on kokoavaa, ja sitä käytetään erityisesti oppimissaavutusten todistamiseen opintojakson lopussa. Summatiivinen arviointi on koulujärjestelmän perinteisin arviointityyppi, ja koe on summatiivisen arvioinnin tavallisin väline. Esimerkiksi kemian ylioppilaskoe on kemian lukio-oppimäärän arvioinnin väline. Ylioppilaskoe on toteava, ja se kertoo oppimisen tilan koehetkellä. (Atjonen, 2007, 66–67) Kokeilla on myös ohjaava vaikutus, sillä opettajat ottavat aikaisemmat kokeet huomioon opetuksessa ja opiskelijat usein opiskelevat asioita, joita kokeissa on aikaisemmin käsitelty. Lisäksi kokeessa menestyminen motivoi opiskelijoita. (Aksela & Juvonen, 1999, 39–40) Ylioppilaskokeella voi olla myös ennustava tehtävä, sillä se saattaa ennakoita jatko-opintomenestystä (Väljærvi, 1997, 59).

Arviointi antaa arvon tarkasteltavalle asialle. On siis selvä, että arviointiin liittyy aina myös eettisen tarkastelun tarve. Arvioinnin on oltava reilua, oikeudenmukaista ja läpinäkyvää eli siihen ei saisi liittyä piilotavoitteita. Arvioinnissa on otettava kantaa ainakin seuraaviin kysymyksiin: mitä, miksi, miten, kuka ja milloin? Näitä kaikkia kysymyksiä voidaan tarkastella eettiseltä kannalta. (Atjonen, 2007, 20–23)

Arvioinnin laadukkuuden vaatimus sisältää vaatimuksen validiteetista ja reliabiliteetista. Validiteetilla tarkoitetaan, että arvioidaan sitä, mitä on ollut tarkoituskin arvioida.

Arvioinnin reliabiliteetti eli luotettavuus tarkoittaa toistettavuutta ja sitä, että arviointi ei ole sattumanvaraista. (Atjonen, 2007, 34–35) Arvioinnin validiteettia ja reliabiliteettia käsitellään tarkemmin luvussa 2.2.

2.1 Summatiivisen kokeen tehtävätyypit

Koe on summatiivisen arvioinnin keskeinen väline. Summatiivinen koe koostuu tehtävistä, jotka ovat jotain tehtävätyyppejä. Tehtävätyypit voi jaotella monin tavoin. Yleinen tapa on jaotella tehtävät vastaustavan mukaan valintatehtäviin ja tuottamistehtäviin. (Downing & Haladyna, 2006)

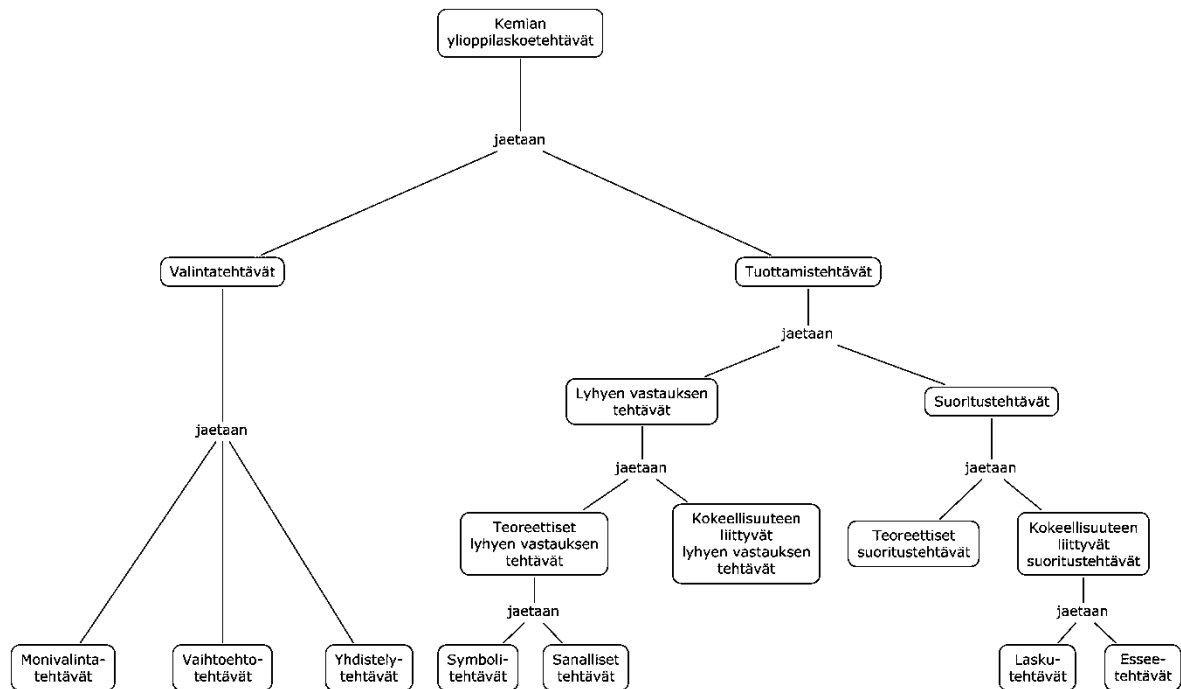
Valintatehtävillä tarkoitetaan monivalintatehtäviä ja niistä muunneltuja tehtävätyyppejä, joissa kokelas valitsee annetuista vaihtoehdoista vastauksen annettuun kysymykseen tai väitteeseen. Valintatehtävillä on helppo testata laajoja tietojen tai taitojen alueita. Valintatehtäviin vastaaminen ja niiden tarkistaminen on nopeaa ja arviointi objektiivista. Valintatehtävillä voi testata osaamista monilla eri kognitiivisilla tasoilla, mutta laadukkaiden tehtävien laatiminen on haasteellista. Valintatehtävillä ei voi mitata kokelaan konkreettisia taitoja tai tuotoksia. Lisäksi haasteena on arvaamisen mahdollisuus. (Downing & Haladyna, 2006)

Tuottamistehtävät ovat laaja kategoria koetehtäviä, joissa kokelaan on tuotettava vastaus valitsemisen sijaan. Tuotoksen laajuus voi vaihdella lyhyestä vastauksesta esseevastauksen laatimiseen tai tieteellisen kokeen suorittamiseen. Tuottamistehtävät ovat valintatehtäviin verrattuna tehottomia, koska niillä ei voi testata kovin laajaa tietojen ja taitojen aluetta kerrallaan. Lisäksi tuottamistehtäviin vastaaminen ja niiden arvioiminen on hidasta. Tuottamistehtävien arviointi on subjektiivista, mikä vähentää arvioinnin reliabiliteettia. Toisaalta vain tuottamistehtävillä voi mitata kokelaan konkreettisia taitoja. (Downing & Haladyna, 2006)

2.1.1 Kemian ylioppilaskokeen tehtävätyypit

Tikkanen ja Aksela (2012) tutkivat vuosien 1996–2009 kemian ylioppilaskokeiden tehtävätyyppejä. He jakoivat koetehtävät yhden tehtävätyypin tehtäviin ja tehtäviin, joissa on useita tehtävätyyppejä. Tehtävätyypit jaettiin valintatehtäviin ja tuottamistehtäviin. Valintatehtävät jaettiin monivalintatehtäviin, vaihtoehdottehtäviin ja yhdistelytehtäviin. Tuottamistehtävät jaettiin lyhyen vastauksen tehtäviin ja suoritustehtäviin. Lyhyen

vastauksen tehtävät jaettiin teoreettisiin ja kokeellisuuteen liittyviin lyhyen vastauksen tehtäviin. Teoreettiset lyhyen vastauksen tehtävät jaettiin symbolitehtäviin ja sanallisiin tehtäviin. Suoritustehtävät jaettiin teoreettisiin ja kokeellisuuteen liittyviin suoritustehtäviin. Teoreettiset suoritustehtävät jaettiin laskutehtäviin ja esseetehtäviin. Jaottelu on kuvattu kaaviossa. (Tikkanen & Aksela, 2012)



Kuva 1. Kemian ylioppilaskokeen tehtävätyypit (Tikkanen & Aksela, 2012)

2.2 Summatiivisen arvioinnin haasteet

2.2.1 Validiteetin ja reliabiliteetin vaatimus

Arviointitiedon laadukkuus on yksi summatiivisen arvioinnin haasteista. Laadukkuus sisältää sekä arvioinnin validiteetin että reliabiliteetin. Validiteettia voidaan tarkastella useista näkökulmista, kuten sisällön, kriteerien, konstruktion tai seuraamusten kannalta (Messick, 1989). Sisällön validiteetti ilmaisee, miten hyvin arviointi kattaa alueen, jota on tarkoitus arvioida. Lisäksi arvioinnin on kohdistuttava vain siihen sisältöön, mitä halutaan arvioida. (Uusikylä & Atjonen, 2005, 202–204) Esimerkiksi kokeessa suoriutumiseen ei tulisi vaikuttaa sellaiset asiat, joita kokeessa ei mitata (Sirezi & Zenisky, 2006).

Konstruktiovaliditeetti liittyy siihen, miten hyvin arvioinnilla mitataan sitä ominaisuutta, mitä halutaan mitata. Mitattava ominaisuus voi olla esimerkiksi ongelmanratkaisukyky. (Constantine & Ponterollo, 2005) Konstruktiovaliditeetti on myös oikeudenmukaisuuden perusta (Atjonen, 2014). Kriteerivaliditeetti kuvaa arvioinnin yhteyttä muihin mittauksiin. Kriteerivaliditeetti jakautuu samanaikais- ja ennustevaliditeettiin. Samanaikaisvaliditeettia voidaan tarkastella silloin, kun samanaikaisesti tehdään useampaa mittausta. Ennustevaliditeetti kuvaa sitä, kuinka hyvin arvioinnin perusteella voidaan ennustaa tulevien mittausten tuloksia. Seuraamusvaliditeetti ilmaisee, miten arvioinnin tuottaman tiedon tulkinnalla saavutetaan arvioinnilla tavoiteltuja päämääriä ja vältetään tahattomia vaikutuksia. (Constantine & Ponterollo, 2005)

Systemaattiset virheet vaikuttavat arvioinnin validiteettiin ja oikeudenmukaisuuteen. Systemaattisten arviointivirheiden syitä ovat muun muassa sädekehävaikutus, tasovaikutus, korostamisvirhe ja kriteerien muuttumisvirhe. Sädekehävaikutuksella tarkoitetaan sitä, että epäolennaiset asiat, kuten esimerkiksi opiskelijan käytös tai yleinen koulumenestys vaikuttavat arviointiin. Tasovaikutuksella tarkoitetaan sitä, että opiskelijoita arvioidaan suhteessa toisiinsa, jolloin samat tiedot ja taidot johtavat eri arvosanoihin ryhmästä riippuen. Korostamisvirhe on sitä, että jaetaan vain hyviä ja huonoja arvosanoja. Kriteerien muuttumisvirhe tarkoittaa sitä, että arviointiperusteet muuttuvat kesken arvioinnin esimerkiksi opettajan väsymyksestä johtuen. (Uusikylä & Atjonen, 2005, 202–204) Oikeudenmukaisuus perustuu siihen, että arvioinnilla on opiskelijoille selvät ja eksplisiittiset kriteerit. Oikeudenmukaisuuden varmistamiseksi opettajien olisi hyvä keskustella arviointikriteereistä kollegoidensa kanssa. (Atjonen, 2014)

Arvioinnin reliabiliteetin eli luotettavuuden vaatimus ei täyty, jos opiskelijan saama arvostelu ei vastaa hänen todellista osaamistaan (Uusikylä & Atjonen, 2005, 202–204). Mikään arviointiväline ei kuitenkaan ole täysin reliabeli (Black & Wiliam, 2012). Black ja Wiliam (2012) nimeävät kolme pääuhkaa luotettavuuden toteutumiselle. Ensinnäkin eri arvostelijat voivat antaa samasta suorituksesta eri arvosanan. Toiseksi saman opiskelijan suoriutuminen kokeessa voi vaihdella tilanteesta riippuen. Lisäksi koekysymykset tai kokeen rakenne voivat suosia joitain opiskelijoita. Reliabiliteetit uhat ovat satunnaisvirheitä (Uusikylä & Atjonen, 2005, 202–204). Arvioitsijasta johtuvat satunnaisvirheet ovat pienempiä valintatehtäviin perustuvissa kokeissa. Tuottamistehtävien kohdalla satunnaisvirheitä voidaan vähentää esimerkiksi laatimalla tarkat pisteytysmallit,

joiden perusteella arvostelu tehdään. (Black & Wiliam, 2012) Luotettavuus liittyy myös arvioinnin oikeudenmukaisuuteen. Esimerkiksi ylioppilaskokeessa oikeudenmukaisuus pyritään takaamaan sillä, että opettajan tekemän arvioinnin jälkeen opiskelijoiden vastaukset arvioidaan YTL:ssä. (Uusikylä & Atjonen, 2005, 202–204) Uusikylän ja Atjosen (2005) mukaan opiskelijan suoriutumisen vaihtelevuus voi johtua esimerkiksi yksilön psykologisesta tilasta, kuten väsymyksestä, tai ulkoisista tekijöistä, kuten melusta. Blackin ja Wiliamin mukaan (2012) esimerkiksi liian suppea tehtävävalikoima voi suosia niitä opiskelijoita, jotka sattumalta osaavat vastata juuri niihin tehtäviin, joita kokeeseen on valittu.

2.2.2 Kemian ylioppilaskokeen kehittämisen haasteet

Valtakunnallisen summatiivisen arvioinnin haasteita Suomessa kemian opetuksen kannalta ovat tutkineet Aksela ja Juvonen (1999). Tutkimukseen osallistui peruskoulun ja lukion opettajia. Heiltä kysyttiin, millä tavoin ylioppilaskoe tai peruskoulun yläasteen valtakunnallinen koe kannustaa tai estää kemian opetuksen kehittämistä. Noin kolmasosa tutkimukseen osallistuneista opettajista oli sitä mieltä, että valtakunnalliset kokeet estävät kemian opetuksen kehittämistä. Noin kolmasosa ilmaisi, että kokeet koetaan kannustavina. Opettajien mukaan kokeilla on ohjaava vaikutus kemian opetuksessa käsiteltäviin asioihin, työtapoihin, kokeellisuuteen ja ajankäyttöön. Toisaalta valtakunnalliset kokeet koettiin yksipuolistavan opetusta. Kokeet muun muassa tekivät kemian opetuksesta teoreettista ja laskupainotteista, suuntasivat liikaa opetustapoja ja korostivat ulkoa oppimista.

Tikkasen (2012) väitöstutkimuksen mukaan vuosien 1996–2009 kemian ylioppilaskokeiden tehtävien kemian sisällöt vastaavat melko hyvin opetussuunnitelman mukaisia kemian keskeisiä sisältöjä. Kuitenkin koetehtävien kemian sisältöjen monipuolisuudessa olisi kehitettävää, sillä esimerkiksi komposiitteja käsitteleviä tehtäviä ei sisällynyt tutkimusaineistoon. Sen sijaan kemiallisen reaktion liittyviä tehtäviä, stoikiometrisia laskutehtäviä ja orgaanisten yhdisteiden sidos- ja avarusrakenteisiin liittyviä tehtäviä esiintyi eniten.

Tikkasen (2012) mukaan vuosien 1996–2009 kemian ylioppilaskokeiden tehtävistä 61 % oli tuottamistehtäviä. Tehtävistä 38 % oli yhdistelmätehtäviä, joissa oli useita eri tehtävätyyppejä. Yhdistelmätehtävissä oli alakohtana aina jokin tuottamistehtävä. Koetehtävistä pelkkiä valintatehtäviä oli vain 1 %. Toisaalta monivalintatehtävät

soveltuvat hyvin summatiiviseen arviointiin, ja niillä on helppo kattaa laajoja tietosisältöjä (Downing & Haladyna, 2006). Ylioppilaskokeella on tarkoitus saada tietoa siitä, miten opiskelija on omaksunut lukion opetussuunnitelman mukaiset tiedot ja taidot. Kemian ylioppilaskokeessa on kymmenen tehtävää, joista vastataan enintään kahdeksaan. (Ylioppilastutkintolautakunta, 2011) Rajallisen tehtävämäärän takia tuottamistehtävillä voi olla haasteellista kattaa koko kemian oppisisältö (Tikkanen, 2012).

3. Tieto- ja viestintätekniiikan käyttöönotto koetilanteissa

Tässä luvussa käsitellään tietokoneavusteista arviointia ja sähköisen kokeen tehtävyytyyppejä. Lisäksi esitellään käytössä olevia sähköisiä kokeita ja perehdytään aikaisempiin kokemuksiin sähköisistä kokeista.

Arviointi ohjaa opiskelua. Monissa tutkimuksissa on tuotu esiin se, että korkean panoksen kokeet voivat johtaa opetuksen yksipuolistumiseen, faktatiedot painottamiseen ja opiskelijoiden motivaatioon menestyä kokeessa (Aksela & Juvonen, 1999, 39–40; Gordon & Reese, 1997). Arviointia on kehitettävä, jotta kokeissa mitattaisiin korkeamman tason ajattelutaitoja ja samalla myös ohjattaisiin näiden kehittämiseen. Tietokoneavusteisella arvioinnilla on tähän mahdollisuus. (Esim. Parshall, Davey & Pashley, 2000, 1–8; Sireci & Zenisky, 2006; Webb, 2013)

TVT mahdollistaa tietojen ja taitojen mittaamisen luovalla ja autenttisella tavalla tosielämän kontekstissa (Downing & Haladyna, 2006). TVT:n avulla kemian kokeisiin voidaan liittää esimerkiksi animaatioita, molekyylihallinnusta ja videota kokeellisesta työskentelystä. Sähköiset kokeet antavat uusia mahdollisuuksia mitata, kuinka hyvin opiskelijat ovat ymmärtäneet käsitteet ja miten he soveltavat tietojaan kokeellisesta työskentelystä (Quellmalz, Timms, Silbergliitt & Buckley, 2012). TVT:n käyttö nähdään mahdollisuutena myös kemian opetuksessa ja oppimisessa. TVT voi esimerkiksi auttaa opiskelijoita luomaan yhteyksiä kemian makro-, submikro- ja symbolisen tason välille (Marcano, Williamson, Ashknazi, Tasker & Williamson, 2004) ja eri representaatiomuotojen välille (Wu & Shah, 2004).

Suomessa Lukion opetussuunnitelman perusteissa TVT mainitaan eksplisiittisesti lukio-opetuksen yleisissä tavoitteissa: tieto- ja viestintätekniiikan monipuolisiin käyttötaitoihin on kiinnitettävä huomiota. Lisäksi kemian opetuksen tavoitteena on, että opiskelija perehtyy TVT:n mahdollisuuksiin tiedonhankinnan ja mallinnuksen välineenä. TVT siis näkyy opetussuunnitelmassa, mutta vielä sitä ei ole hyödynnetty ylioppilaskokeissa. Lukion kemian opetuksella on tarkoitus tukea nykyaikaisen maailman kuvan kehitystä ja välittää kuva kemiasta keskeisenä luonnontieteenä. (Opetushallitus, 2003) TVT on osa kemian tutkimusta ja teollisuutta. Esimerkiksi TVT:aa hyödynnetään molekyylien välisten vuorovaikutusten kartoittamiseen, reaktioiden etenemisen mallintamiseen ja kontrollointiin. (Lundell & Aksela, 2003)

3.1 Teknologian hyödyntäminen arvioinnissa

Teknologiaa hyödynnettiin arvioinnissa jo 1920-luvulla, jolloin yhdysvaltalainen psykologian professori Sidney Pressey esitteli laitteen, englanninkieliseltä nimeltään Adjunct auto-instruction, josta on käytetty myös nimitystä Automaattinen opettaja (Automatic teacher). Laite esitti kysymyksiä, arvioi opiskelijan vastaukset ja antoi tälle palautetta. Pressey oli sitä mieltä, että kasvatustieteen ja koulutusteknologian olisi yhdistyttävä. Automaattista opettajaa ei kuitenkaan otettu kasvatusalalla innolla vastaan, eikä laite ollut kaupallinen menestys. (Chaney & Gilman, 2005; Hansen, 2008; Petrina, 2004) Yhdysvalloissa tuli myöhemmin markkinoille useita opiskelijoiden harjoittamiseen ja testaamiseen tarkoitettuja laitteita, jotka noudattelivat Presseyn laitteen ideaa (Chaney & Gilman, 2005).

Kun tietokoneet yleistyivät 1950-luvulla, niitä alettiin käyttää arvioinnin apuna. Ensin tietokoneita hyödynnettiin optisen lukulaitteen keräämän arviointiaineiston koontiin ja tarkistukseen. (Clarke, Madaus, Horn & Ramos, 2000; Zenisky & Sireci, 2002) Kokeita alettiin siirtää sähköiseen muotoon, ja aluksi sähköiset kokeet olivat samankaltaisia kuin perinteiset paperiset kokeen mutta tehtäviin vastattiin tietokoneella (Newhouse, 2013). Adaptiivisten testien kehitys alkoi 1990-luvulla (Clarke et al., 2000).

Brown et al. (1997) mukaan tietokoneavusteinen arviointi pitää sisällään tietokoneiden hyödyntämisen monissa arviointiin liittyvissä tehtävissä. Tietokoneita voidaan käyttää tehtävien tai kokeiden jakelussa ja vastausten arvostelussa. Se voi koota ja analysoida optisen lukulaitteen keräämän aineiston. Tietokone voi myös tallentaa ja raportoida tuloksia tai siirtää arviointitietoa eteenpäin tietoverkon kautta. Tietokoneavusteisen arvioinnin rinnalla käytettäviä termejä ovat myös tietokonepohjainen arviointi ja tietokonepohjainen testaus.

3.2 Tietokonepohjaisen arvioinnin mahdollisuuksia ja haasteita

Tietokoneavusteisen arvioinnin etuja paperiseen kokeeseen verrattuna voi tarkastella monesta näkökulmasta. Kokeen hallinnoinnille etuja ovat sähköisten kokeiden helppo käsittely ja halpa jakelu. Myös kokeiden korjaaminen tai muuttaminen ennen koetilannetta on suhteellisen helppoa. Tietokone kerää ja arvioi kokelaiden vastaukset, mikä vähentää arvioinnin kustannuksia ja siihen kuluvaan aikaan. Kokeen aikana voidaan lisäksi kerätä

tietoa kokelaan testikäyttäytymisestä, kuten tehtäväkohtaisesta ajankäytöstä. (Bridgeman, 2009; Parshall et al., 2002, 1–8)

Objektiivinen tietokoneen suorittama arvostelu lisää reliabiliteettia ja on sähköisen kokeen etu kokelaan näkökulmasta. Lisäksi tietokonepohjainen koe voidaan ajastaa alkamaan kaikilla kokelaille samaan aikaan, jolloin kokelaat ovat tasa-arvoisessa asemassa ajankäytön suhteen. Opiskelijan on mahdollista saada vastauksistaan välitöntä palautetta ja adaptiivisten testien ansiosta kokeista voidaan tehdä lyhempiä. Adaptiivisissa eli mukautuvissa testeissä (Computerized Adaptive Test) on suuri valikoima tehtäviä, joista tietokone valikoi kokelaalle sopivat tämän aiemman suoriutumisen perusteella. Tehtävien pieni määrä voi toisaalta joidenkin kokelaiden mielestä olla myös huono puoli. Adaptiivisten testien kohdalla kaikille yhteinen aika kokeen tekemiseen voi olla myös haaste, sillä opiskelija voi saada työläämpiä tehtäviä kuin toinen opiskelija, jolloin myös kokeeseen tarvittava aika voi vaihdella. (Bridgeman, 2009; Parshall et al., 2002, 1–8)

Tietokoneavusteiseen arviointiin liittyy haasteita. Ensinnäkin koetilan teknisten järjestelyjen rakentaminen ja testaaminen vaatii rahaa. Kokelaiden erilaiset päätelaitteet ovat sekä etu että haaste. Opiskelija todennäköisesti suoriutuu parhaiten, kun hän saa käyttää tuttua laitetta. Toisaalta päätelaitteiden tulisi olla yhtä hyvät kokeen tekemiseen. Esimerkiksi näytön koko ja resoluutio vaikuttavat tekstin lukemisen helppouteen. Sähköisissä kokeissa voidaan tehtäväkohtaisesti tarjota työkaluja, kuten laskin. Tässäkin tapauksessa etuna on se, että laskin on sama kaikille kokelaille, mutta opiskelija on voinut tottua erilaisilla toimivaan laskimeen. On tärkeää, että opiskelija saa harjoitella kokeessa käytettävän päätelaitteen ja työkalujen käyttöä ennen koetilannetta. Tällä tavoin edistetään koetilanteen tasapuolisuutta. (Bridgeman, 2009) YTL on määritellyt vähimmäisvaatimukset sähköisessä ylioppilaskokeessa käytettäville päätelaitteille (Ylioppilastutkintolautakunta, 2013).

Aluksi tietokoneella pystyttiin analysoimaan valintatehtäviä ja rajattuja lyhyen vastauksen tehtäviä (Brown et al., 1997, 203–204). Sittemmin on kehitetty algoritmeja, joiden avulla tietokone voi analysoida myös laajoja tuottamistehtäviä, kuten esseitä. Tästä huolimatta opiskelijan on mahdollista, vaikkakin vaikeaa, huijata tietokonetta ja saada parempi arvosana kuin ansaitsee. Tästä syystä automaattisen arvioinnin lisäksi myös ihmisen olisi tarkistettava tuottamistehtävät. (Bridgeman, 2009)

3.2.1 Sähköisen kokeen innovatiivinen tehtävätyyppi

TVT:lla on mahdollisuus kehittää arviointia ja koetehtäviä. Sähköisen kokeen tehtävätyyppejä on kutsuttu innovatiivisiksi tehtävätyypeiksi. Yleisellä tasolla innovatiivinen tehtävätyyppi määritellään sellaisia toimintoja ja aineistoja sisältäviksi tehtäviksi, joita perinteiseen paperiseen kokeeseen ei olisi helppo sisällyttää. (Parshall et al., 2002, 1–8; Sireci & Zenisky, 2006) Parshall ja Harmes (2007) esittävät innovatiiviselle tehtävätyypille uudistetun taksonomian, jossa innovatiiviseen tehtävätyyppiin liitetään seitsemän ulottuvuutta: arviointirakenne, kompleksisuus, tosielämän toisintaminen, interaktiivisuus, tehtävään sisältyvä media-aineisto, vastaustapa tai arvostelumenetelmä.

Arviointirakenne on jatkumo. Jatkumon alkupäässä on diskreetit eli erilliset tehtävät, jotka ovat myös yleisimpiä tehtäviä sähköisissä kokeissa. Valintatehtävät ja tuottamistehtävät ovat diskreettejä tehtäviä. Innovatiivisessa valintatehtävässä kokelasta voidaan esimerkiksi pyytää valitsemaan tietty osa tekstiä, kuvaa, kuvaajaa tai taulukkoa. Jatkumolla diskreetin tehtävän jälkeen on tilannetehtävä, jossa kokelaan on ratkaistava jokin realistinen tilanne tai skenaario. Tilannetehtävä voi koostua vaiheista, jotka ovat kaikille kokelaille samat tai vaiheet voivat muuttua kokelaan tekemien ratkaisujen perusteella. (Parshall & Harmes, 2007)

Arviointirakennejatkumon loppupäässä on simuloitu ympäristö, jossa on pyritty toisintamaan autenttinen fyysinen ympäristö mahdollisimman tarkasti. Kokelas voi toimia oikeassa tai simuloitussa fyysisessä ympäristössä, johon voi sisältyä myös aitoja tai simuloituja työkaluja ja henkilöstöä. Simuloitujen koeympäristöjen kehittäminen ja ohjelmointi on kallista ja aikaa vievää. Esimerkkejä simuloituista ympäristöistä on vielä vähän, mutta niitä käytetään esimerkiksi lentokapteenien koulutuksessa ja testaamisessa. (Parshall & Harmes, 2007)

Tehtävän ratkaiseminen vaatii kokelaalta tiettyjen elementtien huomioon ottamista. Kompleksisuus tarkoittaa näiden elementtien määrää ja laatua. Elementit voivat olla tehtävän osia, joita kokelaan on tulkittava, kuten tekstiä eri puolilla näyttöä. Ne voivat olla myös toiminnallisia komponentteja, kuten aktiivisia painikkeita. Valintatehtävistä on vaikea tehdä kovin kompleksisia, mutta tehtävätyypin kompleksisuus kasvaa, kun tehtävään lisätään visuaalisia elementtejä, esimerkiksi staattista tai dynaamista grafiikkaa, jota kokelaan on tulkittava. Kompleksisuus lisääntyy usein samalla, kun tehtävästä tehdään interaktiivisempi tai tehtävä toisintaa tosielämään. (Parshall & Harmes, 2007)

Tosielämän toisintaminen (fidelity) kuvaa sitä, missä määrin tehtävä tarjoaa realistisen ja tarkan toisinnan esineistä, tilanteista ja ympäristöistä, jotka ovat osa arvioinnin kohteena olevaa kokonaisuutta. Arviointirakennejatkumon loppupäähän sijoittuvat simuloitujen ympäristöt ovat tehtäviä, joissa tosielämän toisintaminen on viety huippuunsa. Kuten jo aikaisemmin todettiin, tällaiset tehtävät ovat kalliita suunnitella ja toteuttaa. Kokeen suunnittelussa on huomioitava, kuinka tarkka toisinto tosielämästä on tarpeellinen arviointia varten. Tosielämää toisintava tehtävä voi olla myös esimerkiksi valintatehtävä. Tehtävä lukee kuvauksen tapahtumasta ja valitsee valmiista vaihtoehdoista sen, joka kuvaa parhaiten sitä, miten tilanteessa olisi toimittava. Tällainen tehtävä ei kuitenkaan mittaa tarpeeksi hyvin kokelaan toimintaa oikeassa tilanteessa. (Parshall & Harnes, 2007)

Interaktiivisuus kuvaa sitä, missä määrin tehtävä reagoi kokelaan toimintoihin. Tässä tapauksessa interaktiivisuudella ei viitata testien adaptiivisuuteen. Yleensä tehtävä on sitä interaktiivisempi, mitä pidemmälle tehtävä sijoittuu arviointirakennejatkumolle. Yksinkertaisimmillaan interaktiivisuus voi olla esimerkiksi sitä, että tietokone korostaa kokelaan valitseman vastausvaihtoehdon jollain värillä. Tietokone voi piirtää suoran niiden pisteiden kautta, jotka kokelas on määritellyt. Tiedonhakutaitoja arvioiva tehtävä voisi olla esimerkki interaktiivisemmasta tehtävästä. Tehtävässä kokelas muodostaa tutkimuskysymyksen halutusta aiheesta ja etsii artikkeleita aiheeseen liittyen. Tietokone näyttäisi artikkelin otsikon, lähteen ja tiivistelmän. Näiden perusteella kokelas valitsisi artikkeleista ne, jotka ovat tutkimuskysymyksen kannalta oleellisimpia. Simuloituissa ympäristöissä tehtävät ovat yleensä interaktiivisimpia tehtäviä. (Parshall & Harnes, 2007)

Innovatiivisiin tehtäviin voidaan sisällyttää media-aineistoa, kuten kuvia, ääntä, videoita ja animaatioita. Grafiikka on tekstin lisäksi yleisin sähköisten kokeiden aineisto, ja monet opiskelijat ovat tottuneet grafiikkaa sisältäviin tehtäviin. Kuvia voi liittää myös paperiseen kokeeseen, mutta sähköisessä kokeessa kuviin on helppo liittää interaktiivisuutta. Sähköisessä kokeessa kuvia voi myös esimerkiksi kääntää, suurentaa tai pienentää. Grafiikkaa voi liittää tehtävänantoon tai vastaustapaan. Ääntä on käytetty paperistenkin kokeiden osana, mutta sähköisessä kokeessa etuna on se, että äänenlaatu on parempaa. Lisäksi kokelas voi säätää esimerkiksi äänenvoimakkuutta ja toistaa nauhaa haluamallaan tavalla. Videon etu ääneen verrattuna on se, että videolta voi havainnoida myös sanatonta viestintää. Lisäksi videoaineiston on käytännöllinen, jos halutaan kytkeä tehtävä tosielämään. (Parshall & Harnes, 2007)

Sähköisissä kokeissa animaatiot eivät ole vielä yhtä yleisiä kuin videot. Animaatioilla on kuitenkin monia etuja, kuten se, että ne ovat yleensä tiedostokooltaan pienempiä ja niiden tuottaminen voi olla halvempaa kuin videoiden. Animaation etuna on myös sen yksinkertaisuus: kokelaan huomio kiinnittyy todennäköisesti olennaiseen asiaan toisin kuin videossa. Media-aineistojen haasteita ovat monet eri tiedostomuodot ja tiedostojen koko. Videoaineisto voi myös olla kallista. Kuulo- ja näkövammaisten kokelaiden tarpeet on erityisesti huomioitava media-aineistoa sisältävien tehtävien kohdalla. (Parshall & Harmes, 2007)

Vastaamistavalla tarkoitetaan tässä sekä vastaukseen antamiseen käytettyjä laitteistoja että vastauksen antamiseen tarvittavia fyysisiä toimintoja. Sähköisissä kokeissa yleisiä vastaamiseen käytettäviä laitteistoja ovat hiiri ja näppäimistö. Jossain tapauksissa voi käytössä olla myös esimerkiksi mikrofoni tai kosketusnäyttö. Vastaaminen voi sisältää esimerkiksi tekstin tuottamista näppäimistön avulla. Hiiren osoittimella voi valita kuvan, kuvan osan tai tekstin tai siirtää elementtejä tiettyyn järjestykseen tai kokonaisuuteen. (Parshall & Harmes, 2007) Vastaaminen voi tapahtua myös tekstiä jollain tavoin korostamalla (Parshall et al., 2002, 1–8). Innovatiiviset vastaamistavat kehittyvät edelleen simuloitujen ympäristöjen kehittyessä ja yleistyessä. Sähköisissä kokeissa on huolehdittava siitä, että vastaustapa on kokelaille vaikeustasoltaan sopiva. Jos kokelas ei tiedä, miten vastaus annetaan, arvioinnilla ei mitata sitä, mitä on ollut tarkoituksena mitata. (Parshall & Harmes, 2007)

Yksi sähköisten kokeiden käytännön hyödyistä on automaattinen arvostelu. Automaattinen arvostelu mahdollistaa myös adaptiivisen testauksen, sillä tietokone voi arvostella tehtävän heti ja antaa uuden tehtävän edellisen arvioinnin perusteella. Tietokonepohjaisessa arvioinnissa käytetyt strategiat voi jakaa kolmeen luokkaan: kahtiajakautunut, monijakautunut ja kompleksinen mallintaminen. Kahtiajakautunut arviointistrategia perustuu siihen, että kokelaalta kerätty arviointiaineisto jaotellaan sen perusteella, onko se oikein vai väärin. Kahtiajakautunut strategia on yksinkertainen, mutta se rajoittaa tehtävän suunnittelua. Lisäksi se ottaa huomioon vain lopullisen tuloksen eikä tehtävässä tehtyjä aikaisempia valintoja. (Parshall & Harmes, 2007)

Monijakautunut arviointistrategia voidaan toteuttaa eri tavoin. Siinä olennaista on kuitenkin se, että tehtävä voi olla myös osittain oikein. Valintatehtävien kohdalla tietokone voi antaa vastausvaihtoehdoille eri painoarvoja tai monimutkaisemmissa tehtävissä

vastauksen komponentteja tai vaiheet voidaan painottaa eri tavoin. Monijakautuneen arviointistrategian kohdalla on selvitettävä arviointikriteeristö ja eri kriteerien painoarvot. Monijakautuneella arviointistrategialla saadaan enemmän tietoa kokelaan suoriutumisesta kuin kahtiajakautuneella strategialla, mutta monijakautuneen strategian noudattaminen vaatii enemmän ohjelmoinnilta. (Parshall & Harnes, 2007)

Arviointirakenteeltaan monimutkaisemmat tilannetehtävät ja simuloidut ympäristöt vaativat monipuolisemman arviointistrategian kuin valinta- ja tuottamistehtävät. Kompleksisista mallintamistekniikoista osa keskittyy kokelaan lopulliseen tuotokseen, kun taas osa keskittyy tuotosprosessiin. Kompleksinen mallintaminen pyrkii jäljittelemään ja mallintamaan ihmisen suorittamaa arvostelua tai sitä, miten asiantuntija olisi suorittanut tehtävän. Mitä hienostuneempi arviointitapa on, sitä enemmän saadaan tietoa kokelaan vastauksista. Toisaalta monimutkaisten arviointitapojen kehittäminen ja ohjelmointi on vaikeampaa. (Parshall & Harnes, 2007)

Tietokonepohjaisessa testauksessa ei vielä hyödynnetä kaikkea innovatiivisten tehtävien luomia mahdollisuuksia (Brown et al., 1997, 203–204; Doran, Chan, Tamir & Lenhardt, 2002, 53; Downing & Haladyna 2006) ja sähköisissä kokeissa tehtävätyypit eivät välttämättä juurikaan eroa perinteisen paperisen testin tehtävätyypeistä (Doran et al., 2002, 53; Downing & Haladyna, 2006). Kuon ja Wun (2013) mukaan vuosien 1985–2012 luonnontieteiden ja lääketieteen tietokonepohjaisissa summatiivisissa testeissä valintatehtävä oli selkeästi yleisin tehtävätyyppi. Suurimittakaavaisissa summatiivisissa kokeissa oli eniten valintatehtäviä ja avoimen vastauksen tehtäviä. Jos tämä jatkuu, sähköisten kokeiden avulla ei päästä eroon siitä, että valintatehtäviin perustuvat testit mittaavat lähinnä tiedon muistamista. Olisikin toivottavaa, että kemian sähköisten kokeiden tehtävissä hyödynnettäisiin esimerkiksi kokeellisuussimulaatioita, videota tai mallinnusohjelmistoja, joilla opiskelijat voivat piirtää ja tarkastella molekyyylejä. (Doran et al., 2002, 53)

3.3 Käytössä olevia sähköisiä summatiivisia kokeita

Maailmalla toteutetaan sähköisenä esimerkiksi ylioppilaskokeiden kaltaisia kokeita, muita kansallisia korkean panoksen kokeita, yliopistojen pääsykokeita ja tasokokeita, kuten PISA. Sähköisten kokeiden käytännöt vaihtelevat paljon maittain. (Ylioppilastutkintolautakunta & Lahti, Heinonen, Siira & Lattu, 2013) Seuraavaksi esitellään Yhdysvalloissa, Tanskassa, Norjassa ja Suomessa käytössä olevia sähköisiä

kokeita. Sähköiset kokeet ovat Yhdysvalloissa vakiintuneessa asemassa (Bridgeman, 2009), ja jo 1920-luvulla yhdysvaltalainen Sidney Pressey kehitti opiskelijoiden testaamiseen käytettävän tietokoneenkaltaisen laitteen (Petrina, 2004). Yhdysvaltojen lisäksi käsitellään Tanskaa ja Norjaa, sillä ne ovat Pohjoismaina kiinnostavia.

3.3.1 Yhdysvallat

Yhdysvalloissa on useita sähköisiä suurimittakaavaisia kokeita. Käytössä on sekä adaptiivisia eli mukautuvia testejä että lineaarisia testejä, joissa kaikille kokelaille esitetään samat kysymykset. (Bridgeman, 2009; Parshall et al., 2002, 1–8) Sähköisiä kokeita on moniin tarkoituksiin, kuten opettajien ja lääkäreiden pätevyyden ja sotavoimiin soveltuvuuden testaamiseen. Koulumaailman sähköisiin kokeisiin lukeutuu muun muassa MAP (Measures of Academic Progress). MAP on adaptiivinen testi, joka mittaa opiskelijoiden lukemisen, matematiikan ja kielenkäytön taitoja esikouluikäisistä lukioikäisiin. Lisäksi useat yliopistoihin hakemiseen liittyvät kokeet ovat sähköisiä. (Bridgeman, 2009)

Yksi esimerkki yliopistoon hakemiseen liittyvistä sähköisistä kokeista on adaptiivinen GMAT (Bridgeman, 2009). GMAT on kansainvälisen järjestön standardoitu tietokoneavusteinen testi, joka on käytössä 114 maassa. Koetta käytetään kansainvälisesti arviointikriteerinä yliopistojen opiskelijavalinnoissa varsinkin kauppatieteellisissä korkeakouluissa. (GMAC, 2014) GRE (Graduate Record Examination) on adaptiivinen standardoitu testi, jota käytetään osana useiden eri alojen hakuprosessia (Bridgeman, 2009). MCAT (Medical College Admission Test) on standardoitu tietokonepohjainen lääketieteelliseen koulutusohjelmaan liittyvä pääsykoe (AAMC, 2014).

3.3.2 Tanska

Tanskan opetusministeriö haluaa lisätä ja kehittää TVT:n käyttöä koulutuksessa. Toisen asteen koulutuksen opetussuunnitelmiin TVT:n käyttö on kirjattu pakolliseksi. Tarkkaa ohjetta käytön määrästä ei ole, mutta opettajille on oppiainekohtaisia esimerkkejä siitä, miten he voivat hyödyntää TVT:aa. Koulut voivat myös järjestää neljäsojan oppitunneista etäopetuksena. (Tanskan opetusministeriö, 2011)

Tanskassa ylioppilaskokeen kaltaisissa kokeissa tietokonetta on voinut käyttää kirjoittamiseen joissain oppiaineissa vuodesta 1994 lähtien. Tämä oli yksittäisten koulujen

paikallinen päätös. Tietokoneen käyttö koetilanteissa yleistyi, ja kokeita alettiin siirtää paperilta sähköiseen muotoon. Ylioppilaskokeen kaltaisia sähköisiä kokeita testattiin ensimmäisiä kertoja vuonna 2001 tanskan kielessä, matematiikassa ja liiketaloudessa. Tarkoituksena on sähköistää koko tutkintokoeprosessi. Haasteena on ollut erityisesti Internetin käytön valvonta, sillä pääosin kouluissa on langaton Internet-verkko. (Tanskan opetusministeriö, 2011)

Vuonna 2007 otettiin käyttöön ensimmäisiä tietokonepohjaisia valtakunnallisia kokeita. Peruskoulun oppilaat vastaavat näihin testeihin web-järjestelmää käyttäen, ja testijärjestelmä tarkistaa vastaukset automaattisesti. Opettaja kirjautuu testijärjestelmään ja avaa kokeen oppilailleen. Valtakunnalliset testit ovat adaptiivisia, ja oppilailla on rajattu aika vastata niin moneen tehtävään kuin he ehtivät. Tehtävät valikoituvat tehtäväpankista, jossa on koetta kohden yli 500 tehtävää. Peruskoulussa valtakunnallisia sähköisiä kokeita on seitsemässä oppiaineessa: tanskan kieli, tanska toisena kielenä, matematiikka, englanti, maantieto, biologia ja fysiikka-kemia. (Wandall, 2009)

3.3.3 Norja

Vuonna 2002 Norjassa päätettiin alkaa testata peruskoulujen oppilaita valtakunnallisesti norjan kielen lukemisessa ja kirjoittamisessa, matematiikassa ja englannin kielessä. Valtakunnallisten kokeiden kehitysprosessin alkaessa päädyttiin valmistelevaan sähköisiä kokeita paperisten kokeiden lisäksi, sillä Bergenin yliopistolla oli jo kokemusta web-pohjaisten kielikokeiden kehittelystä. Lisäksi tietokoneet ovat yleisiä norjalaisten keskuudessa. Ensimmäiset vuosina 2004–2005 käyttöön otetut englannin kielen sähköiset kokeet olivat osittain adaptiivisia: ensin oppilas teki satunnaisesti valitun esitestin kolmesta samantasoisesta testistä. Tämän testin perusteella oppilaalle valikoitui varsinainen koe, joita on kolme eri vaikeustasoa.

Vuonna 2007 valtakunnallisiin kokeisiin tehtiin muutoksia ja adaptiiviset testit muutettiin lineaarisiksi. Kun oppilas kirjautuu koejärjestelmään, hän saa yhden kolmesta koevaihtoehdosta, jotka kaikki ovat vaikeudeltaan samantasoisia. Sähköisten kokeiden käyttöönotto näyttää nyt sujuvan hyvin ja koulut ovat päivittäneet tietokoneitaan ja Internet-yhteyksiään vastaamaan sähköisten valtakunnallisten kokeiden tarpeita. Lisäksi ilmapiiiri on rauhoittunut, eivätkä valtakunnalliset kokeet saa enää yhtä paljon huomiota medialta. (Moe, 2009)

3.3.4 Suomi

Opetushallituksen selvityksen mukaan Suomessa koetilanteissa yleisimmin käytetty laite on kannettava tietokone. Selvityksessä sähköisiä kokeita tutkittiin oppiaineryhmittäin, ja ryhmät olivat äidinkieli, reaaliaineet, matemaattis-luonnontieteelliset aineet eli fysiikka ja kemia, matematiikka, vieraat kielet, muut kurssit ja erityistilanteet. Useimmin sähköisiä kokeita oli äidinkielessä ja reaaliaineiden ryhmässä, ja yleisimmin käytetty tehtävämuoto oli essee. Vähiten sähköisiä kokeita on matematiikassa, fysiikassa ja kemiassa. Matemaattis-luonnontieteellisissä aineissa yleisin tehtävätyyppi on monivalintatehtävä. (Opetushallitus & Hurme, Nummenmaa & Lehtinen, 2013)

3.3.4.1 Sähköistyvä ylioppilastutkinto

Ylioppilaskokeet siirtyvät sähköisiksi vaiheittain kevääseen 2019 mennessä. Ensimmäiset sähköiset kokeet ovat syksyllä 2016. Tällöin sähköisiä ovat saksan, maantieteen ja filosofian ylioppilaskokeet. Viimeisenä oppiaineena sähköiseksi muuttuu matematiikka. Kaikkien oppiaineiden kokeissa tarvitaan ainakin tekstinkäsittelyohjelmiston käyttötaitoja, ja työkalujen hallinnasta on hyötyä. Ylioppilaskokeen tarkoitus ei ole mitata tietoteknisiä taitoja. (Ylioppilastutkintolautakunta, 2014)

Kemian ylioppilaskokeet ovat sähköisiä syksystä 2018 alkaen. Reaalikokeen enimmäispistemäärä on 120 pistettä, ja aikaa kokeen tekemiseen on kuusi tuntia. Koe rakennetaan moduuleista, joiden määrä voi vaihdella koekerrasta toiseen, ja moduulien sisällä voi olla valinnaisuutta. Moduulit valitaan osista A, B, C ja D. Tässä järjestyksessä tehtävät muuttuvat kognitiivisesti haastavammiksi, joten esimerkiksi D-osan tehtävät ovat haastavampia kuin A-osan tehtävät. Kokeessa on aina moduuli joko osasta A tai osasta B tai molemmista. Lisäksi sekä osasta C että osasta D on ainakin yksi moduuli. (Ylioppilastutkintolautakunta, 2014)

Sähköinen koe mahdollistaa laajemman taustamateriaalin määrän paperiseen kokeeseen verrattuna. Materiaalit voivat olla esimerkiksi kirjoitettuja dokumentteja, audiovisuaalista aineistoa, visuaalista aineistoa, numeerista aineistoa tai näiden yhdistelmiä. (Ylioppilastutkintolautakunta, 2014) Koetilanteessa opiskelijan päätelaite käynnistää käyttöjärjestelmän joko USB-muistilta tai CD/DVD-levyltä. Internetin käyttö kokeessa estetään. Opiskelijoilla on käytettävissään ohjelmistoja tekstinkäsittelyyn, taulukkolaskentaan, kuvankäsittelyyn, vektorigrafiikkaan, kuvaajien piirtämiseen ja

symboliseen laskentaan. Lisäksi kokelailla on käytössään Otavan MAOL Digitaalukot -aineisto. (Digabi, 2014)

3.4 Kokemuksia sähköisistä kokeista

Sähköisiä summatiivisia kokeita toteutetaan monissa eri yhteyksissä ja eri-ikäisille kokelaille muun muassa peruskoulun valtakunnallisina kokeina (esim. Moe, 2009), ylioppilaskokeina (esim. Wandall, 2009) ja pääsykokeina (esim. Bridgeman, 2009). Sähköisiä kokeita on myös lineaarisia ja adaptiivisia, ja tehtävät voivat innovatiivisuudeltaan vaihdella hyvin paljon (Downing & Haladyna, 2006; Parshall et al., 2002, 1–8).

Opiskelijat ovat suhtautuneet myönteisesti tietokonepohjaiseen testaukseen varsinkin, jos koetilanteessa ei ole ollut suuria paineita suoriutua hyvin (Parshall et al., 2002, 1–8; Pino-Silva, 2008). Sen sijaan opiskelijat ovat varautuneita, kun kyseessä on korkean panoksen koe. Tietokoneen käyttö koetilanteessa hermostuttaa joitain opiskelijoita. Heitä huolestuttaa omien taitojen riittävyys tehtävien suorittamiseen (Parshall et al., 2002, 1–8) ja teknisten ongelmien mahdollisuus kokeen aikana. Muita haasteita sähköisten kokeiden kohdalla on häiritsevä näppäimistön ääni koetilanteessa (Stephens, 2001) ja näytöltä lukemisen vaikeus ja väsyttävyyys (Pino-Silva, 2008). Sähköiset kokeet vaativat myös enemmän ohjeistusta kuin paperiset kokeet (Stephens, 2001)

Tietokoneiden käyttö koetilanteessa voi lisätä ahdistuneisuutta. Tutkimusten mukaan tytöt kokevat hermostuneisuutta tietokoneen käytön takia enemmän kuin pojat. Tytöt myös suhtautuvat tietokoneiden käyttöön poikia kielteisemmin. Sukupuolella ei ole kuitenkaan havaittu olevan merkittävää vaikutusta suoriutumiseen sähköisissä kokeissa, kunhan kokeisiin valmistaudutaan huolella. (Stephens, 2001)

Adaptiivisessa testauksessa opiskelijoita huolestuttaa se, että he eivät näe kuin yhden tehtävän kerrallaan. Tämän lisäksi opiskelijat eivät voi palata vastauksiinsa jälkikäteen. Adaptiiviset testit mukautuvat kokelaan vastausten mukaan, ja opiskelijan tekemien tehtävien määrä on pienempi kuin perinteisessä kokeessa, jossa kaikki tekevät samat tehtävät. Tämä voi lisätä opiskelijoiden paineita suoriutua hyvin. Opiskelijan saa epäsuoraa palautetta suoriutumisestaan sen perusteella, onko opiskelijalle osoitettu tehtävä helpompi vai vaikeampi kuin edellinen. Tämä voi lisätä opiskelijan hermostuneisuutta. Opiskelija voi kokea tehtävien tekemisen liian rajoitetuksi, jos kokelas ei esimerkiksi näe kaikkia tehtäviä

kerrallaan. Sähköisen kokeen vastaamisstrategiat ovat hieman erilaisia kuin paperisen kokeen. Tietokoneella voi olla vaikeaa esimerkiksi silmäillä koe läpi tai tehdä itselleen muistiinpanoja. (Parshall et al., 2002, 1–8)

Sähköisen kokeen etuina opiskelijat ovat pitäneet vilpin tekemisen vaikeutta, vastaamisen joustavuutta ja mahdollisuutta korjata ja esikatsella vastauksia (Escudier, Newton, Cox, Reynolds & Odell, 2011). Myönteisiä huomioita ovat olleet myös helppolukuisten ja selkeiden vastausten tuottaminen, sähköisen kokeen yksinkertaisuus ja se, että sähköinen koe ei tunnu yhtä koemaiselta kuin paperinen koe. (Stephens, 2001) Sähköisissä kokeissa automaattinen arvostelu on tarkempaa ja objektiivisempaa kuin paperisten kokeiden arvostelu, mikä parantaa sähköisten kokeiden reiluuutta. Opiskelijat pitävät sähköisiä kokeita hyväksyttävänä. Suurin osa on myös sitä mieltä, että sähköinen koe ei asettanut heitä eriarvoiseen asemaan. (Escudier et al., 2011)

3.4.1 Tieto- ja viestintätekniiikan käyttötaitojen vaikutus opiskelijoiden kokemuksiin

Suomalaiset lukio-opiskelijat arvioivat TVT-taitonsa kokonaisuudessaan melko hyviksi. Opiskelijat arvioivat taitojaan neljällä osa-alueella: toimisto-ohjelmistojen käyttö, mediatuottaminen, tekniset taidot ja Internet taidot. Parhaiten opiskelijat osaavat oman arvionsa mukaan käyttää Internetistä löytyvää tietoa hyväkseen opiskelussa sekä kirjoittaa ja muokata tekstiä tekstinkäsittelyohjelmistolla. Heikoimmin opiskelijat osaavat käsityksensä mukaan tehdä taulukoita taulukkolaskentaohjelmistolla ja luoda animoidun esityksen. Näiden taitojen kohdalla opiskelijat arvioivat taitonsa keskinkertaisiksi. Pojat arvioivat taitonsa paremmiksi kaikilla neljällä osa-alueella. (Opetushallitus & Hurme et al., 2013)

Opetushallitus ja Hurme et al. (2013) tutkivat suomalaisten lukio-opiskelijoiden näkemyksiä sähköistyvästä ylioppilastutkinnosta keväällä 2013, jolloin sähköisten ylioppilaskokeiden käytännön toteutuksen yksityiskohdista ei ollut vielä tarkkaa tietoa. Opiskelijoilta kysyttiin millaisia työvälineitä he haluaisivat käyttää eri oppiaineiden kokeissa. Työvälinevaihtoehdot oli jaettu seuraavalla tavalla: tietokone ja rajaton tietoverkko, tietokone ja rajattu tietoverkko, vain perinteiset työvälineet ja tietokone, Internet ja perinteiset työvälineet. Tutkimuksessa selvisi, että varsinkin matematiikassa opiskelijat käyttäisivät mieluiten vain perinteisiä työvälineitä.

Tutkimuksen mukaan aiemmalla kokemuksella tietokoneiden käytöstä koetilanteissa ei ollut juurikaan merkitystä suomalaisten lukio-opiskelijoiden mielipiteisiin ylioppilaskokeiden sähköistämisestä. TVT-taidoilla on todettu olevan yhteys halukkuuteen suorittaa ylioppilaskoe sähköisesti. Mitä paremmiksi opiskelija arvioi TVT-taitonsa, sitä enemmän hän haluaisi suorittaa ylioppilaskokeen sähköisesti. Poikkeuksena oli matematiikan koe, jonka kohdalla sekä matalimmiksi että korkeimmiksi TVT-taitonsa arvioineet opiskelijat tekisivät kokeen mieluiten perinteisillä työvälaineillä. Lisäksi poikien on todettu olevan tyttöjä innokkaampia suorittamaan ylioppilaskokeita sähköisenä. (Opetushallitus ja Hurme et al., 2013)

Tietokoneen käyttötaidot vaikuttavat opiskelijoiden koekokemukseen varsinkin, jos tehtävät eivät ole perinteisiä monivalintatehtäviä. Tietokoneavusteisessa testauksessa onkin otettava huomioon se, että joillain kokeilijoilla voi olla paremmat tietokoneen käyttötaidot kuin toisilla ja kaikilla ei ole samoja mahdollisuuksia harjoitella tietokoneen käyttöä. (Parshall et al., 2002, 1–8) Koulujen välillä on suuria eroja siinä, kuinka paljon tietokoneita on käytettävissä ja miten niitä hyödynnetään (Opetushallitus & Mikkonen, Sairanen, Kankaanpää & Laattala, 2012).

Parshall et al. (2002) ovat sitä mieltä, että jokaisessa tietokoneavusteisessa kokeessa pitäisi olla ohjeita koskien erilaisia tehtävätyyppejä ja niihin vastaamista. Mitä vähemmän kokemusta opiskelijoilla on sähköisten kokeiden tekemisestä, sitä tarkempia ohjeistuksia tarvitaan. Luonnollisesti sähköisiin kokeisiin on valmistauduttava ja niitä täytyy harjoitella etukäteen. On myös huolehdittava, että opiskelijat osaavat käyttää kokeen käyttöjärjestelmää ja ohjelmistoja ja he tietävät, miten kokeeseen vastaamisen käytännössä tapahtuu. Hyvä käyttöliittymä on selkeä ja johdonmukainen kokonaisuus.

4. Tutkimus

Tässä luvussa esitellään tutkimuskysymykset, miten tutkimus tehtiin ja tutkimuksen tulokset.

4.1 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää kemian sähköisen ylioppilaskokeen mahdollisuuksia ja haasteita. Tarkoituksena on kartoittaa opiskelijoiden ja opettajien kokemuksia kemian sähköisen ylioppilaskokeen esimerkkitehtävistä ja sähköisen kokeen käyttöönotosta.

Tutkimusta ohjaavat seuraavat kysymykset:

1. Millaisia ovat opiskelijoiden kokemukset kemian sähköisen ylioppilaskokeen esimerkkitehtävien käyttöönotosta?
2. Millaisia ovat opettajien kokemukset kemian sähköisen ylioppilaskokeen esimerkkitehtävien käyttöönotosta?

4.2 Menetelmä

Tutkimus on tapaustutkimus. Yinin (1989) mukaan tapaustutkimuksessa (case study) tapauksia pyritään kuvaamaan kuinka- ja miksi-kysymyksien ja useiden eri tietolähteiden avulla. Tapaustutkimuksessa tutkitaan nykyajan ilmiöitä, joita tutkija voi kontrolloida vain hyvin vähän tai ei ollenkaan. Haastattelu on yksi tapaustutkimuksessa tärkeimmistä tiedonkeruumenetelmistä. Toinen mahdollisista menetelmistä on suora havainnointi tutkimuskentällä. Näiden lisäksi aineistona voi käyttää osallistuvaa havainnointia, arkistoja, lehdistöaineistoja ja esineitä.

Tapaustutkimusta on kritisoitu siitä, että se tarjoaa vain vähäiset perusteet tieteellisten yleistysten tekemiselle. Tapaustutkimuksessa tarkoituksena on laajentaa ja yleistää teoreettisia väittämiä. Teoreettinen viitekehys onkin olennainen osa tutkimusta. Teoria sekä ohjaa aineiston keräämistä että luo pohjan mahdollisten yleistysten tekemiselle. (Yin, 1989, 21)

4.2.1 Otanta

Tutkimukseen osallistui kolme aineenopettajaa kolmesta eri pääkaupunkiseudun lukiosta. Kyseisissä lukioissa on hyvät mahdollisuudet opiskella kemiaa ja muita matemaattis-luonnontieteellisiä oppiaineita valtakunnallisten kurssien lisäksi. Tarkoituksena oli saada

tutkimukseen mukaan opiskelijoita, jotka olivat jo käyttäneet ChemSketch-ohjelmistoa, jota myös tutkittavissa kemian sähköisen kokeen esimerkkitehtävissä tarvittiin. Tutkimusten tulosten perusteella otoksen opiskelijoiden kokemukset ChemSketch-ohjelmiston käytöstä olivat kuitenkin vaihtelevia.

Koetehtävien arvioitiin käsittelevän pääasiassa toisen ja kolmannen lukion kemian valtakunnallisen kurssin sisältöjä, joten näiden kurssien suorittaminen oli kriteerinä opiskelijoiden tutkimukseen osallistumisessa. Otokseen valikoitui opiskelijoita, jotka olivat tutkimuksessa mukana olevien opettajien kursseilla tai opiskelivat kemiaa loppukeväällä 2014. Pääasiassa he opiskelivat toista vuotta lukiossa, ja he olivat jo suorittaneet useita lukion kemian kursseja.

Koevastauksia palautti 44 opiskelijaa. Kokeen jälkeen täytettävään kyselyyn vastasi 37 opiskelijaa, joista naisia oli 18 ja miehiä 18. Yksi kyselyyn vastanneista opiskelijoista ei ilmoittanut sukupuoltaan. Kyselyyn vastasi jokaisesta tutkimukseen osallistuneesta koulusta suunnilleen yhtä suuri määrä opiskelijoita: ensimmäisestä koulusta 13 opiskelijaa ja toisesta ja kolmannelta koulusta 12 opiskelijaa.

4.2.2 Aineiston hankinta

Tutkimusta varten saatiin kemian sähköisen ylioppilaskokeen esimerkkitehtäviä YTL:n kemian jaostolta huhtikuussa 2014. Esimerkkitehtävistä valittiin osa, ja niistä koottiin muutama koeversio. Kokeita ei tarkoitettu vastaamaan varsinaista sähköistä kemian ylioppilaskoetta, vaan tarkoitus oli tutkia erilaisia esimerkkitehtäviä.

Esimerkkitehtävistä kootut sähköiset kokeet erosivat jonkin verran toisistaan. Yhdessä lukiossa kokeen tekemiseen varattiin 75 minuuttia. Tämän lukion opiskelijat tekivät kokeen, jossa oli kaksi tehtävää. Kahdessa lukiossa aikaa varattiin kaksi tuntia. Näiden lukioden opiskelijat tekivät kolmesta tehtävästä koostuvan kokeen. Lisäksi kaikissa kouluissa kokeista oli kahta eri versiota: sähköinen kemian koe A ja sähköinen kemian koe B. Näissä kokeissa oli yhdestä tehtävästä kaksi eri versiota. Kyseisissä tehtäväversioissa samoihin kysymyksiin vastattiin eri ohjelmistoja käyttäen. Kokeeseen valittiin kaksi versiota samasta tehtävästä, koska tarkoituksena oli testata monenlaisia esimerkkitehtäviä sähköisessä kokeessa.

Sähköisiä kemian kokeita testattiin kolmessa pääkaupunkiseudun lukiossa huhtikuussa ja toukokuussa 2014. Jokainen opiskelija sai henkilökohtaisen koodin, jota hän käytti vastatessaan kokeeseen ja kyselylomakkeeseen. Opettajat tiesivät opiskelijoidensa henkilökohtaiset koodit, joten opiskelijoiden oli mahdollista saada palautetta menestymisestään kokeessa. Tutkimuksessa koe- ja kyselyvastaukset käsiteltiin kuitenkin nimettöminä.

Lukiosta riippuen opiskelijat hakivat kokeen joko Moodlesta tai Fronterista sen perusteella, kumpi näistä oli koulussa käytössä. Sähköinen kemian koe oli tekstitiedosto ja kokeeseen vastattiin tekstinkäsittelyohjelmistolla. Tekstitiedostot vastauksineen palautettiin oppimisalustalle palautuskansioon. Koetilanteessa opiskelijat saivat käyttää MAOL- taulukkokirjaa. Opiskelijat saivat vierailta vain tehtävissä annetuilla Internet-sivustoilla. Lisäksi opiskelijoilla oli käytössään teknisiä ohjeita, joissa opastettiin lyhyesti tehtävissä tarvittavien ohjelmistojen käyttöön. Tutkimuskentällä kerättiin tietoa kemian sähköisen kokeen käyttöönotosta myös suoralla havainnoinnilla.

Kokeen tehtyään opiskelijat täyttivät sähköisen kyselylomakkeen. Kyselyn haaste haastatteluun verrattuna on ainakin se, että kyselyyn vastaaja voi ymmärtää väärin joitain kysymyksiä, eikä tutkija voi kyselytilanteessa oikaista näitä väärinkäsityksiä. Toteuttaessaan kyselyn tutkija lisäksi olettaa vastaajilta osaamista tai halua ilmaista itseään kirjallisesti yksiselitteisellä tavalla. (Tuomi & Sarajärvi, 2002, 74–75) Tutkimuksessa päädyttiin silti kyselyyn, koska kaikkien opiskelijoiden haastatteluun olisi kulunut paljon aikaa.

Kyselyssä oli kuusi osiota: tausta, omien TVT-taitojen arviointi, tehtävien kemian sisältöjen haastavuuden arviointi, tehtävien tietoteknisen vaativuuden arviointi, ohjemateriaalin eli teknisten ohjeiden arviointi ja sähköisen kokeen arviointi yleisesti. Opiskelijat arvioivat TVT-taitojaan, tehtävien kemian sisältöjen haastavuutta ja tietoteknistä haastavuutta sekä ohjemateriaalia monivalintakysymyksien avulla. Kyselyn viimeisessä osiossa oli kolme avointa kysymystä, joissa opiskelijat saivat kertoa sähköisen kokeen hyvistä puolista ja haasteista ja antaa vapaasti palautetta. Kyselylomake on liitteenä (LIITE 1).

Sen jälkeen, kun opiskelijat olivat tehneet kemian sähköisen kokeen ja vastanneet kyselyyn, koetilannetta järjestämässä ja seuraamassa olleet opettajat haastateltiin. Kyseessä

oli teemahaastattelu. Teemahaastattelulla eli puolistrukturoidulla haastattelulla pyritään saamaan merkityksellistä tietoa tutkimusaiheeseen liittyen etukäteen valikoitujen teemojen avulla (Tuomi & Sarajärvi, 2002, 77–78). Teemoja olivat opettajan TVT:n käyttö kemian opetuksessa, opettajan kokemus opiskelijoiden TVT-taidoista sekä kokemukset testattavasta sähköisestä kokeesta ja sähköistyvästä kemian ylioppilaskokeesta. Haastattelussa ei esitetty teemoihin liittyviä tarkentavia kysymyksiä kaikille haastateltaville samassa järjestyksessä, vaan haastattelun eteneminen vaihteli tilanteen mukaan. Haastattelut kestivät noin puoli tuntia.

4.2.2.1 Sähköisen kemian ylioppilaskokeen esimerkkitehtävät

Osa esimerkkitehtävistä oli muokattu aikaisemmista kemian ylioppilaskokeen tehtävistä. Esimerkkitehtäville laadittiin ratkaisu- ja pisteytysmalli YTL:lta saatuja alkuperäisten tehtävien pisteytysmalleja hyödyntäen. Nykyisissä ylioppilaskokeissa tehtävät ovat joko kuuden tai yhdeksän pisteen arvoisia. (Ylioppilastutkintolautakunta, 2011) YTL:n kemian jaosto ei ollut vielä laatinut pisteytysmallia esimerkkitehtäviin. Vielä ei ole määritelty, mitkä ovat tehtävien pisteet uudistetussa kokeessa. Tässä tutkimuksessa B- ja C-osan tehtäville annettiin kuuden pisteen arvo. D-osan tehtävä oli yhdeksän pisteen arvoinen.

Ensimmäisessä tehtävässä (Tehtävä 1) oli aineistona video, jossa oli englanninkielistä tekstitystä. Tekstityksessä annettiin vastaukset joihinkin tehtävän kysymyksiin. Tehtävän vastauksia arvioitaessa tätä ei otettu huomioon. Tekstityksestä oli luultavasti apua niille opiskelijoille, jotka ymmärsivät hyvin englanninkielistä kemian sanastoa. Joitain opiskelijoita englanninkielisyys saattoi myös häiritä. YTL:n kemian jaoston mukaan tehtävä kuuluu osaan B.

Sähköisissä kokeissa A ja B oli eri versiot tehtävästä kaksi (Tehtävä 2). Molemmissa tehtävissä tarkasteltiin kapsaisiinimolekyylä, ja tehtävissä oli suurin piirtein samat kysymykset. Kokeessa A kapsaisiinia tarkasteltiin ChemSketch-ohjelmistolla, kun taas kokeessa B tarkasteluun käytettiin JSmol-sivustoa. ChemSketch-ohjelmistoa ei voida käyttää tulevassa ylioppilaskokeessa, mutta esimerkkitehtävien laatimishetkellä lisenssineuvottelut olivat vielä kesken. Toisen tehtävän versiot oli muokattu syksyn 2013 kemian ylioppilaskokeen tehtävästä kolme. YTL:n kemian jaoston mukaan versiot tehtävästä kaksi kuuluvat osaan C.

Kolmannessa tehtävässä (Tehtävä 3) oli aineistona Eviran artikkeli. Tehtävä oli muokattu syksyn 2013 kemian ylioppilaskokeen tehtävästä 12. YTL:n kemian jaoston mukaan tehtävä kolme kuuluu D-osaan. Tutkitut sähköiset kemian kokeet ovat liitteenä (LIITTEET 2–3).

4.2.3. Aineiston analyysi

Tutkimusaineisto analysoitiin aineistolähtöisellä sisällönanalyysillä. Aineistolähtöistä sisällönanalyysiä on kuvattu kolmivaiheiseksi prosessiksi. Vaiheet ovat aineiston pelkistäminen, aineiston ryhmittely ja teoreettisten käsitteiden luominen. Pelkistäminen voi olla tiedon tiivistämistä tai pilkkomista osiin. Ryhmittelyssä aineistosta etsitään samankaltaisuuksia tai eroavaisuuksia, joita yhdistetään luokiksi. Viimeisessä vaiheessa aineiston kielelliset ilmaukset käsitteellistetään. (Tuomi & Sarajarvi, 2002, 110–115)

4.2.3.1 Opiskelijakysely

Kyselyyn vastasi 37 opiskelijaa, joista 18 oli naisia ja 18 oli miehiä. Yksi vastanneista ei ilmoittanut sukupuoltaan. Kysely koostui monivalintakysymyksistä ja avoimista kysymyksistä. Tutkimuksen edetessä tutkimuskysymykset tarkentuivat ja aineistona päädyttiin hyödyntämään avoimia kysymyksiä kemian sähköisen kokeen hyvistä puolista ja haasteista. Monivalintakysymyksiä ei käsitellä tässä tutkimuksessa.

Avoimien kysymysten vastausten analysointiin käytettiin aineistolähtöistä sisällönanalyysiä. Opiskelijoiden kommentit sähköisen kokeen hyviin puoliin ja haasteisiin liittyen ryhmiteltiin ja niistä muodostettiin kuusi yhdistävää luokkaa. Opiskelijan palautteesta voitiin luokitella kommentteja useisiin eri luokkiin.

4.2.3.2 Opettajien haastattelut

Tutkimukseen osallistuneet kolme opettajaa haastateltiin. Kyseessä oli teemahaastattelu. Opettajien haastattelut analysoitiin aineistolähtöisesti. Opettajien kommentit sähköisen kokeen käyttöönoton hyviin puoliin ja haasteisiin liittyen ryhmiteltiin, ja niistä muodostettiin viisi yhdistävää luokkaa.

4.2.4 Luotettavuus

Tutkimuksen aineistoa ovat opiskelijoiden vastaukset avoimiin kysymyksiin sähköisen kokeen hyvistä puolista ja haasteista, opettajien haastatteluaineisto ja suoralla havainnoinnilla kerätty tieto. Havainnoinnilla kerätyn tiedon luotettavuutta vähentää se, että havainnoitsijoita on vain yksi (Yin, 1989, 91–92). Kyselyn ja haastattelun luotettavuuteen liittyviä ongelmia on pidetty metodisina, ja tässä tutkimuksessa tutkijan kokemattomuutta voidaan pitää yhtenä luotettavuutta alentavana tekijänä.

Aineisto analysointiin käytettiin aineistolähtöistä sisällönanalyysia. Aineistolähtöisen sisällönanalyysin ongelmana on, missä määrin tutkija voi estää omia ennakkoluulojaan ohjaamasta analyysia. (Tuomi & Sarajärvi, 2002, 97–98) Tässä tutkimuksessa pyritään kuvaamaan mahdollisimman tarkasti aineistosta muodostetut luokat ja antamaan esimerkkejä kuhunkin luokkaan sisältyvistä maininnoista. Tutkimuksen otos on pieni, joten tulosten ei voida yleistää pitävän paikkaansa kaikkien suomalaisten lukio-opiskelijoiden ja opettajien kohdalla. Laadullisessa tutkimuksessa on tavoitteena ilmiön tai tapahtuman kuvaaminen tai ymmärtäminen (Tuomi & Sarajärvi, 2002, 87). Tässä tutkimuksen tarkoitus on kuvata opiskelijoiden ja opettajien kokemuksia kemian sähköisen ylioppilaskokeen tehtävien käyttöönotosta.

Laadullisen tutkimuksen luotettavuuteen arviointiin on neljä kriteeriä: uskottavuus (credibility), siirrettävyys (transferability), luotettavuus (dependability) ja vahvistettavuus (confirmability) (Tuomi & Sarajärvi, 2002, 133–137). Tutkimuksen vaiheiden tarkalla ja yksityiskohtaisella kuvauksella on pyritty varmistamaan tutkimuksen uskottavuutta, luotettavuutta ja vahvistettavuutta. Siirrettävyys on haaste tutkimuksen luotettavuudelle, sillä tutkimuksen tulosten soveltaminen muissa konteksteissa on hankalaa.

4.3 Tutkimuksen tulokset

Tässä luvussa esitellään tutkimuksen tulokset tutkimuskysymyksittäin.

4.3.1 Opiskelijoiden kokemukset kemian sähköisen kokeen käyttöönotosta

Opiskelijoiden kokemuksia kemian sähköisen kokeen käyttöönotosta selvitettiin kyselylomakkeella. Kyselyn avoimet kysymykset olivat ”Mitä hyviä puolia sähköisessä kokeessa oli?”, ”Mitä haasteita sähköisessä kokeessa oli?” ja ”Anna vapaasti palautetta sähköisestä kokeesta”. Vapaan palautteen vastaukset yhdistettiin sähköisen kokeen hyviin puoliin ja haasteisiin, mikäli ne liittyivät niihin.

Aineistolähtöisen analyysin pohjalta luotiin opiskelijoiden sähköisen kokeen hyviä puolia ja haasteita koskevia kommentteja yhdistävät luokat. Yhdistävät luokat ovat tekstinkäsittely, koetehtävät, kokemus, ohjelmistot, kokeen toteutus ja valmius. Seuraavaksi käsitellään avoimien kysymysten tulokset aloittaen sähköisen kokeen hyvistä puolista, minkä jälkeen käsitellään sähköisen kokeen haasteita. Opiskelijoiden kokemukset kemian sähköisen kokeen hyvistä puolista ja haasteista on koottu taulukkoon 1.

Taulukko 1. Opiskelijoiden kokemukset sähköisen kemian kokeen hyvistä puolista ja haasteista

| Sähköisen kemian kokeen hyvät puolet | | Yhdistävä luokka | Sähköisen kemian kokeen haasteet | |
|--|--|-----------------------|--|--|
| Esimerkkejä | Yläluokka (f) | | Yläluokka (f) | Esimerkkejä |
| Kirjoittaminen nopeaa, virheiden korjaus helppoa, kysymyksiin helppo vastata niiden alle | Tekstinkäsittelyn vaivattomuus: Opiskelija ilmaisee tekstinkäsittelyn vaivattomuuden olleen kokeen vahvuus (17) | Tekstinkäsittely | Tekstinkäsittelyn haasteellisuus: Opiskelija ilmaisee tekstinkäsittelyn olleen haaste (3) | Kirjoitusvirheitä syntyy helpommin, asioiden hahmottaminen vaikeampaa tietokoneella kuin paperilla |
| Uudenlaiset tehtävät, todentuntuisuus, vaihtelevuus, selkeät tehtävänannot | Koetehtävien tyyppi ja laatu: Opiskelija kuvaa koetehtävien tyyppin tai laadun olevan kokeen vahvuus (13) | Koetehtävät | Koetehtävien tyyppi ja laatu: Opiskelija kuvaa koetehtävien tyyppissä tai laadussa olevan kehitettävää (2) | Videon englanninkielisyys, laskutehtävien puuttuessa koe ei vastannut yo-koetta |
| Mielenkiintoinen kokeilu, kivaa vaihtelua | Myönteinen kokemus: Opiskelija ilmaisee kokeen tekemisen olleen myönteinen kokemus (5) | Kokemus | Kielteinen kokemus: Opiskelija ilmaisee kokeen tekemisen olleen kielteinen kokemus (5) | Turhautuminen, sähköisestä koetyypistä tai tietoteknisistä laitteista ei pidetty |
| Sidospituuksien mittaaminen ChemSketchillä helppoa | Mallinnusohjelmistojen käytettävyys: Opiskelija ilmaisee ohjelmistojen käytettävyyden olleen hyvä (1) | Mallinnus-ohjelmistot | Mallinnusohjelmistojen käytettävyys: Opiskelija ilmaisee ohjelmistojen käytettävyydessä olevan kehitettävää (5) | Ohjelmistojen vaikeakäyttöisyys ja epäselvyys |
| Molekyylien selkeämpi hahmottaminen, eri ohjelmistot helpottivat ajattelua | Mallinnusohjelmistojen hyödyllisyys: Opiskelija kuvaa ohjelmistojen olleen hyödyllisiä (4) | | Mallinnusohjelmistojen käyttötaidot: Opiskelija ilmaisee ohjelmistojen käyttötaitonsa olevan puutteelliset (21) | Reaktioyhtälöiden ja rakenteiden tuottamisen vaikeus, ohjelmistojen käyttö ei tuttua |

Taulukko 1 jatkuu

| Sähköisen kokeen hyvät puolet | | Yhdistävä luokka | Sähköisen kokeen haasteet | |
|---|---|------------------|--|--|
| Esimerkkejä | Yläluokka (f) | | Yläluokka (f) | Esimerkkejä |
| Koe hyvin toimiva, tekniset ohjeet hyvät ja selkeät, sähköistyvässä maailmassa hyvä tehdä kokeet sähköisinä | Kokeen toteutuksen laatu: Opiskelija ilmaisee, että kokeen toteutus oli toimiva (3) | Kokeen toteutus | Kokeen toteutuksen laatu: Opiskelija ilmaisee, että kokeen toteutuksessa on kehitettävää (19) | Tiedostojen ja ohjelmistojen samanaikainen käsittely, teknisten ongelmien mahdollisuus, laitteistojen puutteellisuus |
| | | Valmius | Valmius kemian sähköiseen yo-kokeeseen: Opiskelija ilmaisee, että sähköiseen yo-kokeeseen ajoissa valmistautuminen on haaste (12) | Sähköinen koe tulee liian pian, tietokoneiden monipuoliseen käyttöön ja ohjelmistojen opetteluun on käytettävä aikaa, opiskelijat eriarvoisessa asemassa, kaikille sähköisen kokeen tekeminen ei ole mahdollista |

4.3.1.1 Kokeen hyvät puolet

Sähköisen kokeen hyvät puolet jaettiin yläluokkiin: ”Tekstinkäsittelyn vaivattomuus”, ”Koetehtävien tyyppi ja laatu”, ”Myönteinen kokemus”, ”Ohjelmistojen käytettävyys”, ”Ohjelmistojen hyödyllisyys” ja ”Kokeen toteutuksen laatu”.

Erityisesti tekstinkäsittelyn ja koetehtävien koettiin olevan sähköisen kokeen vahvuuksia. Tekstinkäsittelyn koettiin helpottavan tehtäviin vastaamista, sillä se nopeutti kirjoittamista ja helpotti tekstin jäsentelyä. Yläluokka ”Tekstinkäsittelyn vaivattomuus” sai 17 mainintaa.

”Kädet ei kipeytynyt, helpompi korjata virheet, koneella on kiva kirjoittaa.” (Opiskelija 16)

”Nopea kirjoittaa ja selkeää tekstiä” (Opiskelija 36)

”Se on parannus etenkin heille joilla on ongelmia käsin kirjoittamisessa.” (Opiskelija 34)

Noin kolmasosa opiskelijoista, eli 13 opiskelijaa, piti koetehtävien tyyppiä ja laatua sähköisen kokeen hyvänä puolena. Uudenlaisten tehtävien ja aineistojen katsottiin tuovan kokeeseen vaihtelevuutta ja realistisuutta. Opiskelijat ilmaisivat myös, että sähköisessä kokeen vahvuutena ovat sellaiset tehtävät, joita perinteisissä paperisissa kokeissa ei voi olla.

”Esimerkiksi video havainnollisti reaktiota hyvin.” (Opiskelija 33)

”Nettilinkkien tutkimisen koin erittäin hyväksi tehtävätyypiksi koska se vastasi reaali maailman tehtäviä.” (Opiskelija 12)

”Sidosten pituuksia, kulmia yms. voi mitata ohjelmalla, mikä ei paperisella kokeella ole mahdollista.” (Opiskelija 20)

Kuusi opiskelijaa piti sähköistä koetta myönteisenä kokemuksena. Heidän mielestään oli mielenkiintoista päästä testaamaan sähköistä ylioppilaskoetta, ja osa kiitti tästä mahdollisuudesta. Osa mainitsi kokeen olleen kätevä ja mukava tehdä.

”Mielenkiintoinen kokeilu.” (Opiskelija 2)

”Mukava tehdä ja kivaa vaihtelua.” (Opiskelija 25)

Kokeessa käytettävät ohjelmistot eivät olleet opiskelijoille kovin tuttuja. Vain viisi opiskelijaa ilmaisi ohjelmistojen olleen sähköisen kokeen vahvuus. Yksi opiskelija kommentoi ohjelmistojen käytettävyyttä.

”Sidokset oli helppo mitata ChemSketchillä.” (Opiskelija 13)

Neljä opiskelijaa kommentoi ohjelmistojen hyödyllisyyttä. Mallinnusohjelmien katsottiin muun muassa helpottavan ajattelua ja rakenteiden hahmottamista. Ohjelmistojen avulla rakennekaavoja oli helppo muokata ja niistä sai selkeämpiä kuin käsin piirtämällä.

”Rakennekaavoista sai melko helposti kyllin selkeitä.” (Opiskelija 22)

”Molekyylien selkeämpi hahmottaminen.” (Opiskelija 3)

Kokeen toteutusta kommentoi kolme opiskelijaa. Kaksi opiskelijaa oli sitä mieltä, että toteutus oli toimiva ja tekniset ohjeet olivat hyvät ja selkeät. Yksi opiskelija perusteli sähköisyyttä kokeen toteutustapana:

”Sähköistyvässä maailmassa on hyvä tehdä kokeet myös sähköisesti!” (Opiskelija 8)

4.3.1.2 Kokeen haasteet

Sähköisen kokeen haasteet jaettiin yläluokkiin ”Tekstinkäsittelyn haasteellisuus”, ”Koetehtävien tyyppi ja laatu”, ”Kielteinen kokemus” ja ”Ohjelmistojen käytettävyys”, ”Ohjelmistojen käyttötaidot”, ”Kokeen toteutuksen laatu” ja ”Valmius kemian sähköiseen yo-kokeeseen”.

Opiskelijat ilmaisivat, että sähköisen kokeen haasteet liittyivät erityisesti mallinnusohjelmistoihin ja kokeen toteutukseen. Mallinnusohjelmistojen käytettävyyttä kommentoi viisi opiskelijaa. Ohjelmistojen koettiin olevan hankalakäyttöisiä ja tylsän näköisiä.

”Tapa, miten työkalut on aseteltu ohjelmaan [ChemSketch] on myös aika huono, ellei osaa itsealoitteisesti etsiä ja tutkia ohjelmaa, niin on pulassa.” (Opiskelija 17)

”Kemian osalta yhdisteiden piirtäminen ja reaktioyhtälöiden kirjoittaminen ovat koneella kömpelöä, hidasta ja rasittavaa. Ohjelma [JSmol], jolla tutkin kapasitiinia oli huono ja epäselvä.” (Opiskelija 31)

Hieman yli puolet opiskelijoista, 21 opiskelijaa, kommentoi ohjelmistojen käyttötaitoja. Suurelle osalle opiskelijoista mallinnusohjelmistot ChemSketch ja JSmol eivät olleet kovin tuttuja. Reaktioyhtälöiden ja rakennekaavojen tuottaminen ohjelmistoilla koettiin haasteelliseksi. Koetilanteessa havaittiin, että useat opiskelijat pyysivät apua rakennekaavojen ja reaktioyhtälöiden siirtämiseen mallinnusohjelmistosta tekstitiedostoon.

”Oli suhteellisen haastavaa tehdä esim. rakennekaavoja, enkä siksi pystynyt vastaamaan yhteen tehtävään.” (Opiskelija 33)

”En osannut käyttää ohjelmia niin, että kokeen tekeminen olisi ollut luontevaa.” (Opiskelija 30)

Noin puolet opiskelijoista, 19 opiskelijaa, kommentoi kokeen toteutuksen laatua. Esimerkkeinä opiskelijat mainitsivat muun muassa sen, että useiden tiedostojen ja ohjelmistojen samanaikainen käsittely häiritsi kokeen tekemistä. Laitteistoihin liittyviä kommentteja oli muutamia. Esimerkiksi kokeen tekeminen kannettavalla tietokoneella ja ilman hiirtä oli hankalaa. Kokeessa ilmeni myös joitain teknisiä ongelmia, kuten video ei toiminut kunnolla ja linkit eivät avautuneet heti. Koetilanteessa tehtiin havaintoja, jotka tukevat näitä mainintoja. Muutama opiskelija pyysi apua, koska JSmol-sivusto ei auennut.

”Oli myöskin hankalaa, että jos halusi tarkistaa aineistosta jonkin asian piti aina erikseen vaihtaa sivua, jolla on ja se teki siitä hieman vaivalloista.” (Opiskelija 7)

”Videon kelaamisessa eteenpäin oli ongelmia, oli katsottava video kokonaan päästäkseen haluamaansa kohtaan.” (Opiskelija 26)

”Tietokoneille pitää järjestää jonkinlainen virtalähde, koska niiden akut eivät kestäisi 6h sessiota.” (Opiskelija 12)

Noin kolmasosa, 12 opiskelijaa, koki sähköiseen kemian ylioppilaskokeeseen ajoissa valmistautumisen olevan haaste. Yksi opiskelija koki sähköisen kemian ylioppilaskokeen tulevan liian pian. Moni koki sähköiseen kokeen olleen teknisesti haastava. Kommenteista kävi ilmi huoli siitä, että tietotekniset taidot vaikuttavat kokeessa menestymiseen ja että opiskelijat joutuvat eriarvoiseen asemaan. Opiskelijat olivat kuitenkin sitä mieltä, että sähköinen koe voi olla toimiva, jos tietokoneiden ja ohjelmistojen käyttöä harjoitellaan tarpeeksi.

”Sähköinen koe tuntui omasta mielestäni haastavalta, mutta on varmasti ihan toimiva, kun opiskelukin tapahtuu tietokoneiden avulla.” (Opiskelija 11)

”Sähköinen koe tulee liian pian, kun miettii koko Suomea. Joka lukiossa ei tarvittavia laitteita sen toteuttamiseen. Jopa opinto-suunnitelmaan tulisi tehdä muutoksia. Lisää tietokone-tunteja, että oppilaat oppisivat käyttämään tarvittavia ohjelmia. Pari kurssia lisää tietokoneen kanssa operointiin.” (Opiskelija 34)

”Kaikki oppilaat eivät ole samalla viivalla kokeessa. Jollain voi olla enemmän kokemusta erilaisista tietokoneohjelmista kun taas toisilla ei. Myös luntauksen ja huijaamisen riski on suuri.” (Opiskelija 34)

Viisi opiskelijaa koki sähköisen kokeen tekemisen olleen kielteinen kokemus. Osa koki turhautumista ja piti tietoteknisiä taitojaan huonoina. Osa puolestaan ei pitänyt ollenkaan tietoteknisistä laitteista tai sähköisestä koetyypistä.

”En ole hyvä teknisten laitteiden kanssa, enkä erityisesti pidä niiden käytöstä.” (Opiskelija 2)

”Jotenkin se tuntui jännältä, etäiseltä tai jotain.” (Opiskelija 5)

”EN TYKÄNNYT! Kärsivällisyys meni jo ensimmäisen tehtävän aikana...” (Opiskelija 10)

”Tuli turhautunut olo kun ei osannut ja kone oli hidas..” (Opiskelija 4)

Koetehtävien tyyppiä ja laatua käsiteltiin kahdessa palautteessa. Koska kokeessa ei ollut laskutehtäviä, kokeen ei koettu vastaavan varsinaista ylioppilaskoetta. Yksi opiskelija kommentoi videon englanninkielistä tekstitystä, jota hän ei ollut ymmärtänyt.

”Tasoltaan tuntui vastaavan YO-kokeen alkupään tehtäviä. Myöskään laskinta vaativia tehtäviä ei ollut, joten koe ei vastannut täysin reaali maailmaa.” (Opiskelija 12)

Kolme opiskelijaa kommentoi tekstinkäsittelyn haasteellisuutta. Koneella kirjoittaessa kirjoitusvirheitä koettiin syntyvän helpommin. Lisäksi asioiden hahmottaminen tietokoneella tuntui vaikealta.

4.3.2 Opettajien kokemukset kemian sähköisen kokeen käyttöönotosta

Opettajien kokemuksia kemian sähköisen kokeen käyttöönotosta selvitettiin teemahaastattelulla. Haastattelun teemat olivat opettajan TVT:n käyttö kemian opetuksessa, opettajan kokemus opiskelijoiden TVT-taidoista sekä opettajan kokemukset testattavasta kemian sähköisestä kokeesta ja sähköistyvästä kemian ylioppilaskokeesta.

Aineistolähtöisen analyysin pohjalta luotiin kokeen käyttöönoton hyviä puolia ja haasteita koskevia kommentteja yhdistävät luokat. Yhdistävät luokat ovat koetehtävät, kokemus, mallinnusohjelmistot, kokeen toteutus ja valmius. Seuraavaksi käsitellään tulokset sähköisen kokeen käyttöön oton hyvistä puolista opettajien näkökulmasta. Sen jälkeen käsitellään sähköisen kokeen käyttöönoton haasteita. Opettajien kokemukset kemian sähköisen kokeen käyttöönoton hyvistä puolista ja haasteista on koottu taulukkoon 2.

Taulukko 2. Opettajien kokemukset sähköisen kemian kokeen käyttöönoton hyvistä puolista ja haasteista

| Sähköisen kemian kokeen käyttöönoton hyvät puolet | | Yhdistävä luokka | Sähköisen kemian kokeen käyttöönoton haasteet | |
|---|--|-----------------------|--|--|
| Esimerkkejä | Yläluokka | | Yläluokka | Esimerkkejä |
| Uudenlaiset tehtävät ja aineistot (molekyylimallinnus ja video), mielekkäät kokeelliset tehtävät, visuaalisuus, vaadittiin kemiassa keskeisiä TVT-taitoja | Koetehtävien tyyppi ja laatu: Opettaja kuvaa koetehtävien tyyppin tai laadun olevan kokeen vahvuus | Koetehtävät | Koetehtävien tyyppi ja laatu: Opettaja kuvaa koetehtävien tyyppissä tai laadussa olevan kehitettävää | Paljon abc-kohtia ja yksityiskohtaisia kysymyksiä, ei laskuja, ei täysin uudenlaisia tehtäviä, liikaa pystyi tekemään ilman tietokonettakin |
| | | Kokemus | Kielteinen kokemus opiskelijalle: Opettaja ilmaisee, että kokeen tekeminen voi olla opiskelijalle kielteinen kokemus | Voi tulla turhautumisen tunne, jos taidot eivät ole riittävät, olennaiseen keskittyminen herpaantuu, tietokone voi hermostuttaa koejännittäjiä |
| ChemSketch näytti opiskelijoille olevan selkeämpi, visuaalisesti sisäistävä sen helpommin | Ohjelmistojen käytettävyys: Opettaja ilmaisee ohjelmistojen käytettävyyden olleen hyvä | Mallinnus-ohjelmistot | Ohjelmistojen käytettävyys: Opettaja ilmaisee ohjelmistojen käytettävyydessä olevan kehitettävää | JSmolissa oli jotain ongelmia, ohjelmistojen englanninkielisyys |
| JSmolin voi upottaa tehtävään | Ohjelmistojen hyödynnettävyys: Opettaja ilmaisee mallinnusohjelmistojen olevan hyödynnettäviä | | Ohjelmistojen käyttötaitojen vaihtelevuus: Opettaja ilmaisee opiskelijoiden ohjelmistojen käyttötaitojen vaihtelevuuden olevan haaste | Suurin osa tuotti ensimmäistä kertaa rakennekaavoja itsenäisesti, ohjelmistoja käytetty vähän |

Taulukko 2 jatkuu

| Sähköisen kemian kokeen käyttöönoton hyvät puolet | | Yhdistävä luokka | Sähköisen kemian kokeen käyttöönoton haasteet | |
|---|--|------------------|---|---|
| Esimerkkejä | Yläluokka | | Yläluokka | Esimerkkejä |
| Opiskelijat saivat kokeen tehtyä, teknisiä ongelmia ei ollut kaikilla, teknisiin ongelmiin on osattava suhtautua, TVT on arkipäivää | Kokeen toteutuksen laatu: Opettaja ilmaisee, että kokeen toteutus oli toimiva | Kokeen toteutus | Kokeen toteutuksen laatu: Opettaja ilmaisee, että kokeen toteutuksessa on kehitettävää | Tekninen toteutus, haavoittuvainen koe, monimutkaisuus useiden tiedostojen ja ohjelmistojen kanssa, tiedostomuodot ovat haaste |
| Ennakkoluulottomuus, rohkeus, monipuoliset käyttötaidot, oma-aloitteisuus, positiivinen asenne | Valmiuden taso: Opettaja ilmaisee, että opiskelijoiden valmius sähköiseen ylioppilaskokeeseen on hyvä | Valmius | Valmiuden taso: Opettaja ilmaisee, että kemian sähköiseen ylioppilaskokeeseen ajoissa valmistautuminen on haaste | Yleisesti opiskelijoiden ja opettajien TVT-taidot hyvin vaihtelevat, tekniikan vielä kehityttävä, aikataulu on haaste, opiskelija ei ehkä uudessa tilanteessa menesty parhaalla mahdollisella tavalla, koulujen ja opiskelijoiden epätasa-arvoistuminen |

4.3.2.1 Käyttönoton hyvät puolet

Opettajien kokemuksen kemian sähköisen kokeen käyttöönoton hyvistä puolista jaettiin yläluokkiin ”Koetehtävien tyyppi ja laatu”, ”Ohjelmistojen käytettävyys”, ”Ohjelmistojen hyödynnettävyys”, ”Kokeen toteutuksen laatu” ja ”Valmiuden taso”.

Opettajat pitivät uudenlaisia koetehtäviä sähköisen kokeen vahvuutena. Erityisesti mallinnusohjelmistojen ja videon hyödyntäminen koettiin myönteisenä muutoksena parinteisiin tehtäviin verrattuna. Opettajien mielestä oli hyvä, että esimerkiksi laboratoriotyöskentelyä voi seurata videolta, jolloin kokeeseen saadaan mielekkäitä kokeellisia tehtäviä. Mallinnusohjelmistot ja videot myös tekevät tehtävistä visuaalisempia. Yhden opettajan mielestä oli hyvä, että koetehtävissä tarvittavat TVT-aidot, kuten rakennekaavojen tuottaminen ja siirtäminen, olivat keskeisiä kemian kannalta.

”Kokeellisuus on paljon mielekkäämpää, jos sä et lue paperista vaan sä näet sen kuvana, mitä siellä tapahtuu.” (Opettaja 1)

”-- sä osaat piirtää sen molekyylin ensin ja miten sä voit siirtää sen johonkin toiseen. -- Semmosia hyviä taitoja, joita kuka tahansa tarvitsee.” (Opettaja 2)

Yksi opettaja kommentoi mallinnusohjelmistojen käytettävyyttä ja hyödynnettävyyttä. Hänen mielestään ChemSketch näytti opiskelijoille olevan helppokäyttöisempi. Ohjelmisto on opettajan mukaan visuaalisesti selkeä, ja siinä on selkeät valikot ja kuvakkeet. Toisaalta JSmol-sivusto on paremmin hyödynnettävissä, koska sen voi upottaa suoraan tehtävään.

”Siinä JSmolissa viehättää se ajatus ton meidän sähkösen oppimisalustan kannalta, et se pystytään upottaa siihen sen tehtävän sisälle. Kun taas sit se että jos tulee toinen ohjelma siihen rinnalle, nii siihen tulee aina semmosta hyppimistä” (Opettaja 1)

Opettajien mielestä kokeen toteutuksessa oli myös hyviä puolia. Yhdellä opettajalla ei ollut ollut mitään ongelmia testattavan sähköisen kokeen kanssa. Muissakin kouluissa opiskelijat saivat kokeen tehtyä teknisistä ongelmista huolimatta. Opettajien mielestä sähköiseen kokeeseen siirtyminen on ymmärrettävää, koska se on nykypäivää. Yksi opettaja korosti sitä, että teknisiin ongelmiin on osattava asennoitua oikein.

”Siihenhän tässä nyt mennään, kun kaikki sähköistyy koko ajan.” (Opettaja 3)

Opiskelijoiden valmiutta sähköiseen kokeeseen parantaa opiskelijoiden ennakkoluulottomuus ja monipuoliset TVT:n käyttötaidot. Opiskelijat ovat tottuneet siihen, että tietokoneita on koko ajan käytössä. Monet opiskelijat ovat myös oma-aloitteisia ja osaavat ottaa itsenäisesti asioista selvää. Opiskelijoilla on positiivinen asenne TVT:n käyttöön.

”Varustelutasossa on se, että niitä läppäreitä alkaa oikeasti olemaan, -- mut sit niillä on myös aika paljon kaikkea TVT:aa tukevaa materiaalia. Niitä löytyy älypuhelimia ja tabletteja ja muita, ne on aika monipuolisia.” (Opettaja 1)

”Aikaisemmin niillä oli semmonen pelko ja kammo. Nii musta tuntuu et -- ne uskaltaa paljon rohkeammin nykyään.” (Opettaja 2)

4.3.2.2 Käyttönoton haasteet

Opettajien kokemuksen kemian sähköisen kokeen käyttönoton haasteista jaettiin yläluokkiin ”Koetehtävien tyyppi ja laatu”, ”Kielteinen kokemus opiskelijalle”, ”Ohjelmistojen käytettävyys”, ”Ohjelmistojen käyttötaitojen vaihtelevuus”, ”Kokeen toteutuksen laatu” ja ”Valmiuden taso”.

Opettajien mielestä koetehtävissä on kehitettävää. Yksi opettaja kommentoi sitä, että tehtävissä oli monia osioita, ja jotkin kysymykset vaikuttivat yksityiskohtaisilta. Opettaja oli huolissaan siitä, miten koetehtävät mittaavat opiskelijan kypsyttä. Kokeessa ei myöskään ollut laskutehtäviä, joiden toteutus opettajia tällä hetkellä mietityttää. Koetehtävien oletettiin olevan täysin uudenlaisia ja eroavan selkeästi perinteisistä ylioppilaskokeen tehtävistä. Yhden opettajan mielestä kapsaisiin rakennetta ei olisi tarvinnut antaa valmiiksi tehtävänannossa (Tehtävä 2), vaan sen olisi voinut itse tuottaa. Hänen mielestään tehtävään pystyi vastaamaan ilman tietokonettakin. Toisaalta opettaja totesi myös, että heti aluksi sähköisessä kokeessa ei ehkä voi olla kovin erilaisia tehtäviä.

”Sitä mä vaan mietin, et sitäkö se sähköistäminen on, että ihan ne samat tehtävät, jotka on tehty paperilla tähän asti, tehdään nyt tietokoneella.” (Opettaja 3)

Opettajat nostivat haasteeksi esille sen, että sähköisen kokeen tekeminen voi olla opiskelijalle kielteinen kokemus. Esimerkiksi rakennekaavojen piirtäminen tietokoneella näytti vievän paljon aikaa, ja jotkin opiskelijat ilmaisivat, että sama koe paperilla olisi tehty paljon nopeammin. Jos kokeessa menee paljon aikaa tekniikkaan tai opiskelijan

tekniset taidot ovat heikot, opiskelija voi turhautua tai hän ei pysty keskittymään olennaiseen. Opiskelija voi myös jännittää sitä, että koe tehdään tietokoneella. Pari opettajaa mainitsi myös sen, että koetilanteessa opiskelijalla voi olla ongelmia ohjelmistojen käytössä vaikka hän osaisikin normaalissa tilanteessa niitä käyttää.

”Se tekniikka vie niiltä sitä aikaa – sit ne ei ehkä keskity siihen itse asiaan niin paljon.”
(Opettaja 1)

Yksi opettaja kommentoi sitä, että mallinnusohjelmistojen käytettävyydessä olisi kehitettävää. Hänen mukaansa JSmol-sivuston käytössä oli joitain ongelmia. Koetilanteessa sivusto lataantui joillain tietokoneilla hitaasti ja muutamissa tietokoneissa oli muutettava selaimen tietoturva-asetuksia, jotta sivusto toimisi. Opettaja arvioi, että JSmol voi olla opiskelijoille hankalakäyttöisempi kuin ChemSketch. JSmol saattoi olla hänen opiskelijoilleen tutumpi, koska hän on käyttänyt sitä enemmän opetuksessa. Opettaja nosti myös esille mallinnusohjelmistojen englanninkielisyyden ja totesi, että olisi parempi käyttää suomenkielisiä ohjelmistoja.

”Olisi kiva, että se, mitä käytetään, olisi suomeksi kuitenkin, jos kerran suomenkielisesti opiskellaan.” (Opettaja 1)

Opiskelijoiden mallinnusohjelmistojen käyttötaitojen vaihtelevuus oli opettajien mielestä sähköisen kokeen haaste. Heidän mukaansa suurin osa opiskelijoista käytti ChemSketch-ohjelmistoa ensimmäistä kertaa, tai ainakin tuotti sillä rakennekaavoja itsenäisesti. Yksi opettaja sanoi, että he ovat tutustuneet ChemSketch-ohjelmistoon ja hieman harjoitelleet sillä rakennekaavojen piirtämistä. Kaavojen siirtäminen toiseen tiedostoon oli kuitenkin opiskelijoille uutta, elleivät he olleet sitä itsenäisesti harjoitelleet.

”Me ollaan tutustuttu siihen ohjelmaan [ChemSketch], piirrely sillä jotain rakennekaavoja.” (Opettaja 3)

Opettajien mielestä kokeen toteutuksessa oli kehitettävää. Testauksessa olleen kokeen koettiin olevan haavoittuvainen. Jos ohjelmisto ei olisi toiminut, opiskelija ei olisi voinut kunnolla tehdä koetta. Teknisestä toteutuksesta huomautettiin siitä, että useat eri tiedostot ja ohjelmistot monimutkaistavat kokeen tekemistä. Kokeessa myös tiedostomuodot koettiin ongelmallisiksi, sillä kaikki eivät välttämättä pysty muokkaamaan .docx-tiedostomuotoa, jolle sähköisen kemian kokeen tehtävät oli tallennettu. Yksi opettaja

mainitsi myös sen, että heillä ei ole mahdollisuutta rajata opiskelijoiden pääsyä Internetiin siten, että joillekin sivustoille pääsee mutta toisille ei. Yleisesti tekninen toteutus mietitytti opettajia paljon.

”Haasteita on varmaan toi tekninen toteutus. Juurikin se, et kaikki saa sen ohjelmiston edes auki ja myös kun ne on eri tiedostoina.” (Opettaja 1)

”Haasteita on sit just se, että -- ei saanu olla netti auki -- mut sit kuitenkin Fronteriin piti päästä. Eihän meillä koulussa ole mahdollisuutta.” (Opettaja 2)

Valmius sähköiseen kokeeksi koettiin haasteeksi. Opettajien mielestä kemian sähköinen ylioppilaskoe tulee liian pian. Yksi opettaja huomautti siitä, että heillä ei ole mahdollista estää Internetin käyttöä siten, että opiskelija pääsisi vain valikoiduille sivustoille. Tämä vaikeuttaa aidon koetilanteen harjoittelemista lukioissa tässä vaiheessa. Opettajat nostivat esille myös sen, että kaikissa kouluissa ja kaikilla opiskelijoilla ei välttämättä ole samanlaisia mahdollisuuksia harjoitella tietokoneen käyttöä. Kaikki opettajat mainitsivat sen, että opiskelijoiden TVT-aidot ovat hyvin vaihtelevia, ja yksi opettaja huomautti, että opettajienkin taidot vaihtelevat. Kaksi opettajaa oli huolissaan siitä, asettuvatko opiskelijat eriarvoiseen asemaan TVT-taitojen vaihtelevuudesta johtuen, ja yksi opettaja pohti, arvioidaanko sähköisessä kemian ylioppilaskokeessa samoja asioita kuin aikaisemmin on arvioitu. Yksi opettaja lisäsi myös sen, että jos sähköinen koe on opiskelijalle uusi tilanne, siinä ei välttävää selviydy yhtä hyvin kuin perinteisessä koetilanteessa.

”Se [sähköinen kemian ylioppilaskoe] tulee älyttömän nopeesti... et sitä mä pelkään eniten.” (Opettaja 1)

”Jos ei ole hirveän näppärä niiden tietokoneitten kanssa, asettuuko eriarvoiseen asemaan.” (Opettaja 2)

”Nyt laitteistot on niin vähissä täällä koulussa, että ei oo silleen näppärää, että vaan otettais tietokone ja tehtäis joku juttu tunnilla koneella.” (Opettaja 3)

5 Johtopäätökset ja pohdinta

Tutkimuksen tulokset perustuvat kolmesta eri pääkaupunkiseudun lukiosta kerättyyn tutkimusaineistoon. Tutkimuksen aineisto koostuu 37 opiskelijan kyselyvastauksista ja kolmen opettajan teemahaastattelusta. Tulokset eivät siis ole yleistettävissä koko Suomeen, mutta tutkimus antaa silti näkökulman tämänhetkiseen tilanteeseen joissain lukioissa. Tutkimuksessa selvitetty kemian sähköisen kokeen hyvät puolet ja haasteet vastaavat luultavasti todellisuutta monien opiskelijoiden ja opettajien kohdalla. Tuloksia on mahdollista hyödyntää, kun valmistaudutaan varsinaiseen kemian sähköiseen ylioppilaskokeeseen.

On huomioitava, että opiskelijoiden ja opettajien kommentit käsittelevät pääosin tutkimuksessa toteutettua sähköistä kemian koetta. Tämä koe ei vastannut varsinaista kemian sähköistä ylioppilaskoetta, vaan kokeen tarkoituksena oli tutkia sähköisen kemian ylioppilaskokeen esimerkkitehtäviä. Tehtäviä oli vähän ja tehtävät kattoivat vain muutamien lukion kemian kurssien sisältöjä. Lisäksi kokeessa ei käytetty erillistä käyttöjärjestelmää ja Internet-yhteyttä ei rajoitettu. Tämä merkitsi esimerkiksi sitä, että koetehtäviin liittyvät aineistoihin, videoon ja artikkeliin, siirryttiin tehtävässä annetun linkin kautta ja ohjelmistot oli avattava omiin ikkunoihinsa, sillä niitä ei ollut upotettu tehtäviin.

Koetilanne poikkesi siitä, millainen se olisi ollut varsinaisessa ylioppilaskokeessa. Opiskelijoilla ei nyt ollut suuria paineita menestyä kokeessa. Tutkimuksen mukaan opiskelijat ovat suhtautuneet sähköisiin kokeisiin myönteisesti erityisesti tilanteissa, kun heillä ei ole paineita suoriutua hyvin (Parshall et al., 2002, 1–8; Pino-Silva, 2008). Tässä tutkimuksessa sähköinen kemian koe ei juurikaan aiheuttanut tunteita puolesta eikä vastaan; Viisi opiskelijaa oli sitä mieltä, että sähköisen kokeen tekeminen oli kielteinen kokemus ja vastaavasti viisi opiskelijaa piti kokemusta myönteisenä. Kielteisiä kommentteja olisi luultavasti tullut enemmän, jos kyseessä olisi ollut varsinainen ylioppilaskoe.

Opiskelijat ja opettajat olivat monilta osin samoilla linjoilla sähköisen kemian kokeen hyvistä puolista ja haasteista. Opiskelijoiden mielestä sähköisen kemian kokeen parhaita puolia olivat koetehtävät ja niihin vastaaminen. Opiskelijoista melkein puolet oli sitä mieltä, että tekstinkäsittelyohjelmisto helpotti tehtäviin vastaamista jollain tapaa ja yli

kolmasosa piti uudentyyppisistä koetehtävistä. Vain viisi opiskelijaa mainitsi testinkäsittelyn tai sähköisen kokeen tehtävien tyyppin tai laadun haasteeksi. Yksi maininta tehtävien laadun haasteista koski ensimmäisen tehtävän videoaineiston englanninkielisiä tekstejä ja toinen laskennallisten tehtävien puuttumista.

Opettajat pitivät uudentyyppiset tehtävät ja varsinkin videoaineiston hyödyntämisen mahdollisuutta sähköisen kemian kokeen vahvuuksina. Toisaalta opettajat kritisoivat sitä, että koetehtävät eivät juurikaan eronneet aiemmista kemian ylioppilaskokeiden tehtävistä. Sähköisen ylioppilaskokeen tehtävien kehittäminen vaatii vielä töitä. Yksi opettaja sanoi, että erityisesti laskennallisten tehtävien toteuttaminen mietityttää häntä, joten myös tämänlaisten tehtävien käyttöönottoa olisi hyvä tutkia.

Sähköisen kemian kokeen haasteista suurimpia ovat opiskelijoiden mukaan mallinnusohjelmistot, kokeen toteutuksen laatu ja valmius sähköiseen kemian ylioppilaskokeeseen. Enemmistö opiskelijoista oli sitä mieltä, että heidän mallinnusohjelmistojen käyttötaitonsa eivät olleet riittävät kokeen sujuvaan tekemiseen. Opettajat huomauttivat haastattelussa, että suurin osa käytti mallinnusohjelmistoja kokeessa vaaditulla monipuolisella tavalla ensimmäistä kertaa.

Ohjelmistojen käyttötaitoja on mahdollisuus harjoitella. Monet opiskelijat huomauttivat, että käyttötaidojen puute ei välttämättä ole ongelma tulevassa sähköisessä ylioppilaskokeessa, jos lukion aloittavien opiskelijoiden kanssa harjoitellaan tietokoneen monipuolista käyttöä kemian opiskelun yhteydessä. Tutkimuksessa on painotettu sitä, että opiskelijoiden on saatava harjoitella kokeessa tarvittavia taitoja etukäteen ja sähköiseen kokeeseen on oltava selkeä ohjeistus. Mitä vähemmän opiskelijoilla on kokemusta sähköisistä kokeista ja mitä innovatiivisempia sähköisen kokeen tehtävät ovat, sitä tarkempia ohjeistuksien on oltava. (Parshall et al., 2002, 1–8; Stephens, 2001)

Pojat arvioivat TVT-taitonsa paremmiksi kuin tytöt (Opetushallitus & Hurme et al., 2013) ja tietokoneen käyttö koetilanteissa aiheuttaa hermostuneisuutta yleisemmin tytöille kuin pojille. Tutkimuksen mukaan sukupuolella ei kuitenkaan ole vaikutusta kokeissa suoriutumiseen, jos kokeisiin valmistaudutaan huolella. (Stephens, 2001) TVT-taitojen harjoittelu ja sähköiseen kokeeseen valmistautuminen ovat siis erityisen tärkeässä roolissa, jotta koetilanne olisi kaikille opiskelijoille tasa-arvoinen. Opettajat olivat silti sitä mieltä,

että pelkkä ohjelmistojen käytön harjoittelu ei riitä. Käytössä pitäisi olla myös sähköisen kemian ylioppilaskokeen harjoitteluympäristö.

Sähköisen kokeen toteutuksen laadussa oli kehitettävää sekä opiskelijoiden että opettajien mielestä. Tämä kritiikki koskee pääasiassa tutkimuksessa toteutettua sähköistä koetta, jossa sekavuutta aiheutti monien eri tiedostojen ja sivustojen välillä siirtyminen. Lisäksi opiskelijoiden päätelaitteet olivat todennäköisesti hieman puutteellisempia kuin mitä ylioppilaskokeessa olisi käytössä. Kaikilla ei esimerkiksi ollut hiirtä käytössään. Tutkimuksen mukaan päätelaitteella on merkitystä, ja esimerkiksi näytön resoluution tulisi olla tarpeeksi hyvä. Tasapuolisuutta voi myös edistää se, että päätelaitteet ovat samanlaiset kaikilla kokelailla. (Bridgeman, 2009) YTL on antanut ohjeet siihen, millainen kokelaan päätelaitteen tulisi olla (Ylioppilastutkintolautakunta, 2013).

Kolmasosa opiskelijoista oli sitä mieltä, että valmius kemian sähköiseen ylioppilaskokeeseen on haaste. Sekä opiskelijat että opettajat huomauttivat, että sähköiseen ylioppilastutkintoon siirtymisen aikataulu on liian nopea. Molemmat ryhmät olivat myös huolissaan opiskelijoiden taitojen vaihtelevuudesta ja siitä, että kokelaat voivat asettua eriarvoiseen asemaan. Tutkimuksen mukaan Suomen lukioissa on suuria eroja siinä, kuinka paljon tietokoneita on käytettävissä (Opetushallitus & Mikkonen et al., 2012).

Tässä tutkimuksessa saatiin tietoa siitä, millaisia hyviä puolia ja haasteita opiskelijat ja opettajat näkevät sähköisessä kemian ylioppilaskokeessa ja esimerkkitöissä. Jatkotutkimusta olisi vielä hyvä tehdä ainakin kemian sähköisen ylioppilaskokeen laskennallisten esimerkkitöiden toteutuksesta. Pienen otoskoon vuoksi tässä tutkimuksessa ei voitu vertailla sukupuolen vaikutusta kokemuksiin sähköisen kokeen käyttöönotosta. Opetushallituksen ja Hurme et al. (2013) mukaan tyttöjen ja poikien välillä on ollut eroja siinä, kuinka innokkaita he ovat ylioppilaskirjoitusten sähköistymisestä. Jatkotutkimusta olisi hyvä tehdä sukupuolen ja muiden taustatekijöiden vaikutuksesta opiskelijoiden kokemuksiin kemian sähköisestä ylioppilaskokeesta ja erilaisista sähköisen kokeen tehtävyytyypeistä jo ennen kokeen varsinaista käyttöönottoa.

Lähteet

- AAMC. (2014). *About the MCAT exam*. Haettu 26.10.2014
<https://www.aamc.org/students/applying/mcat/about/>
- Aksela, M. & Juvonen, R. (1999). *Kemian opetus tänään*. Helsinki: Edita Oy.
- Atjonen, P. (2007). *Hyvä, paha arviointi*. Helsinki: Tammi.
- Atjonen, P. (2014). Teachers' views of their assessment practice. *The Curriculum Journal*, 25(2), 238–259. DOI: 10.1080/09585176.2013.874952
- Black, P. & Wiliam, D. (2012). The reliability of assessment. Teoksessa J. N. Gardner (toim.), *Assessment and learning* (243–263). Lontoo: Sage Publications.
- Bridgeman, B. (2009). Experiences from large-scale computer-based testing in the USA. Teoksessa F. Scheuermann & J. Björnsson (toim.), *The transition to computer-based assessment, New approaches to skills assessment and implications for large-scale testing* (39–44). Ispra, Italy: European Commission. Joint Research Center.
- Brown, G., Bull, J. & Pendlebury, M. (1997). *Assessing students learning in higher education*. New York: Routledge.
- Chaney, E. & Gilman, D. A. (2005). Filling in the blanks: Using computers to test and teach. *Computers in the Schools: Interdisciplinary Journal of Practice, Theory and Applied Research*, 22(1–2), 157–168. DOI: 10.1300/J025v22n01_14
- Clarke, M. M., Madaus, G. F., Horn, C. L. & Ramos, M. A. (2000). Retrospective on educational testing and assessment in the 20th century. *Journal of Curriculum Studies*, 32(2), 159–181. DOI: 10.1080/002202700182691
- Constantine, M. & Ponterotto, J. (2005). Evaluating and selecting psychological measures for research purposes. Teoksessa F. T. L. Leong & J. T. Austin (toim.), *The psychology research handbook: A guide for graduate students and research assistants* (104–113). California: Sage Publications.
- Digabi (2014). *Virtaa ylioppilastutkintoon*. Haettu 24.10.2014 <https://digabi.fi/>

- Doran, R. L., Chan, F., Tamir, P. & Lenhardt, C. (2002). *Science educator's guide to laboratory assessment*. Arlington, Va.: NSTA Press.
- Escudier, M. P., Newton, P. J., Cox, M. J., Reynolds, P. A. & Odell, E. W. (2011). University students' attainment and perceptions of computer delivered assessment; a comparison between computer-based and traditional tests in a 'high-stakes' examination. *Journal of Computer Assisted Learning*, 27, 440–447.
DOI: 10.1111/j.1365-2729.2011.00409.x
- GMAC (2014). *Learn about the GMAT exam*. Haettu 14.10.2014
<http://www.gmac.com/gmat/learn-about-the-gmat-exam.aspx>
- Gordon, S. & Reese, M. (1997). High stakes testing: worth the price? *Journal of School Leadership*, 7, 345–368. Haettu 10.9.2014
<http://search.proquest.com.libproxy.helsinki.fi/docview/62515275?accountid=11365>
- Hansen, S. B. (2008). Asynkron e-læring: Skriften på nettet? *Dansk Universitetspædagogisk Tidsskrift*, 6, 39–44. Haettu 10.9.2014
<http://ojs.statsbiblioteket.dk/index.php/dut/article/viewFile/5608/4907>
- Hirsjärvi, S. (1983). *Kasvatustieteen käsitteistö*. Keuruu: Otava.
- Kuo, C. & Wu, H. (2013). Toward an integrated model for designing assessment systems: An analysis of the current status of computer-based assessment in science. *Computers & Education*, 68, 388–403. Haettu 10.9.2014
<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.06.002>
- Lundell, J. & Aksela, M. (2003). Molekyylimallinnus kemian opetuksessa, osa 1: Molekyylimallinnus ja kemian opetus. *Dimensio*, 67(5), 47–49. Haettu 26.10.2014
http://www.luma.fi/file_download/210
- Marcano, A. V., Williamson, V. M., Ashkenazi, G., Tasker, R. & Williamson, K. C. (2004). The use of video demonstrations and particulate animation in general chemistry. *Journal of Science Education and Technology*, 13(3), 315–323.
DOI: 10.1023/B:JOST.0000045458.76285.fe

- Messick, S. (1989). Meaning and values in test validation: The science and ethics of assessment. *Educational Researcher*, 18(2), 5–11.
DOI: 10.3102/0013189X018002005
- Mikkonen, I., Sairanen, H., Kankaanpää, M. & Laattala, A. (2012). Tieto- ja viestintäteknisten laitteiden käyttö opetuksessa. Teoksessa M. Kankaanranta, I. Mikkonen & K. Vähähyyppä (toim), *Tutkittua tietoa oppimisympäristöistä* (9–19). Haettu 15.10.2014
http://www.oph.fi/julkaisut/2012/tutkittua_tietoa_oppimisymparistoista
- Moe, E. (2009). Introducing large-scale computerized assessment: Lessons learned and future challenges. Teoksessa F. Scheuermann & J. Björnsson (toim.), *The transition to computer-based assessment, New approaches to skills assessment and implications for large-scale testing* (51–56). Ispra, Italy: European Commission. Joint Research Center.
- Newhouse, C. P. (2013). Computer-based exams in schools: freedom from the limitations of paper? *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 8(3), 431–447. Haettu 26.10.2014
<http://connection.ebscohost.com/c/articles/94611564/computer-based-exams-schools-freedom-from-limitations-paper>
- Opetushallitus (2003). *Lukiokoulutuksen opetussuunnitelman perusteet*. Haettu 26.10.2014
http://www.oph.fi/download/47345_lukion_opetussuunnitelman_perusteet_2003.pdf
- Opetushallitus & Hurme, T., Nummenmaa, M. & Lehtinen, E. (2013). *Lukiolainen tieto- ja viestintätekniiikan käyttäjänä*. Haettu 15.10.2014
http://oph.fi/julkaisut/2013/lukiolainen_tieto_ja_viestintatekniiikan_kayttajana
- Parshall, C. G. & Harmes, J. C. (2007). Designing templates based on a taxonomy of innovative items. Teoksessa D. J. Weiss (toim.), *Proceeding of the 2007 GMAC conference on computerized adaptive testing* (1–14). Haettu 26.10.2014
<http://www.psych.umn.edu/psylabs/CATCentral/>
- Parshall, C. G., Spray, J. A., Kalohn, J. C. & Davey, T. (2002). *Practical considerations to computer-based testing*, New York: Springer-Verlag.

- Petrina, S. (2004). Sidney Pressey and the automation of education, 1924-1934. *Technology and Culture*, 45(2), 305-330. DOI: 10.1353/tech.2004.0085
- Pino-Silva, J. (2008). Student perceptions of computerized tests. *ELT Journal*, 62(2), 148–156. DOI: 10.1093/elt/ccl056
- Quellmalz, E. S., Timms, M. J., Silbergliitt, M. D. & Buckley, B. C. (2012). Science assessments for all: Integrating science into balanced state science assessment systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(3), 363–393. DOI: 10.1002/tea.21005
- Sireci, S. G. & Zenisky, A. L. (2006). Innovative item formats in computer-based testing: in pursuit of improved construct representation. Teoksessa S. M. Downing & T. M. Haladyna (toim.), *Handbook of test development* (329–335). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Tanskan opetusministeriö (2011). *Information and communication technologies (ICT) in upper secondary education*. Haettu 12.9.2014 <http://eng.uvm.dk/Fact-Sheets/Upper-secondary-education/Information-and-Communication-Technologies-ICT-in-Upper-Secondary-Education>
- Tikkanen, G. & Aksela, M. (2012). Test item formats in Finnish chemistry matriculation examinations. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 4(2), 157–172. Haettu 26.10.2014 <http://www.eurasianjournals.com/index.php/ejpce/article/view/770>
- Tikkanen, G. (2012). *Kemian ylioppilaskokeen tehtävät summatiivisen arvioinnin välineenä* (väitöskirja). Haettu 26.10.2014 HELDA-tietokannasta. (<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/18070/browse?value=Tikkanen%2C+Greta&type=author>)
- Tuomi, J. ja Sarajärvi, A. (2002). *Laadullinen tutkimus ja sisällön analyysi*. Jyväskylä: Gummerus.
- Uusikylä, K. & Atjonen, P. (2007). *Didaktiikan perusteet* (3.-4. painos). Helsinki: WSOY.

- Valtioneuvoston kanslia (2011). *Pääministeri Jyrki Kataisen hallituksen ohjelma*. Haettu 24.10.2014 <http://valtioneuvosto.fi/tietoarkisto/aiemmat-hallitukset/katainen/hallitusohjelma/pdf/fi.pdf>
- Väljörvi, J. (1997). *Millä eväillä yliopistoon? Lukiolaisten opiskeluvalmiudet korkeakoulujen opettajien arvioimina*. Jyväskylä: Yliopistopaino.
- Wandall, J. (2009). National tests in Denmark – CAT as a pedagogic tool. Teoksessa F. Scheuermann & J. Björnsson (toim.), *The transition to computer-based assessment, New approaches to skills assessment and implications for large-scale testing* (45–56). Ispra, Italy: European Commission. Joint Research Center.
- Wu, H. & Shah, P. (2004). Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. *Science Education*, 88(3), 465–492. DOI: 10.1002/sce.10126
- Yin, R. K. (1989). *Case study research, Design and Methods*. California: Sage Publications.
- Ylioppilastutkintolautakunta (2011). *Reaaliaineiden kokeiden määräykset*. Haettu 15.10.2014 <http://www.ylioppilastutkinto.fi/fi/ylioppilastutkinto/yleiset-maaraykset-ja-ohjeet>
- Ylioppilastutkintolautakunta (2013). *Ohje ylioppilaskokeen päätelaitteesta*. Haettu 24.10.2014 <http://www.ylioppilastutkinto.fi/fi/ylioppilastutkinto/digabi>
- Ylioppilastutkintolautakunta (2014). *Sähköinen ylioppilastutkinto – reaaliaineet*. Haettu 15.10.2014 <http://www.ylioppilastutkinto.fi/fi/ylioppilastutkinto/digabi>
- Ylioppilastutkintolautakunta & Lahti, J., Heinonen, S., Siira, E. & Lattu, M. (2013). *Korkean panoksen sähköiset kokeet maailmalla*. Haettu 15.10.2014 <http://www.ylioppilastutkinto.fi/fi/ylioppilastutkintolautakunta/raportteja-ja-tutkimuksia-linkit-fi>
- Zenisky, A. L. & Sireci, S. G. (2002). Technological innovations in large-scale assessment. *Applied Measurement in Education*, 15(4), 337–362. DOI: 10.1207/S15324818AME1504_02

LIITTEET

LIITE 1: Kyselylomake

Kysely sähköisestä kemian kokeesta

Koe koostui kolmesta tehtävästä. Puolella opiskelijoista oli kokeessa tehtävä 2A (kapsaisiin tarkastelu ChemSketchillä) ja puolella tehtävä 2B (kapsaisiin tarkastelu JSmolilla). Tehtävät 1 ja 3 olivat kaikille samat.

*Pakollinen

I Tausta

Kokeen yhteydessä saamani koodi *

Kumpaan koeversioon vastasit *

- Sähköinen kemian koe A
 Sähköinen kemian koe B

Sukupuoli

- Nainen
 Mies

Arvosanasi viimeksi suorittamastasi kemian kurssista

Mitkä lukion kemian kurssit olet suorittanut?

II Arvioi tieto- ja viestintätekniikan (TVT) taitojasi asteikolla 1-5

1=erittäin hyvä, 2=melko hyvä, 3=keskitasoa, 4=melko heikko, 5=erittäin heikko

TVT-taitosi yleisesti

1 2 3 4 5

Erittäin hyvä Erittäin heikko

Tekstin kirjoittaminen ja muokkaaminen tekstinkäsittelyohjelmistolla

1 2 3 4 5

Erittäin hyvä Erittäin heikko

Tiedon käsittely ja luokittelu taulukkolaskentaohjelmistolla

1 2 3 4 5

Erittäin hyvä Erittäin heikko

Videon tekeminen (esimerkiksi Youtubeen)

1 2 3 4 5

Erittäin hyvä Erittäin heikko

Digikuvien ja grafiikan käsittely

1 2 3 4 5

Erittäin hyvä Erittäin heikko

Ohjelmistojen asentaminen tietokoneelle

1 2 3 4 5

Erittäin hyvä Erittäin heikko

Tiedostojen järjestäminen

1 2 3 4 5

Erittäin hyvä Erittäin heikko

Tiedon etsiminen internetistä

1 2 3 4 5

Erittäin hyvä Erittäin heikko

Luotettavan tiedon tunnistaminen internetissä

1 2 3 4 5

Erittäin hyvä Erittäin heikko

III Arvioi koetehtävien kemian sisältöjen vaativuutta

Tehtävä 1 oli kemian sisällöltään

- haastava
- melko haastava
- melko helppo
- helppo
- en osaa sanoa
- en tehnyt tehtävää

Tehtävä 2A oli kemian sisällöltään

(Kapsaisiin tarkastelu ChemSketchillä)

- haastava
- melko haastava
- melko helppo
- helppo
- en osaa sanoa
- en tehnyt tehtävää

Tehtävä 2B oli kemian sisällöltään

(Kapsaisiin tarkastelu JSmolilla)

- haastava
- melko haastava
- melko helppo
- helppo
- en osaa sanoa
- en tehnyt tehtävää

Tehtävä 3 oli kemian sisällöltään

- haastava
- melko haastava
- melko helppo
- helppo
- en osaa sanoa
- en tehnyt tehtävää

IV Arvioi koetehtävien tietoteknistä vaativuutta

1=erittäin haastava, 2=melko haastava, 3=keskitasoa, 4=melko helppo, 5=erittäin helppo

Reaktioyhtälöiden kirjoittaminen

1 2 3 4 5

Erittäin haastava Erittäin helppo

Miten kirjoitit reaktioyhtälöt?

Rakennekaavojen piirtäminen

1 2 3 4 5

Erittäin haastava Erittäin helppo

Sidospituuksien mittaaminen

1 2 3 4 5

Erittäin haastava Erittäin helppo

V Arvioi ohjemateriaalia

1=täysin samaa mieltä, 2=jokseenkin samaa mieltä, 3=ei samaa eikä eri mieltä, 4=jokseenkin eri mieltä, 5=täysin eri mieltä

Ohjeet olivat tarpeelliset

1 2 3 4 5

täysin samaa mieltä täysin eri mieltä

Ohjeet olivat selkeät

1 2 3 4 5

täysin samaa mieltä täysin eri mieltä

Ohjeet olivat kattavat

1 2 3 4 5

täysin samaa mieltä täysin eri mieltä

VI Arvioi sähköistä koetta kokonaisuudessaan

Koko koe oli kokonaisuudessaan

- haastava
- melko haastava
- melko helppo
- helppo
- en osaa sanoa

Mitä hyviä puolia sähköisessä kokeessa oli?

Mitä haasteita sähköisessä kokeessa oli?

Anna vapaasti palautetta sähköisestä kokeesta.

Lähetä

Sähköinen kemian koe (A)

Kokeessa on kolme (3) tehtävää. Käytä vastaamiseen tekstinkäsittelyohjelmistoa (esim. Word). Palauta vastauksesi .pdf, .doc tai .docx -tiedostona oppimisalustalle. **Liitä vastaukseesi myös henkilökohtainen koodisi.**

Oppimisalustalla on ohjetiedosto, josta saat teknistä apua tehtävien tekemiseen.

MAOL-taulukkokirjan käyttö on sallittua. Saat vierailia vain tehtävissä annetuilla Internet-sivuilla.

1. Altaassa on vettä, johon on lisätty muutama pisara fenoliftaleiinia. Veteen pudotetaan pala natriumia.

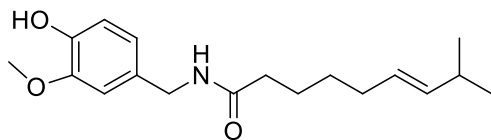
Katso video ja vastaa sen perusteella kysymyksiin.

Linkki videoon: <http://www.chemicum.com/?video=35&lan=EN>

- a) Miten natriummetallia säilytetään? Perustele.
- b) Mitä natriumpalalle tapahtuu, kun se laitetaan veteen?
- c) Miksi liuoksen väri muuttuu?
- d) Miksi syntyy liekkejä? Mikä palaa?
- e) Millainen reaktio tapahtuu veden ja natriumin välillä? Kirjoita reaktioyhtälö.
- f) Selitä atomin rakenteen perusteella, miten liekin väri syntyy.

6 p.

2. Chilipippurissa esiintyvä kapsaisiini antaa sille ominaisen polttavan maun.



Kapsaisiinin rakenne

Liitetiedostot (capsaicin.sk2 ja capsaicin.s3d) kapsaisiinin rakenteen tarkastelemiseen ja muokkaamiseen ChemSketch-ohjelmistossa ovat oppimisalustalla.

Vastaa seuraaviin kysymyksiin.

- Mitä funktionaalisia ryhmiä esiintyy kapsaisiinin rakenteessa?
- Mitkä kapsaisiinin hiilistä ovat sp^2 -hiiliä? Palauta kuva, jossa rakennekaavaan on merkitty selkeästi nuolella tai ympyröimällä kaikki sp^2 -hiilet. Voit tuottaa kuvan ChemSketch-ohjelmistolla tai kuvankäsittelyohjelmistolla (esimerkiksi Paint).
- Mittaa hiilten väliset sidospituudet. Miten erot ja yhtäläisyydet sidospituuksissa ovat selitettävissä?
- Mitä avaruuisomerian (stereoisomerian) muotoja kapsaisiinin rakenteessa esiintyy? Perustele vastauksesi.
- Tuota ja palauta kuva yhdestä kapsaisiinin avaruuisomeerista. Minkälaisia rakenne-eroja alkuperäiseen rakenteeseen nähden siinä esiintyy?

6 p.

3. Kansainvälinen syöväntutkimuslaitos (IARC) on luokitellut asetaldehydin syöpää aiheuttavaksi yhdisteeksi. Lue elintarviketurvallisuusviraston julkaisema artikkeli asiasta

<http://www.evira.fi/portal/fi/tietoa+evirasta/asiakokonaisuudet/vierasaineet/tietoa+vierasaineista/asetaldehydi>

Vastaa seuraaviin kysymyksiin. Rakennekaavoihin ja reaktioyhtälöihin voit käyttää ChemSketch-ohjelmistoa.

- Miten asetaldehydille voi altistua?
- Kirjoita rakennekaavoin reaktioyhtälö asetaldehydin muodostumiselle etanolista.
- Maitohappokäymisessä muodostuu maitohappoa homolyttisessä tai heterolyttisessä käymisessä. Homolyttisessä käymisessä glukoosista muodostuu vain maitohappoa. Heterolyttisessä käymisessä glukoosista muodostuu maitohappoa, etanolia ja hiilidioksidia. Kirjoita rakennekaavoin reaktioyhtälöt homolyttiselle ja heterolyttiselle käymiselle.
- Miten b- ja c-kohtien reaktioyhtälöt liittyvät Eviran artikkeliin? Mitä merkitystä niillä on asetaldehydialtistuksen kannalta?
- Miten elintarvikkeissa esiintyvien haitallisten aineiden pieniä pitoisuuksia voidaan määrittää?
- Miten asetaldehydin haittoja voidaan selvittää ja millä toimenpiteillä sen aiheuttamia haittoja voidaan vähentää?

9 p.

Sähköinen kemian koe (B)

Kokeessa on kolme (3) tehtävää. Käytä vastaamiseen tekstinkäsittelyohjelmistoa (esim. Word). Palauta vastauksesi .pdf, .doc tai .docx -tiedostona oppimisalustalle. **Liitä vastaukseesi myös henkilökohtainen koodisi.**

Oppimisalustalla on ohjetiedosto, josta saat teknistä apua tehtävien tekemiseen.

MAOL-taulukkokirjan käyttö on sallittua. Saat vierailta vain tehtävissä annetuilla Internet-sivuilla.

1. Altaassa on vettä, johon on lisätty muutama pisara fenoliftaleiinia. Veteen pudotetaan pala natriumia.

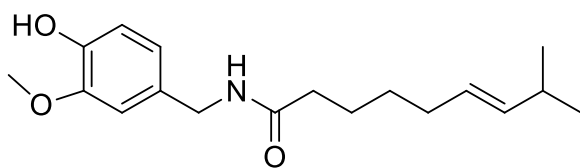
Katso video ja vastaa sen perusteella kysymyksiin.

Linkki videoon: <http://www.chemicum.com/?video=35&lan=EN>

- a) Miten natriummetallia säilytetään? Perustele.
- b) Mitä natriumpalalle tapahtuu, kun se laitetaan veteen?
- c) Miksi liuoksen väri muuttuu?
- d) Miksi syntyy liekkejä? Mikä palaa?
- e) Millainen reaktio tapahtuu veden ja natriumin välillä? Kirjoita reaktioyhtälö.
- f) Selitä atomin rakenteen perusteella, miten liekin väri syntyy.

6 p.

2. Chilipippurissa esiintyvä kapsaisiini antaa sille ominaisen polttavan maun.



Kapsaisiinin rakenne

Avaa uuteen ikkunaan JSmol: <http://chemapps.stolaf.edu/jmol/jsmol/test2.htm>

Kirjoita capsacin tekstiruutuun, valitse tietokannaksi PubChem (small molecules) ja paina Search.

Vastaa seuraaviin kysymyksiin.

- Mitä funktionaalisia ryhmiä esiintyy kapsaisiinin rakenteessa?
- Mitkä kapsaisiinin hiilistä ovat sp^2 -hiiliä? Palauta kuva, jossa rakennekaavaan on merkitty selkeästi nuolella tai ympyröimällä kaikki sp^2 -hiilet. Voit käyttää tehtävässä annettua kuvaa pohjana ja lisätä merkit kuvankäsittelyohjelmassa.
- Mittaa hiilten väliset sidospituudet. Miten erot ja yhtäläisyydet sidospituuksissa ovat selitettävissä?
- Mitä avaruuisomerian (stereoisomerian) muotoja kapsaisiinin rakenteessa esiintyy? Perustele vastauksesi.
- Kuvaile yhtä kapsaisiinin avaruuisomeeriä. Minkälaisia rakenne-eroja alkuperäiseen rakenteeseen nähden siinä esiintyy? Käytä vastauksesi tukena sopivia ruutukaappauksia kolmiulotteisesta rakenteesta (Prt Sc -näppäin, avaa kuvakaappaus muokkausta varten esimerkiksi Paint-ohjelmistolla).

6 p.

3. Kansainvälinen syöväntutkimuslaitos (IARC) on luokitellut asetaldehydin syöpää aiheuttavaksi yhdisteeksi. Lue elintarviketurvallisuusviraston julkaisema artikkeli asiasta

<http://www.evira.fi/portal/fi/tietoa+evirasta/asiakokonaisuudet/vierasaineet/tietoa+vierasaineista/asetaldehydi>

Vastaa seuraaviin kysymyksiin. Rakennekaavoihin ja reaktioyhtälöihin voit käyttää ChemSketch-ohjelmistoa.

- Miten asetaldehydille voi altistua?
- Kirjoita rakennekaavoin reaktioyhtälö asetaldehydinin muodostumiselle etanolista.
- Maitohappokäymisessä muodostuu maitohappoa homolyttisessä tai heterolyttisessä käymisessä. Homolyttisessä käymisessä glukoosista muodostuu vain maitohappoa. Heterolyttisessä käymisessä glukoosista muodostuu maitohappoa, etanolia ja hiilidioksidia. Kirjoita rakennekaavoin reaktioyhtälöt homolyttiselle ja heterolyttiselle käymiselle.
- Miten b- ja c-kohtien reaktioyhtälöt liittyvät Eviran artikkeliin? Mitä merkitystä niillä on asetaldehydiälistuksen kannalta?
- Miten elintarvikkeissa esiintyvien haitallisten aineiden pieniä pitoisuuksia voidaan määrittää?
- Miten asetaldehydinin haittoja voidaan selvittää ja millä toimenpiteillä sen aiheuttamia haittoja voidaan vähentää?

9 p.