

**KOKEELLISUUS KEMIAN YLIOPPILASTEHTÄVISSÄ
VUOSINA 1985-2004**

Helsingin yliopisto
Kemian laitos
Kemian opetuksen keskus
Pro gradu -tutkielma

Minna Pyysalo
15.08.2005

Ohjaajat: Maija Aksela ja Heikki Saarinen

HELSINGIN YLIOPISTO) HELSINGFORS UNIVERSITET) UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto) Fakultet/Sektion) Faculty Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Laitos) Institution) Department Kemian laitos
Tekijä) Författare) Author Minna Pyysalo		
Työn nimi) Arbetets titel) Title Kokeellisuus kemian ylioppilastehtävissä vuosina 1985-2004		
Oppiaine) Läroämne) Subject Kemian opettajan suuntautumisvaihtoehto		
Työn laji) Arbetets art) Level Pro gradu -tutkielma	Aika) Datum) Month and year 15.08.2005	Sivumäärä) Sidoantal) Number of pages 116
Tiivistelmä) Referat) Abstract Opetussuunnitelman perusteet määrittelevät lukion kemian opetuksen tavoitteet ja sisällöt. Ylioppilastutkinnon kemian kokeen tehtävien tulee perustua näihin tavoitteisiin ja sisältöihin. Vuoden 1994 opetussuunnitelman perusteissa keskeiselle sijalle nostettiin aineen luonne kokeellisena luonnontieteenä. Tämän seurauksena ylioppilastutkinnon kemian kokeessa on ollut vuodesta 1996 lähtien luonteeltaan selkeästi kokeellinen tehtävä. Tätä ennen kokeellisia tehtäviä on esiintynyt harvoin. Kokeelliseen tehtävään vastanneiden kokelaiden määrä on ollut vuosittain matala verrattuna muiden kemian tehtävien vastausmääriin. Tässä työssä selvitettiin, minkälaisia kokeellisia tehtäviä kemian ylioppilaskokeessa on esiintynyt viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana. Lisäksi selvitettiin kunkin kokeellisen tehtävän kohdalla siihen vastanneiden kokelaiden lukumäärä sekä vastausten pistekeskisarvot. Näitä tuloksia verrattiin koko kemian kokeen sekä muiden kemian tehtävien vastaaviin lukuihin. Työn taustateorianana on kokeellisuus ja arviointi. Lisäksi työssä tutustutaan tarkemmin kemian opetussuunnitelmiin kokeellisuuden osalta, kemian asemaan kouluopetuksessa sekä ylioppilastutkintoon, erityisesti reaalikokeeseen ja kemian kokeeseen. Kemian ylioppilaskokeessa on ollut vuosien 1985-2004 aikana 23 kokeelliseksi luokiteltua tehtävää. Tehtävien rakenne on vaihdellut "puhtaasta" kokeellisesta integroituihin, esseetyyppisestä useampia erillisiä kohtia sisältävään ja avoimesta suljettuun tehtävään. Tehtävät ovat käsitelleet kattavasti vuoden 1994 lukion opetussuunnitelman pakollisia ja syventäviä kemian kursseja. Tehtävät koskivat monia eri kokeellisen kemian menetelmiä. Yleisimmin tehtävät käsitelivät kokeellisen menetelmän suunnittelua ja laitteistojen kuvauksia. Tehtävien ratkaisemisessa tarvittiin usean kemian eri käsitteen hallintaa. Kokeelliseen tehtävään vastanneiden osuus kaikista kemian vastaajista on vaihdellut 4,8 prosentin ja 37,4 prosentin välillä. Kokeellisten tehtävien vastausmäärien osuudet kaikista kemian vastauksista ovat vaihdelleet 1,4 prosentin ja 13,7 prosentin välillä. Naiset ovat pärjänneet tehtävissä miehiä paremmin. Ylimääräisen reaalikokeen kirjoittajat ovat pärjänneet tehtävissä paremmin kuin pakollisen kokeen kirjoittajat. Monet lukion opiskelijat eivät ole tottuneet vastaamaan kemian kurssikokeissaan kokeellisiin tehtäviin. Kurssikokeisiin voisi siten ottaa mukaan myös kokeellisen tehtävän ja niitä voitaisiin harjoitella myös oppitunneilla. Syksyllä 2005 voimaan tulevan opetussuunnitelman myötä lukioon saadaan yksi syventävä kurssi lisää. Muutoksen odotetaan tuovan kemian tunneille lisää kokeellisuutta. Tämän voidaan olettaa nostavan opiskelijoiden valmiutta vastata kokeellisiin tehtäviin.		
Avainsanat) Nyckelord) Keywords Kokeellisuus, arviointi, kemian ylioppilaskoe, kokeellinen tehtävä		
Säilytyspaikka) Förvaringsställe) Where deposited Matemaattis-luonnontieteellisen tiedekunnan kirjasto ja kemian opettajien resurssikeskus KEMMA		
Muita tietoja) Övriga uppgifter) Additional information		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	1
2 KOKEELLISUUS.....	2
2.1 Opetuksen kokeellisuus.....	2
2.1.1 Oppilastyöt.....	3
2.1.2 Demonstraatiot.....	4
2.1.3 Videot.....	6
2.2 Kokeellisuuden työtavat.....	7
2.3 Kokeellisuuden merkitys ja tavoitteet.....	8
2.3.1 Kokeellisuuden merkitys	8
2.3.2 Oppilaan kokeellisen työskentelyn tavoitteet.....	10
2.4 Kokeellisuuden asema ja ongelmat kemian opetuksessa	12
3 ARVIOINTI.....	16
3.1 Yleistä.....	16
3.2 Ylioppilastutkinto ja arviointi.....	18
3.3 Kemian oppimisen arviointi.....	19
3.3.1 Kemian summatiiviset kokeet	20
3.4 Kokeellisuus ja arviointi.....	21
4 KOKEELLISUUS JA OPETUSSUUNNITELMA.....	25
4.1 Opetussuunnitelman ja ylioppilaskokeen yhteys.....	25
4.2 Vuoden 1981 lukion oppimääräsuunnitelma	25
4.3 Opetussuunnitelman uudistaminen	26
4.3.1 Yleistä uudistuksesta	26

4.3.2 Fysiikan ja kemian opetuksen uudistaminen.....	26
4.4 Vuoden 1994 lukion kemian opetussuunnitelma	29
4.5 Vuoden 1994 opetussuunnitelman vaikutus kemian opetukseen.....	30
4.6 Vuoden 2003 lukion kemian opetussuunnitelma	31
5 KEMIAN ASEMA KOULUOPETUKSESSA	33
5.1 Yleistä.....	33
5.2 Peruskoulun ja lukion tuntijaot	36
5.3 LUMA-ohjelma	38
6 YLIOPPILASTUTKINTO	40
6.1 Yleistä.....	40
6.2 Reaalikoe	40
6.2.1 Kemian asema reaalikokeessa.....	41
6.2.2 Kemian kokeen rakenne	47
6.2.3 Kemian kokeellisen tehtävän ongelmia	49
6.3 Ainereaali	52
7 TYÖN TAVOITTEET.....	55
8 TYÖN SUORITUS	56
9 TYÖN TULOKSET.....	58
9.1 Kokeellisten tehtävien rakenne ja aihealueet.....	58
9.2 Kokeellisten tehtävien vastausmäärät - ja tasot.....	68
10 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTAA.....	80
LÄHTEET	83
LIITTEET	93

LIITELUETTELO

Liite 1. Kemian laajan oppimäärän suorittaneet

Liite 2. Tilastoja kemian ylioppilaskokeesta

Liite 3. Kokeellisten tehtävien rakenne ja aihepiirit

Liite 4. Kokeellisten tehtävien vastausmäärät -ja tasot

Liite 5. Kemian ylioppilaskokeissa esiintyneet kokeelliset tehtävät vuosina 1985-2004

KUVALUETTELO

Kuva 1. Kemian eri tasot

Kuva 2. Laboratoriotöiden merkitys

Kuva 3. Kemian laajan oppimäärän suorittaneiden osuus lukion päättötodistuksen kyseisenä vuonna saaneiden opiskelijoiden kokonaismäärästä sekä naisista ja miehistä vuosina 1997-2002

Kuva 4. Pakollisen ja ylimääräisen reaalikokeen kemian tehtäviin saadut vastaukset kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1986–2004

Kuva 5. Kemian pakollisen ja ylimääräisen kokeen pistekeskiarvot kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1986–2004

Kuva 6. Kemian tehtäviin saadut varsinaisten kokelaiden vastaukset kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1986–2004

Kuva 7. Kemian tehtäviin vastanneiden varsinaisten kokelaiden osuus kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2004

Kuva 8. Kemian kokeen ja reaalikokeen pistekeskiarvot kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1986–2004

Kuva 9. Vastausten lukumäärä ja tehtävistä annettujen pisteiden jakautuminen ylioppilastutkinnon kemian kokeessa keväällä 2004

Kuva 10. Kokeellisten tehtävien rakenne kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985-2005 a.

Kuva 11. Kokeellisten tehtävien rakenne kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985-2005 b.

Kuva 12. Kokeellisten tehtävien rakenne kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985-2005 c.

Kuva 13. Kokeellisiin tehtäviin liittyvät kemian osa-alueet kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985-2005

Kuva 14. Kemian osa-alueiden jakautuminen kokeellisissa tehtävissä kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985-2005

Kuva 15. Kokeellisiin tehtäviin liittyvät lukion kemian kurssit (OPS 1994) kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1996-2005

Kuva 16. Kokeellisiin tehtäviin liittyvien lukion kemian kurssien jakautuminen (OPS 1994) kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1996-2005

Kuva 17- Kokeellisissa tehtävissä esiintyneet kokeellisen kemian menetelmät kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985-2005

Kuva 18. Kokeellisiin tehtäviin integroidut tehtävät kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985-2005

Kuva 19. Kokeellisissa tehtävissä esiintyneet muut kokeellisuuteen liittyvät asiat kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985-2005

Kuva 20. Kokeellisissa tehtävissä tarvittavat kemian käsitteet kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985-2005

Kuva 21. Kokeellisissa tehtävissä esiintyneet kemialliset reaktiot kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985-2005

Kuva 22a. Kemian kokeellisten tehtävien vastausmäärät kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2004

Kuva 22b. Kemian kokeellisten tehtävien vastausmäärät syksyn ylioppilaskokeessa vuosina 1996–2004

Kuva 23a. Kemian kokeellisten tehtävien vastausmäärien osuus kaikista kemian vastauksista ja kemian vastaajista kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2004

Kuva 23b. Kemian kokeellisten tehtävien vastausmäärien osuus kaikista kemian vastauksista ja kemian vastaajista syksyn ylioppilaskokeessa vuosina 1996–2004

Kuva 24a. Kokeellisten tehtävien pistekeskiarvot verrattuna kemian kokeen pistekeskiarvoon kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2004

Kuva 24b. Kokeellisten tehtävien pistekeskiarvot verrattuna kemian kokeen pistekeskiarvoon syksyn ylioppilaskokeessa vuosina 1996–2004

Kuva 25a. Kemian kokeellisten tehtävien pistekeskiarvot naisilla ja miehillä kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1996–2004

Kuva 25b. Kemian kokeellisten tehtävien pistekeskiarvot naisilla ja miehillä syksyn ylioppilaskokeessa vuosina 1996–2004

Kuva 26a. Kemian kokeellisten tehtävien pistekeskiarvot naisilla ja miehillä, pakollinen ja ylimääräinen koe, kevään ylioppilaskokeessa vuosina 2000–2004

Kuva 26b. Kemian kokeellisten tehtävien pistekeskiarvot naisilla ja miehillä, pakollinen ja ylimääräinen koe, syksyn ylioppilaskokeessa vuosina 2000–2004

Kuva 27a. Kemian kokeellisten tehtävien vastauspistemäärien jakauma kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2004

Kuva 27b. Kemian kokeellisten tehtävien vastauspistemäärien jakauma syksyn ylioppilaskokeessa vuosina 1996–2004

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Reaalikokeessa eri aineista annettavat tehtävät

Taulukko 2. Eri reaaliaineiden tehtävien määrä/vastausten enimmäismäärä ainereaalissa

Taulukko 3. Kemian laajan oppimäärän suorittaneiden osuus lukion päättötodistuksen kyseisenä vuonna saaneiden opiskelijoiden kokonaismäärästä sekä naisista ja miehistä vuosina 1997-2002

Taulukko 4. Kemian tehtäviin saadut vastaukset kevään reaalikokeessa vuosina 1986–2004

Taulukko 5. Kemian tehtäviin vastanneiden kokelaiden lukumäärä kevään reaalikokeessa vuosina 1986–2004

Taulukko 6. Kemian kokeen ja koko reaalikokeen pistekeskiarvot vuosina 1986–2004.

Taulukko 7. Kokeellisten tehtävien rakenne kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2005

Taulukko 8. Kokeellisiin tehtäviin liittyvät kemian osa-alueet kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2005

Taulukko 9. Kokeellisiin tehtäviin liittyvät lukion kemian kurssit (OPS 1994) kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1996–2005

Taulukko 10. Kokeellisissa tehtävissä esiintyneet kokeellisen kemian menetelmät kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2005

Taulukko 11. Kokeellisiin tehtäviin integroidut tehtävät kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2005

Taulukko 12. Kokeellisissa tehtävissä esiintyneet muut kokeellisuuteen liittyvät asiat kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2005

Taulukko 13. Kokeellisissa tehtävissä tarvittavat kemian käsitteet kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2005

Taulukko 14. Kokeellisissa tehtävissä esiintyneet kemialliset reaktiot kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2005

Taulukko 15a. Kemian kokeellisten tehtävien vastausmäärät kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2004: varsinaiset kokelaat, pakollinen ja ylimääräinen koe yhdessä

Taulukko 15b. Kemian kokeellisten tehtävien vastausmäärät syksyn ylioppilaskokeessa vuosina 1996–2004: varsinaiset kokelaat, pakollinen ja ylimääräinen koe yhdessä.

Taulukko 16a. Kokeellisten tehtävien pistekeskiarvot verrattuna kemian kokeen pistekeskiarvoon kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2004: varsinaiset kokelaat, pakollinen ja ylimääräinen koe

Taulukko 16b. Kokeellisten tehtävien pistekeskiarvot verrattuna kemian kokeen pistekeskiarvoon syksyn ylioppilaskokeessa vuosina 1996–2004: varsinaiset kokelaat, pakollinen ja ylimääräinen koe

Taulukko 17a. Kokeellisten tehtävien pistekeskiarvot verrattuna muihin kemian tehtäviin kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2004

Taulukko 17b. Kokeellisten tehtävien pistekeskiarvot verrattuna muihin kemian tehtäviin syksyn ylioppilaskokeessa vuosina 1996–2004

Taulukko 18a. Kemian kokeellisten tehtävien pistekeskiarvot naisilla ja miehillä kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1996–2004: varsinaiset kokelaat, pakollinen ja ylimääräinen koe

Taulukko 18b. Kemian kokeellisten tehtävien pistekeskiarvot naisilla ja miehillä syksyn ylioppilaskokeessa vuosina 1996–2004: varsinaiset kokelaat, pakollinen ja ylimääräinen koe

Taulukko 19a. Kemian kokeellisten tehtävien vastauspistemäärien jakautuma kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2004

Taulukko 19b. Kemian kokeellisten tehtävien vastauspistemäärien jakautuma syksyn ylioppilaskokeessa vuosina 1996–2004

1 Johdanto

Opetussuunnitelman perusteet määrittelevät lukion kemian opetuksen tavoitteet ja sisällöt. Ylioppilastutkinnon kemian kokeen tehtävien tulee perustua näihin tavoitteisiin ja sisältöihin.

Vuoden 1994 opetussuunnitelman perusteissa keskeiselle sijalle nostettiin aineen luonne kokeellisena luonnontieteenä. Tämän seurauksena ylioppilastutkinnon kemian kokeessa on ollut vuodesta 1996 lähtien luonteeltaan selkeästi kokeellinen tehtävä. Tätä ennen kokeellisia tehtäviä on esiintynyt verrattain harvoin. Kokeelliseen tehtävään vastanneiden kokelaiden määrä on ollut vuosittain matala verrattuna muiden kemian tehtävien vastausmääriin. Tämän on otaksuttu johtuvan siitä, että opiskelijat pitävät tehtäviä hankalina, eikä heillä ole aikaisempaa kokemusta vastaavanlaisista tehtävistä.

Tämän työn tarkoituksena on tutkia, minkälaisia kokeellisia tehtäviä kemian ylioppilaskokeessa on esiintynyt viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana. Kunkin kokeellisen tehtävän kohdalla selvitetään siihen vastanneiden kokelaiden lukumäärä sekä vastausten pistekeskiarvot. Näitä tuloksia on tarkoitus verrata koko kemian kokeen sekä muiden kemian tehtävien vastaaviin lukuihin.

Kemian ja muiden luonnontieteiden opetuksen kokeellisuutta on tutkittu paljon sekä Suomessa, että ulkomailla. Ylioppilaskokeiden kokeellisia tehtäviä ei ole tarkasteltu aikaisemmin tässä laajuudessa.

Työn taustateorianä on kokeellisuus ja arviointi, joita tarkastellaan lähemmin luvuissa 2 ja 3. Luvuissa 4, 5 ja 6 tutustutaan tarkemmin kemian opetussuunnitelmiin kokeellisuuden osalta, kemian asemaan kouluopetuksessa sekä ylioppilastutkintoon, erityisesti reaalikokeeseen ja kemian kokeeseen. Luvussa 7 esitellään tarkemmin työn tavoitteet ja luvussa 8 työn suorittaminen. Työn tulokset esitellään luvussa 9 ja johtopäätökset sekä pohdinta ovat luvussa 10.

2 Kokeellisuus

2.1 Opetuksen kokeellisuus

Sanalla kokeellisuus voi olla useita eri merkityksiä. Kokeellisuus tulee suomen kielen kantasanasta koe. Luonnontieteiden opetuksessa kokeella tarkoitetaan nimenomaan luonnontieteellistä koetta, eksperimenttiä, jossa käytännön työskentelyä edeltää huolellinen suunnittelu ja seuraa tulosten tulkinta ja teorian pohjalta tapahtuva analyysi. (Meisalo & Lavonen, 1994)

Opetussuunnitelman perusteiden mukaan opetuksen kokeellisuus voidaan määritellä toiminnaksi, jossa nojaututaan empiriaan hankittaessa tietoa luonnosta. Käsitteitä, suureita, periaatteita, lakeja ja teoreettisia malleja käyttöön otettaessa oppitunneilla lähtökohtana tulisi olla havainto, mittaus, koe tai tutkimus. *Kokeellisuus voi olla oppilaiden kehitystasosta, aihepiiristä, opetuksen vaiheesta ja välineistä riippuen oppilaiden omakohtaista työskentelyä, opettajan esittämiä demonstraatioita, vierailujen, videoiden tai vain kerronnan kautta tapahtuvaa toimintaa* (Anon, 1994a). Kokeellisuus ei opetussuunnitelman perusteiden mukaan siis tarkoita vain laboratoriotyöskentelyä, joksi se usein mielletään.

Kemian ollessa kokeellinen luonnontiede on ymmärrettävää, että myös sen opetuksessa hyödynnetään kokeellisuutta. Kokeellisuuden perustelu ja määrä ovat vaihdelleet suuresti ja riippuneet esimerkiksi vallitsevasta kasvatusfilosofisesta suuntauksesta. Perinteisesti kokeellisuudella tarkoitetaan demonstraatioiden ja oppilastöiden tekemistä tai laajempia projekteja. Opetuksen kokeellisuus on helposti irrallinen osa muuta opiskelua. Kokeellisuutta ei tulisi harjoittaa vain "tekemisen" vuoksi, vaan sen tulisi olla osa jäsenneltyä kokonaisuutta ja sillä tulisi olla selkeä oppilaita motivoiva tarkoitus. (Lavonen, 1996)

Pelkkä kokeellinen työskentely ei vielä takaa käsitteiden ymmärtämistä ja oppimista. Hegarty-Hazel:n (1990) mukaan luonnon tutkimisessa tarvitaan monipuolisia taitoja, joita voidaan harjoittelulla oppia ja edelleen kehittää.

Lavonen (1996) havaitsi tutkimuksessaan, että kokeelliseen lähestymistapaan liittyy väärinkäsitys, että se olisi pelkästään oppilaan toimintaa. Esimerkiksi demonstraatioiden yhteydessä oppilaita voidaan ohjata aktiiviseen tiedon käsittelyyn.

Jotta kokeellinen toiminta ja teoria kohtaisivat, on tarkoituksenmukaista lähteä liikkeelle kysymysten asettelusta. Kyseleminen ei ole pelkästään opettajan tehtävä. Luonnontieteiden oppimisen kannalta oppilaiden aktiivinen kyselevä rooli on oleellinen. Oppilaalla tulisi olla mahdollisuus kokea luonnontieteilijän todellinen rooli, oppia kyseenalaistamaan oman toimintansa ja ajattelunsa eli esittämään kysymyksiä itselleen ja muille. Tällöin hän oppii, mitä luonnolta voi kysyä, jotta kysymyksiin olisi mahdollisuus saada vastaus kokeellisesti. Oppilas oppii myös, miten kysymys tulisi asettaa, jotta vastaus löytyisi. (Levävaara, 1997)

Perinteisessä kokeellisessa työskentelyssä oppilas suorittaa opettajan valmiiksi suunnittelemat tehtävät. Päinvastoin kuin tieteellisessä tutkimuksessa, työskentely ei pohjaudu oppilaiden tavoitteisiin, tietoihin ja ajatteluun, vaan ennalta määrättyyn tehtävään. Vain yksi metodi ja yksi vastaus ovat oikeita. Osoittaakseen oppimista, oppilaiden on löydettävä oikea vastaus, jota opettaja heiltä odottaa. (Reiner & al., 2004)

2.1.1 Oppilastyöt

Oppilastöitä pidetään keskeisimpinä kokeellisen työskentelyn muotona. Esimerkiksi peruskoulussa oppilastyöt ovat kemiassa hallitsevin työtapa. Niissä oppilaat osallistuvat itse käytännön kokeelliseen työskentelyyn. Laboratoriossa tapahtuva oppilastyö voidaan suorittaa täysin suljettuna, jolloin oppilaiden työskentely on keittokirjamaisen työkirjan ohjaamaa. Täysin avoimessa oppilastyössä oppilaat saavat suhteellisen vapaasti ratkaista asetettua ongelmaa, mikä ohjaa oppilaita itsenäiseen työskentelyyn. Usein oppilastyöt ovat avoimuudeltaan edellisten välillä. (Meisalo & Erätuuli, 1985)

Oppilastöiden sijaan puhutaan usein kokeesta (experiment) tai kokeellisesta toiminnasta (practical activity) (Lavonen, 1996). Koska suomen kielessä sanalla koe on muitakin merkityksiä kuin luonnontieteellinen tutkimus, voidaan samassa merkityksessä selvyiden vuoksi käyttää sanaa luonnontutkimustehtävä. Luonnontutkimustehtävällä tarkoitetaan sellaista luontoon kohdistuvaa havaintoihin tai mittauksiin, parhaassa tapauksessa

eksperimentaaliseen koejärjestelyyn perustuvaa tutkimuksenomaista työtä, johon liittyy ainakin jossakin määrin oppilaan suorittamaa tehtävän suunnittelua, omakohtaista havainnointia ja mittausta sekä tulosten tulkintaa ja raportointia. Luonnontutkimustehtävä voidaan suorittaa myös ryhmätyönä tai projektimaisena laajempuna kokonaisuutena.

Käytännössä luonnontutkimustehtävä on hyvin lähellä avointa oppilastyötä. Luonnontutkimustehtävässä korostetaan tehtävän tutkimuksenomaisuutta ja työhön liittyvän ongelmanratkaisun kohdistumista luontoon ja luonnonilmiöihin, sen sijaan että avoin oppilastyö painottaa tehtävään oppilaan kannalta sisältyvää valinnan ja päätöksenteon vapautta. (Erätuuli & Meisalo, 1985; 1991)

2.1.2 Demonstraatiot

Demonstraatiolla tarkoitetaan tilannetta, jossa valtaosa oppilaista tarkkailee tai havainnoi joko opettajan, oppilaan tai oppilasjoukon suorittamaa koetta tai mittausta. Jotta demonstraatio olisi hyödyllinen, on se suoritettava opetuksellisesti oikeassa kohdassa oppituntia ja asiasisältöä. (Meisalo & Erätuuli, 1985) Demonstraatiota tulisi käyttää etenkin silloin, kun opetetaan valmiuksia ja työtapoja (Aebli, 1982). Demonstraatio tarjoaa oppilaille mahdollisuuden aistikokemuksiin, havainnointiin ja kokeellisen tutkimuksen malliin (Kyyrönen, 1996).

Demonstraatiolla voi olla monta erilaista funktiota kemian opetuksessa. Tunnin tai uuden asian opettamisen alussa suoritettujen demonstraatioiden tarkoituksena on usein mielenkiinnon herättäminen ja saada tätä kautta oppilaat ajattelemaan opetettavaa asiaa. (Meisalo & Erätuuli, 1985)

Jos tunnilla on useampia demonstraatioita, niiden valintaan ja järjestykseen tulisi kiinnittää erityistä huomiota. Lisäksi demonstraatioiden tulisi mahdollisimman usein olla sellaisia, että ne paljastavat oppilaalle hänen väärän ennakkokäsityksensä. (Hakkarainen, 2000)

Kyyrösen (1999) mukaan demonstrointi voidaan toteuttaa mallioppimisen näkökulmastatai osana luonnontieteellistä selittämistä. Mallioppimiseen tukeutuvalla demonstroinnilla on pitkä perinne luonnontieteen opetuksessa. Siinä on kyse näyttämällä

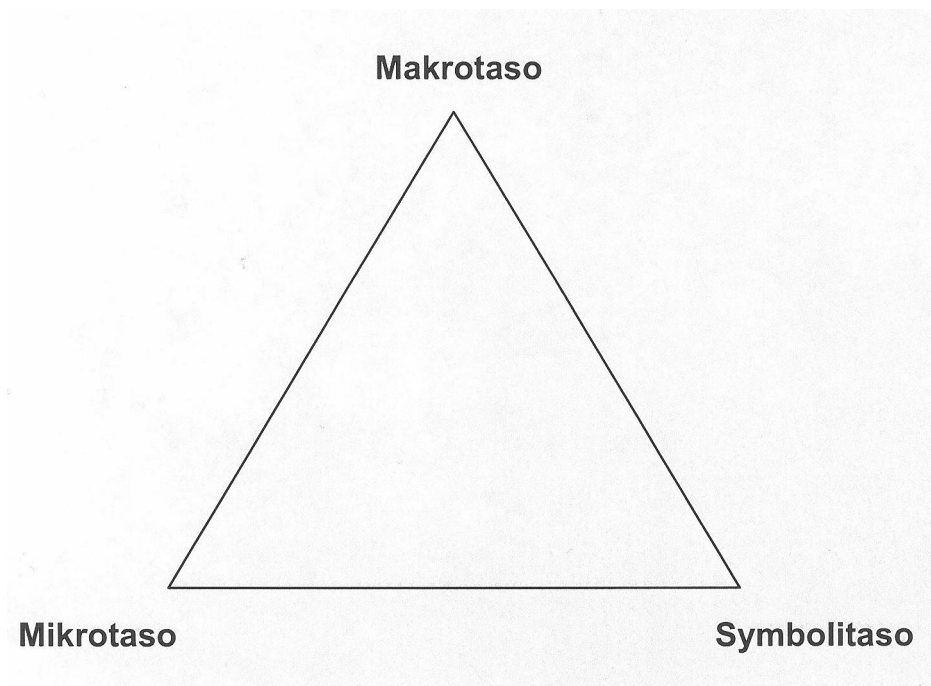
opettamisesta - hän, joka jo osaa, demonstroi onnistuneeseen lopputulokseen johtavan toimintamallin hänelle, joka ei vielä osaa. Tällöin demonstraation suunnittelu ja tekninen toteutus ovat

ensisijaisesti opettajan vastuulla. Oppilailla on passiivisen tarkkailijan rooli. Aeblin (1982) mukaan mallioppimisen näkökulmasta toteutetuilla demonstraatioilla on käyttöä lähinnä vain käytännön valmiuksien opettamisessa ja vain vähän merkitystä opetettaessa monimutkaisia toimintamalleja tai käsitteitä. Käytännön taitojen opettamisen lisäksi demonstraatiolla voidaan näyttää tutkittava ilmiö niin selkeänä ja elävänä kuin se on. Demonstraation uskotaan saavan oppilaat vakuuttuneeksi siitä, että asia on niin kuin sen opetetaan olevan ja että se herättää oppilaiden mielenkiinnon opetettavaan asiaan.

On olemassa näkemyksiä, joiden mukaan kemian opettajan keskeisimpiä tehtäviä on antaa asioille luonnontieteellinen selitys. Demonstrointi on luonnontieteellisen selittämisen oleellinen osa. Luonnontieteelliset teoriat kertovat näkymättömän maailman ilmiöistä. Demonstraatiot tuovat tietoa tuosta näkymättömästä maailmasta näkyväksi. Näin demonstraatio palvelee teoreettista käsitteenmuodostusta. Se näyttää aineellisen maailman teoreettisesti merkityksellisten mallien muodossa. (Kyyrönen, 1999)

Oikein toteutettu demonstraatio auttaa oppilaita kysymään ja kyseenalaistamaan asioita. Se linkittää aiemmin opitun uuteen opittavaan asiaan sekä kemian käsitteet todellisen maailman ja mahdollistaa näin käsitteiden ymmärtämisen. Oppilaiden ongelmanratkaisu- ja havainnointitaidot saavat mahdollisuuden kehittyä. (Deese & al., 2000; Meyer & al., 2003)

Demonstraatio auttaa oppilaita myös luomaan yhteyksiä kemian mikro-, makro- ja symbolitason välille, jotka on esitetty kuvassa 1. (Deese & al., 2000)



KUVA 1. Kemian eri tasot (Johnstone, 1991).

Perinteisesti demonstraatio on mielletty vain kokeen näyttämiseksi ja havaintojen tekemiseksi sen perusteella. Demonstraatiota edeltävä valmisteleva opiskeluvaihe ja demonstraatiota seuraava pohdinta on ollut harvinaista. Lampiselkä (2004) on kehittänyt uudentyyppisen demonstraatio-opetuksen mallin, jossa nämä vaiheet liitettiin olennaiseksi osaksi demonstraatio-opetusta. Näin voidaan edistää opiskelijoiden oppimista ja auttaa heitä muodostamaan jäsennettyä mielikuvaa luonnonilmiön syy-seuraussuhteista. Lampiselän tutkimus osoitti uudentyyppisen demonstraatio-opetuksen tehostavan muistijälkien muodostumista ja vaikuttavan opiskelijoiden tiedonhankinnan tehokkuuteen. Työtapa toimii tieteellisen kemian tiedon ja opiskelijoiden arkitiedon välisenä siltana. Sen avulla pystytään aiempaa tehokkaammin muuntamaan tieteellistä tietoa koululaisille ymmärrettävään muotoon.

2.1.3 Videot

Videoita on mahdollisuus hyödyntää mielekkäästi kokeellisessa opetuksessa. Videoita voidaan hyödyntää mm. monimutkaisten prosessien sekä välineiden ja laitteiden toimintaperiaatteiden selkeyttämisessä. Kemiassa on runsaasti sellaisia prosesseja, joiden selkeyttämisessä oppilaille videoista voi olla suuri hyöty. Kemiassa on myös monia kokeita, jotka ovat liian vaarallisia tai kalliita ja usein myös liian aikaa vieviä koulujen

laboratorioissa toteutettaviksi. Jos kyseessä on koe, joka on oppisisältöjen kannalta keskeinen tai luonteeltaan sellainen koe, että se voi auttaa oppilaita paremmin ymmärtämään jotain kemian ilmiötä, on hyödyllistä esittää koe videoituna. Kokeellisessa työskentelyssä videoita voi hyödyntää myös esineiden ja kohteiden suurentamisessa sekä palautteen antamisessa oppilaiden toteuttamasta kokeesta tai mittauslaitteen käytöstä. (DeMeo, 2001; Millar, 2004; Puukari, 1995)

Videoilla voidaan tukea oppimista, mutta ne eivät voi kokonaan korvata oppilaiden omakohtaista työskentelyä. Todelliset tapahtumat sisältävät enemmän informaatiota, kuin mikään videoesitys siitä. Konkreettisesti toteutettu tilanne antaa oppilaille aidomman käsityksen siitä, mitä todella tapahtuu. (Millar, 2004)

2.2 Kokeellisuuden työtavat

Kokeellisiksi työtavoiksi luokitellaan usein vain ns. käytännön työskentely laitteiden ja välineiden kanssa. Todellisuudessa kokeellisuuden työtapoja ovat mm.

- ennustaminen ja hypoteesin tekeminen
- kysymysten tekeminen
- havaitseminen
- mittaaminen
- vertailu ja luokittelu
- havaintojen kirjaaminen ja esittäminen
- analysointi, tulkitseminen ja johtopäätösten tekeminen
- mallintaminen
- soveltaminen

Esimerkiksi ennusta – havainnoi - päättele -ketjun käyttö on yksi perusmenetelmä kokeellisessa työskentelyssä. Erilaisten työtapojen oppiminen vie oppilailta aikaa. Kun työtapojen hallinta kasvaa, opettajan ohjauksen tarve vähenee. (Lavonen, 1996; Millar, 2004)

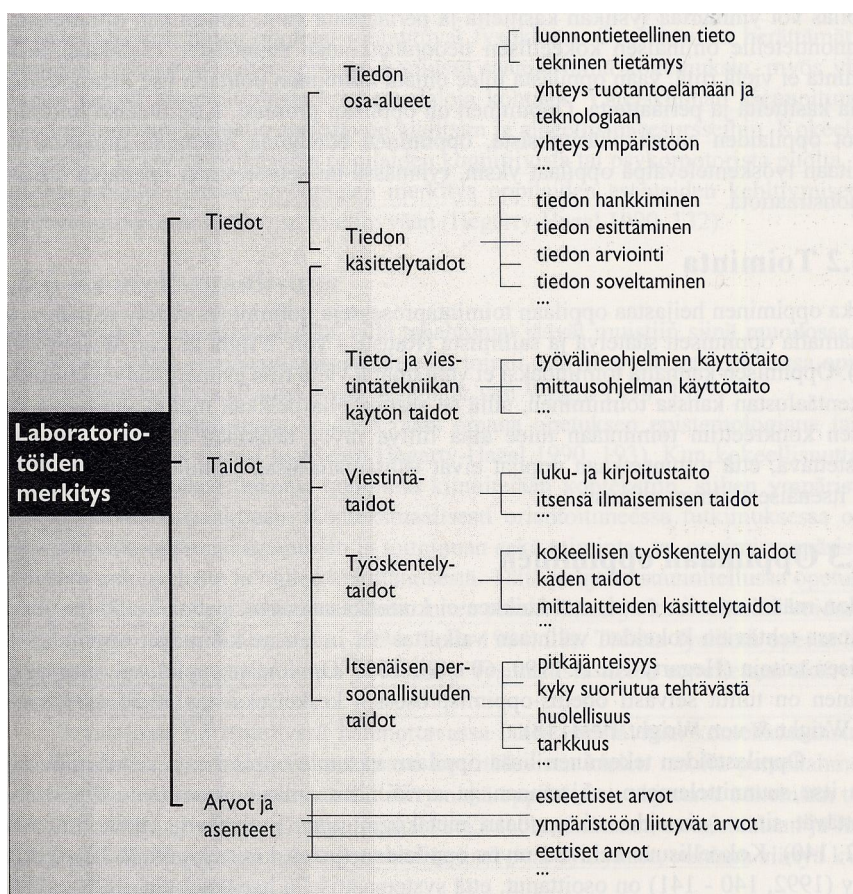
Kokeellisuuden työtavat ovat verrattavissa yleisiin luonnontieteellisiin metodeihin. On tärkeää saada oppilaat ymmärtämään erilaisten työtapojen merkitys kemian opiskelussa. Kemian oppiminen ja sen kokeellisen luonteen ymmärtäminen ei ole mahdollista ilman

kokeellista lähestymistapaa kemian tunneilla. (Ahtineva, 2004)

2.3 Kokeellisuuden merkitys ja tavoitteet

2.3.1 Kokeellisuuden merkitys

Aiemmin on todettu, että kokeellisuudella tulisi olla selvä oppilaita motivoiva tarkoitus (luku 2.1). Motivoinnin lisäksi kokeellisuuden merkitystä voidaan perustella kemian käsitteiden, ilmiöiden ja periaatteiden omaksumisella sekä niiden välisten suhteiden ymmärtämisellä, oppimaan oppimisella, taitojen harjaantumisella, asenteiden kehittämisellä ja laajemminkin koko oppilaan persoonallisuuden kehittämisellä. (Lavonen, 1996; Millar 2004) Kuvassa 2 on eritelty tarkemmin kokeellisuuden osa-alueista laboratoriotöiden merkitystä.



KUVA 2. Laboratoriotöiden merkitys (Lavonen, 1996)

Vaikka kemian on kokeellinen luonnontiede, on olemassa eriäviä mielipiteitä siitä, tuleeko opetuksen osana olla laboratoriotyöskentelyä. Hawkesin (2004) mukaan useat tutkimukset ovat osoittaneet, että laboratoriotyöskentely ei lisää opiskelijoiden tietoa, käytännönsoveltamistaitoa tai tieteellistä asennoitumista. Hän väittää, että laboratorio-opetus ei auta opiskelijoita ymmärtämään, miten kemian periaatteet vaikuttavat reaalimaailmassa. Se ei myöskään auta ymmärtämään kemian periaatteita, vaan on kemian opetukseen kuulumatonta. Hawkesin johtopäätös on, että suurimmalle osalle peruskoulun ja lukion opiskelijoista laboratoriotyöskentelytaidoilla ei ole mitään käyttöä. Laboratorio-opiskelu voi parantaa tutkimusasetelmien teossa, tulkintojen ennustuksessa ja laboratoriovälineiden käyttötaitoa. Kaksi ensimmäistä on korvattavissa tietokonesimulaatioilla.

Ongelmana kokeellisuuden merkityksen tutkimuksissa on usein se, että niissä ei arvioida oppimista riittävän laaja-alaisesti. Tutkimuksissa arvioidaan lähinnä tietojen oppimista eikä esimerkiksi motivoitumista sekä taitojen ja oppilaan persoonallisuuden osa-alueiden kehittymistä. (Lavonen, 1996)

Montosen ja Saarisen (2003) mukaan kemia saadaan kiinnostavammaksi lisäämällä kokeellisuuden osuutta kouluopetuksessa. Näin abstraktista kemiasta saadaan arkielämää lähellä oleva oppiaine. Itse tehdyt laboratoriokokeet, havainnointi ja johtopäätösten teko on tärkeässä asemassa kemian ymmärtämiseksi. Tietokoneella ja videoilla ei voida korvata omakohtaista laboratoriotyöskentelyä.

Opetuksen kokeellista työskentelyä voidaan pitää välttämättömänä myös siksi, että oppilaat eivät voi arkielämässään havaita kaikkea sitä, mitä heidän tulisi kemiasta ja muista luonnontieteistä oppia (Millar, 2004).

Monessa yhteydessä puhutaan siitä, että luonnontieteiden opetuksen tulisi auttaa oppilaita ymmärtämään tieteellisen tiedonmuodostamisen eri vaiheet. Luonnontieteen käsitteiden ymmärtämisen lisäksi oppilaiden tulisi ymmärtää myös todisteiden ja teorian välinen suhde. Oppilaiden tulisi käyttää tutkimuksissaan saamiaan tietoja väitteidensä tueksi. Väitteiden paikkaansa pitävyyden punnitsemiseksi heidän tulisi arvioida keräämiensä empiiristen todisteiden laatua. Oppilaat kokevat tämän prosessin vaikeaksi. Tutkimusten mukaan oppilaiden taidot em. prosessin suorittamiseksi ja ymmärtämiseksi kehittyvät kyselevää lähestymistapaa käyttäen. Lähestymistavan ydin ei ole niinkään itse

kokeellinen työskentely, vaan tieteellisen tiedonmuodostuksen eri vaiheisiin tutustuminen. (Hofstein & al. 2004; Kanari & Millar, 2004; Watson & al. 2004)

Kirjallisuudessa on esitetty myös kritiikkiä siitä, miksi oppilaista pitäisi kouluttaa "pikku tiedemiehiä"; harva heistä kuitenkaan aikuisena päätyy tiedemiehen uralle. Käsitteellisen tiedon omaksumista on pidetty tärkeämpänä kuin tiedemiesten toiminnan ymmärtämistä. Tutkimuskirjallisuuden ja opettajien puheiden perusteella on oletettu, että tärkein asia, mitä luonnontieteen opetus voi yhteiskunnalle antaa, on käsitteiden, teorioiden ja ongelmanratkaisutaitojen opettaminen. (O'Neill & Polmann, 2004)

O'Neill & Polmanin (2004) mukaan käsitteiden opettamisen sijaan tärkeämpää on saada oppilaat ymmärtämään, miten tieteellinen tieto on muodostettu. Heidän tutkimuksensa mukaan oppilaat oppivat enemmän ja mielekkäämmin siitä, miten tieteellinen tieto on muodostettu itse suorittamistaan (myös epäonnistuneista) empiirisistä tutkimuksista kuin keittokirjamaisesta laboratoriotyöskentelystä

2.3.2 Oppilaan kokeellisen työskentelyn tavoitteet

Kokeellisuudella, kuten kemian opiskelulla yleensäkin, tulee olla tavoitteita, jotta sen oppiminen olisi mielekästä. Lavonen, (1996) on jakanut oppilaan kokeellisen työskentelyn tavoitteet seuraavasti:

- *Laboratoriotyöskentelylle asetettavat yleiset tavoitteet*
- *Kokeellisen työskentelyn suunnittelun tavoitteet*
- *Mittausten suorittamisen tavoitteet*
- *Tulokset ja niiden tulkitsemisen tavoitteet*
- *Työturvallisuudelle asetettavat tavoitteet*

Monessa yhteydessä on tullut esille kokemuksia, joiden mukaan perinteiset kemian oppilastyöt koetaan vain vähän mielenkiintoa herättäviksi ja niitä saatetaan pitää jopa tarpeettomina. On esitetty, että laboratoriotöiden määrää tulisi vähentää ja samalla lisätä niiden avoimuutta, jolloin oppilaiden itsenäisen ajattelun kehittyminen saisi enemmän tilaa. (Meisalo & Lavonen, 1994)

Meisalo & Lavonen (1994) ovat kehittäneet tavoitteita, joilla kokeellisen työskentelyn

itsenäisyyttä ja avoimuutta voitaisiin nostaa. (vrt. Erätuuli & Meisalo, 1991)
Laboratoriotöiden tulisi kehittää:

- oppilaiden luovan ongelmanratkaisun menetelmiä,
- oppilaiden itsearviointitaitoja,
- deduktiivisen ja induktiivisen päättelyn sekä analogiapäättelyn taitoa,
- oppilaiden kokeellisen työskentelyn taitoja siten, että he osaavat ottaa vastuuta koejärjestelyjen suunnittelusta ja toteuttamisesta sekä turvamääräysten noudattamisesta ja
- oppilaiden sosiaalisen vuorovaikutuksen taitoja.

Lisäksi laboratoriotöiden:

- ja käsiteltävän teorian välillä tulisi olla suora yhteys, joka oppilaiden tulisi kyetä itse rakentamaan,
- lähtökohdan tai aihepiirin tulisi olla oppilaille tuttu,
- tulisi tutustuttaa oppilaat omakohtaisesti kemian sovelluksiin; myös sellaisiin, joita voidaan tutkia koululaboratoriossa,
- tulisi olla myös sellaisia, joiden ongelmanasettelu on oppilaiden ideoima
- tulisi myös osoittaa yhteys teollisiin prosesseihin ja muihin yhteiskunnallisesti tärkeisiin sovelluksiin,
- tulisi kehittää oppilaiden tiedon käsittelyn taitoja etenkin siten, että oppilaiden kokonaisuuksien hahmottaminen kehittyisi ja
- tulisi sisältää uusia inhimillisiä ja hauskoja elementtejä, jotta kaikki oppilaat motivoituisivat niistä.

2.4 Kokeellisuuden asema ja ongelmat kemian opetuksessa

Kansainvälisissä vertailuissa on todettu, että Suomen lukioiden kemian ja fysiikan opetuksessa on kokeellista työskentelyä suhteellisen vähän verrattuna muihin tutkimuksen kohteena olleisiin maihin. Tässä yhteydessä on noussut esiin kysymys lukioiden kemian ja fysiikan opetustiloista: soveltuvatko viime vuosikymmeninä rakennetut opetustilat lukion tarpeisiin, onko niiden koko riittävä? (Uurto, 1995)

Matemaattisten Aineiden Opettajien Liitto (MAOL ry) sekä Teollisuuden ja Työnantajain keskusliitto (TT) teettivät vuonna 1996 selvityksen matemaattisten aineiden nykytilasta ja kehittämistarpeista peruskouluissa ja lukioissa. Yli puolessa lukioista kokeellista työskentelyä kemian opetuksessa oli vähän tai ei ollenkaan. Kuitenkin peruskoulun yläasteista 90 prosentissa järjestettiin kokeellista työskentelyä. Kouluilta puuttuivat usein kunnolliset laboratoriotilat. Tilanne oli huonoin lukioissa. Vain kolmasosalla selvityksen opettajista oli käytössä riittävästi opetus- ja havainnointivälineitä. (Aksela & Juvonen, 1999)

Aksela & Juvonen (1999) tutkivat kemian opettajien näkemyksiä kemian opetuksesta ja kemian opetuksen kehittämisestä. Tutkimukseen osallistuneet opettajat (399 kpl) olivat sitä mieltä, että kemiaa oppii parhaiten tekemällä. He pitivät tärkeänä oppilaskeskeistä opiskelua kemian opetuksessa, erityisesti kokeellista työskentelyä. Aidon oppimisympäristön (oikea laboratorio koulussa tai vierailu muualla) vaikutusta oppimiseen korostettiin.

Tutkimuksen opettajien mukaan koulujen välillä on eriarvoisuutta resurssien osalta. Koulunsa kemian opetusmahdollisuudet tilojen osalta huonoiksi mainitsi noin 20 prosenttia vastaajista. Kuudella tutkimuksen opettajista ei ollut lainkaan kemian opetustilaa. Kemian opetusmahdollisuudet välineiden osalta arvioi huonoiksi 14 prosenttia kysymykseen vastanneista. Välineitä kemian opetukseen ei ollut lainkaan kahdella opettajalla. Usein välineet olivat vanhoja, rikkiäisiä tai huonoja eikä niitä ollut tarpeeksi suurille ryhmille. Koulussa ei ollut aina edes opettajaa, joka huolehtisi välineistä ja materiaaleista.

Yleisimmät syyt sille, miksi tutkimuksen opettajat eivät käyttäneet kokeellisuutta kemian

opetuksessaan, olivat aikapula, isot ryhmät, ahtaus luokassa sekä laboratorioluokan, välineiden ja tarvittavien kemikaalien puute. Perusteluina esitettiin myös, että peruskoulussa on tehty töitä riittävästi ja että työt veisivät suuren ajan kurssista. Opettajat mainitsivat myös, että työkurssilla voidaan tehdä töitä ja että peruskoulussa on tehty jo suurin osa hyvistä töistä.

Myös Pyysalon (2005) tutkimuksessa lukion opettajat mainitsivat kokeellisuutta rajoittaviksi tekijöiksi oppilasryhmien suuren koon, tiukan opetussuunnitelman ja ajan puutteen, koulun välineiden ja aineiden puutteen sekä tilojen ahtauden.

Opetushallitus järjesti vuonna 2001 lukion oppimistulosten kansallisen arvioinnin yhteydessä kyselyn otoskoulujen rehtoreille sekä kemian ja fysiikan opettajille. Noin kolmasosa rehtoreista ilmoitti, että kemian ja fysiikan välineistä on akuutti pula. Noin 10 prosentin mielestä välinetilanne oli erittäin hyvä. Kolmasosa opettajista oli sitä mieltä, että välineitä on liian vähän. (Halkka, 2003)

Monesti on kuultu moitittavan, kuinka kokeellisia töitä tehdään kouluissa vain tekemisen vuoksi, ei niinkään oppimisen. Toisaalta monesti on ajateltu, että oppilaat oppivat käsiteltävän asia aina parhaiten tekemällä oppilastyötä. Pelkkä konkreettinen kokeellinen työ ei välttämättä ole aina sopivin menetelmä kemian oppimiseen. Joku toinen menetelmä saattaa joskus edistää oppilaan oppimista huomattavasti tehokkaammin. Vaikka laboratoriotyöskentely on oleellista luonnontieteelle, ei tieteen tekeminen ole välttämättä ainoa oikea tapa oppia tiedettä.

Kokeellisuus ei aina toteudu oppitunnilla opettajan toivomalla tavalla. On vaikeata ohjata oppilaita syvälliseen ajatteluun ja oppilastyön merkityksen pohdintaan. Opiskelu muuttuu helposti lähinnä laboratoriossa hääräämiseksi. Tällainen pinnallinen kokeellinen työskentely saattaa jopa ehkäistä oppimista, vähentää motivaatiota sekä synnyttää virheellisen kuvan luonnontieteilijöistä ja luonnontieteestä.

Monet oppilasryhmät ovat kaukana ihanneryhmästä, joka on innostunut pohtimaan töitä ja niihin liittyviä ongelmia. Syynä innostumattomuuteen voivat olla itse oppilastyöt, jotka ovat usein keittokirjamaisia. Ne eivät haasta oppilaita miettimään asioita, vaan tukahduttavat oppilaiden mielenkiinnon, kyselemisen ja halukkuuden tutkia asioita.

Oppilaat vain seuraavat työkirjasta "selkeitä" ohjeita. Suurin huoli oppilailla on työn mekaaninen loppuun saattaminen. Tutkimusten mukaan keittokirjamainen laboratoriotyöskentely ei kehitä oppilaiden luovuutta, käsitteiden ymmärtämistä tai ajattelun taitoja. Opettajasta oppilastyöt saattavat tuntua mielenkiintoisilta, mutta oppilaiden mielenkiinto ei välttämättä herää, sillä he eivät useinkaan näe töiden välisiä yhteyksiä ja niiden liittymistä käytäntöön. Oppilaille kemian tunti saattaa koostua sarjasta käsittämättömiä temppuja. Opettaja kokee tunnit työtavoiltaan monipuolisiksi, kun niillä tehdään erilaisia oppilastyöitä, mutta oppilas saattaa kokea saman "monipuolisuuden" puuduttavana yksitoikkoisuutena. (Meyer & al., 2003; Monteyne & Cracolice, 2004; Saari & Viiri, 1999)

Joidenkin oppilaiden mielestä kokeellinen työskentely on jotain muuta kuin "oikeata opiskelua". Jos työskentely ei ole opettajajohtoista, se koetaan lähinnä viihdykkeeksi. Kokeellista työskentelyä aloitettaessa onkin tärkeää saada oppilaat ymmärtämään, että on kyse todellisesta, haastavasta opiskelusta, joka tähtää oppimiseen. Kokeellisen työskentelyn arvostusta oppilaiden keskuudessa voidaan nostaa työskentelyn palkitsevuudella ja tuloksellisuuden vaatimuksella. Työskentelyn tulee kytkeytyä selkeästi käsiteltävään kokonaisuuteen, jolloin se auttaa oppilaita hahmottamaan asiayhteyksiä. Kokeellinen työskentely otetaan mukaan kurssin arviointiin ja siitä voidaan laatia soveltavia koetehtäviä. Oppilaille tarjotaan mahdollisuuksia kokea onnistumisia. Työt eivät saa olla liian helppoja ja oppilaita aliarvioivia, mutta ei myöskään liian vaikeita. (Karkela & Montonen, 1994)

Se, miten oppilaat kokevat kokeellisen työskentelyn, riippuu myös opettajan taidoista ottaa kokeellisuus osaksi opetusta. Ulkomaisissa tutkimuksissa on saatu tuloksia, joiden mukaan monella kemian opettajalla on hankaluuksia suunnitella, ohjata ja pitää järjestystä yllä laboratoriotyöskentelyssä. Vaikka opettajat ovat saaneet asiaan teoreettista koulutusta, ei sitä osata soveltaa käytäntöön. (Sweeney & Paradis, 2003)

On olemassa tutkimustuloksia, joiden mukaan oppilaat oppivat laboratoriotyöskentelystä monesti vain vähän. Laboratoriotyöskentely ei ole aina paras tapa opettaa tieteellistä tietoa. Yhtenä syynä voidaan pitää sitä, että oppilaat eivät usein tiedä kokeellisen työskentelyn tarkoitusta. Eräässä tutkimuksessa oppilaat arvioivat kokeellisen työskentelyn tarkoitukseksi aikaisemmin opitun teorian todentamisen tai tietyn ilmiön

kuvantamisen. Moni näistä oppilaista ei kuitenkaan pystynyt antamaan yhtään esimerkkiä tilanteesta, jossa näin olisi käynyt. (Hart & al., 2000)

Hofstein & al. (2004) ovat eritelleet seuraavia laboratoriotyöskentelyn ongelmakohtia, jotka ovat tehokkaan oppimisympäristön muodostumisen ja oppilaiden kognitiivisten taitojen kehittymisen esteenä:

- Oppilailla on hyvin vähän mahdollisuuksia kontrolloida omaa oppimistaan ja sitä kautta kehittää kognitiivisia taitojaan.
- Opettajan työskentelylle asettamat tavoitteet ja oppilaiden odotukset työskentelystä eivät kohtaa.
- Kunnollisten laboratoriotyöskentelyvälineiden puute.
- Opettajien kyvyttömyys arvioida oppilaiden laboratoriotyöskentelyä.
- Opettajien kyvyttömyys ohjata oppilaskeskeistä, kyselevän lähestymistavan mukaista laboratoriotyöskentelyä.

Hart & al. (2000) tutkivat kokeellista työskentelyä, jossa opettajan tarkoituksena oli kehittää oppilaiden ymmärrystä siitä, miten tieteellinen tieto on muodostettu. Odotuksena ei niinkään ollut, että oppilaat ymmärtäisivät tehtyjen kokeiden tieteellisen teoriataustan. Oppilaiden oppimisen kannalta työskentelytapa oli onnistunut. Lisäksi oppilaat ymmärsivät, mikä heidän työskentelynsä tarkoituksena oli.

Usein koetaan, että lukion kemian kokeellista työskentelyä rajoittaa ylioppilaskoe. Väitetään, että kemiaan varatut vähäiset tuntimäärät hyödynnetään parhaiten opettamalla teoriaa ja laskutekniikkaa, ja että kokeelliseen työskentelyyn käytetty aika vain vähentää opiskelijan mahdollisuuksia onnistua reaalikokeessa. Kuitenkin vasta itsenäisen kokeellisen työskentelyn ja havaintojen kautta hankittu tieto luo vankan pohjan teorian ymmärtämiselle ja soveltamiselle käytäntöön. Näin myös opiskelijan valmiudet vastata kaikenlaisiin kemian kysymyksiin paranevat. (Saarinen & Montonen, 2003; Saarinen, 1996)

3 Arviointi

3.1 Yleistä

Arvioinnilla tarkoitetaan kaikkea toimintaa, jonka tarkoituksena on verrata koululaitoksen toimintojen tuloksia niihin tavoitteisiin, jotka yhteiskunta on koululaitokselle asettanut (Meisalo & Erätuuli, 1985). Perinteinen arviointi tarkoittaa jonkin asteikon tai kriteeristön avulla pääteltävää laadun tai määrän erittelyä. Arviointi voi myös tarkoittaa systemaattista tai epäsystemaattista tietyn kohteen havainnointia. Arvioinnin luotettavuutta ja pysyvyyttä arvioitaessa puhutaan meta-arvioinnista.

Arvioinnin tärkeimpänä tehtävänä voidaan pitää oppimisen ja opettamisen tukemista ja edistämistä. Arvioinnista saatu tieto mahdollistaa oppimistapojen tehostamisen ja opetuksen kehittämisen. Arvioinnin tulee olla mukana kaikissa oppimisen ja opettamisen vaiheissa.

Arviointi voidaan jaotella sen ajoituksen mukaan diagnostiseen, formatiiviseen ja summatiiviseen arviointiin. Diagnostinen arviointi on oppijoiden lähtötason selvittämistä ja se ajoittuu oppimiskokonaisuuden alkuun. Formattiivinen arviointi on oppijoiden oppimisen seuraamista oppimisen ja opetuksen edetessä. Kun tietyn oppimiskokonaisuuden päättyessä selvitetään oppimisen tuloksellisuutta, on kyse summatiivisesta eli prognostisesta arvioinnista. Suomalaisessa koulujärjestelmässä on perinteisesti korostunut juuri summatiivinen arviointi (Erätuuli & Meisalo, 1994; Lavonen & Meisalo, 1997)

Arvostelulla tarkoitetaan arvosanan antamista suoritusten perusteella. Sen tulisi olla pieni osa arvioinnista. Arvosana voi olla numero, kirjain tai sanallinen arvostelu. Suomen kouluissa arvostelu on perinteisesti ollut numeroarvostelua (4-10). Viime vuosikymmeninä peruskouluissa on käytetty myös sanallista arvostelua.

Arvostelu voi olla absoluuttista tai suhteellista. Absoluuttisessa arvostelussa oppijan suoritusta verrataan absoluuttiseen eli ennalta määriteltyyn kriteeriin tai tavoitteeseen. Asteikon korkeimman arvosanan saavat ne oppilaat, jotka tuottavat täydellisiä tai lähes täydellisiä suorituksia. Absoluuttinen arvostelu on helpoimmin toteutettavissa

matemaattisissa oppiaineissa.

Suhteellisessa arvostelussa oppijoiden oppimistulokset suhteutetaan ja niitä verrataan toisten oppijoiden tuloksiin. Vertailukohteena on usein kouluissa yhdessä opiskelevan ryhmän, kuten luokan suoritukset. Arvostelua voidaan suhteuttaa myös tietyn ikäluokan suorituksiin tai valtakunnallisiin oppimistuloksiin. Suhteellisessa arvostelussa arvosanat määräytyvät siten, että oppijat asetetaan paremmuusjärjestykseen ja arvosanat annetaan ennalta määrätyn prosenttijakauman perusteella. (Koppinen & al., 1994; Uusikylä & Atjonen, 1999)

Kukin aikakausi ja opetussuunnitelmauudistus painottavat arviointia eri tavoin sen mukaan, minkälainen kasvatus- ja ihmiskäsitys tai oppimiskäsitys kulloinkin on vallalla. Vuoden 1994 opetussuunnitelmauudistuksen yhteydessä arviointi haluttiin liittää läheisemmin koulun ja sen oppiaineiden kehittämiseen. Tällä hetkellä peruskouluissa on siirrytty kannustavasta ja suhteellisesta arvioinnista peruskoulun päättövaiheen arvostelun vertailtavuutta korostavaan absoluuttiseen arviointiin. Peruskoulun päättöarvioinnin kriteerit arvosanalle 8 luovat absoluuttisen tietämisen ja taitamisen tason, johon oppilaan tietämistä ja taitamista verrataan. (Anon, 2004c; Lavonen & Meisalo, 1997)

3.2 Ylioppilastutkinto ja arviointi

Ylioppilastutkinnon arviointi on summatiivista. Ylioppilaskokeita voidaan pitää lukion päättökokeina. Tutkinnon arvostelu on suhteellista. Lukion asianomaisen aineen opettaja arvostelee koesuoritukset alustavasti ainekohtaisten arvosteluohjeiden mukaan. Seuraavassa vaiheessa ylioppilastutkintolautakunnan sensorit arvostelevat suoritukset ja antavat niistä pistemäärän kussakin ainejaoksessa päätettyjen arvostelukriteerien mukaisesti. Lautakunta päättää arvosanojen (L, E, M, C, B, A, I) pisterajat sitten, kun arvostelutyö on saatu päätökseen, kullakin tutkintokerralla erikseen. Käytännössä ylioppilaskirjoitusten suhteellinen arviointi toteutetaan siten, että kokelaat asetetaan ensin paremmuusjärjestykseen ja sen jälkeen lautakunta päättää arvosanojen pisterajat. Eri arvosanojen suhteelliset osuudet pyritään pitämään perättäisinä vuosina jokseenkin samoina. Yleensä arvosanajaukama noudattelee seuraavaa: laudatur 5 %, eximia 15 %, magna 20 %, cum laude 24 %, lubenter 20 %, approbatur 11 % ja improbatur 5 %. (Anon, 2005e; Koppinen & al., 1994; Reinikainen, 2003)

Arviointi ohjaa opetusta ja oppimista. Opetussuunnitelmassa asetetut tavoitteet antavat lähtökohdan opetukselle ja arvioinnille. Valtakunnallisilla arviointijärjestelmillä, kuten peruskoulun valtakunnallisilla kokeilla sekä ylioppilastutkinnolla voidaan välillisesti toteuttaa koko koulutusjärjestelmän kattavaa ohjausta. On keskusteltu opetushallituksen mahdollisesta roolista valtakunnallisen arviointijärjestelmän toteuttajana. Ylioppilastutkinnon lukion opetusta ohjaava vaikutus on yleisesti tunnettu ja tunnustettu. (Erätuuli & Meisalo, 1994; Meisalo & Lavonen, 1994; Vuolle, 1998)

3.3 Kemian oppimisen arviointi

Opetussuunitelman perusteiden (1994) mukaan arvioinnin lähtökohtana tulee olla opetuksen tavoitteet ja niihin liittyvät laadulliset ja määrälliset saavutukset. Koska kemian opetus nojautuu kokeelliseen lähestymistapaan, tulee arvioinnissa tiedon käsitteellisen hallinnan lisäksi painottaa tietojen soveltamisen ja tutkimustulosten tulkitsemisen sekä kokeellisen työskentelyn taitojen kehittymistä. (Lavonen, 1996; Meisalo & Lavonen, 1994)

Opetushallitus on määritellyt luonnontieteellisen sivistyksen kriteerit (kuva 2), jotka antavat hyvän pohjan kemian ja kaikkien muidenkin kokeellisten luonnontieteiden arvioinnin monipuolistamiselle. Kriteerit jakautuvat tietoihin, taitoihin sekä arvoihin ja asenteisiin kappaleessa 2.3.1 (kuva 2) esitettyjen laboratoriotöiden eri merkitysten mukaisesti. (Turpeenoja, 2001)

Hegarty-Hazelin (1990) mukaan luonnontieteiden oppimateriaaleissa ei opeteta juuri lainkaan kokeellisessa työskentelyssä tarvittavia taitoja eikä arvioinnissa mitata näitä taitoja. Hän esittää, että luonnontieteiden arvioinnissa tulisi ottaa huomioon seuraavat alueet: (suluissa painotus arvioinnissa)

1. Tietojen käsittelytaidot (25–30 %)
2. Havaitsemisen ja tiedon keräämisen taidot (25–30 %)
3. Kyky selittää havaintoja (20–25 %)
4. Kyky käsitellä mittalaitteita ja suunnitella kokeita (10–15 %)
5. Asennoituminen kemiaa kohtaan (10–20 %)

3.3.1 Kemian summatiiviset kokeet

Koska ylioppilaskoetta voidaan pitää lukion oppimäärän summatiivisena kokeena, on syytä tarkastella lähemmin peruskouluissa ja lukioissa pidettäviä tyypillisiä kemian kokeita.

Tässä yhteydessä kokeella tarkoitetaan mittavälinettä, jolla koetetaan saada mahdollisimman luotettavaa tietoa oppilaan tiedoista, taidoista ja/tai asenteista. Koe koostuu koetehtävistä, jotka ovat tavallisesti tehtävätyypiltään erilaisia.

Kemian koetehtävät jaetaan yleensä kolmeen luokkaan:

1. Essee- eli kirjoitelmatehtävät

2. Testityyppiset tehtävät

- Luetelmatehtävät
- Määritelmätehtävät
- Perustelutehtävät
- Täydennys- eli aukkotehtävät
- Tosi-epätosi-tehtävät
- Monivalintatehtävät
- Yhdistelytehtävät
- Tunnistamistehtävät

3. Laskutehtävät

Kokeellinen tehtävä voi kuulua johonkin edellä mainittuun tehtävätyyppiin, tai siinä voi olla yhdistettynä erilaisia tehtävätyyppejä. (Koppinen & al., 1994; Meisalo & Erätuuli, 1985; Lavonen & Meisalo, 1998)

3.4 Kokeellisuus ja arviointi

Arvioinnilla on suuri merkitys jokaisen oppiaineen opetuksen kehittämisessä. Kemian opetukseen liitettiin jo peruskoulun alkuvaiheessa oppilastyöt, joihin panostettiin paljon aikaa ja muita resursseja. Kun oppilastöitä ei otettu juurikaan huomioon arvioinnissa, niiden merkitys väheni. Ne eivät toimineet peruskoulun kemian opetuksessa käytännöllisinä, koulutyötä olennaisesti monipuolistavana ja oppilaille mieluisana osana, vaikka opetussuunnitelmatyössä niin oli tarkoitettu. (Erätuuli & Meisalo, 1994; Meisalo & Lavonen, 1994)

Ongelmallista kokeellisuudessa on sen arviointi. Oppilaita arvioidaan usein pelkän tiedollisen menestymisen eikä niinkään kokeellisen työskentelyn taitojen kehittymisen näkökulmasta. Kemian, kuten fysiikankin arviointi perustuu suurelta osin tietojen hallintaan, mutta todellinen luonnontieteellinen sivistys koostuu monesta muustakin osa-alueesta. Miksi oppilaiden tulisi tehdä viikoittain kokeellisia töitä, jos niiden suorittamista ei oteta huomioon arvostelussa? Kokeellisen työskentelyn käyttö arvioinnin monipuolistamiseksi on ollut vielä melko vähäistä, vaikka sen avulla voitaisiinkin mitata monia luonnontieteellisen sivistyksen kriteereiksi määriteltyjä osa-alueita. (Ahtineva, 2004; Lavonen, Meisalo & al.; Rasp, 1998; Turpeenoja, 2001)

Oppilaan kokeellista toimintaa voidaan arvioida jatkuvalla havainnoinnilla kemian tuntien aikana sekä erityisillä kokeellisilla koetehtävillä. Meisalon & Lavosen (1994) mukaan oppilaan kokeellisessa toiminnassa tulisi arvioida viittä aluetta:

1. Työturvallisuus
2. Oppilaan yleinen työskentelytapa
3. Tutkimuksen suunnittelu ja koejärjestelyn toteuttaminen
4. Laitteistot ja niiden käsittely
5. Tulokset ja niiden tulkitseminen

Työselostukset, työvihot ja portfolioit ovat myös osa kokeellisen työskentelyn arviointia. (Ahtineva, 2004; Karkela & Montonen, 1994; Meisalo & Lavonen, 1998) Työselostusten tekeminen ei palvele ainoastaan oppilaiden arviointia. Tutkimusten mukaan kokeellisesta työskentelystä kirjoittaminen tarjoaa oppilaille mahdollisuuksia ajatella kriittisesti ja kehittää heidän päättelykykyään. (Campbell & al. 2000) Lisäksi arvioinnissa tulisi ottaa

huomioon myös oppilaiden keskinäiset työskentelyyn liittyvät keskustelut. (Watson & al. 2004)

Suunnitelmallisuus on tärkeää oppilaiden kokeellisen työskentelyn arvioinnissa. Opettajalle ja oppilaille tulee olla selvää mitä arvioidaan. Jotta oppilaat voivat näyttää taitojaan, on sitä varten kehitettävä sopivia kokeellisen työskentelyn tehtäviä. Peruskoulun kemian kokeellisen työskentelyn arviointi voidaan jakaa esimerkiksi kolmeen luokkaan tehtävien vaikeusasteen mukaan. Ensimmäinen taso sisältää turvallisen työskentelyn kemian luokassa, välineiden ja laitteiden käyttötaidon sekä yleisimpien kemiallisten symbolien tuntemuksen. Arviointi voidaan toteuttaa laboratoriotyöskentelytaitojen tarkistuslistasta, jonka suoritettuaan oppilas saavuttaa ns. "laboratorioajokortin". Tämän taitolistan käytön voi aloittaa esimerkiksi seitsemännen luokan oppilaiden kanssa. Laboratorioajokortti antaa selkeän kuvan oppilaan aiemmista tiedoista ja taidoista myös seuraavan kemian kurssin opettajalle.

Astetta vaativampi toinen taso sisältää havaintojen tekemisen ja ohjeiden seuraamisen harjoittelua. Sen voi toteuttaa esimerkiksi kahdeksannen luokan oppilaiden kanssa. Oppilaat kirjaavat aina havaintonsa ylös esimerkiksi työvihkoihin, jotka arvioidaan säännöllisesti palautteen kera. Ohjeiden seuraamistaitoa voidaan arvioida reseptinomaisten tehtävien suorittamista seuraamalla. Opettajan on hyvä kirjata havaintonsa kunkin oppilaan kohdalta erityiseen havaintolomakkeeseen.

Vaativin, kolmas taso sisältää kemiallisen kokeen suunnittelua, sen suorittamista ja tulosten esittämistä sekä tulkintaa. Sen voi toteuttaa esimerkiksi yhdeksännen luokan oppilaiden kanssa. Arvioinnin voi toteuttaa oppilaiden havainnoinnin ohella myös työselostusten muodossa. (Ahtineva, 2004)

Tavanomainen kemian koe ei anna riittävän laaja-alaista palautetta oppilaan työskentelystä kemian laboratoriotunneilla. Arvioinnin pohjaa voidaan laajentaa ottamalla käyttöön kemian kokeessa kokeelliseen työskentelyyn liittyviä tai käytännön kokeellista työskentelyä sisältäviä koetehtäviä. Luonnontieteiden opetuksen kokeellisuuden alueelle ei ole vielä kehittynyt yhtenäistä terminologiaa. Kokeellinen koetehtävä -ilmaisun sijasta käytetään esimerkiksi työpistettä, käytännön työtä, toiminnallisia koetehtäviä tai luonnontutkimustehtävää. (Erätuuli & Meisalo, 1985,

Meisalo & Erätuuli, 1994)

Erätuuli & Meisalo (1985) ovat koonneet empiiristä tietoa luonnontutkimustehtävien toimivuudesta peruskoulun arviointikäytännön osana. He havaitsivat, että opettajan suorittamalla työskentelyn havainnoinnilla voidaan saada huomattavasti monipuolisempaa tietoa oppilaan työskentelystä kuin pelkästään oppilaan kirjallisten vastausten perusteella. Tutkimuksissa kävi ilmi, että luonnontutkimustehtävässä menestymisen arviointi on useimmissa tapauksissa kovin puutteellista, jos johtopäätökset pyritään tekemään havainnoimatta itse oppilaan työskentelyä, siis vain oppilaan tuotosten perusteella. Jotta opettaja saisi kokonaisvaltaisemman kuvan oppilaan kokeellisen työskentelyn taidoista, on hänen arvioitava jokaisen oppilaan työskentelyä esimerkiksi edellä mainitun kokeellisen toiminnan arvioinnin viiden kohdan mukaan.

Käytännön kokeellista työskentelyä vaativa peruskoulun kemian koetehtävä voi olla esimerkiksi seuraavanlainen:

Pöydällä on kolme keitinlasia A, B, ja C, sekä pH-paperia ja koeputkia. Määritä liuosten A, B ja C happamuudet. (Meisalo & Erätuuli, 1985)

Tehtävien vaikeusastetta voidaan nostaa oppilaiden edistymisen mukaan. Happamuuden määrittämisestä astetta vaikeampi tehtävä voi olla seuraavanlainen: Pöydällä on sadevesinäytteet kolmelta eri paikkakunnalta A, B ja C. Määritä näytteiden happamuus ja pH-luku. Et tarvitse välttämättä kaikkia pöydällä olevia aineita tai välineitä. (Meisalo & Lavonen, 1994)

Käytännön kokeellista työskentelyä vaativa lukion kemian koetehtävä: Osoita, että rauta on epäjalo metalli. Et tarvitse välttämättä kaikkia pöydällä olevia aineita tai välineitä.

Kokeellisen työskentelyn taitoja voidaan jossain määrin testata myös ilman toiminnallista kokeellisuutta, kuten kemian ylioppilaskokeessa on tehty. Tehtävät voivat testata esimerkiksi kokeellisesti hankitun tiedon tulkitsemisen, selittämisen ja esittämisen taitoja sekä kokeellisen tutkimuksen suunnittelun taitoja. (Karkela & Montonen, 1994; Meisalo & Lavonen, 1998)

Kokeelliseen työskentelyyn liittyvä kirjallinen tehtävä lukiossa voi olla esimerkiksi

seuraavanlainen:

Suunnittele kokeellinen menetelmä, jonka avulla voidaan selvittää typpihappoliuoksen tarkka konsentraatio. Kuvaa valitsemaasi tapaa, sen kemiallista perustaa ja tarvittavia koejärjestelyjä.

Sitä, kuinka moni kemian opettaja teettää oppilaillaan kokeissaan kokeellisia tehtäviä, ei ole juurikaan Suomessa tutkittu. Pyysalon (2005) tutkimuksessa kahdeksastatoista lukion kemian opettajasta kolmentoista opettajan kurssikokeissa oli kokeellisia tehtäviä. Lisäksi opettajista kolme mainitsi, että kurssikokeen kokeelliset tehtävät voivat olla myös käytännössä suoritettavia koetehtäviä.

Rasp (1998) huomasi, kuinka hänen lukioikäiset oppilaansa motivoituivat kemian kokeelliseen työskentelyyn sen jälkeen, kun heidän kurssikokeessaan oli ollut käytännössä suoritettava tehtävä. Jatkossa oppilaat kyselivät aktiivisemmin mieltään askarruttavia asioita ja halusivat aina myös itse kokeilla uusia menetelmiä. Raspin oppilailtaan saama palaute käytännön koetehtävistä on ollut pääosin positiivista. Jopa oppilaat, jotka ensimmäisellä koekerralla vihasivat käytännön tehtäviä, vaativat niitä kokeeseen myöhemmin samana vuonna.

Suurin osa Erätuuli & Meisalon (1985) tutkimuksen oppilaista piti laboratoriotyöpainotteisen opetuksen kokeessa luonnontutkimustehtävää sopivana. Oppilaat olivat ymmärtäneet sen, että luonnontutkimustehtävän mittaamiskyky riippuu siitä, arvioidaanko suoritusta pelkän lopputuloksen perusteella vai vaaditaanko myös muuta. Luonnontutkimustehtävään suhtautuminen oli lievästi positiivista. Siitä ei kuitenkaan voi vetää pitkälle meneviä johtopäätöksiä, koska osalle oppilaista tehtävätyyppi oli uusi ja uutuuden viehätys sinänsä voi saada aikaan positiivista suhtautumista. Oppilaat eivät voineet opetuksen aikana valmistautua niin hyvin uudentyyppisiin tehtäviin kuin perinteisiin kirjallisiin koetehtäviin, mikä saattoi vaivata erityisesti tunnollisia oppilaita. Tutkimuksen mukaan luonnontutkimustehtävä sopii sekä tytöille että pojille. Tehtävissä menestymisen ja siihen asennoitumisen välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja tyttöjen ja poikien välillä. Ainoa merkitsevä ero tyttöjen ja poikien työskentelyssä oli siisteys. Tulos oli samansuuntainen kuin aikaisemmin Suomessa saadut tulokset, mutta erosi selvästi monista muista maista raportoitujen tutkimusten antamasta kuvasta.

4 Kokeellisuus ja opetussuunnitelma

4.1 Opetussuunnitelman ja ylioppilaskokeen yhteys

Kokeiden tehtävät laaditaan kussakin oppiaineessa niiden kurssien oppimäärien mukaan, joista lukiolain 10 §:n 1 momentin nojalla säädetään lukiokoulutuksen tuntijaon mukaisina pakollisina kursseina ja syventävinä opintoina tarjottavina kursseina (Anon, 1994b). Säädösten mukaan kemian kokeen tehtävien tulee perustua opetushallituksen hyväksymien opetussuunnitelmien perusteissa määriteltuihin pakollisiin ja syventäviin kursseihin.

4.2 Vuoden 1981 lukion oppimääräsuunnitelma

Vuoden 1981 lukion kemian kurssimuotoisen oppimääräsuunnitelmassa yhteisen oppimäärän kursseja oli 2 (1. kurssi: Aine ja kemialliset ilmiöt, 2. kurssi: Elinympäristömme kemiaa), valinnaisen jatko-oppimäärän kursseja 2 (3. kurssi: Alkuaineiden kemiaa, 4. kurssi: Kemiallinen tasapaino) sekä valinnaisen koulukohtaisen oppimäärän kursseja 1 (työkurssi). Kunkin kurssin kohdalla mainitaan kurssin tavoitteet, oppisisältö ja toteuttamisohjeet sekä integraatio. Oppisisällöt on ilmoitettu yksityiskohtaisesti luettelemalla kaikki kurssiin kuuluvat kemian sisällöt. Kokeellisuuteen viitataan ainoastaan kemian työkurssin kohdalla. Kurssin tiivistelmä:

Kemian laborointikurssi harjoitustöiden avulla oppilaan on mahdollista tutustua teorian ja sovellusten väliseen riippuvuuteen. Työkurssissa oppilas tutustuu erilaisiin työmenetelmiin ja laboratoriossa käytettäviin aineisiin sekä kehittää kätevyytään kokeellisessa työskentelyssä.

Kurssin tavoitteet:

Kemian laborointikurssiin sisältyvien harjoitustöiden avulla oppilaan on mahdollista

- *tutustua teorian ja sovellusten väliseen riippuvuuteen*
- *oppia tekemään johtopäätöksiä työn aikana saaduista havainnoista*
- *soveltaa omakohtaista kokeellista menetelmää*
- *laajentaa aineiden tuntemusta*

- *oppia käyttämään työvälineitä ja kemikaaleja työturvallisuuden näkökohdat huomioon ottaen*
- *kehittää kätevyyttä ja teknistä taitoa*
- *oppia laatimaan johdonmukaisia työselostuksia*
- *lisätä omien kykyjensä tuntemusta ja arvioida niitä suhteessa uranvalintaan.*

Kurssin oppisisällössä ja toteuttamisohjeissa suositetaan käsiteltäväksi harjoitustyöaiheita, jotka liittyvät kemian oppimäärään. (Anon, 1981)

4.3 Opetussuunnitelman uudistaminen

4.3.1 Yleistä uudistuksesta

Vuonna 1991 valtioneuvosto päätti, että peruskoulun ja lukion opetussuunnitelma uudistetaan vuonna 1994. Keskeisintä uudistuksessa oli valinnaisuuden lisääntyminen. Opetushallitus antoi opetussuunnitelman perusteet, joissa se määritteli opetuksen tavoitteet ja keskeiset sisältöalueet. Tältä pohjalta kuntien ja niiden opettajien tehtäväksi jäi suunnitella jokaiselle koululle oma, yksityiskohtaisempi opetussuunnitelma. Tavoitteena ei ollut pelkästään hallinnollinen uudistus, vaan halu kehittää kouluopetusta. Yhtenä ajatuksena uudessa opetussuunnitelmassa oli se, että koulut ja kunnat aloittaisivat keskustelun koulun ja opetuksen kehittämisestä. Opetussuunnitelmaa ei ollut tarkoitettu muodolliseksi asiakirjaksi, vaan se tuli ymmärtää dynaamisena koulun kehittämisprosessina. Näin varsinaista opetussuunnitelmaa tärkeämmiksi ja koulun toimintaa todellisuudessa ohjaaviksi dokumenteiksi saattoi muodostua erilaiset koulun ja sen kurssien esitteet. (Meisalo & Lavonen, 1994)

4.3.2 Fysiikan ja kemian opetuksen uudistaminen

Fysiikan ja kemian opetuksen kehittämistä on tarkasteltu useissa mm. valtioneuvoston ja opetusministeriön muistioissa. Kaikissa näissä on ehdotettu fysiikan ja kemian opetuksen kehittämistä kokeellisempaan suuntaan. Se, mitä kokeellisuudella näissä tarkoitettiin, ei kuitenkaan ole selvää. Pelkkä havaintojen tekeminen, mittaaminen, demonstroiminen ja teollisuusvierailut sellaisenaan eivät ole kokeellisuutta, josta olisi olennaista hyötyä oppimiselle. Jotta kokeellisuudella saavutettaisiin opetuksessa hyviä tuloksia, olisi sitä sovellettava ottaen huomioon fysiikan ja kemian luonne sekä tieto- ja

oppimisnäkemykseen liittyvä keskustelu.

Keskustelu oppimis- ja tietokäsityksestä fysiikassa ja kemiassa alkoi Suomessa 1980-luvulla, kun eri puolilla maailmaa alettiin julkaista raportteja fysiikan ja kemian oppimisen tutkimuksista, joissa paljastui, että oppilailta oli runsaasti vääriä ennakkokäsityksiä yksinkertaistenkin ilmiöiden, kuten palaminen selityksistä. Alettiin puhua konstruktivistisesta oppimiskäsityksestä, joka korostaa oppijan oman aktiivisuuden sekä sosiaalisen vuorovaikutuksen merkitystä. Oppija muodostaa tietorakenteita aikaisempien kokemustensa pohjalta havainnoimalla ja tietoja työstämällä. Oppimisesta ei ole kuitenkaan olemassa yhtä yhtenäistä, kaikkein hyväksymää teoriaa.

Vuodelta 1989 olevan matemaattis-luonnontieteellisen perussivistyksen komitean loppumietinnön mukaan matematiikan ja luonnontieteiden perussivistyksen taso on maassamme liian alhainen. Komitean mietinnössä ilmaistaan, että perussivistyksen rakentamiseen ja kohentamiseen tähtäävät toimenpiteet ovat tärkeitä koulutuksen kaikilla ja kaikkiin ikäryhmiin kohdistuvilla tasoilla. Mietinnössä mainittiin mm. seuraavia keinoja matemaattis-luonnontieteellisten oppiaineiden kehittämiseksi:

- *Kouluopetusta tulisi kehittää asettamalla tavoitteiksi tiedon hankinnan, käsittelyn, arvioinnin, yhdistelyn ja soveltamisen taidot.*
- *Erityisen tärkeää on luonnontieteiden opetuksen perustaminen kokeellisuuteen. Tällä ei tarkoiteta vain oppilaiden tai opettajien suorittamia kokeita käsiteltävän ilmiön havainnollistamiseksi tai "todistamiseksi", vaan sen omaksumiseksi, kuinka luonnontieteissä tietoa hankitaan, muodostetaan käsitteitä kokeellisesti havaittujen ilmiöiden perusteella ja arvioidaan havaittujen lainalaisuuksien pätevyyttä, ts. perehdytään luonnontieteellisen tiedon luonteeseen.*
- *Fysiikan ja kemian opetusmenetelmiä tulisi kehittää monipuolisemmiksi mm. projekti- ja teematyöskentelyä lisäämällä.*
- *Opetuksessa tulisi käyttää tietotekniikkaa opiskelun välineenä.*

Oppiminen on syvällisempää, kun kokeellista työskentelyä lisätään. Tällöin oppimiseen tarvitaan kuitenkin enemmän aikaa. Komitea esitti, että kokeelliseen työskentelyyn saataisiin lisää aikaa, kun opetettavien asioiden määrää vähennetään.

Luonnontieteellisen ajattelun kehittämistä pidetään usein fysiikan ja kemian opetuksen tärkeimpänä tavoitteena. Keskeistä luonnontieteellisessä ajattelussa on se, että itse luonto on tiedon oikeellisuuden kriteeri ja että tietoa luonnosta saadaan havaintojen ja mittausten sekä erityisesti myös huolellisesti suunniteltujen luonnontieteellisten kokeiden välityksellä. Siten luonnontieteellisen tutkimuksen ja opetuksen kannalta luonto on ensisijainen tiedonhankinnan kohde. Jokaisella oppilaalla on kokeellisen työskentelyn edellyttämiä taitoja, mutta niitä tulee harjoitella monipuolisesti, jotta ne kehittyisivät ja niistä olisi mahdollisesti hyötyä myös tulevassa ammatissa.

Kokeellisen työskentelyn taidot voidaan eritellä seuraaviin:

- *tarkan ja monipuolisen havaitsemisen taidot,*
- *käden taidot, hienomotoriikka ja mittaaminen,*
- *käden ja silmän yhteistyö,*
- *monivaiheisten laboratorion työprosessien hallinta, kuten kokeiden suunnittelu, laitteistojen kokoaminen tai valmistaminen sekä luonnontieteellisten kokeiden suorittaminen,*
- *tulosten käsittely ja tulkinta sekä havainnollistaminen,*
- *suoritusten ja tulosten arviointi ja*
- *uusien havainto- ja mittausmenetelmien suunnittelu ja kehittäminen.*

Näiden taitojen kehittyminen edellyttää kokeellisen työskentelyn laajaa käyttöä kaikilla koulun tasoilla. Näin esimerkiksi lukion senastisesta teoreettisesta painotuksesta olisi luovuttava. (Meisalo & Lavonen, 1994)

4.4 Vuoden 1994 lukion kemian opetussuunnitelma

Vuoden 1994 lukion opetussuunnitelman perusteissa kemian opinnot muodostuvat pakollisista, syventävistä ja soveltavista opinnoista. Kaikille pakollinen on kurssi 1, Kemia - kokeellinen luonnontiede. Syventävät kurssit muodostuvat vähintään kolmesta kurssista, jotka voidaan suunnitella jäsentämällä kemia eri tavoilla kokonaisuuksiksi siten, että kurssit muodostavat monipuolisen ja mielekkään kokonaisuuden. Syventävät opinnot voivat muodostua esimerkiksi seuraavista kolmesta kurssista: Elämän kemia, Kemian elementit sekä Tutkimus, teknologia ja ympäristö. Kemian pakollisten ja syventävien opintojen kohdalla on mainittu niiden tavoitteet. Kunkin kurssin kohdalla mainitaan keskeiset sisällöt, jotka voisivat kuulua kurssiin. Kurssien sisältöjä ei siis määrätä suoraan, eikä käsiteltäviä kemian osa-alueita mainita yksityiskohtaisesti, kuten vuoden 1981 oppimääräsuunnitelmassa. (Anon, 1994a)

Soveltavina kursseina voi olla esimerkiksi Kemian syventävä kurssi, Kemian työkurssi, Tutustuminen kemian teollisuuteen sekä Fysiikan ja kemian modernit tutkimusmenetelmät (Meisalo & Lavonen, 1994).

Vuoden 1994 lukion kemian opetussuunnitelman perusteiden tavoitteina pakollisissa opinnoissa kokeellisuuden osalta on, että opiskelija

- *osaa kokeellisen työskentelyn ja muun aktiivisen tiedonhankinnan avulla etsiä tietoa elämän ja ympäristön kannalta tärkeistä kemiallisista ilmiöistä ja aineiden ominaisuuksista*
- *osaa tulkita ja arvioida kokeellisesti hankittua tietoa ja sen luotettavuutta*

sekä syventävissä opinnoissa kokeellisuuden osalta, että opiskelija

- *osaa suunnitella ja tehdä yksinkertaisia luonnonilmiöitä koskevia kokeita sekä kykenee tulkitsemaan ja arvioimaan kokeellisesti saatua tietoa ja esittää sitä muille.*

(Anon, 1994a)

4.5 Vuoden 1994 opetussuunnitelman vaikutus kemian opetukseen

Opetussuunnitelman tulisi toimia opetusta ohjaavana taustakehyksenä. Koska opetussuunnitelmien perusteet oli kirjoitettu melko väljästi, mahdollisti se hyvin erilaisia tulkintoja opettajilta ja oppikirjojen tekijöiltä (Saarinen & Montonen, 2003). Lisäksi opetussuunnitelman väljyys saattoi aiheuttaa yhä enemmän tukeutumista oppikirjaan, varsinkin jos opettajilla ei ollut tarpeeksi hyvä aineenhallinta (Meisalo & Lavonen, 1994).

Vuoden 1994 opetussuunnitelman perusteissa painotettiin kokeellisuutta, mutta ei ole itsestään selvää, onko se vaikuttanut lukioden kemian opetukseen. Vuolteen (1998) mukaan eräässä Pro Gradu -tutkimuksessa voitiin todeta kokeellisuuden lisääntyneen jonkin verran sen jälkeen, kun oltiin siirrytty uuteen opetussuunnitelmaan. Kokeellisuus korostui erityisesti soveltavilla kursseilla. Suurin osa tutkimukseen vastanneista opettajista oli tyytyväisiä uuteen opetussuunnitelmaan ja arvioi sen muuttaneen opetustyötä mielenkiintoisemmaksi sekä opettajan että oppilaan kannalta. Kokeellisen opetuksen toteuttaminen lisäsi kuitenkin opettajien työmäärää. Uudessa opetussuunnitelmassa oli kemiaa vain yksi pakollinen kurssi entisen kahden sijaan. Tutkimuksen opettajien mielipiteet pakollisesta kurssista jakautuivat kahtia. Pieni enemmistö piti asiaa positiivisena ja loput piti muutosta selvänä huononnuksena. Enemmistö opettajista ilmoitti oppilaiden mielenkiinnon kemiaa kohtaan kasvaneen. Valinnaiskursseille osallistuvien määrä oli kasvanut uuden opetussuunnitelman myötä.

Aksela & Juvosen (1999) tutkimuksessa kartoitettiin myös valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteiden toteutumista kouluissa kokeellisuuden osalta. Suurin osa tutkimukseen osallistuneista opettajista käytti opetuksessaan kokeellisia oppilastöitä. Peruskoulun yläasteen opettajista noin 40 prosenttia teetti yli kuusi kokeellista oppilastyötä kurssin aikana. Lukiossa oppilastöitä tehtiin vähemmän (1-6 kpl/kurssi). Opettajista kahdeksan prosenttia (lähinnä lukion opettajia) ei teettänyt oppilastöitä. Opettajat yrittivät tehdä oppilastöitä puutteellisissakin olosuhteissa käyttämällä työskentelytapoina työpistetyöskentelyä ja luokan puolitusta. Jonkin verran käytettiin halpoja ja yksinkertaisia mikrovälineitä kokeellisissa töissä. Opettajista seitsemän

prosenttia (lähinnä lukion opettajia) käytti mittausautomaatiota kokeellisessa työskentelyssä. Tärkeimmät perustelut kokeelliseen työskentelyyn olivat oppilaiden motivointi ja kemian teorian oppiminen.

4.6 Vuoden 2003 lukion kemian opetussuunnitelma

Opetushallituksen johtokunta hyväksyi uuden nuorten lukiokoulutuksen opetussuunnitelman vuonna 2003. Uusien opetussuunnitelman perusteiden mukaiset paikalliset opetussuunnitelmat tulevat käyttöön syksyllä 2005 lukion aloittavilla opiskelijoilla. Uudessa lukion opetussuunnitelmassa on havaittavissa paluuta vuoden 1981 opetussuunnitelmaan. Nyt kunnille ja opettajille ei ole jätetty sellaista vapautta opetuksen suunnitteluun kuin vuoden 1994 opetussuunnitelmassa. (Anon, 2003a)

Koska nykyisin kemian opiskelu aloitetaan jo alakoulussa, on osa vuoden 1994 opetussuunnitelman mukaisesta yläkoulun kemian oppimäärästä siirtynyt alakouluun uudessa perusopetuksen opetussuunnitelmassa. Vastaavasti osa vuoden 1994 opetussuunnitelman mukaisesta lukion kemian oppimäärästä on siirtynyt yläkouluun. Kemian syventäviä kursseja on neljä entisen kolmen sijaan. Näin on saatu väljyyttä lukion tiukkana pidettyyn kemian oppimäärään, jolloin aikaa kokeellisuudellekin on enemmän. (Anon, 1994a; 2003a; 2004c)

Uudessa lukion kemian opetussuunnitelmassa kemian opinnot muodostuvat pakollisesta kurssista ja syventävistä kursseista. Kaikille pakollinen on kurssi 1: Ihminen ja elinympäristön kemia (KE1). Syventävät kurssit muodostuvat neljästä kurssista, kurssi 2: Kemian mikromaailma (KE2), kurssi 3: Reaktiot ja energia (KE3) ja kurssi 4: Metallit ja materiaalit (KE4). Opetussuunnitelmassa on mainittu jokaisen kurssin kohdalla erikseen kurssin tavoitteet ja keskeiset sisällöt.

Kokeellisuus näkyy yhtenä huomattavana osa-alueena opetussuunnitelmassa. Luonteenomaista opetukselle on mm. kemiallisten ilmiöiden ja aineiden ominaisuuksien havaitseminen ja tutkiminen kokeellisesti. Arvioinnissa tulee ottaa huomioon tiedon hankkimis- ja käsittelytaitojen sekä havainnointitaitojen kehittyminen, kyky selittää havaintoja ja tuloksia, suunnitella kokeita sekä taito käsitellä työvälineitä. Arvioinnin menetelminä käytetään myös kokeellista työskentelyä, jota arvioidaan järjestämällä

toiminnallisia kokeita tai arvioimalla laboratori työskentelyä ja työselostuksia.

Opetuksen tavoitteina kokeellisuuden osalta on, että opiskelija

- *osaa kokeellisen työskentelyn ja muun aktiivisen tiedonhankinnan avulla etsiä ja käsitellä tietoa elämän ja ympäristön kannalta tärkeitä kemiallisista ilmiöistä ja aineiden ominaisuuksista sekä arvioida tiedon luotettavuutta ja merkitystä*
- *osaa suunnitella ja tehdä ilmiöitä koskevia kokeita sekä kykenee tulkitsemaan ja arvioimaan kokeellisesti tai muutoin hankkimaansa tietoa ja keskustelemaan siitä sekä esittämään sitä muille.*

Jokaisella kurssilla on lisäksi omia tavoitteita koskien kokeellisuutta. Kurssin tavoitteena on, että opiskelija

KE1: oppii kokeellisen työskentelyn taitoja ja osaa tutkia kokeellisesti orgaanisten yhdisteiden reaktioita, ominaisuuksia sekä erotus- ja tunnistamismenetelmiä sekä osaa valmistaa liuoksia

KE 2: osaa tutkia kokeellisesti aineiden rakenteeseen, ominaisuuksiin ja reaktioihin liittyviä ilmiöitä

KE3: osaa tutkia kokeellisesti reaktioihin, reaktionopeuteen ja -mekanismeihin liittyviä ilmiöitä

KE4: osaa tutkia kokeellisesti metalleihin ja sähkökemian liittyviä ilmiöitä

KE5: osaa tutkia kokeellisesti kemialliseen tasapainoon liittyviä ilmiöitä.
(Anon, 2003a)

Jokaiseen kemian kurssiin erikseen kirjattu kokeellisuuden tavoite pyrkii paitsi korostamaan kokeellisen työskentelyn asemaa, myös parantamaan paikallisesti kokeellisen opetuksen edellytyksiä. Koulun opetussuunnitelmaan kirjattu kokeellisuus toimii myös muodollisena perusteluna tilojen ja välineiden hankkimiselle. (Saarinen & Montonen, 2003)

5 Kemian asema kouluopetuksessa

5.1 Yleistä

Vaikka kemian suosio kouluissamme on alhainen, kemian merkitys Suomen elinkeinoelämässä ja yhteiskunnassa on sitä vastoin suuri. Maamme korkeakoulujen aloituspaikoista yli 40 % sijaitsee aloilla, joissa tarvitaan merkittävästi kemian osaamista. Kemian ammattilaisia tarvitaan Suomessakin runsaasti. Kemian perusteiden hallitsemista edellytetään monissa muissakin ammateissa.

Koulutuspoliitikot ja koulun kehittäjät ovat olleet huolestuneita siitä, että kemia ja fysiikka eivät kiinnosta nuoria. Nuoret eivät valitse lukiossa kemian ja fysiikan syventäviä kursseja eivätkä hakeudu matemaattis-luonnontieteellisille ja niitä soveltaville aloille lukion jälkeen. Tähän ilmiöön on lukuisia eri syitä. Yhtenä keskeisenä syynä pidetään itse oppiaineita, niissä käsiteltäviä asioita ja tapoja, joilla asioita käsitellään. Oppilaiden asenteella ja kiinnostuksella on yhteys oppilaiden motivaatioon opiskella ja oppia oppiainetta. Kiinnostukseen vaikuttaa myös oppiaineiden merkitys jatko-opinnoille, käsitys toiveammatista, opettajan toiminta luokassa, oppiaineen työmäärä ja oppilaan sukupuoli. Suomessa oppilaiden kiinnostuksen herättäminen kemiaa ja fysiikkaa kohtaan on koettu niin keskeiseksi asiaksi, että se on asetettu kansallisissa ja koulun opetussuunnitelmissa yhdeksi opetuksen tavoitteista. (Lavonen & al., 2003, 2005)

Lavonen & al. (2005) tutkivat, kuinka suomalaiset 8. luokan oppilaat haluaisivat opiskella kemiaa ja fysiikkaa. Tutkimustulosten mukaan pojat olivat tyttöjä kiinnostuneempia fysiikasta, mutta kemian kohdalla erot eivät olleet niin suuret. Tytöt ja pojat antoivat melko hyvän arvion koulun kemiasta, samoin kemian opetuksesta. Tulosten mukaan oppilaat pitivät kokeellisen työskentelyn määrää kemian ja fysiikan oppitunneilla sopivana, mutta he haluaisivat lisäävän sellaisten työtapojen käyttöä, jotka tukevat tiedon käsittelyn ja ajattelun taitojen kehittymistä. Oppilaat haluaisivat erityisesti, että kemian ja fysiikan oppitunneilla keskusteltaisiin opettajan johdolla enemmän. 46 prosenttia oppilaista haluaisi lisätä käytännön työskentelyä; tytöt haluaisivat lisätä enemmän kuin pojat. 65 prosenttia oppilaista haluaisi enemmän teollisuusvierailuja. Saatujen tulosten perusteella kemian ja fysiikan työtapojen käyttöä tulisi monipuolistaa. Tätä kautta oppilaita voidaan motivoida opiskelemaan tai herättää heidän kiinnostuksensa

opiskelua kohtaan.

Aksela & Juvonen (1999) tutkivat kemian opettajien näkemyksiä kemian opetuksesta. Tutkimuksen mukaan kemian opettajat kokivat, että kemia jää muiden matemaattis-luonnontieteellisten aineiden varjoon. Kemian tunti- ja kurssimäärät ovatkin pienemmät kuin matematiikassa ja fysiikassa. Kemian opettajatilanne mainittiin myös yhdeksi ongelmaksi. Opettajilla oli usein liian monta opetettavaa ainetta (ma, fy ja ke), jolloin ei ollut mahdollista keskittyä kemian opetukseen niin hyvin kuin itse halusi. Ongelmana nähtiin myös kemiaa pääaineena opiskelleiden opettajien vähäisyys kouluissa. Kemiaa opettavista opettajista vain noin 10 prosentilla on laudatur kemiasta (Pohjakallio & Vornamo, 2003). Monella opettajalla kemian osaaminen on pelkästään approbatur-oppimäärän varassa. Tällöin kemia on usein vieraalta tuntuva, työläs ja epämieluisen kolmas opetettava aine (Saarinen, 1996).

Tutkimuksen opettajat kokivat ongelmana myös oppilaiden kielteiset asenteet. Oppilaiden suhtautuminen kemiaa kohtaan oli vastaajien mielestä negatiivinen. Osa opettajista koki, että oppilaita ei kiinnosta nykyinen teoreettinen kemia. (Aksela & Juvonen, 1999)

Saamisen (1996) mukaan keskeisin syy kemian kouluopetuksessa esiintyviin ongelmiin on opetusajan ja ainetta hyvin hallitsevien opettajien puute. Lisäksi kemistien puuttuminen kouluista on vaikuttanut myös siihen, että kemian asiantuntijoita ei ole juurikaan tavattu opetushallinnollisissa tehtävissä. Mahdollisuudet pitää kemian puolia peruskoulun ja lukion tuntijakoa ja muissa koulutuksen yleistä suunnittelua koskevissa kysymyksissä ovat tällöin rajoitetut.

Torn (2004) tutki luonnontieteellisesti lahjakkaiden 9. luokkalaisten käsityksiä kemian opetusjärjestelyistä. 90 % tutkimuksen oppilaista oli sillä kannalla, että kemia on kivaa. Tulos oli päinvastainen muiden tutkimustulosten ja yleisen käsityksen kanssa. Tulokseen vaikutti se, että tutkimusjoukko oli lahjakkain kolmannes normaaleista perusopetuksen ryhmistä. Muita tulokseen merkittävästi vaikuttavia tekijöitä olivat opiskelu motivoivin, riittävän haastavin ja vaihtelevin työtavoin sekä oppilasryhmittelyin ja vapaa, mutta rauhallinen työilmapiiiri. Torn jakoi oppilaat neljään ryhmään sen mukaan, miten he suuntautuvat opiskelussaan. Alisuoriutujia ja numerontavoittelijoita kemia tieteenä ei kiinnosta. Asiasta innostuvat ja tekemisestä

innostuvat oppilaat sen sijaan ovat kiinnostuneita kemiasta. Erilaisesta suhtautumisesta johtuen ryhmien käsitykset tehokkaista työtavoista vaihtelevat. Numerontavoittelijat olivat ainoa ryhmä, jonka oppilaat eivät pitäneet kokeellista työskentelyä hyvänä työtapana.

Kansainvälisiin koulusaavutustutkimuksiin vedoten on viime vuosikymmenellä julkisuudessa useasti väitetty, että nimenomaan kemiassa Suomen lukiolaisten osaaminen on erityisen heikkoa. Kansainvälisiin arviointeihin vedottaessa on kuitenkin unohdettu se, että eri maiden vertailu on suoritettu ottamatta huomioon aineen opetukseen käytettyä aikaa. Suomessa kemian opetukseen käytetyt tuntimäärät ovat kansainvälisesti vertailtuna hyvin pienet. Opetuksen tuntimäärään suhteutettuna kemian osaaminen on ollut kohtuullista. (Saarinen, 1996)

Opetushallitus järjesti vuonna 2001 lukion kemian ja fysiikan oppimistulosten kansallisen arvioinnin. Koe oli sama kaikille otokseen kuuluneille lukion kolmannen vuoden opiskelijoille riippumatta siitä, paljonko kemian ja fysiikan kursseja he olivat opiskelleet. Arvioinnissa selvitettiin luonnontieteellistä perussivistystä fysiikan ja kemian osalta sekä luonnontieteelliseen ajatteluun liittyviä taitoja. Huolestuttavaksi nousi se, että kemian ja fysiikan syventävien kurssien opiskelijoita oli vähän ja että kaikkiaan opiskelijoiden osaaminen oli hataraa. Vain harvalla opiskelijalla oli monipuolinen perustietämys kemian ja fysiikan ilmiöistä. Miesten ja naisten tulokset eivät poikenneet toisistaan, kun opiskellut kurssimäärät otettiin huomioon. Miehet olivat opiskelleet kursseja enemmän. Peruskoulusta saadut kemian ja fysiikan arvosanat näyttivät ennustavan lukiossa tehtyjä kurssivalintoja. Opiskelijoiden mukaan kemian ja fysiikan kurssivalintoihin eivät vaikuttaneet ystävien valinnat eivätkä vanhemmat tai sukulaiset. Oma kiinnostus ja kyvyt, ammatti- ja jatkokoulutus sekä kokemukset peruskoulusta olleet vaikuttamassa siihen, jos opiskelija oli valinnut paljon kemian ja fysiikan kursseja. Opiskelijat totesivat kemian ja fysiikan olevan tärkeitä ja hyödyllisiä yhteiskunnan kannalta, mutta samalla he suhtautuivat oppiaineisiin kielteisesti. Ne opiskelijat, jotka suhtautuivat kemiaan ja fysiikkaan myönteisesti, menestyivät kokeessa hyvin. Kemian ja fysiikan osalta luonnontieteellinen perussivistys, joka opetussuunnitelman perusteiden mukaan kaikkien lukion suorittaneiden tulisi saavuttaa, ei ollut tämän arvioinnin tulosten perusteella riittävä. (Halkka, 2003)

OECD:n PISA 2003 -tutkimuksen tulosten mukaan 15-vuotiaiden suomalaisnuorten osaaminen luonnontieteissä on maailman huippua. Luonnontieteiden osaaminen parani merkittävästi Suomessa verrattuna PISA 2000 tuloksiin. Suomalaisten oppilaiden luonnontieteellisen osaamisen taso on korkea ja tulokset tasaisia verrattuna useimpiin tutkimukseen osallistuneisiin maihin. Oppilaat ylittivät Luma-ohjelmassa määritellyn tavoitteen, joka oli sijoittuminen OECD-maiden parhaimpaan neljännekseen. Tuloksista ei kuitenkaan ilmene, mikä on kemian asema osaamistuloksissa. (Anon, 2004b)

5.2 Peruskoulun ja lukion tuntijaot

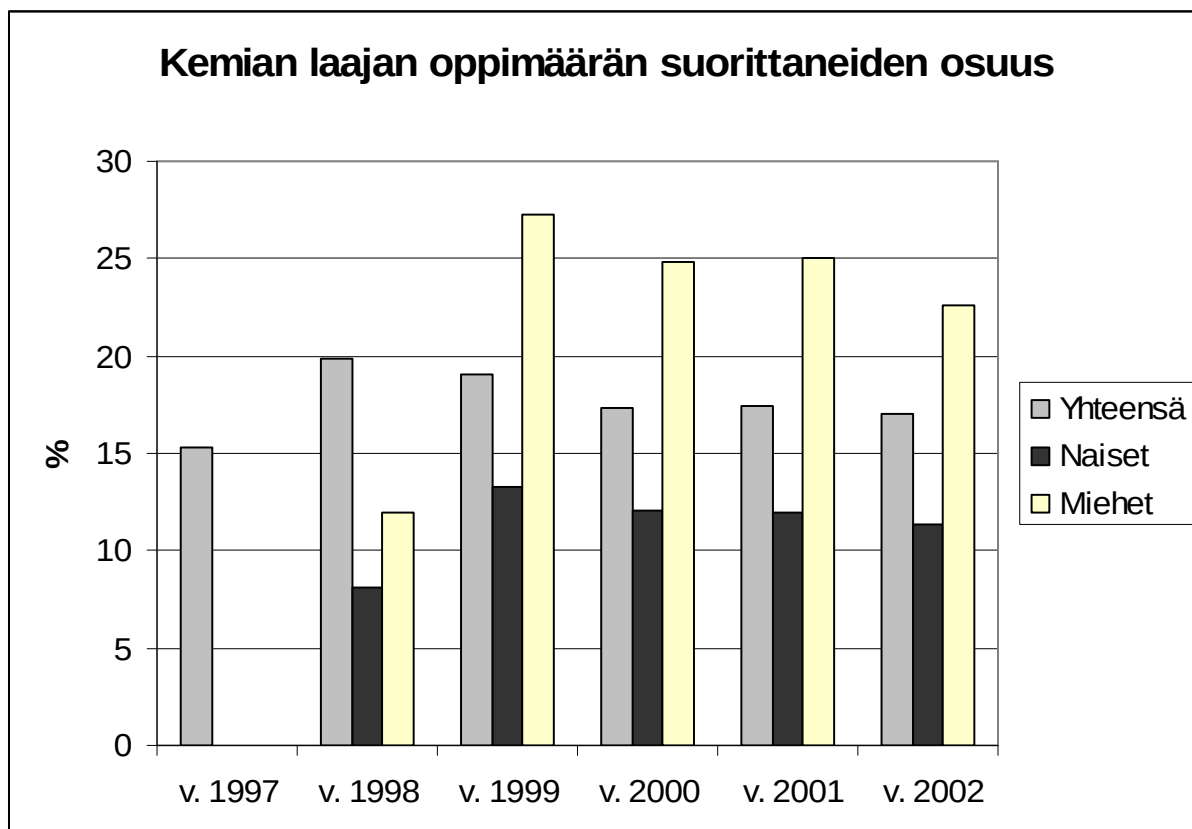
Uusi perusopetuksen tuntijako on säädetty vuonna 2001. Se tulee ottaa käyttöön kaikkien vuosiluokkien osalta viimeistään elokuussa 2006. Kemian osalta muutos aikaisempaan tuntijakoon on se, että nykyisin kemian opiskelu aloitetaan jo peruskoulun 5. tai 6. luokalla aikaisemman 7. luokan sijaan. 5.- 6.-luokilla kemiaa ja fysiikkaa opetetaan yhteensä vähintään 2 vuosiviikkotuntia (vuosiviikkotunti on 38 oppituntia). Lisäksi alaluokilta siirrettiin yksi luonnontieteiden vuosiviikkotunti yläluokkien (luokat 7-9) kemiaan ja fysiikkaan. Näin ollen yläluokilla kemiaa ja fysiikkaa opetetaan yhteensä vähintään 7 vuosiviikkotuntia. Valinnaisuus väheni uudessa perusopetuksen tuntijaossa uuden oppiaineen, terveystiedon, johdosta huomattavasti. Valinnaisaineita jäi yläluokille vain 13 vuosiviikkotuntia. (Anon, 2001a; Parviainen, 2002)

Nykyisin liian monessa koulussa tuntijako on toteutettu siten, että kemian opiskelu päättyy 8. luokalla. Uuden tuntijaon ja opetussuunnitelman myötä tulisi yhdeksännen luokan opintoihin sisältyä myös kemiaa. Näin välttyttäisiin tilanteelta, jossa peruskoulun ja lukion kemian opintojen väliin jää aukko. Peruskoulun kemia on tällöin lukion ensimmäisellä luokalla jo saattanut unohtua. Lukion kemian ensimmäisen kurssin asioita opiskelijat pitävätkin yleensä vaikeina. (Ojala & Ojala, 2000; Saarinen & Montonen, 2003)

Lukiokoulutuksen uusi tuntijako tulee voimaan elokuussa 2005. Siinä kemian pakollisia kursseja on yksi kuten aikaisemmassakin tuntijaossa ja syventäviä kursseja on neljä aikaisemman kolmen sijaan (Anon, 2002a).

Lukion kemian syventäville kursseille osallistuneiden määrät osoittavat opiskelijoiden

kiinnostusta ainetta kohtaan. Kemian laajan oppimäärän suorittaneet muodostavat osaamisvarannon, jolla on riittävät valmiudet jatko-opintoihin, mutta myös valmiutta vastata laadukkaasti kemian ylioppilaskokeen tehtäviin. Tilastokeskus on kerännyt LUMA-hankkeen seurantaan varten koko maan lukio- opiskelijoiden matematiikan ja luonnontieteiden toteutuneita valintoja vuodesta 1997. Kemian laajan oppimäärän (pakollinen kurssi ja vähintään 3 syventävää kurssia) suorittaneiden opiskelijoiden määrä kasvoi vuoden 1997 15,3 prosentista vuoden 2002 17,0 prosenttiin, käyden vuonna 1998 jopa 19,9 prosentissa. Vuodesta 1999 laajan oppimäärän suorittaneiden naisten osuus kaikista naisista on ollut yli 10 prosenttia pienempi kuin miesten vastaava luku. (Kuva 3; Liite 1 Taulukko 3)



KUVA 3. Kemian laajan oppimäärän suorittaneiden osuus lukion päättötodistuksen kyseisenä vuonna saaneiden opiskelijoiden kokonaismäärästä sekä naisista ja miehistä vuosina 1997–2002. (Anon, 1998b; 1999, 2000, 2002b, 2003b, 2004a)

5.3 LUMA-ohjelma

Edellisen pääministerin Paavo Lipposen ensimmäisen hallituksen ohjelmassa oli sisällytettynä tavoite, että suomalaisten matemaattis-luonnontieteellinen osaaminen tulee nostaa kansainväliselle tasolle. Tämän perusteella opetusministeriö julkisti vuonna 1996 laajan kehittämisohjelman "Suomalaisten matematiikan ja luonnontieteiden osaaminen vuonna 2002 - kansalliset kehittämistalkoot". (Hietämäki, 2003)

LUMA oli siis matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen kehittämisprojekti Opetushallituksessa vuosina 1996–2002. Sen tarkoituksena oli nostaa suomalaisten matematiikan ja luonnontieteiden (fysiikka, kemia, biologia ja luonnonmaantiede) osaaminen kansainväliselle tasolle.

Korkeatasoisen oppimisen turvaamiseksi tarvitaan motivoituneita ja innokkaita opettajia. Siksi LUMA -projektissa etsittiin keinoja, jotka saisivat aikaan muutoksia opetuksessa siten, että oppilaat ja opiskelijat kiinnostuisivat nykyistä enemmän matematiikan ja luonnontieteiden opiskelusta.

LUMA-projektin päätyttyä hanke jatkui vuonna 2003 nimellä Matematiikan ja luonnontieteiden kehittämisohjelma ja sen piiriin kuuluvat matematiikan, fysiikan, kemian, biologian ja luonnonmaantieteen opetus sekä erityisesti teknologian ja kestävän kehityksen aihekokonaisuudet. Vuonna 2003 tavoitteena oli edelleen matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen ja osaamistason nostaminen ja kiinnostuksen herättäminen näiden aineiden opiskelua kohtaan. (Anon, 2005a)

Kemian osalta LUMA-projektin tavoitteena oli osaamisen parantaminen sekä kemian profiilin nostaminen yhtenä perusluonnontieteistä sekä oppilaiden kiinnostuksen kasvattaminen kemian opiskelua kohtaan. LUMA-kaudella koulujen, teollisuuden ja yliopistojen sekä korkeakoulujen välinen yhteistyö kemian opetuksen alueella onkin lisääntynyt. (Pohjakallio & Vornamo, 2003)

Korkeakoulujen jatko-opintopaikkojen tarjonnassa ja toteutumisessa edistyi LUMA-tavoitteen mukaan. Ylioppilaskirjoitusten ja lukion kemian laajan oppimäärän (vähintään 4 kurssia) suorittamisessa (yli 8000 opiskelijaa vuosittain) ei tavoitteita saavutettu. Kemia pääaineena valmistuneiden aineenopettajien määrässä päästiin sen sijaan lähelle LUMA-

tavoitteita. (Aroluoma, 2003; Hietamäki, 2003)

Aroluoma (2001) tutki vuonna 1999 LUMA-hankkeen vaikutuksia pilottikouluissa haastatteleamalla niiden opettajia. Tutkimuksen mukaan luonnontieteiden opettajien yhteistyö oli lisääntynyt. Monet opettajat olivat sitä mieltä, että oppilaiden osaaminen ei näin lyhyessä ajassa ollut muuttunut huomattavasti parempaan suuntaan. Opettajat puhuivat kuitenkin opiskelun mielekkyydestä, iloisesta oppimisesta tai motivoitumisesta tarkoittaen sekä itseään että oppilaita.

6 Ylioppilastutkinto

6.1 Yleistä

Ylioppilastutkinnon kokeet olivat alussa suullisia. Suulliset kokeet lakkautettiin vasta vuonna 1919 ja siitä lähtien tutkinnon suorittamiseen kuului viisi pakollista koetta: äidinkielen koe, toisen kotimaisen kielen koe, vieraan kielen koe, matematiikan koe sekä reaalikoe. Erityisissä sotilasylioppilaskirjoituksissa 1940-luvulla oli vain kolme pakollista koetta: äidinkielen koe, vieraan kielen koe ja joko matematiikan koe tai reaalikoe. Viimeisin suuri muutos toteutettiin vuonna 1994, kun sallittiin tutkinnon suorittaminen ajallisesti hajautettuna, korkeintaan kolmella peräkkäisellä tutkintokerralla. Vuonna 1996 tutkinto uudistui siten, että äidinkielen, toisen kotimaisen kielen ja yhden vieraan kielen koe oli kaikille pakollisia ja neljänneksi pakolliseksi kokelaan tuli valita reaalikoe tai matematiikan koe. Lisäksi arvosteluun tuli uusi arvosana, *eximia cum laude approbatur*, joka sijoittui *magna cum laude approbaturin* ja *laudaturin* väliin. (Anon, 2005b)

Kevästä 2005 lähtien ylioppilastutkinnon valinnaisuus lisääntyi siten, että tutkintoon pakollisesti kuuluvassa neljässä kokeessa vain äidinkielen koe tuli kaikille pakolliseksi ja että kokelas sai valita kolme muuta tutkintoonsa pakollisesti kuuluvaa koetta neljän kokeen joukosta, jotka ovat toisen kotimaisen kielen koe, yhden vieraan kielen koe, reaalikoe ja matematiikan koe. Kokelas voi sisällyttää tutkintoonsa yhden tai useamman ylimääräisen kokeen kuten ennenkin. (Anon, 2005c)

6.2 Reaalikoe

Ylioppilastutkintoon sisältyy reaalikoe, jonka tarkoituksena on saada selville, onko opiskelija omaksunut lukion opetussuunnitelman mukaiset tiedot ja taidot sekä saavuttanut lukion tavoitteiden mukaisen riittävän kypsyyden reaaliaineiden hallinnassa. (Anon, 1998a) Kokeen tehtävät laaditaan lukiolain 10. §:n nojalla antamassa tuntijakopäätöksessä määrättyjen pakollisten ja syventävien kurssien oppimäärien perusteella.

Reaalikoe sisältää tehtäviä biologiasta, elämänkatsomustiedosta, filosofiasta, fysiikasta, historiasta, kemiasta, maantiedosta, psykologiasta, uskonnosta ja yhteiskuntaopista.

Taulukossa 1 on esitetty reaalikokeessa eri aineista annettavat tehtävät

TAULUKKO 1. Reaalikokeessa eri aineista annettavat tehtävät.

evankelis-luterilainen uskonto	9 + 1 jokeritehtävä
ortodoksinen uskonto	9 + 1 jokeritehtävä
elämänkatsomustieto	9 + 1 jokeritehtävä
filosofia	5 + 1 jokeritehtävä
psykologia	9 + 1 jokeritehtävä
historia ja yhteiskuntaoppi	15 + 1 jokeritehtävä
fysiikka	15 + 1 jokeritehtävä
kemia	7 + 1 jokeritehtävä
biologia	7 + 1 jokeritehtävä
maantieto	7 + 1 jokeritehtävä

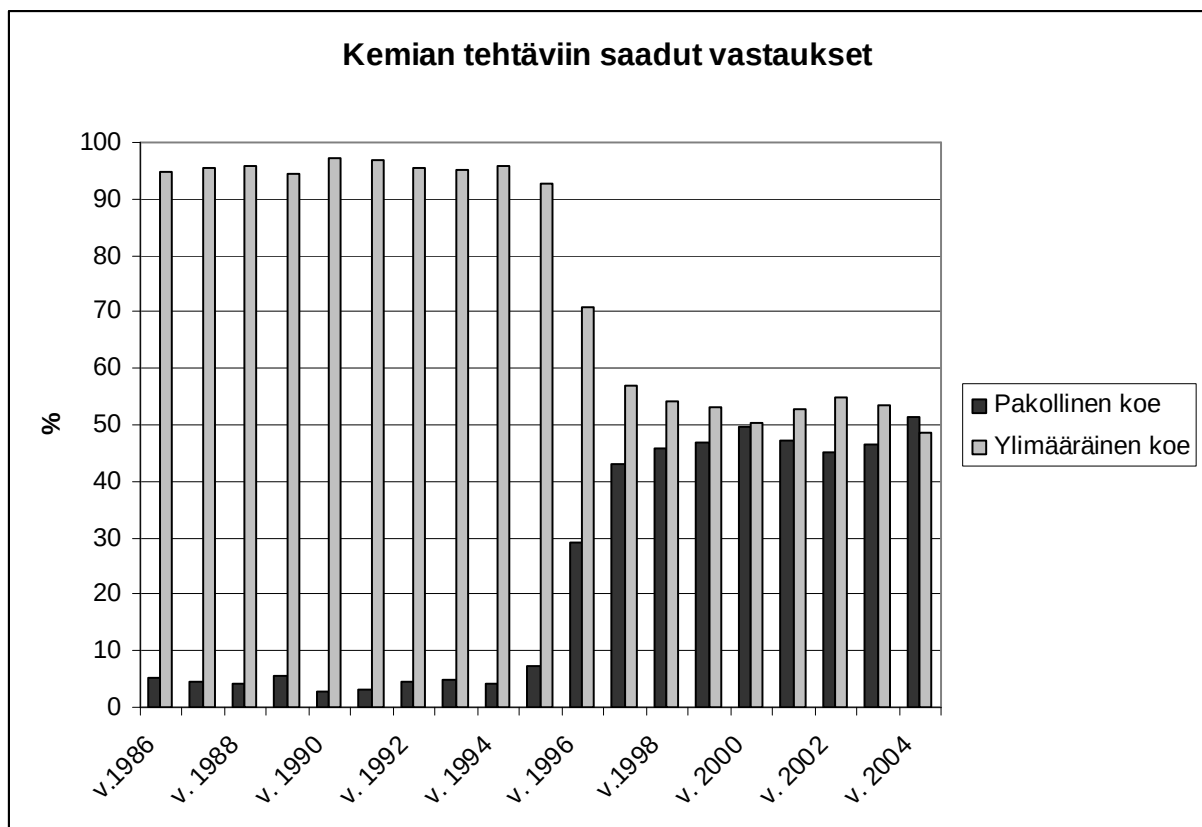
Koe voi sisältää myös muita oppiaineita koskevia sekä oppiainerajat ylittäviä tehtäviä. Kokelaan tulee vastata enintään kahdeksaan tehtävään. Vastaaminen ei edellytä lukio-opintoja kyseisessä aineessa. Tehtävien vastaukset pisteytetään välillä 0-6 ja jokeritehtävä välillä 0-9. (Anon, 2005c)

6.2.1 Kemian asema reaalikokeessa

Kemian aihepiiri tuli ylioppilaskirjoituksiin vuonna 1919. Tuolloin reaalikokeessa oli kysymyksiä viidestä aineryhmästä, joista yksi oli fysiikka ja kemia. Vuosina 1965–1971 kemian tehtäviä oli kaksi, vuonna 1972 neljä ja vuosina 1973–1980 viisi. Kemia erotettiin fysiikasta omaksi aineryhmäksi vasta vuonna 1981, jolloin tehtävien lukumääräksi tuli seitsemän. (Pohjakallio & Vornamo, 2003)

Reaalikoe uudistui keväällä 1996, jolloin annettavien tehtävien lukumäärä kasvoi 82:een ja vaadittavien vastausten määrää pudotettiin. Kemian tehtävät lisääntyivät yhdellä seitsemästä kahdeksaan. Tämä mahdollisti sen, että kokelaalla oli mahdollisuus keskittyä reaalikokeessa pelkästään kemian kysymyksiin. Tähän mahdollisuuteen eivät kokelaat ole kuitenkaan tarttuneet. Reaalikokeen vastausten keskittyminen yhteen aineeseen vaihtelee suuresti aineittain ja korreloi tehtävien lukumäärän kanssa. Esimerkiksi keväällä 2002 kaikki kahdeksan vastausta kemiasta kirjoittaneiden kokelaiden määrä oli vain 14. Vastaava luku fysiikassa oli 1036 ja historiassa 972. (Pohjakallio & Vornamo, 2003; Saarinen & Montonen, 2003)

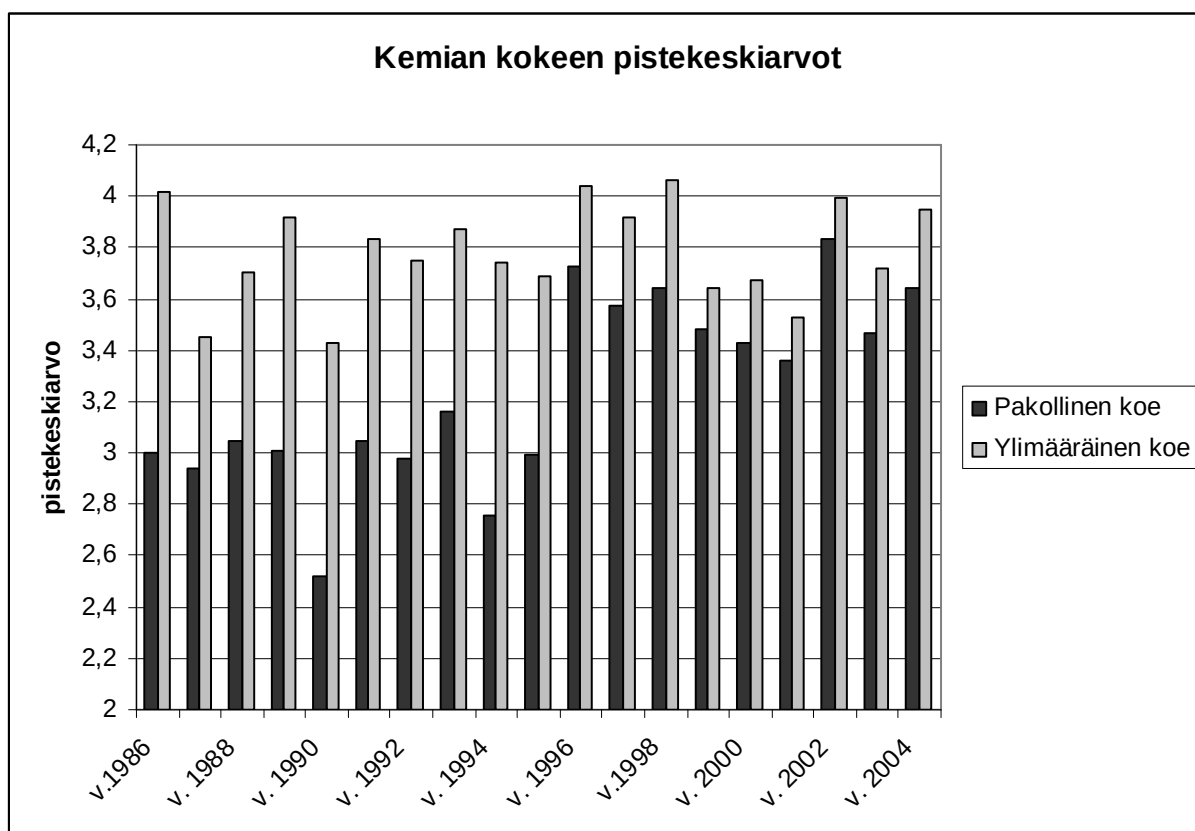
Keväästä 1996 lähtien kokelaan on tullut valita, kirjoittaako hän reaalikokeen vai matematiikan kokeen pakollisena. Tämä on johtanut siihen, että entistä suurempi osa kokelaista on kirjoittanut reaalikokeen pakollisena ja matematiikan kokeen ylimääräisenä. Kun vielä 1990-luvun alussa yli 90 % kemian vastauksista tuli ylimääräisen reaalikokeen kirjoittajilta, tultiin keväällä 2000 tilanteeseen, jossa pakollisen ja ylimääräisen kokeen kirjoittajia oli molempia noin 50 %. Viime vuosina pakollisesta reaalikokeesta saatujen kemian vastausten osuus on ollut kasvussa kevään 2000 jälkeisen lyhyen laskun jälkeen. Keväällä 2004 pakollisesta reaalikokeesta saatujen kemian vastausten osuus ylitti ylimääräisen kokeen osuuden. (Kuva 4; Liite 2 Taulukko 4)



KUVA 4. Pakollisen ja ylimääräisen reaalikokeen kemian tehtäviin saadut vastaukset kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1986–2004.

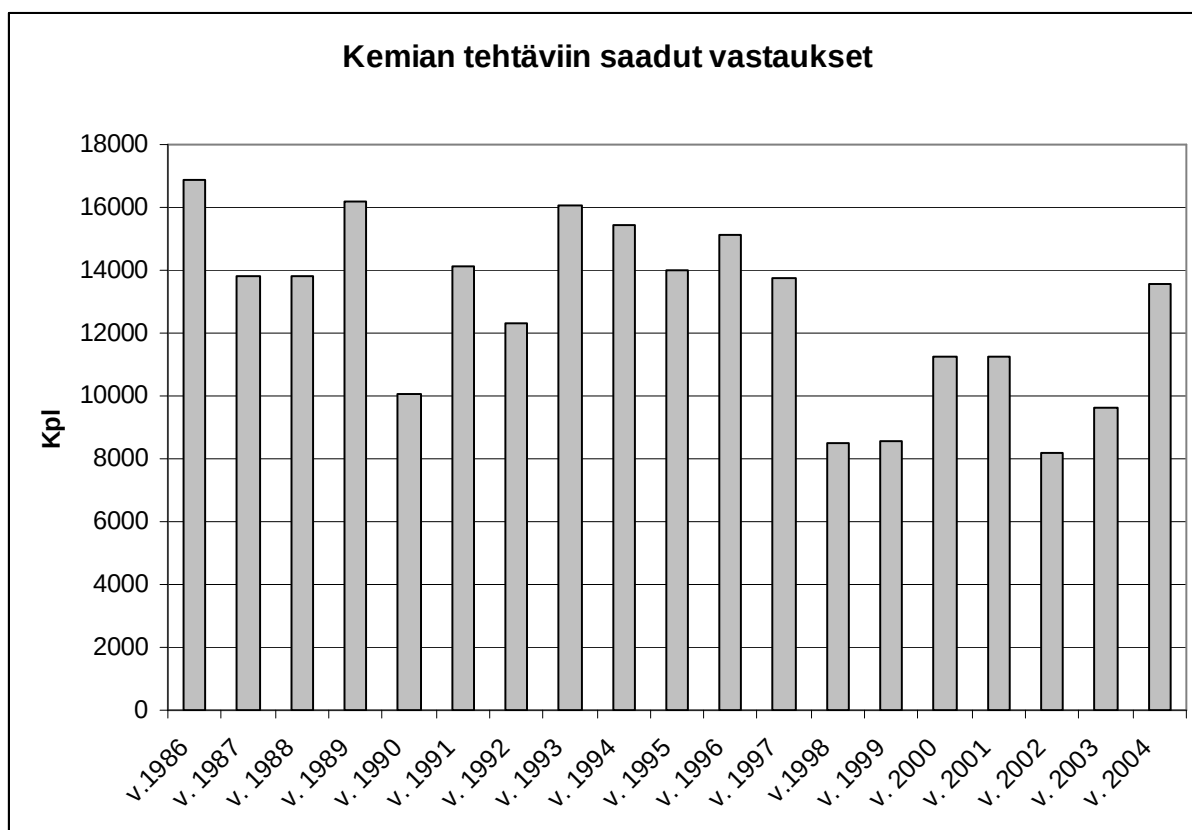
Ennen kevään 1996 uudistusta ylimääräisestä kokeesta saadut vastaukset olivat jopa yhden pisteen pakollisen kokeen vastauksia parempia. Ero on sittemmin kaventunut noin

0,3 pisteeseen laajan matematiikan lukijoiden siirtyessä pakollisen reaalien kirjoittajiksi.
(Kuva 5; Liite 2 Taulukko 6)



KUVA 5. Kemian pakollisen ja ylimääräisen kokeen pistekeskisarvot kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1986–2004.

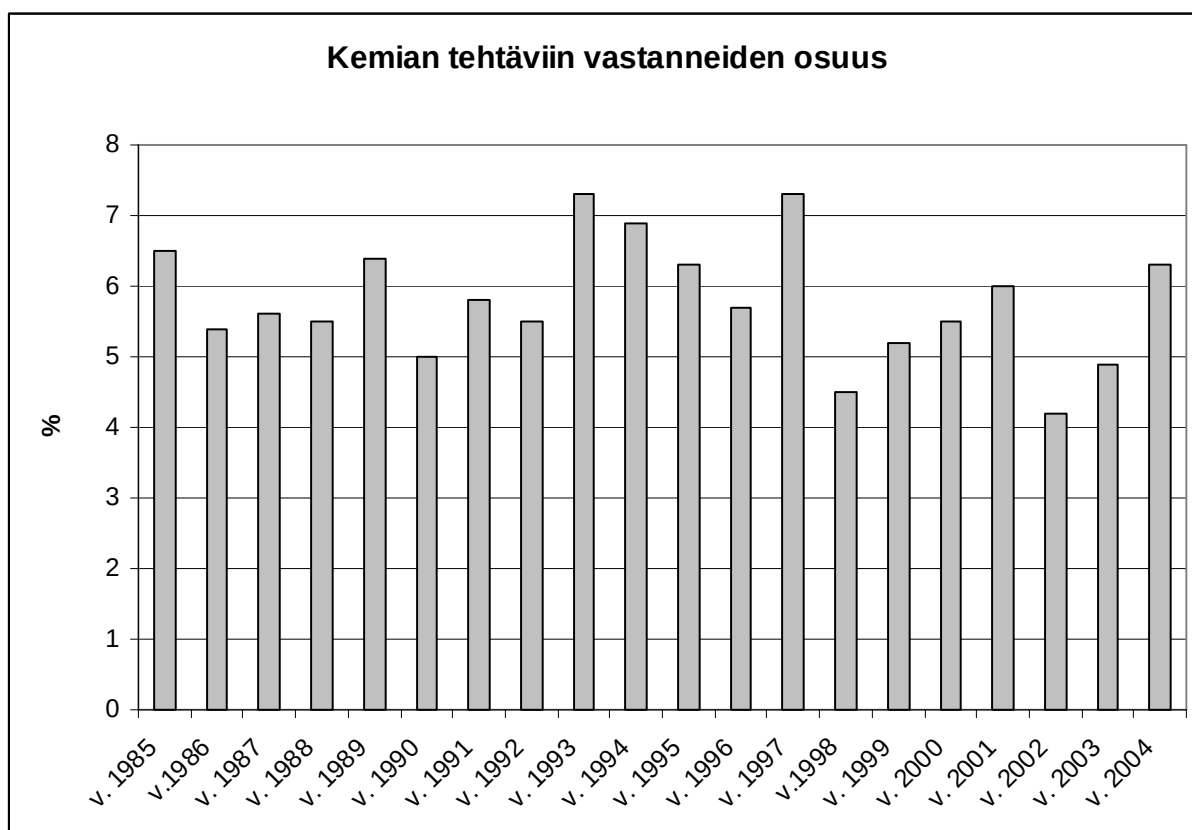
Kemian kannalta vuoden 1996 uudistus ei ollut onnistunut. Sen jälkeiset vuodet ovat olleet aineelle huonoja. Varsinaisilta kokelailta on viime vuosien keväänä saatu vastauksia vain niukasti yli 10 000. Suurimmillaan kemian vastausmäärä oli 1980-luvulla, jolloin vastausmäärä oli lähellä 19 000:tta. Esimerkiksi vuosina 1998–2004 kemia on saanut kaikista reaalikokeen vastauksista vain 4-5 % (kuva 6; Liite 2 taulukko 4).



KUVA 6. Kemian tehtäviin saadut varsinaisten kokelaiden vastaukset kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1986–2004.

Kemiaan vastaavien varsinaisten kokelaiden määrä on myös laskenut uudistuksen jälkeen. LUMA-hankkeen yhtenä tavoitteena oli, että yli 8000 opiskelijaa suorittaisi vuosittain kemian tehtäviä. Tästä tavoitteesta ollaan jääty kauaksi. LUMA-vuosina (1996–2002) kemian asema reaalikokeessa pikemmin heikkeni. Keväiden 1998–2004 kirjoituksissa määrä on vaihdellut välillä 3167–4679, kun vuosina 1993–1997 vaihteluväli oli 5084–6227. Vertailun vuoksi voidaan mainita, että historian, maantiedon, biologian ja psykologian vastaavat luvut ovat normaalisti välillä 10 500 - 15 0000.

Suhteutettuna realin vastaajien määrään, on kemian tehtäviin vastanneiden osuus ollut uudistuksen jälkeen 4,2 ja kevään 1997 huippulukeman 7,3 prosentin välillä. (Kuva 7; Liite 2 Taulukko 5)

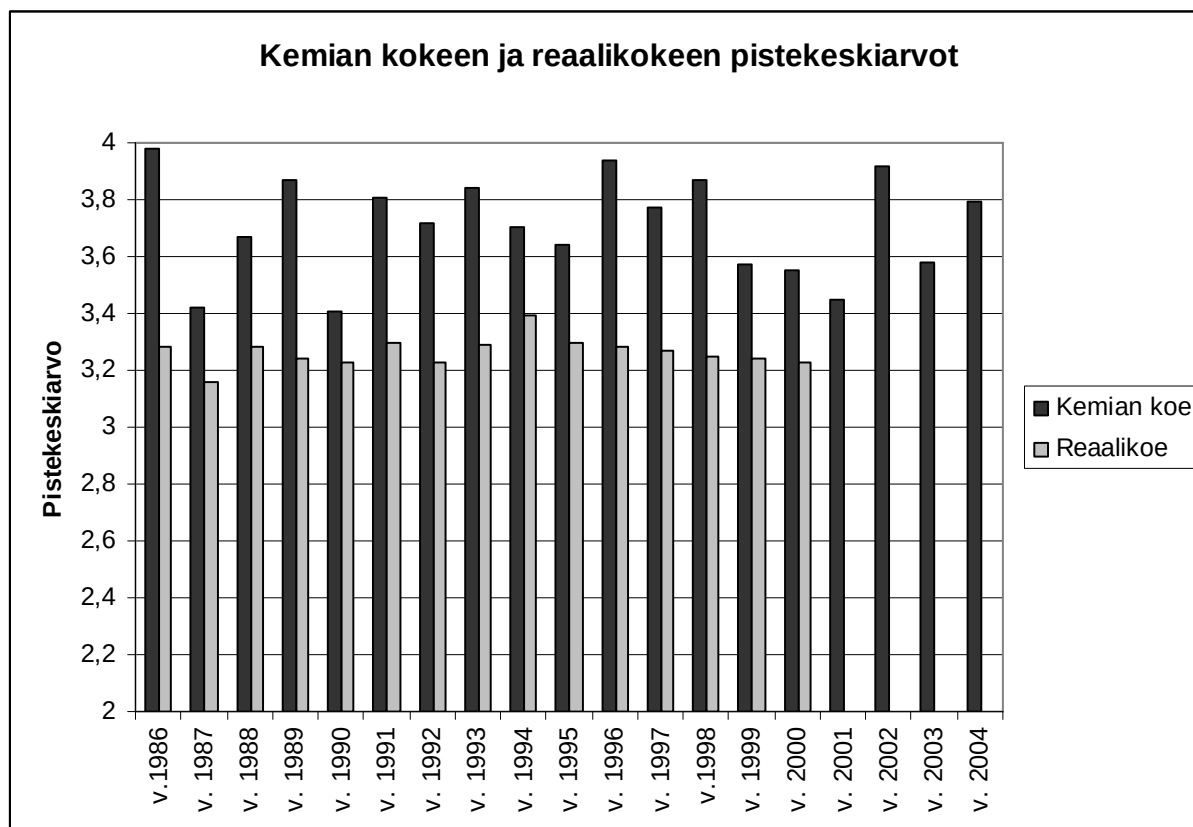


KUVA 7 . Kemian tehtäviin vastanneiden varsinaisten kokelaiden osuus kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2004.

Yksittäistä syytä siihen, miksi kemian vastausmäärät putosivat, ei ole. Kevään 1996 uudistuksen myötä yhä useampi kokelas keskittyi vastaamaan vain yhteen reaaliaineeseen. Tämä hyödytti eniten sellaisia aineita, joissa on runsaasti tehtäviä. Uudistuksen myötä fysiikka, jonka tehtävämäärä kemiaan nähden on kaksinkertainen, paransi selvästi asemaansa kemian kustannuksella. Suurin osa kemian ja fysiikan yhteisistä opiskelijoista kun valitsi nyt reaalikokeessa fysiikan.

Kemia on ollut vastausten lukumäärällä mitattuna varsinaisista suurista reaaliaineista aina vähiten suosittu. Reaalikokeen vastausten arvosanoilla on yleensä vähän yhteyttä vastausten tai vastaajien lukumääriin. Kemiaan vastaavien pieni joukko on ollut reaalikokeen parhaimmistoa. Kemian kokeen pistekeskiarvot ovat olleet vuodesta toiseen reaalikokeiden pistekeskiarvojen kärkipäässä. Kemian kokeen pistekeskiarvo on poikkeuksetta ylittänyt koko reaalikokeen pistekeskiarvon. (Kuva 8; Liite 2 Taulukko 6) Kevään 2002 kemian kokeessa oli mainittavan arvoista se, että vastausten ja vastaajien määrällä mitattuna kaikkien aikojen huonoimpiin kuuluva tulos saavutettiin

ennätysellisen korkealla pistekeskiarvolla 3,92.



KUVA 8. Kemian kokeen ja reaalikokeen pistekeskiarvot kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1986–2004.

Jos tavoitteena on, että kussakin reaaliaineessa vastausten keskiarvojen tulisi olla samaa luokkaa, voidaan kemian pisteitä jopa pitää liian korkeina. Kemian tehtävistä saatuja korkeita pistemääriä on perusteltu aineen suppealla ja valikoidulla vastaajajoukolla. Kemiasta saadaankin muita aineita vähemmän 1-2 pisteen vastauksia. Lähes kaikki kemian vastaajat ovat lukeneet kemian laajan oppimäärän lukiossa. Vastaaja on tyypillisesti myös opiskellut matematiikan laajan oppimäärän ja menestyy keskimääräistä paremmin muissakin ylioppilastutkinnon kokeissa.

Vaikka lukioissa on enemmän naisia kuin miehiä, on kemian vastaajista enemmistö ollut aina miehiä. Vuosien 1985–2004 keväänä kemian vastaajista on ollut miehiä 56–69 %. Ero tasoittuu saatujen vastausmäärien kohdalla, sillä naiset vastaavat keskimäärin useampaan tehtävään kuin miehet. Naisten vastaukset ovat lisäksi olleet tasoltaan n. 0,2–0,4 yksikköä korkeampia kuin miesten.

(Anon, 2005f; Mäkitie, 1986; Saarinen 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1994a, 1994b, 1995, 1997b, 1997c, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002a, 2002b, 2003a, 2003b, 2004a, 2004b; Saarinen & Montonen, 2003)

Kemian heikon aseman lisäksi on kemian kokeessa ollut ongelmana myös se, että vastausten määrät ja tasot ovat jakautuneet epätasaisesti eri koulujen kesken. Suomessa on paljon jopa suuria päivälukioita, joista ei ole vuosiin saatu yhtään kemian vastausta, tai mikäli vastauksia on saatu, ovat ne olleet tasoltaan hyvin vaatimattomia. Toisaalta Suomessa on myös useita oppilasainekseltaan täysin normaaleja lukioita, joiden tulokset kemiassa ovat jatkuvasti olleet sekä määrältään että tasoltaan erinomaisia. Tämä selittyy sillä, että kemian opettajien ammattitaidossa ja kiinnostuksessa ainetta kohtaan on suuria eroja (vrt. luku 5.1). (Saarinen, 1995; Saarinen & Montonen, 2003)

6.2.2 Kemian kokeen rakenne

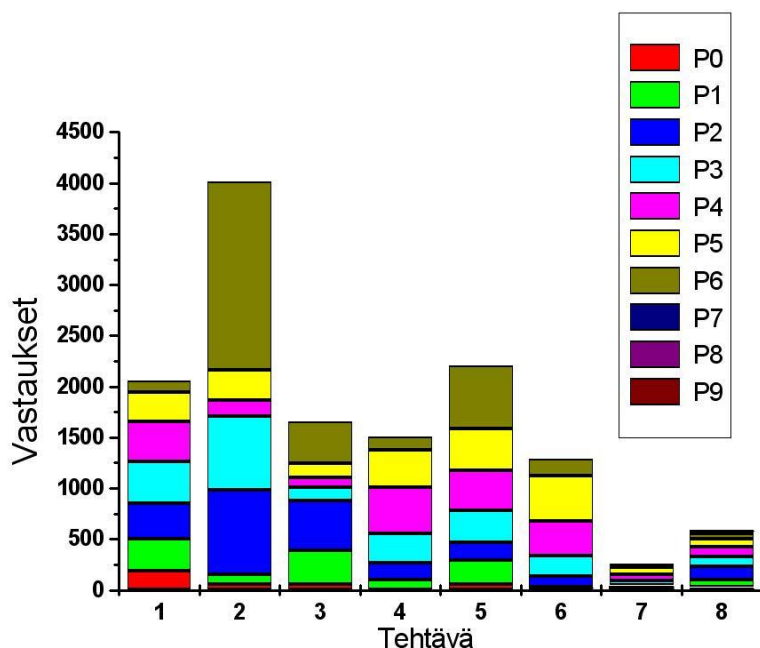
Kemian kokeessa on ollut keväästä 1996 lähtien valittavana kahdeksan tehtävää. Kokeessa on säännönmukaisesti toistunut seuraavat tehtävätyypit (alla esimerkkitehtävä):

- Käsitteen tai ilmiön selitys
Selvitä, mitä tarkoitetaan seuraavilla käsitteillä: a) alkuaine, b) kemiallinen yhdiste, c) molekyyli, d) kahtaisioni, e) atseotrooppinen seos, f) raseeminen seos. (s-99)
- Stoikiometrinen tehtävä
Kuukivi sisältää ilmeniittiä (mineraalia, jonka kaava on FeTiO_3). On ehdotettu, että tulevaisuudessa kuunkävijät voisivat valmistaa tarvitsemansa hengityshapen pelkistämällä ilmeniittiä Maasta tuodun vetykaasun avulla korkeassa lämpötilassa. Tuotteina saadaan vettä, metallista rautaa ja titaanidioksidia. Esitä reaktion yhtälö. Näin saadusta vedestä happi valmistetaan elektrolyytisesti. Kuinka monta grammaa vettä ja hapetta voidaan valmistaa 55 kilogrammasta kuukiveä, kun oletetaan, että sen ilmeniittipitoisuus on 5,4 massaprosenttia? (s-99)
- Orgaanisen kemian tehtävä
Rasvoja voimakkaasti kuumennettaessa voi syntyä aldehydejä $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}$ ja $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}$. Yhdisteellä $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}$ tavataan cis-trans-isomeriaa, ja $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}$ on optisesti aktiivinen. Laadi molempien aldehydien mahdolliset rakennekaavat. (k-99)

- Kemialliseen tasapainoon liittyvä tehtävä
Kloroformiliuoksessa dityppitetetroksidi hajoaa reaktion $N_2O_4 \rightleftharpoons 2 NO_2$ mukaisesti. Kun 2,50 moolia N_2O_4 lisättiin 1,00 litraan kloroformiliuosta, muodostui astiaan tasapainon asetuttua 2,20 mol NO_2 . a) Laske reaktion tasapainovakion arvo. b) Tähän tasapainoseokseen lisättiin 1,20 mol NO_2 . Mikä oli typpidioksidin konsentraatio liuoksessa, kun tasapainotila jälleen asettui? (k-00)
- Kokeellinen tehtävä (vuodesta 1996)
Tislaus on yleisesti käytetty erotusmenetelmä. Selvitä tislauksen periaate, kuvaa siinä tarvittavaa laitteistoa ja esitä jokin todellinen tilanne, johon menetelmää voidaan käyttää. (k-97)
- Jokeritehtävä
Sokerit, tärkkelys ja selluloosa ovat tärkeimmät hiilihydraatit. Miten hiilihydraatteja syntyy luonnossa? Miten sokerit voidaan rakenteensa perusteella luokitella? Miten tärkkelys ja selluloosa eroavat rakenteeltaan toisistaan? Tarkastele myös joitakin hiilihydraateille tyypillisiä reaktioita, hiilihydraattien merkitystä luonnossa ja teollista käyttöä. (k-96)

Tehtävä numero 7 on vuodesta 1996 lähtien ollut luonteeltaan selkeästi kokeellinen tehtävä, joskin jokeritehtävässä on kokeellisuutta esiintynyt hajavuosina. Tämä työ käsittelee juuri näitä tehtäviä.

Kokeellisten tehtävien suosio on ollut hyvin vähäinen, kun taas kaikkein eniten vastauksia ovat keränneet stoikiometriset laskut (Lavonen & Erätuuli, 1998). Niin myös keväällä 2004, mikä havaitaan kuvasta 9. Keväällä 2004 tehtävä numero 2 oli stoikiometrinen lasku ja tehtävä numero 7 oli luonteeltaan kokeellinen.



Kuva 9. Vastausten lukumäärä ja tehtävistä annettujen pisteiden jakautuminen ylioppilastutkinnon kemian kokeessa keväällä 2004. (Saarinen, 2004).

6.2.3 Kemian kokeellisen tehtävän ongelmia

Koska kokeellisuus on esitetty lukion kemian opetussuunnitelman perusteissa osana kurssien tavoitteita, on se myös otettava huomioon kemian ylioppilaskokeen tehtäviä laadittaessa. Tästä syystä kokeessa esiintyy vuosittain kokeellinen tehtävä.

Ongelmaksi kokeellisen tehtävän kohdalla nousee se, että opiskelijat eivät ole tasavertaisessa asemassa tehtävään mahdollisesti vastatessaan. Kuten luvussa 2.4 todetaan, eri kouluissa mahdollisuudet kokeellisuuteen perustuvan opetuksen toteuttamiseksi vaihtelevat suuresti. Opiskelijoiden eriarvoisuuteen vaikuttaa vaihtelevien resurssien lisäksi myös kemian opettajien erilaiset koulutustaustat ja opetusmenetelmien valinta. Nämä tekijät ovat vaikuttamassa siihen, minkä verran opetuksessa käytetään kokeellisia työtapoja ja minkä laatuista tämä kokeellinen opetus on. Parhaassa asemassa kokeellisen tehtävän kannalta ovat ne opiskelijat, joiden lukioissa on hyvät puitteet kokeellisuuteen perustuvaan opetukseen ja joissa tätä mahdollisuutta myös käytetään hyväksi.

Reaalikokeen tehtävien laadintaa ovat vaikeuttaneet voimassa olevat väljät opetussuunnitelmien perusteet, jotka mahdollistavat opettajilta ja oppikirjojen tekijöiltä erilaisia tulkintoja. On selvää, että kaikkiin kokeessa esitettyihin kysymyksiin ei välttämättä löydy suoraa vastausta joka kirjasarjasta. Kokeelliset tehtävät on pyritty laatimaan siten, että ne eivät välttämättä edellytä laboratoriossa tehtyjä harjoituksia, vaan että vastaaminen on mahdollista myös kemian yleisten lakien ja periaatteiden pohjalta. (Montonen & Saarinen, 2003). Tässä ei olla joka vuosi onnistuttu. Esimerkiksi pyydettyä kuvailemaan laitteistoja, ovat tiedollisesti heikommassa asemassa ne, jotka eivät ole kyseistä laitteistoa ikinä käyttäneet saati konkreettisesti edes nähneet.

Pyysalo (2005) tutki 18 lukion kemian opettajan näkemyksiä ylioppilaskokeen kokeellisista tehtävistä. 11 opettajaa oli sitä mieltä, että tehtävät ovat olleet viime vuosina helppoja, seitsemän pitäessä niitä vaikeina. Opettajat pitivät hyvänä asiana sitä, että ylioppilastutkinnon kemian kokeessa on kokeellinen tehtävä; yksi opettaja oli täysin eri mieltä. Opettajien mielestä opiskelijat kokevat ylioppilaskokeen kokeelliset tehtävät hankalina. Kaksi opettajaa oli asiasta eri mieltä. Viiden opettajan mielestä ylioppilaskokeen kokeellisten tehtävien tehtävänanto ei ole ollut selkeä, 13:sta pitäessä tehtävänantoa selkeänä. Viisi opettajaa oli täysin eri mieltä ja kahdeksan eri mieltä siitä, että ylioppilaskokeen kokeellisiin tehtäviin on ollut mahdollista vastata menestyksellisesti pelkän kirjatiedon avulla.

Tutkimuksen opettajat olivat kevään 1996 tehtävästä 7 (Liite 5) montaa eri mieltä. Tehtävänannon mainitsi onnistuneena, selkeänä tai hyvänä kuusi opettajaa. Kaksi opettajaa mainitsi tehtävänannon avoimeksi. Yksi opettaja mainitsi tehtävänannon liian väljänä. Tehtävänannon sanoihin yksityiskohtaisesti ja kemiallista perustaa ei oltu tyytyväisiä. *"Oppilaalle tulee helposti sellainen olo, ettei ole varma, mitä kaikkea tehtävässä on tarpeellista selittää ja kuinka tarkasti. Etenkin tehtävänannon kohta kemiallista perustaa saattaa pelästyttää; mitä oikein vastauksessa vaaditaan?" "Tämän tehtävän vaikeus on sanat: yksityiskohtaisesti sekä kemiallista perustaa. Vastaus jää helposti vailinnaiseksi, kun tehtävään ei ole lisätty apukysymyksiä niistä asioista, mitä ylioppilastutkintolautakunta todella tahtoo."* Toisaalta oltiin myös sitä mieltä, että *"vaikka tehtävän anto antaa oppilaalle vapaat kädet suunnitella haluamansa*

koejärjestely, on häntä opastettu tehtävän ratkaisemiseksi riittävästi." Yksi opettaja ajatteli, että *"tehtävänannossa testataan myös luetun ymmärtämistä eli että osaa purkaa annetun tehtävän osiin ja pyritään selkeästi eroon ´ ulkoa lukemisesta`.* Jos tämä ei ollut tarkoitus, niin silloin tehtävänanto on mielestäni hieman epäonnistunut." Tehtävään vastaamatta jättämisen syyksi mainittiin se, ettei opiskelija ole tehnyt kemian tunnilla vastaavaa työtä (3 mainintaa), opiskelijan on helpompi valita joku muu tehtävä (3 mainintaa) tai että tehtävä on työläs ja vie aikaa (2 mainintaa). *"Eli kun moni vastaa kemian ohella fysiikkaan tai biologiaan, kemian työläitä kysymyksiä kartetaan."* Lisäksi mainittiin tehtävän soveltava luonne (2 kertaa), vastaaviin tehtäviin harjaantumattomuus, oppilaan kuvitelma siitä, että tehtävä on vaativampi, mitä se oikeasti on, tehtävänannon ymmärtämättömyys, asian syvällisen hallinnan vaatimus sekä se, että oppilaat eivät aina muista välineiden ja astioiden nimiä tarkasti (1 kerta). *"Tehtävässä voisi olla luettelo käytettävissä olevista laitteista ja astioista, niin tehtävä tuntuisi konkreettisemmalta."*

Kevään 1997 tehtävän 7 (Liite 5) tehtävänannon mainitsi hyväksi tai selkeäksi seitsemän opettajaa. Tehtävään vastaamiseen tarvittavista tiedoista ja taidoista ei oltu samaa mieltä. Yksi opettaja mainitsi, että tehtävä on perustehtävä ja että tislaukset tulee jo yläasteella. Toinen opettaja mainitsi, että tehtävään löytyy oppikirjoista kohta, minkä perusteella voi vastata. Lisäksi hän mainitsi, että *"tehtävään mahdollista vastata myös maalaisjärjen perusteella, jos lukee tehtävän ja ymmärtää sen (oikein)."* Kahdeksan opettajaa mainitsi, että tehtävä on vaikea tai siihen on mahdoton vastata menestyksellisesti ilman käytännön kokemusta tislauksesta. Tämän mainittiin olevan myös syynä tehtävään vastaamatta jättämiseen. Lisäksi mainittiin laitteiston osien virallisten nimien muistamisen vaikeus sekä tehtävän yleisluontoisuus. *"Opiskelijan saattaa olla hankala hahmottaa, miten tehtävään tulisi vastata."* Ongelmaksi mainittiin myös se, että kouluilla ei välttämättä ole kunnan tislaukseen tarvittavaa välineistöä ja että koululaboratoriossa tislaukset tehdään melko yksinkertaisin välinein, mistä syystä koejärjestely ei saisi opiskelijoilta täysiä pisteitä. Vastausten määrään mainittiin rajoittuneen mahdollisesti myös sen takia, että laitteiston osien piirtäminen ja tislauksen periaatteen selittäminen voi olla vaikeaa.

6.3 Ainereaaali

Seuraava uudistus ylioppilaskokeessa tulee olemaan reaalikokeen jakaminen yksittäisten reaaliaineiden kokeiksi. Valtioneuvosto päätti vuonna 2003, että uusi ainereaaali tulee käyttöön keväällä 2006. Yhdellä tutkintokerralla tullaan järjestämään kaksi reaaliaineiden koepäivää. Kokeiden jako näille kahdelle päivälle perustuu ylioppilastutkintolautakunnan tilastoihin, joista ilmenee kokelaiden vastausten sijoittuminen eri aineisiin. Ensimmäisenä koepäivänä järjestetään biologian, filosofian, fysiikan, historian, sekä psykologian kokeet ja toisena koepäivänä elämäntutkimustiedon, evankelis-luterilaisen uskonnon, kemian, maantieteen, ortodoksisen uskonnon, terveystiedon ja yhteiskuntaopin kokeet. Terveystieto tulee kokeeseen vasta keväällä 2007. Yhtenä päivänä kokelas voi osallistua vain yhden reaaliaineen kokeeseen. Siten yhdellä tutkintokerralla voi suorittaa enintään kaksi reaaliaineen koetta. Kokelas voi kuitenkin suorittaa vain yhden reaaliaineen kokeen tai hajauttamalla tutkinnon useampia kokeita. (Anon, 2005c; Reinikainen, 2003)

Tuleva ainereaaalimalli täyttää reaalikokeen kehittämistyöryhmän reaalikokeen kehittämiseksi asettamat kriteerit:

- 1. reaaliaineilla on yhtä suuri paino kuin niillä on opetussuunnitelman perusteissa,*
- 2. kukin koe mittaa syvällistä aineen hallintaa ja siihen liittyvää kypsyysyttä,*
- 3. yksittäisten kokeiden tuloksia pystytään hyödyntämään jatko-oppilaitosten opiskelijavalinnoissa, koska jokaisesta kokeesta saa erillisen arvosanan,*
- 4. kussakin kokeessa voidaan käyttää suhteellista arvostelua, mikä mahdollistaa eri tutkintokertoina suoritettujen kokeiden arvosanojen yhdenmukaisuuden,*
- 5. kussakin oppiaineessa on mahdollista laatia sille ominaiset tehtävät.*

(Anon, 2001b)

Kunkin aineen tehtävien määrä riippuu oppiaineen pakollisten ja valtakunnallisesti määriteltävien syventävien kurssien määrästä, oppiaineen luonteesta ja tehtävien luonteesta. Taulukossa 2 on esitetty eri aineiden tehtävien määrä/vastausten enimmäismäärä.

TAULUKKO 2. Eri reaaliaineiden tehtävien määrä/vastausten enimmäismäärä ainereaalissa.

uskonto	10/6
elämäkatsomustieto	10/6
psykologia	10/6
filosofia	10/6
historia	10/6
yhteiskuntaoppi	10/6
fysiikka	13/8
kemia	12/8
biologia	12/8
maantiede	10/6
terveystieto	10/6

Kunkin reaaliaineen kokeessa voidaan antaa 1-2 vaativaa jokeritehtävää. Tehtävien pisteytys säilyy ennallaan. Tavanomainen tehtävä pisteytetään välillä 0-6 ja jokeritehtävä välillä 0-9. Kunkin aineen kokeessa on 1-4 oppiainerajat ylittävää tehtävää.

Kemian kokeessa tullaan arvioimaan kemiallisen tiedon ymmärtämistä sekä soveltamisen taitoa. Arvioinnissa otetaan huomioon kokeellisen tiedonhankinnan ja -käsittelyn taidot. Arvioinnilla on myös tarkoitus selvittää, miten hyvin opiskelija ymmärtää jokapäiväiseen elämään, luontoon ja teknologiaan liittyvää kemiaa sekä kemian merkitystä ihmisen ja luonnon hyvinvoinnille.

Kemian tehtävät laaditaan lukion opetussuunnitelman perusteissa määriteltyjen pakollisen ja syventävien kurssien sisältöjen ja tavoitteiden pohjalta. Aihepiiri voi edellyttää useamman kuin yhden kurssin tavoitteiden hallintaa.

Kemian koe tulee sisältämään vaatimustasoltaan erilaisia osioita: helpoista muistamista ja käsitteen ymmärtämistä käsittelevistä tehtävistä vaativimpiin mallintamista ja tiedon soveltamisen taitoa testaaviin tehtäviin. Tehtävät ovat muodoltaan selostuksia, kuvailuja, esseitä, ongelmanratkaisua tai laskennallisia. Mukana tulee olemaan tavallisesti myös avoin kokeellinen tehtävä. (Anon, 2005c)

Ainereaalien vaikutusta eri oppiaineisiin ei ole aivan helppoa ennakoida. Voidaan pitää todennäköisenä, että oppiaineet, jotka tähän asti ovat saaneet runsaasti vastauksia, saisivat niitä edelleen myös ainereaalissa. Näin ollen vähän vastauksia saaneen kemian asema näyttäisi olevan uhattuna. On kuitenkin oletettavissa, että valtaosa kokelaista osallistuu kahden eri aineen kokeeseen. Kemian kannalta on hyvin tärkeää, että kemian koe järjestetään eri päivänä kuin biologian ja fysiikan kokeet. Fysiikkaan keskittyneiden kokelaiden tärkein sivuaine on ollut kemia. Kemialle tärkeimmät sivuaineet ovat olleet fysiikka ja biologia. Näin ollen kemian kokeeseen osallistuvien määrään tulevaisuudessa voidaan suhtautua varsin luottavaisesti. Lisäksi tällä hetkellä ainakin Helsingin yliopiston matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta on päättänyt, että kemian ylioppilaskokeessa vähintään arvosanaan eximia yltäneet kokelaat saavat suoraan kemian opiskeluoikeuden. (Anon, 2001b; Saarinen, 2005; Saarinen & Montonen, 2003)

Koska kaikissa aineissa tullaan noudattamaan samanlaista suhteellista arvostelua, saattaa kemian kirjoittajien arvosanat laskea nykyisestä, sillä perinteisesti kemian vastaajat ovat olleet reaalikokeen parhaimmistoa. Suhteellinen arvostelu toteutuu sitä huonommin, mitä pienempi on kokeeseen osallistuvien määrä. Koska kemiaan on vastannut valikoitunut, suppea joukko, helpottuisi tuleva tilanne, jos kemian kokeisiin saataisiin runsaasti osallistujia. (Saarinen, 2005)

7 Työn tavoitteet

Työn tarkoituksena oli selvittää, minkälaisia kokeellisia tehtäviä kemian ylioppilaskokeessa on esiintynyt vuosina 1985–2005. Tavoitteena oli luokitella tehtäviä niiden rakenteen ja sisällön mukaan. Tehtävistä oli tarkoitus etsiä, mitä kemian osa- aluetta ja kokeellista menetelmää ne käsittelevät ja selvittää, minkä lukion kemian kurssin oppisisältöjä ja mitä keskeisiä kemian käsitteitä tarvitaan tehtävän ratkaisemiseksi.

Koska oli tiedossa, että kokeellisiin tehtäviin on saatu vuosittain niukasti vastauksia, haluttiin asiaa tutkia tarkemmin. Tarkoituksena oli selvittää kunkin kokeellisen tehtävän kohdalla siihen vastanneiden varsinaisten kokelaiden lukumäärät ja verrata näitä kemian kokeen vastausmääriin ja kemiaan vastaavien määriin. Naisten ja miesten sekä pakollisen ja ylimääräisen reaalikokeen kirjoittaneiden lukumäärät oli tarkoitus selvittää erikseen. Lisäksi haluttiin tarkastella kokeellisten tehtävien vastausten tasoa. Tavoitteena oli verrata kokeellisten tehtävien vastausten pistekeskiarvoja koko kemian kokeen pistekeskiarvoon ja muihin kemian kokeen tehtävien pistekeskiarvoihin. Naisten ja miesten sekä pakollisen ja ylimääräisen reaalikokeen kirjoittaneiden pistekeskiarvot kokeellisten tehtävien osalta oli tarkoitus selvittää erikseen. Tarkoituksena oli myös selvittää kokeellisten tehtävien vastauspistemäärien jakauma.

8 Työn suoritus

Työ jakautui kahteen osaan: kokeellisten tehtävien rakenteen ja aihealueiden sekä tehtävien vastausmäärien - ja tasojen tarkasteluun.

Ennen kuin etsittiin vuosien 1985–2005 kemian tehtävien joukosta kokeelliset tehtävät, oli luotava kokeellisen tehtävän kriteerit. Kokeellisen tehtävän kriteeriksi tuli se, että tehtävän tuli testata kokeellisesti hankitun tiedon tulkitsemisen, selittämisen tai esittämisen taitoja tai kokeellisen tutkimuksen suunnittelun taitoja. Tehtävän tuli käsitellä kokeellisen kemian menetelmiä tai laitteistoja. Vaikka kevästä 1996 lähtien kemian kokeen tehtävä numero 7 on ollut kokeellinen, löydettiin kokeellisia tehtäviä myös ennen kevättä 1996 sekä yksi tehtävä kevään 1996 jälkeen, joka ei ollut numero 7. Näin tarkasteltavia tehtäviä löytyi yhteensä 23 kappaletta (Liite 5).

Seuraavissa kohdissa on toimittu siten, että kokeellisiksi luokitellut tehtävät on käyty yksitellen läpi kussakin kohdassa ja löydettyt asiat on kirjattu ylös ja taulukoitu. Tämän jälkeen luokitteluvirheiden välttämiseksi ja luotettavuuden parantamiseksi kaikki tehtävät käytiin läpi niin monta kertaa, että virheitä ei enää löytynyt. Näin tehtävät käytiin lopuksi läpi vielä kolme kertaa.

Aluksi tehtäviä luokiteltiin niiden rakenteen mukaan. Jos tehtävä sisälsi muutakin kuin kokeellista kemiaa, se luokiteltiin integroiduksi tehtäväksi. Muuten tehtävä luokiteltiin "puhtaaksi" kokeelliseksi tehtäväksi. Jos tehtävä sisälsi useita osioita (a,b, jne. -kohdat), se luokiteltiin useampia erillisiä kohtia sisältäväksi tehtäväksi. Muuten tehtävä luokiteltiin esseetyyppiseksi tehtäväksi. Tehtävä luokiteltiin avoimeksi, jos sen ratkaisemiseksi oli monenlaisia vaihtoehtoja, eikä tehtävänanto ollut tarkka.

Tehtävien kemian osa-alueen selvittämiseksi määriteltiin kemian eri osa-alueiden kriteerit Laitisen ja Toivosen (1982) mukaan.

Epäorgaaninen kemia: Alkuaineiden sekä niiden yhdisteiden ominaisuuksien tutkiminen.

Orgaaninen kemia: Hiilen vety-yhdisteiden sekä niiden johdannaisten kemia. Hiilen ne yhdisteet, jotka eivät sisällä hiili-hiilisidoksia, kuuluvat lähinnä epäorgaanisen kemian piiriin. Analyttinen kemia: Aineiden koostumuksen ja rakenteen selvittäminen.

Fysikaalinen kemia: Aineiden fysikaalisten ja kemiallisten ominaisuuksien teoreettinen tarkastelu sekä fysikaalisten ominaisuuksien tutkiminen.

Tämän jälkeen luokiteltiin tehtävät niiden sisällön perusteella näihin osa-alueisiin ja tulokset taulukoitiin.

Seuraavaksi selvitettiin, mihin vuoden 1994 lukion opetussuunnitelman kemian kurssiin tehtävät liittyivät. Koska kursseilla käsiteltäviä kemian sisältöjä ei mainita opetussuunnitelmassa yksityiskohtaisesti, määriteltiin kurssien sisällöt sen mukaan, mitä sisältöjä kurssien oppikirjoissa on. Tässä käytettiin hyväksi kahta kirjasarjaa, Katalyyttiä (Kanerva & al., 1995a, 1995b, 1998) ja Kidettä (Kalkku & al., 1993, 1994, 1995, 1996)

Seuraavaksi selvitettiin, mitä kokeellisen kemian menetelmiä tehtävät käsittelivät, minkälaisia tehtäviä niihin oli integroitu sekä mitä muita kokeellisuuteen liittyviä asioita niissä esiintyi. Tämän jälkeen selvitettiin, mitä kemian käsitteitä tehtävissä tarvittiin. Mukaan otettiin sekä ne käsitteet, mitkä mainittiin tehtävänannossa sekä ne, mitkä tarvittiin tehtävän ratkaisussa. Viimeisenä selvitettiin, mitä kemiallisia reaktioita tehtävissä on esiintynyt.

Toisessa osassa koottiin yhteen kokeellisiin tehtäviin liittyvät tilastot, jotka käytiin keräämässä ylioppilastutkintolautakunnan arkistosta. Kaikki tilastotiedot liittyvät varsinaisiin kokelaisiin. Keväiden osalta tilastot ovat vuodesta 1985 vuoteen 2004. Syksyjen osalta tilastot alkavat vasta vuodesta 1996, sillä aiempia tilastoja ei ollut saatavilla. Siten syksyjen 1991 ja 1992 kokeellisten tehtävien tilastot jäivät tarkastelun ulkopuolelle.

Tilastot sisältävät keväiden ja syksyjen osalta:

- tehtäviin vastanneiden lukumäärät (naiset ja miehet erikseen ja kaikki yhteensä),
- tehtäviin vastanneiden osuudet kaikista kemian vastauksista ja kemian vastaajista,
- tehtävien pistekeskiarvot (pakollinen ja ylimääräinen reaalikoe sekä kaikki yhdessä) verrattuna kemian kokeen pistekeskiarvoon,
- tehtävien pistekeskiarvot verrattuna kemian kokeen muiden tehtävien pistekeskiarvoihin,
- tehtävien pistekeskiarvot (naiset ja miehet erikseen, pakollinen ja ylimääräinen koe erikseen) sekä
- tehtävien vastauspistemäärien jakaumat.

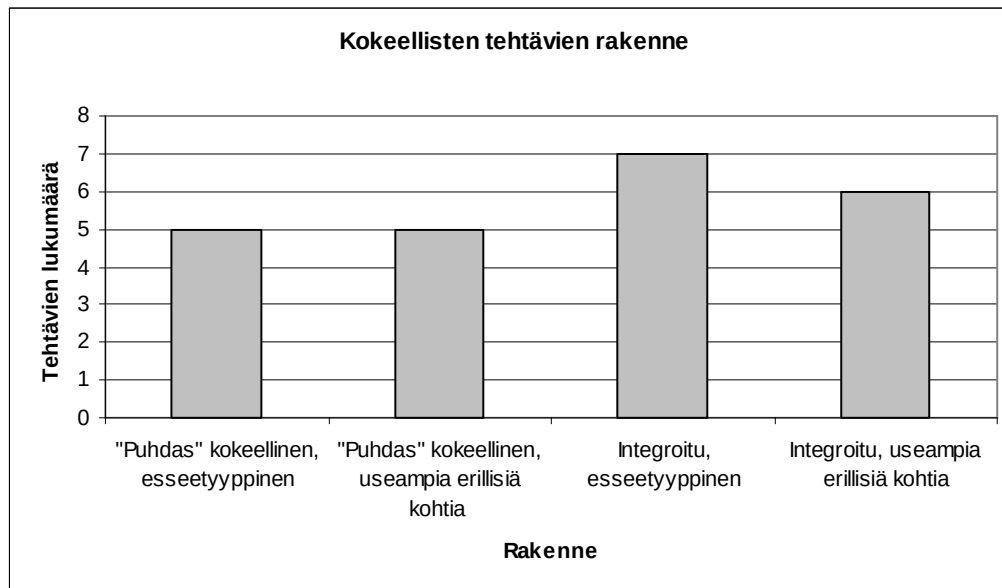
9 Työn tulokset

9.1 Kokeellisten tehtävien rakenne ja aihealueet

Kemian ylioppilaskokeen kokeelliset tehtävät ovat olleet joko kokonaisuudessaan kokeellisia tai niihin on integroitu mm. laskemista ja reaktioyhtälön määrittämistä. Tehtävistä kymmenen on ollut "puhtaasti" kokeellisia ja 13 integroituja. (Liite 3 Taulukko 7)

Tehtävät ovat olleet joko esseetyyppisiä tai useampia erillisiä kysymyksiä tai väitteitä sisältäviä. Tehtävistä 12 on ollut esseetyyppisiä ja 11 useampia erillisiä kohtia sisältäviä. (Liite 3 Taulukko 7)

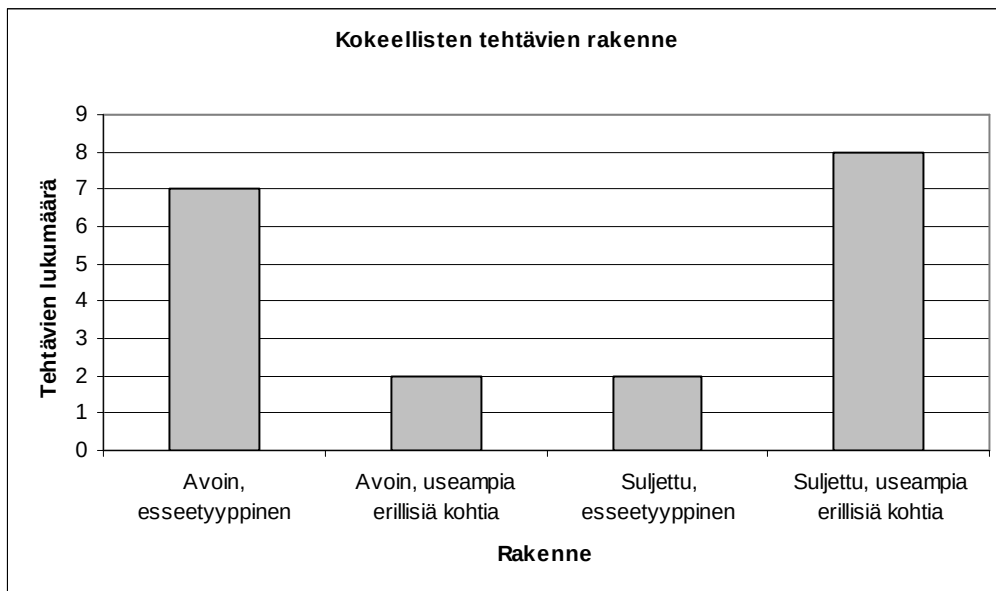
Seitsemän kappaletta tehtävistä oli integroituja, esseetyyppisiä, kuusi kappaletta integroituja, useampia erillisiä kohtia sisältäviä ja "puhtaita" kokeellisia, esseetyyppisiä sekä "puhtaita" kokeellisia, useampia erillisiä kohtia sisältäviä tehtäviä oli molempia viisi kappaletta. (Kuva 10; Liite 3 Taulukko 7)



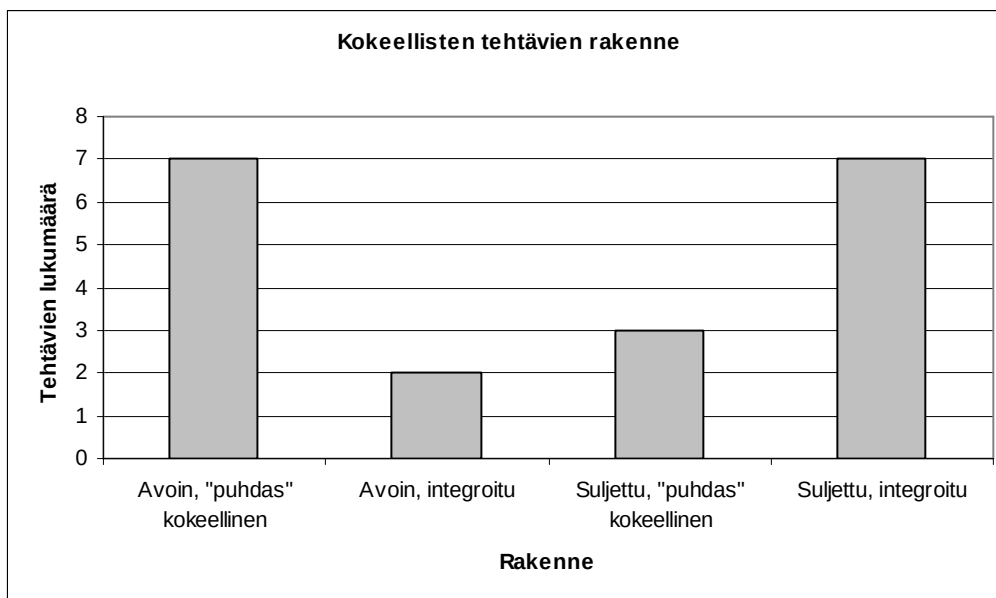
KUVA 10. Kokeellisten tehtävien rakenne kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2005 a.

Tehtävistä yhdeksän kappaletta oli avoimia ja kymmenen kappaletta suljettuja. Neljässä tehtävässä oli sekä avoin että suljettu kohta. Tehtävän ollessa avoin, se oli useammin

esseetyyppinen kuin useampia erillisiä kohtia sisältävä sekä useammin "puhdas" kokeellinen kuin integroitu. Kun tehtävä oli suljettu, se oli yleisemmin useampia erillisiä kohtia sisältävä kuin esseetyyppinen. (Kuvat 11 ja 12; Liite 3 Taulukko 7)

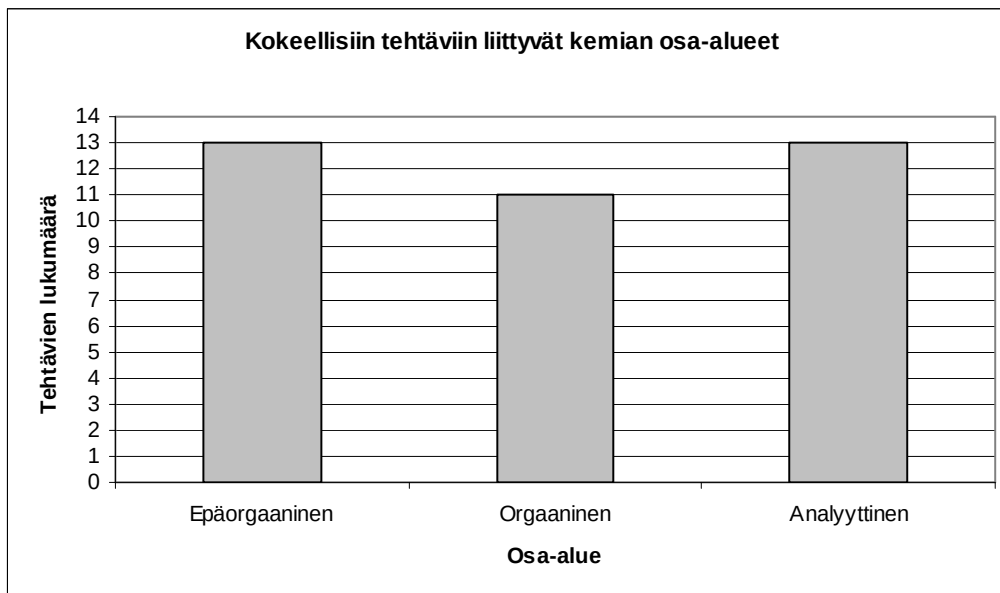


KUVA 11. Kokeellisten tehtävien rakenne kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2005 b.



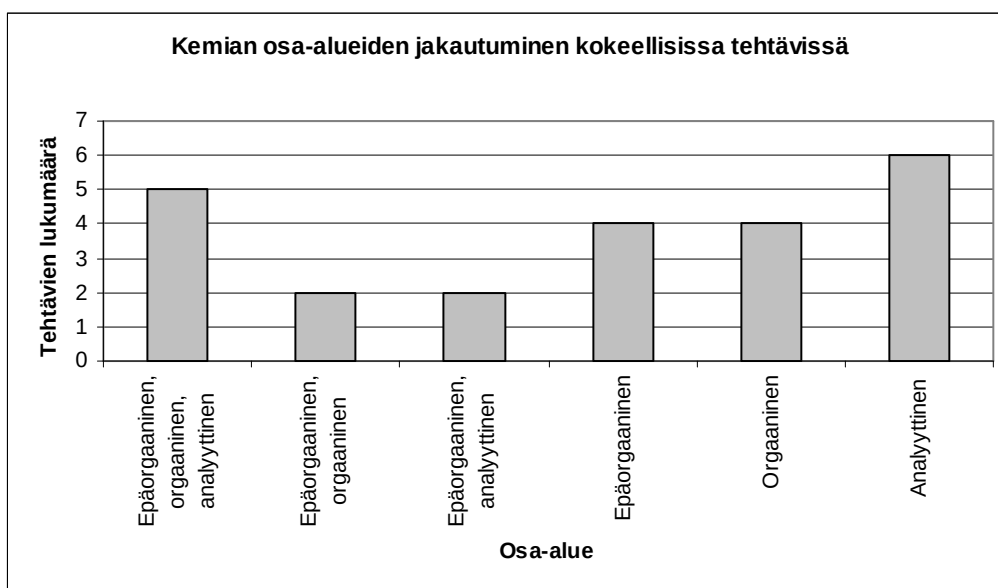
KUVA 12. Kokeellisten tehtävien rakenne kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2005 c.

Tehtävät ovat käsitelleet joko epäorgaanista, orgaanista tai/ja analyttistä kemiaa. Fysikaalista kemiaa käsitteleviä kokeellisia tehtäviä ei ole ollut. Johtuen todennäköisesti siitä, että sen osuus lukion oppimäärästä on lähes olematon. (Kuva 13; Liite 3 Taulukko 8)



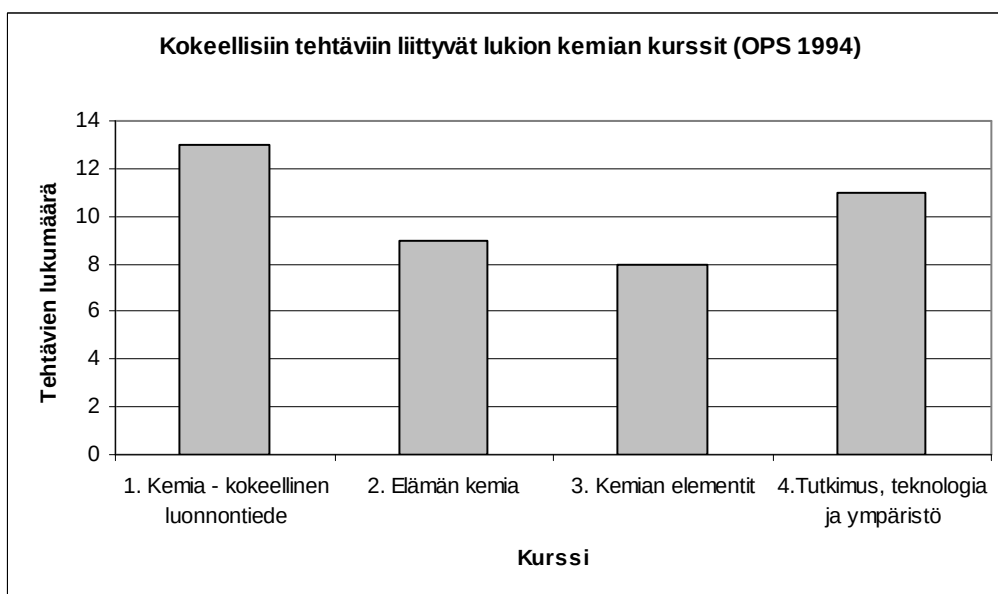
KUVA 13. Kokeellisiin tehtäviin liittyvät kemian osa-alueet kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2005.

Tehtävät käsittelivät yhtä tai useampaa kemian osa-aluetta. Enemmistö tehtävistä käsitteli vain yhtä kemian osa-aluetta. Pelkästään analyttistä kemiaa käsitteleviä tehtäviä oli eniten. Pelkästään epäorgaanista kemiaa käsittelevistä tehtävistä 3 käsitteli sähkökemialla. (Kuva 14; Liite 3 Taulukko 8)



KUVA 14. Kemian osa-alueiden jakautuminen kokeellisissa tehtävissä kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2005.

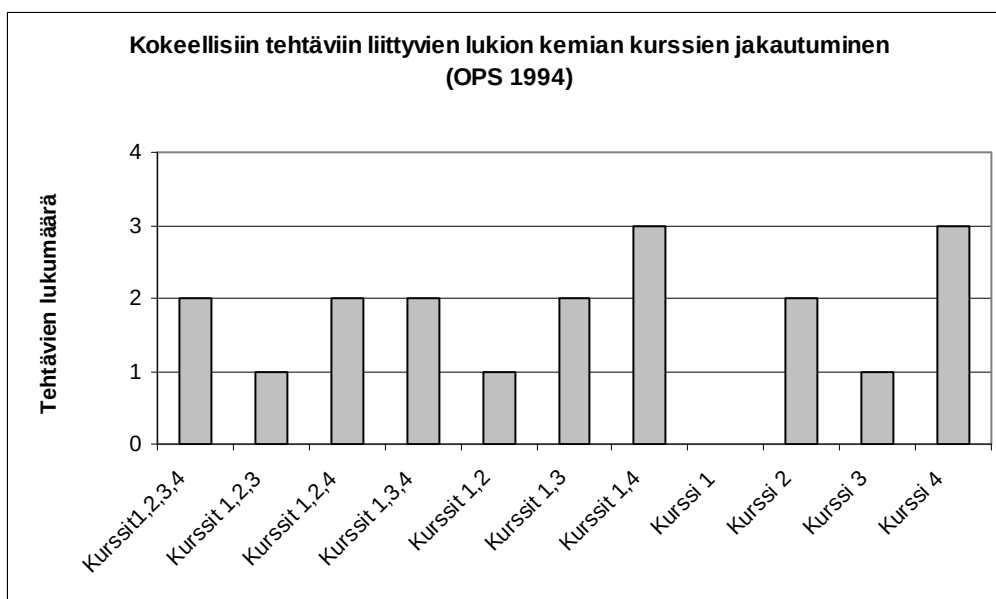
Tehtävät ovat käsitelleet kattavasti vuoden 1994 lukion opetussuunnitelman pakollista ja syventäviä kemian kursseja. Tehtäviä on tässä yhteydessä tarkasteltu vuodesta 1996 eteenpäin, sillä siitä eteenpäin tehtävät ovat olleet vuoden 1994 opetussuunnitelman mukaisia. (Kuva 15; Liite 3 Taulukko 9)



KUVA 15. Kokeellisiin tehtäviin liittyvät lukion kemian kurssit (OPS 1994) kemian

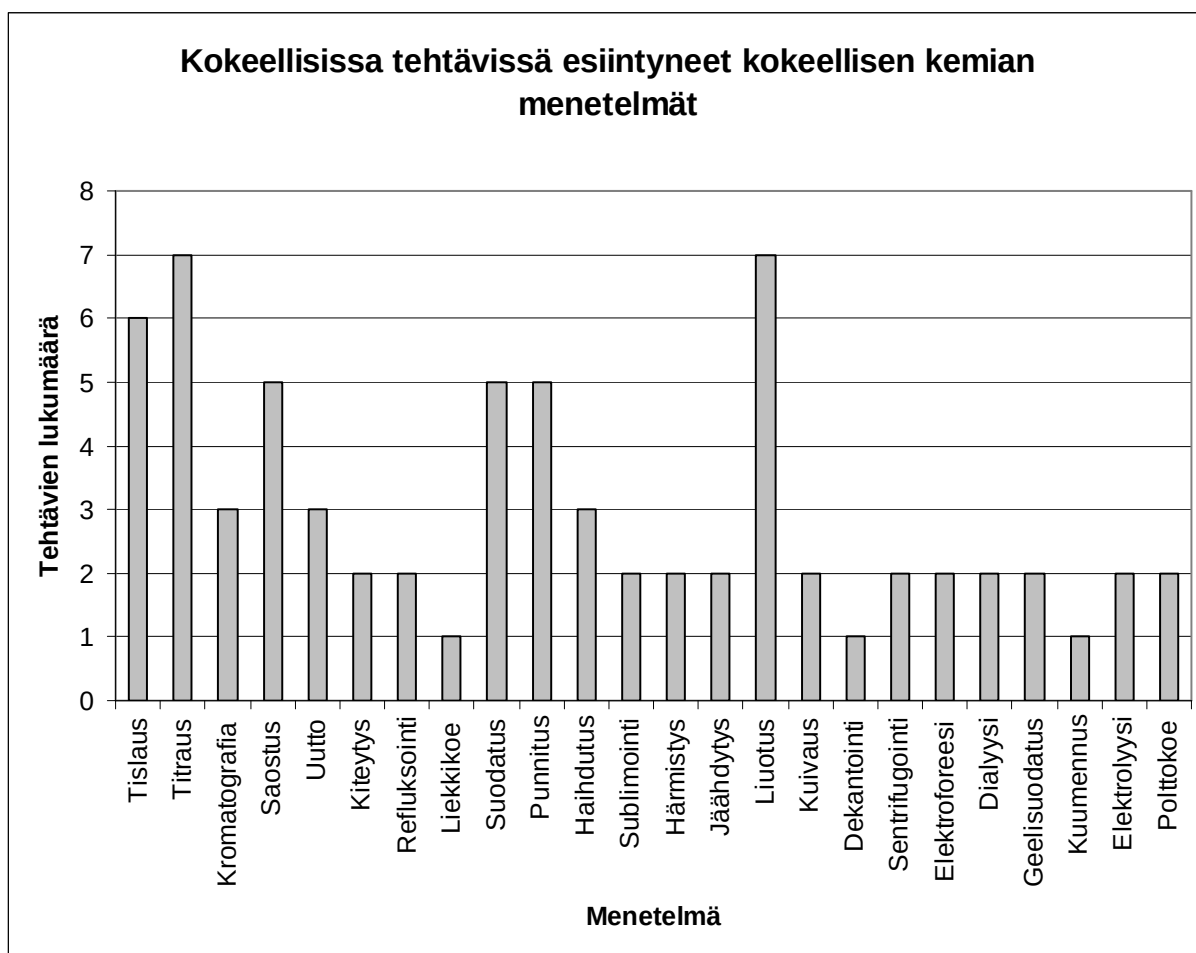
ylioppilaskokeessa vuosina 1996–2005.

Tehtäviin oli usein integroitu monen eri vuoden 1994 opetussuunnitelman lukion kemian kurssin asioita. Tilasto on sikäli harhaanjohtava, että kurssin 1 tietoja ja taitoja ei välttämättä ole tarvittu tehtävän ratkaisemiseksi, jos muiden kurssien asiat ovat olleet kokelaalla hallussa. Näin ollen ainoastaan kurssin 4 tiedoilla ja taidoilla on ollut mahdollista ratkaista kuusi tehtävää. Ainostaan 1. kurssin tiedoilla ja taidoilla ei ole voinut ratkaista yhtään tehtävää. (Kuva 16; Liite 3 Taulukko 9)



KUVA 16. Kokeellisiin tehtäviin liittyvien lukion kemian kurssien jakautuminen (OPS 1994) kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1996–2005.

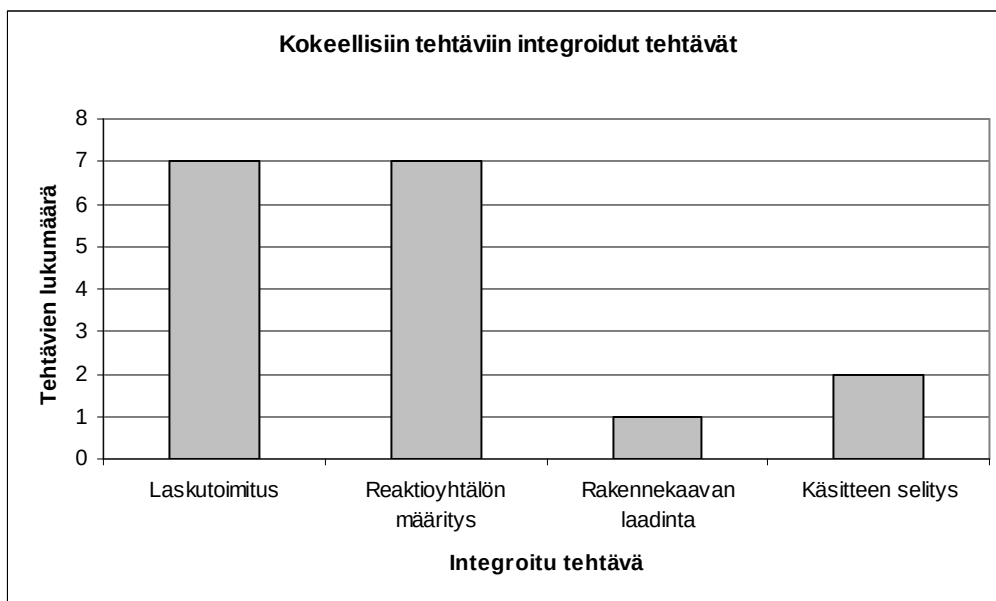
Tehtävät koskivat monia eri kokeellisen kemian menetelmiä. Useimmin kysyttyjä menetelmiä olivat titraus ja liuotus. Monet tehtävät käsittelivät myös tislausta, saostusta, suodatusta ja punnitusta. Tilasto on sikäli harhaanjohtava, että usean tehtävän ratkaisemisessa oli vaihtoehtoisia menetelmiä. Lisäksi toiset tehtävät käsittelivät vain yhtä menetelmää, toisten käsitellessä useita menetelmiä. Tehtävien joukossa oli esimerkiksi pelkästään tislausta tai titrausta käsitteleviä tehtäviä, jolloin näiden menetelmien osuus kasvaa. Toisaalta liuotus, joka esiintyy tehtävissä seitsemän kertaa, ei esiinny ainoassakaan tehtävässä yksin, vaan se on aina vain pieni osa tehtävää. Näin ollen menetelmien, jotka edustavat vain pientä osaa tehtävässä, osuus on todellisuudessa pienempi, kuin mitä tilasto näyttää. (Kuva 17; Liite 3 Taulukko 10)



KUVA 17. Kokeellisissa tehtävissä esiintyneet kokeellisen kemian menetelmät kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2005.

Tehtäviin oli useimmin integroitu laskutoimitus ja/tai reaktioyhtälön määrittäminen. Kolmessa tehtävässä kysyttiin sekä laskutoimitusta että reaktioyhtälön määrittäystä. Yhdessä

tehtävässä kysyttiin laskutoimitusta ja käsitteen selitystä. (Kuva 18; Liite 3 Taulukko 11)



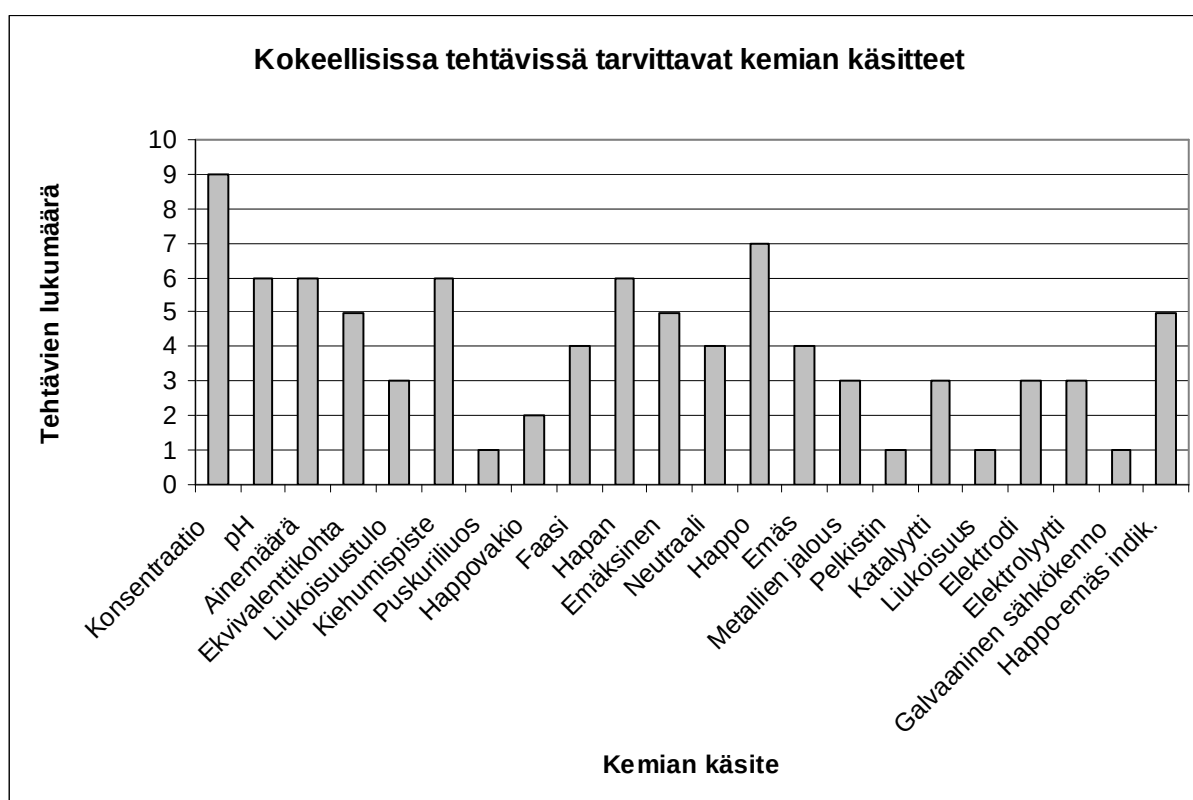
KUVA 18. Kokeellisiin tehtäviin integroidut tehtävät kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2005.

Tehtävät ovat yleisimmin käsitelleet kokeellisen menetelmän suunnittelua ja laitteistojen kuvauksia. Laitteiston piirtäminen vaadittiin kolmessa tehtävässä, mutta tehtävissä, joissa tuli kuvata laitteistoa, olisi piirros ollut toivottava, vaikka sitä ei tehtävänannossa mainittukaan. Työturvallisuuden huomioonottamista vaadittiin kolmessa tehtävässä, tosin vain kahdessa tehtävänannossa. (Kuva 19; Liite 3 Taulukko 12)



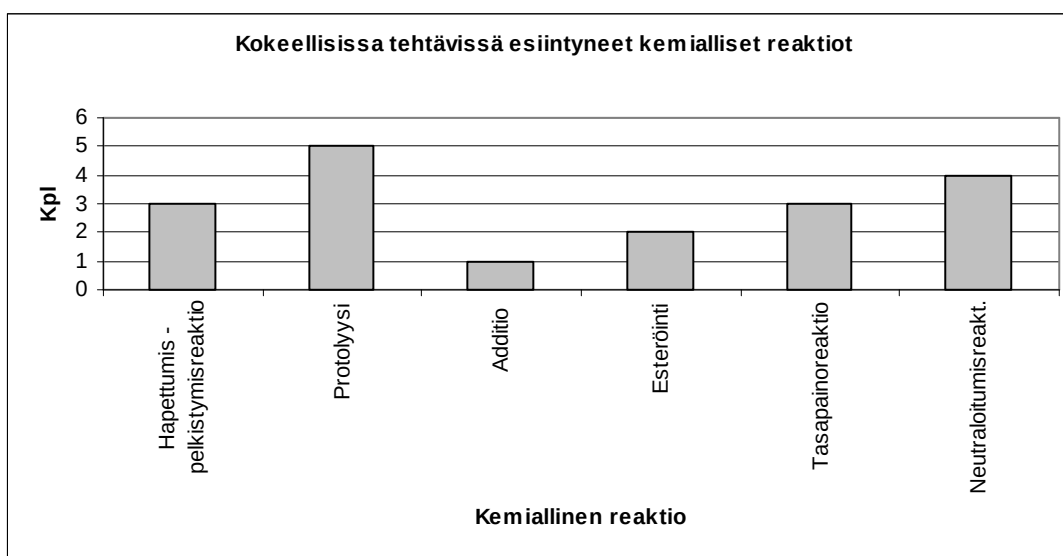
KUVA 19. Kokeellisissa tehtävissä esiintyneet muut kokeellisuuteen liittyvät asiat kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2005.

Tehtävien ratkaisemisessa tarvittiin usean kemian eri käsitteen hallintaa. Koska monet tehtävät käsittelivät titrausta, nousivat siihen liittyvät käsitteet, kuten konsentraatio, happo, emäs, pH, ainemäärä, hapan, emäksinen, happo-emäsindikaattori ja ekvivalenttikohhta useimmin tarvittaviksi käsitteiksi. Galvaaninen sähkökenno, elektrodi ja elektrolyytti liittyivät itsestään selvästi sähkökemian tehtäviin. Faasikäsitettä tarvittiin tehtävissä, jotka käsittelivät uuttoa tai kromatografiaa. Tehtävissä, joihin oli integroitu laskutoimitus, tarvittiin konsentraation, pH:n, ainemäärän, liukoisuuden ja/tai liukoisuustulon käsitettä. Tislausta koskeissa tehtävissä tarvittiin kiehumispistekäsitettä. (Kuva 20; Liite 3 Taulukko 13)



KUVA 20. Kokeellisissa tehtävissä tarvittavat kemian käsitteet kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2005.

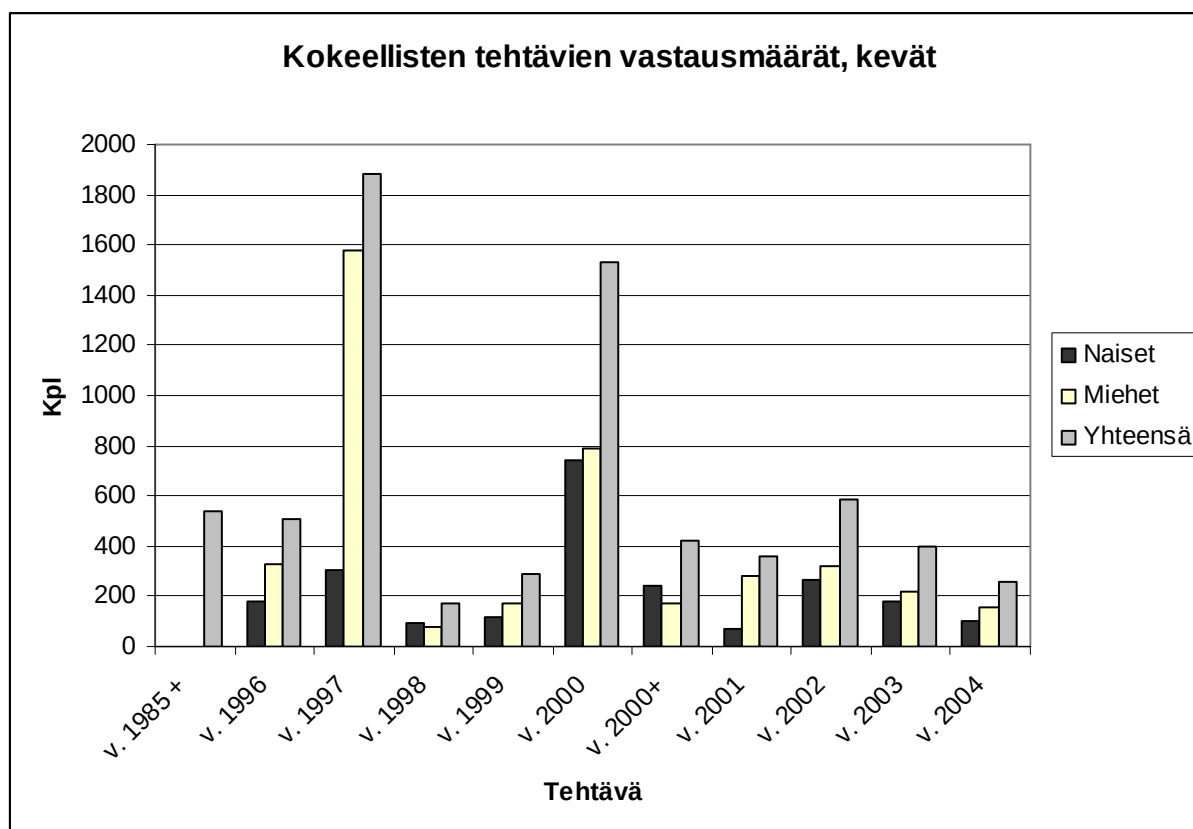
Tehtävistä 10 liittyi johonkin kemialliseen reaktioon. Näistä seitsemän liittyi happo-emäsreaktioihin: viisi protolyysiin ja neljä neutraloitumisreaktioon. 3 tehtävässä oli kyse tasapainoreaktiosta, esteröinnistä ja hapettumis-pelkistymisreaktiosta oli kyse 2 tehtävässä ja yksi tehtävä käsitteli additiota. Protolyysin ja neutraloitumisreaktion osuus oli suurin titraukseen liittyvien tehtävien suuresta määrästä johtuen. (Kuva 21; Liite 3 Taulukko 14)



KUVA 21. Kokeellisissa tehtävissä esiintyneet kemialliset reaktiot kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2005.

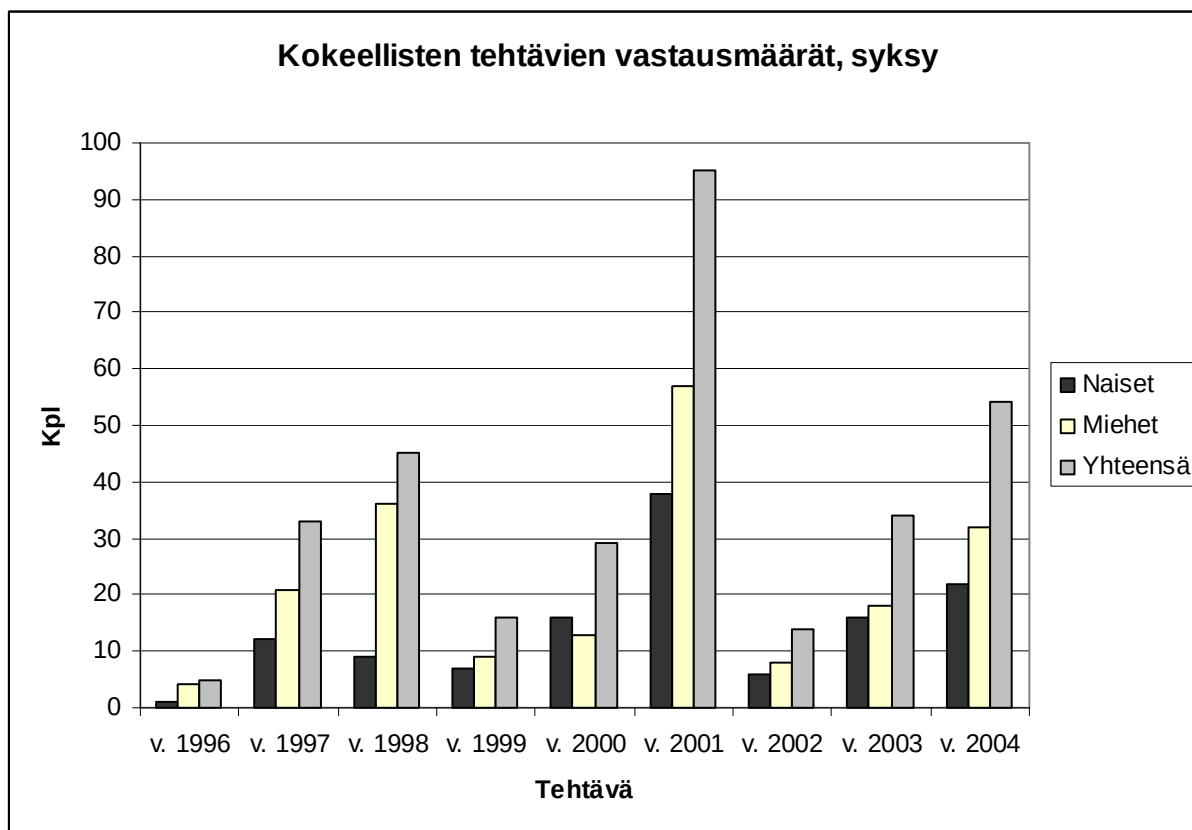
9.2 Kokeellisten tehtävien vastausmäärät - ja tasot

Kokeellisiin tehtäviin vastanneiden varsinaisten kokelaiden lukumäärä on vaihdellut kevään 1998 175 vastaajan ja kevään 1997 ennätyslukeman, 1883 vastaajan välillä. Keväitä 1997 ja 2000 lukuun ottamatta vastausmäärät ovat jääneet vuosittain alle 600:n. Miehitä on saatu keväitä 1998 ja 2000 (jokeritehtävä) lukuun ottamatta enemmän vastauksia kuin naisilta. (Kuva 22a.; Liite 4; taulukko 15a)



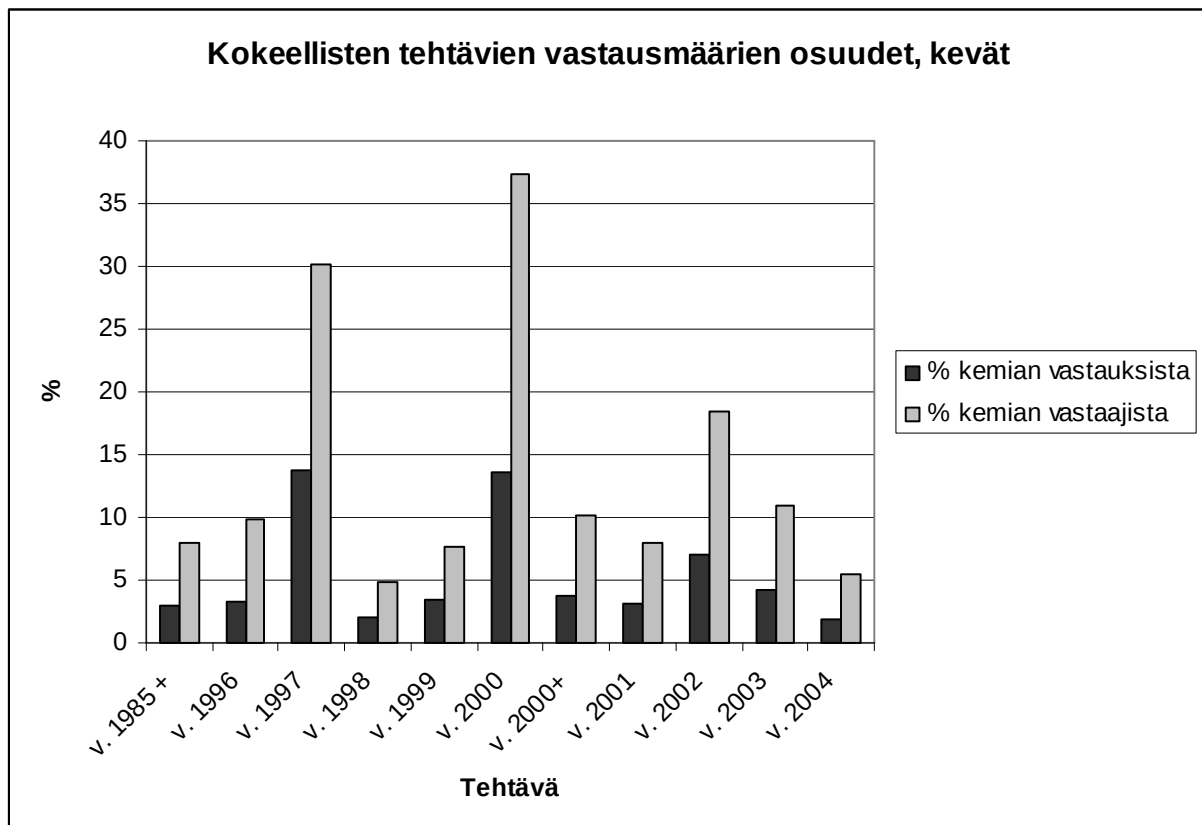
KUVA 22a. Kemian kokeellisten tehtävien vastausmäärät kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2004.

Syksyjen osalta kokeellisiin tehtäviin vastanneiden varsinaisten kokelaiden lukumäärä on vaihdellut 5-95 vastaajan välillä. Miehiltä on saatu syksyä 2000 lukuun ottamatta enemmän vastauksia kuin naisilta. (Kuva 22b: Liite 4, taulukko 15b)



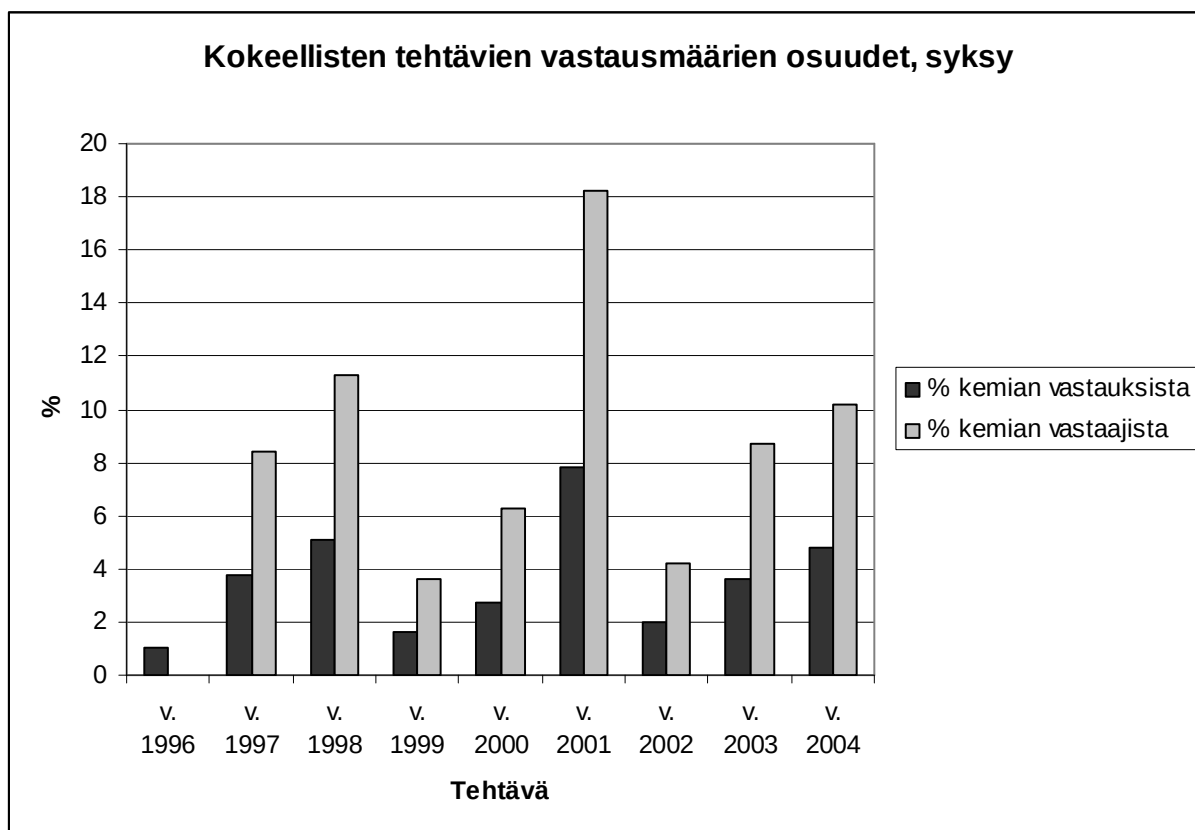
KUVA 22b. Kemian kokeellisten tehtävien vastausmäärät syksyn ylioppilaskokeessa vuosina 1996–2004.

Kokeellisten tehtävien vastausmäärien osuudet kaikista kemian vastauksista ovat vaihdelleet kevään 2004 1,4 prosentin ja kevään 1997 13,7 prosentin välillä. Tehtävään vastanneiden osuus kaikista kemian vastaajista on vaihdellut kevään 1998 4,8 prosentin ja kevään 2000 37,4 prosentin välillä. (Kuva 23a; Liite 4, taulukko 15a)



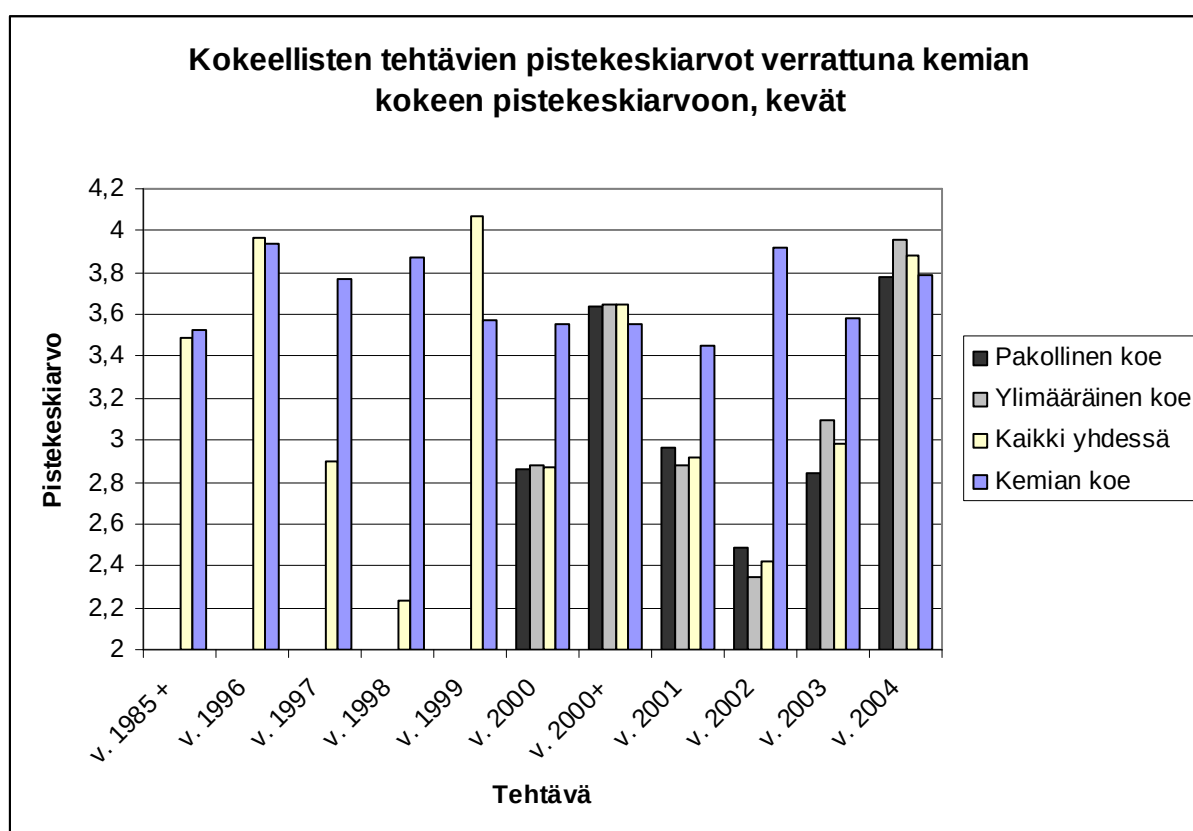
KUVA 23a. Kemian kokeellisten tehtävien vastausmäärien osuus kaikista kemian vastauksista ja kemian vastaajista kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2004.

Syksyjen osalta kokeellisten tehtävien vastausmäärien osuudet kaikista kemian vastauksista ovat vaihdelleet syksyn 1996 1,0 prosentin ja syksyn 2001 7,8 prosentin välillä. Tehtävään vastanneiden osuus kaikista kemian vastaajista on vaihdellut syksyn 1999 3,6 prosentin ja syksyn 2001 18,2 prosentin välillä. (Kuva 23b; Liite 4, taulukko 15b)



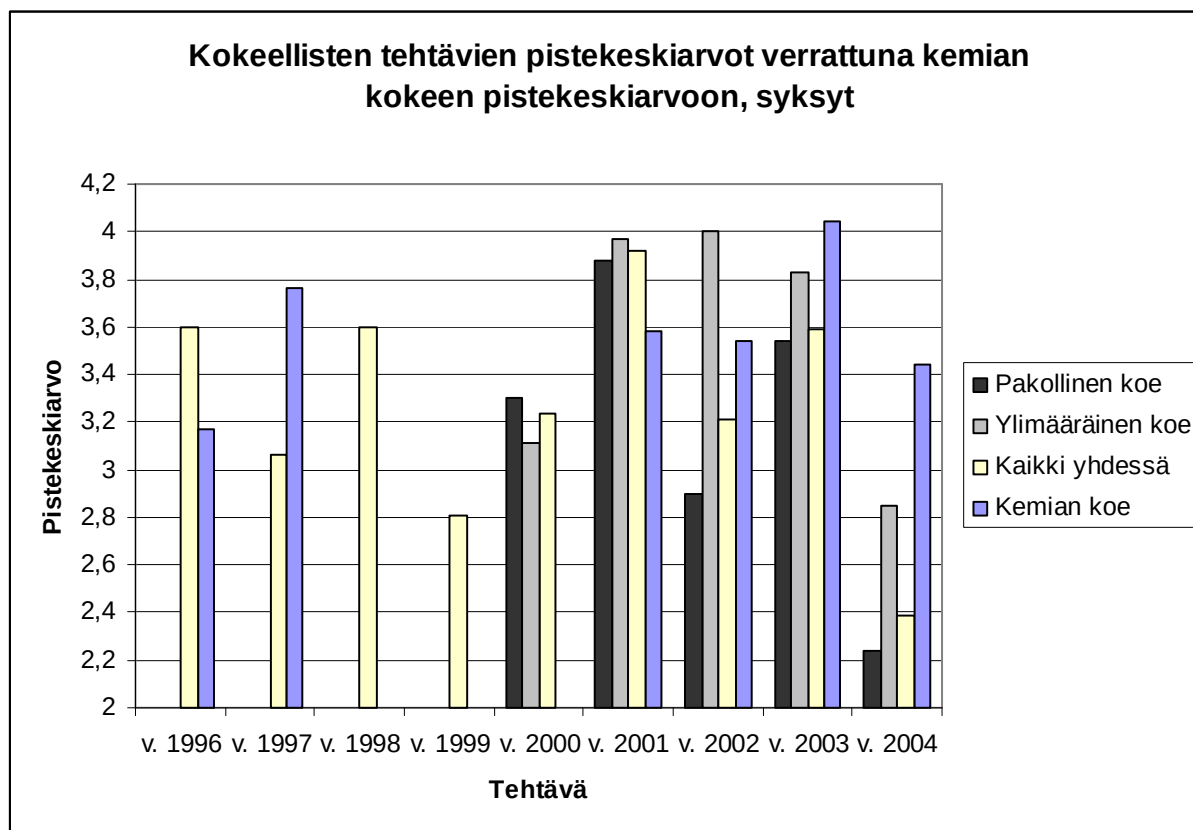
KUVA 23b. Kemian kokeellisten tehtävien vastausmäärien osuus kaikista kemian vastauksista ja kemian vastaajista syksyn ylioppilaskokeessa vuosina 1996–2004.

Kokeellisen tehtävän pistekeskiarvo on ollut neljänä keväänä korkeampi ja seitsemänä keväänä matalampi kuin kemian kokeen pistekeskiarvo. Suurin ero pistekeskiarvoissa oli keväällä 1998, jolloin kemian kokeen pistekeskiarvo oli 1,64 prosenttiyksikköä parempi kuin kokeellisen tehtävän pistekeskiarvo. Pakollisen reaalikokeen kirjoittaneiden kokeellisen tehtävän pistekeskiarvo on ollut kahtena keväänä (2001 ja 2002) korkeampi ja neljänä keväänä (2000, 2003 ja 2004) matalampi kuin ylimääräisen reaalikokeen kirjoittaneiden pistekeskiarvo. Ennen vuotta 2000 ei ole tilastoitu pakollisen ja ylimääräisen kokeen suoritusten eroja yksittäisten reaalikokeen tehtävien osalta. (Kuva 24a; Liite 4, taulukko 16a)



KUVA 24a. Kokeellisten tehtävien pistekeskiarvot verrattuna kemian kokeen pistekeskiarvoon kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2004.

Syksyjen osalta kokeellisen tehtävän pistekeskiarvo on ollut neljästi matalampi ja kahtena vuonna korkeampi kuin kemian kokeen keskiarvo. Tarkastelusta puuttuvat syksyjen 1998, 1999 ja 2000 kemian kokeen pistekeskiarvot. (Kuva 24b; Liite 4, taulukko 16b)

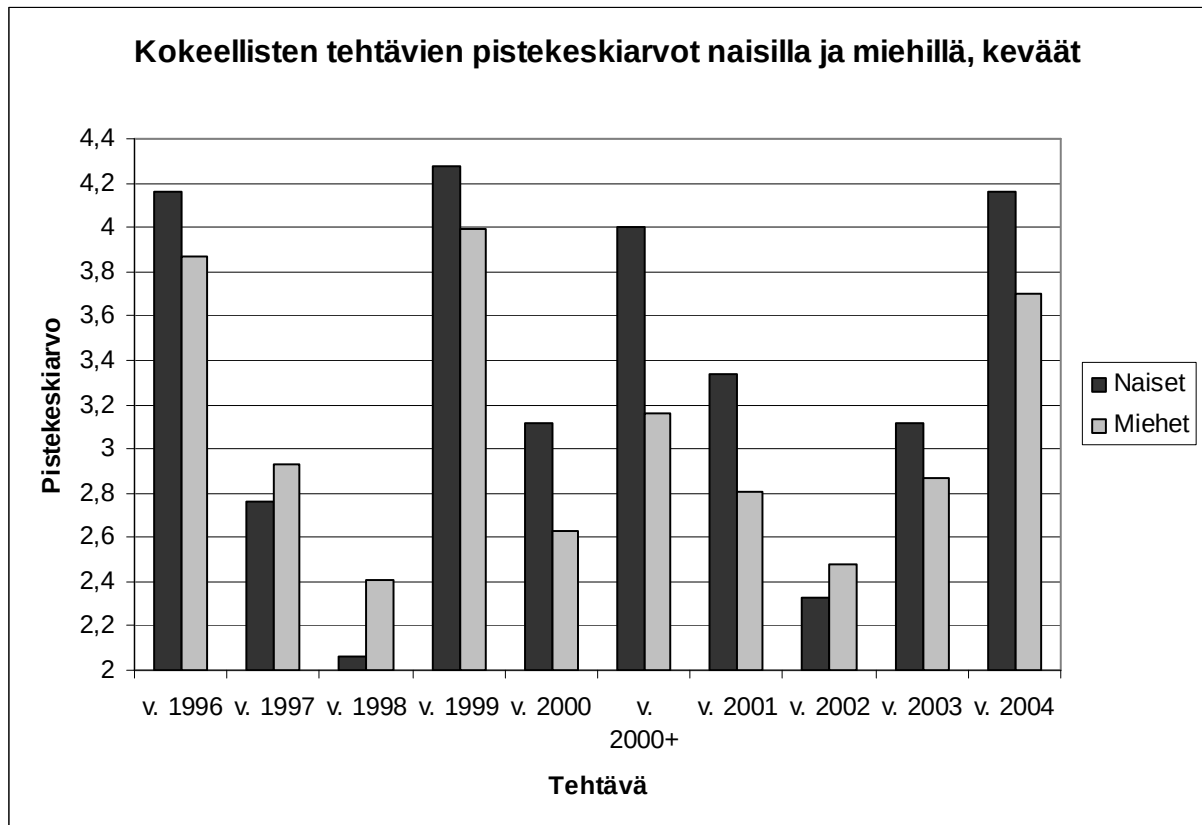


KUVA 24b. Kokeellisten tehtävien pistekeskiarvot verrattuna kemian kokeen pistekeskiarvoon syksyn ylioppilaskokeessa vuosina 1996–2004.

Kokeellisen tehtävän pistekeskiarvo on ollut viitenä keväänä kemian sarjan matalin. Kevään 2001 pistekeskiarvo 4,07 oli kemian sarjan normaaleista tehtävistä korkein; vain kyseisen vuoden jokeritehtävän pistekeskiarvo oli korkeampi. (Liite 4 Taulukko 17a)

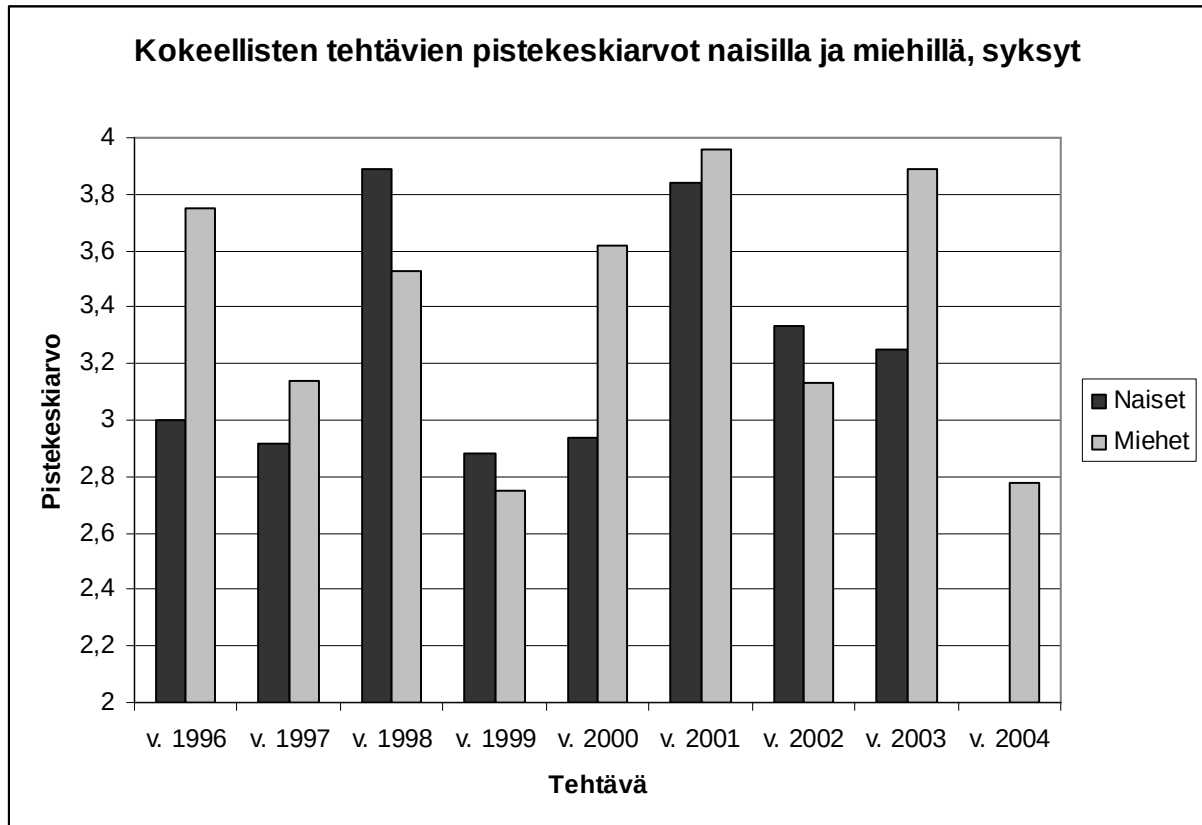
Syksyjen osalta kokeellisen tehtävän pistekeskiarvo on ollut kemian sarjan matalin kerran, vuonna 2004 (Liite 4 Taulukko 17b).

Keväästä 1996 lähtien naisten kokeellisten tehtävien pistekeskiarvo on ollut seitsemän kertaa korkeampi ja kaksi kertaa matalampi kuin miesten. (Kuva 25a; Liite 4, taulukko 18a)



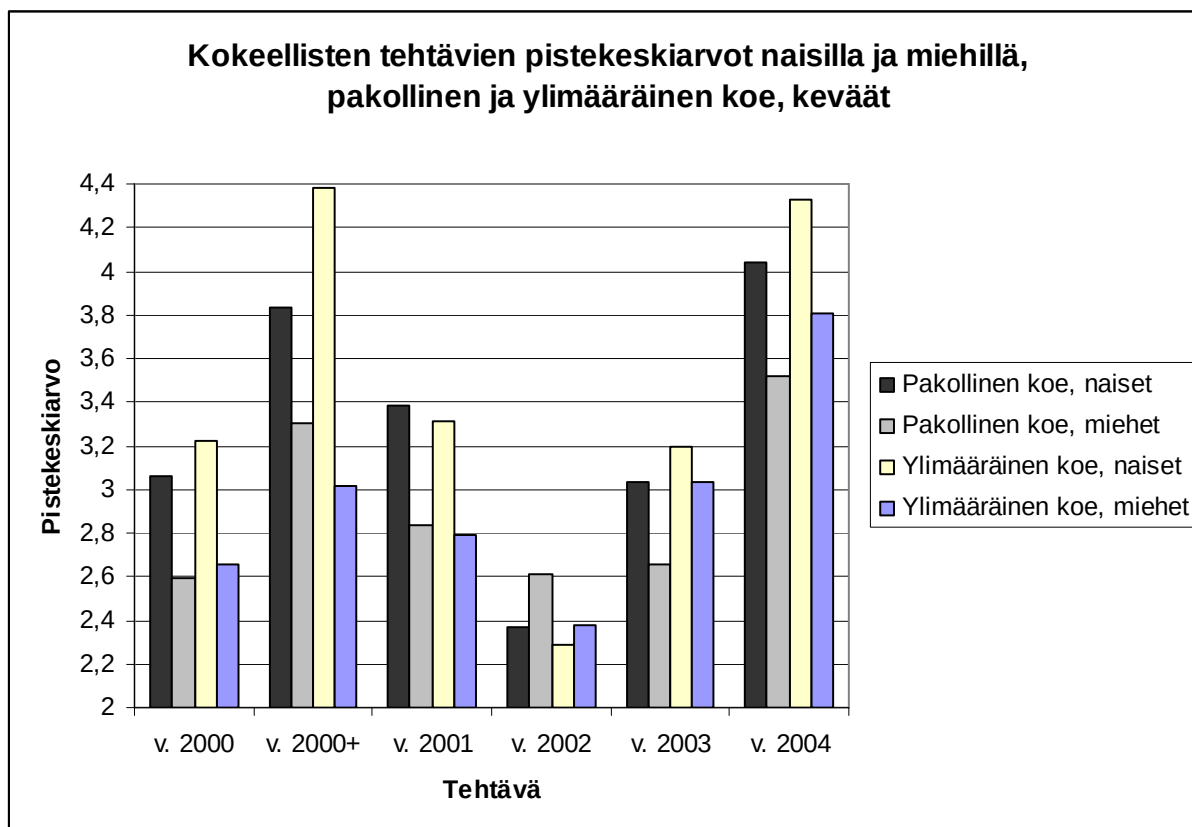
KUVA 25a. Kemian kokeellisten tehtävien pistekeskiarvot naisilla ja miehillä kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1996–2004.

Syksystä 1996 lähtien naisten kokeellisten tehtävien pistekeskiarvo on ollut kaksi kertaa korkeampi ja kuusi kertaa matalampi kuin miesten. (Kuva 25b; Liite 4, taulukko 18b)



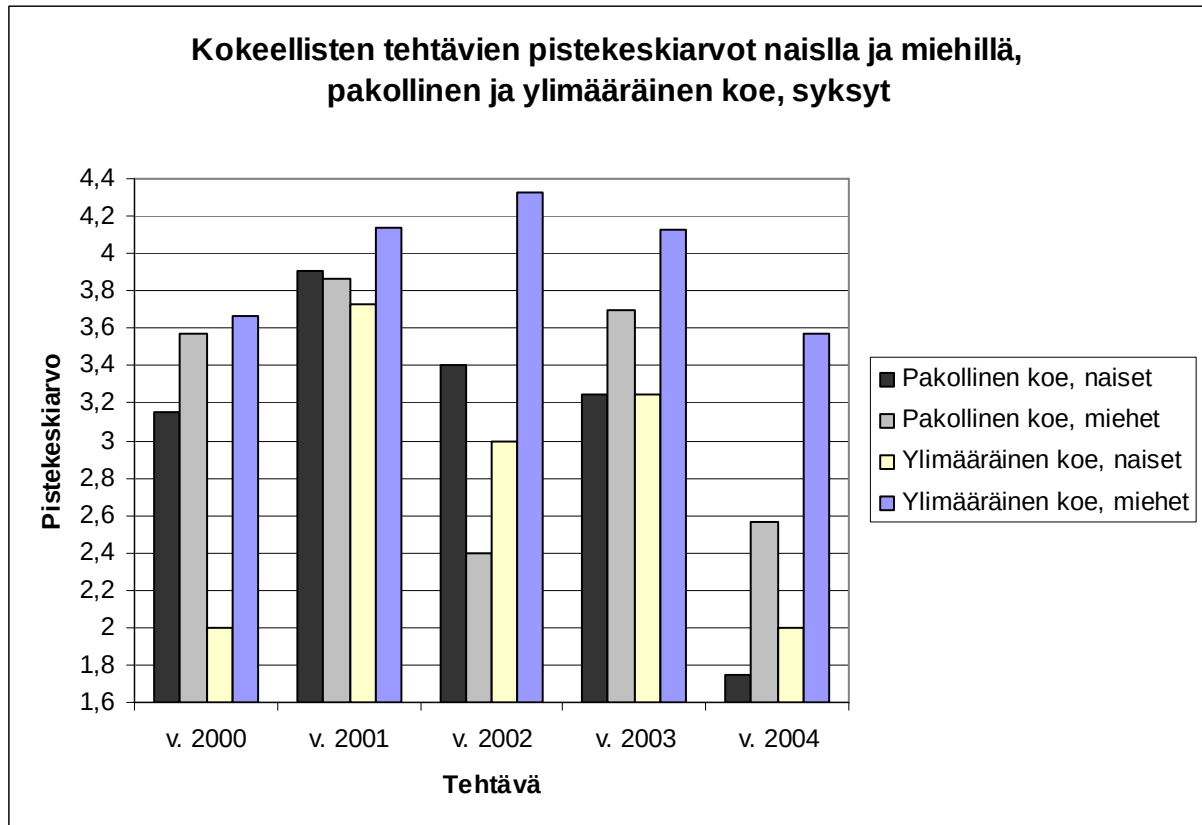
KUVA 25b. Kemian kokeellisten tehtävien pistekeskiarvot naisilla ja miehillä syksyn ylioppilaskokeessa vuosina 1996–2004.

Vuodesta 2000 ylimääräisen reaalikokeen kirjoittaneiden naisten kokeellisen tehtävän pistekeskiarvo on ollut yhtä kevättä lukuun ottamatta korkeampi kuin pakollisen kokeen kirjoittaneiden naisten pistekeskiarvo. Miesten kohdalla ylimääräisen reaalikokeen kirjoittaneiden pistekeskiarvo on ollut kolme kertaa korkeampi ja kolme kertaa matalampi kuin pakollisen kokeen kirjoittaneiden pistekeskiarvo. (Kuva 26a; Liite 4 Taulukko 18a)



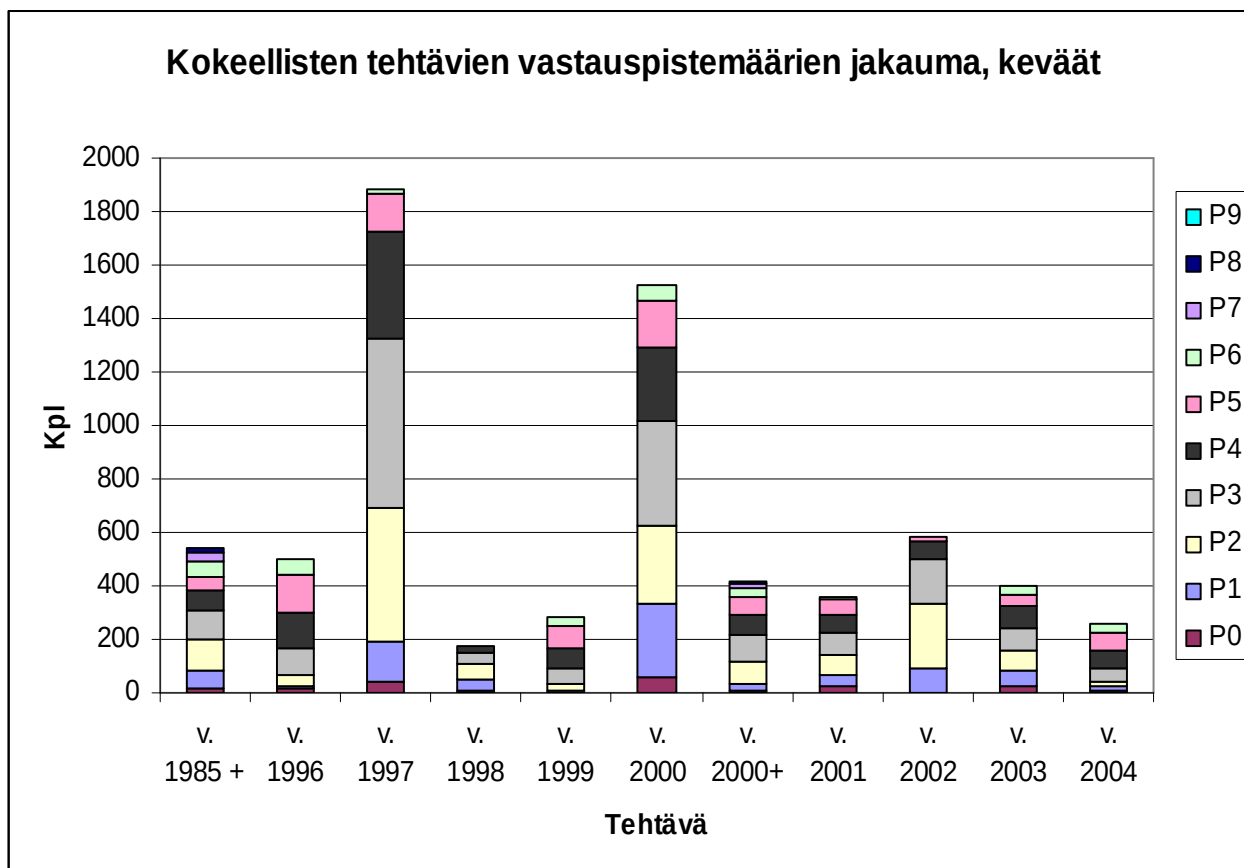
KUVA 26a. Kemian kokeellisten tehtävien pistekeskiarvot naisilla ja miehillä, pakollinen ja ylimääräinen koe, kevään ylioppilaskokeessa vuosina 2000–2004.

Syksyisin ylimääräisen reaalikokeen kirjoittaneiden naisten kokeellisen tehtävän pistekeskiarvo on ollut kolme kertaa korkeampi, kerran matalampi ja kerran yhtä suuri kuin pakollisen kokeen kirjoittaneiden naisten pistekeskiarvo. Miesten kohdalla ylimääräisen reaalikokeen kirjoittaneiden pistekeskiarvo on ollut kaikkina kertoina korkeampi kuin pakollisen kokeen kirjoittaneiden. (Kuva 26b; Liite 4 Taulukko 18b)

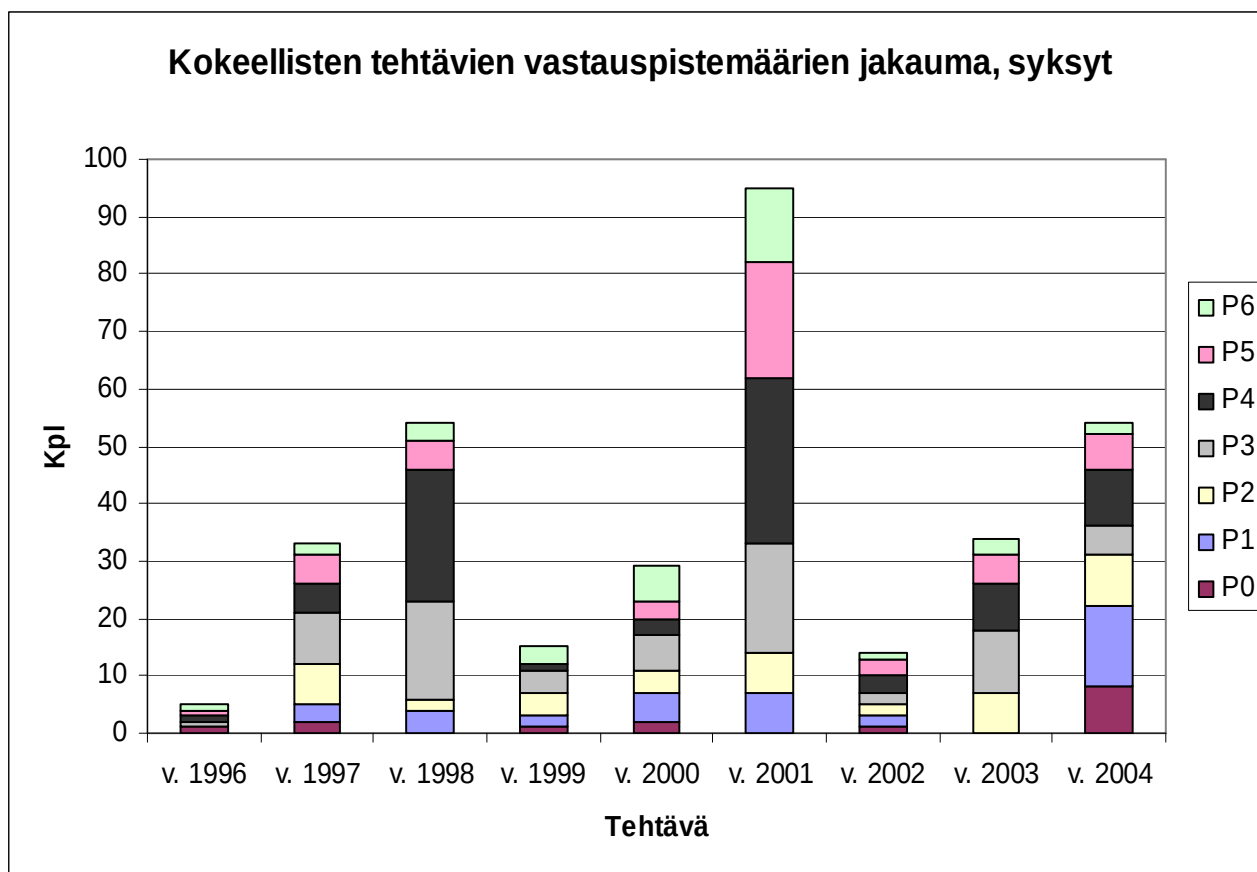


KUVA 26b. Kemian kokeellisten tehtävien pistekeskiarvot naisilla ja miehillä, pakollinen ja ylimääräinen koe, syksyn ylioppilaskokeessa vuosina 2000–2004.

Kokeellisten tehtävien vastauspistemäärät jakautuvat siten, että 2, 3 ja 4 ovat useimmin saavutettuja pistemääriä. Keväisin on kirjoitettu vähiten nollan pisteen ja eniten kolmen pisteen vastauksia. Vuonna 1998 kuuden pisteen vastauksia ei kirjoitettu yhtään kappaletta. Kokeellisesta jokeritehtävästä kirjoitettiin vuonna 1985 kaksi ja vuonna 2000 yksi yhdeksän pisteen vastaus. (Kuva 27a, b; Liite 4 Taulukko 19a, b)



KUVA 27A. Kemian kokeellisten tehtävien vastauspistemäärien jakauma kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2004.



KUVA 27B. Kemian kokeellisten tehtävien vastauspistemäärien jakauma syksyn ylioppilaskokeessa vuosina 1996–2004.

10 Johtopäätökset ja pohdintaa

Koska kemian ylioppilaskokeessa on ollut vuosien 1985–2004 aikana 23 kokeelliseksi luokiteltua tehtävää, on ymmärrettävää, että niiden rakenne on vaihdellut "puhtaasta" kokeellisesta integroituun, esseetyyppisestä useampia erillisiä kohtia sisältävään ja avoimesta suljettuun tehtävään. Tehtävät ovat käsitelleet joko epäorgaanista, orgaanista tai/ja analyttistä kemiaa. Fysikaalista kemiaa käsitteleviä kokeellisia tehtäviä ei ole ollut johtuen todennäköisesti siitä, että sen osuus lukion oppimäärästä on lähes olematon.

Pelkästään analyttistä kemiaa käsitteleviä tehtäviä oli eniten ja useimmin kysytty kokeellinen menetelmä oli titraus. Titraukseen liittyvät käsitteet, kuten konsentraatio, happo, emäs, pH, ainemäärä, hapan, emäksinen, happo-emäsindikaattori ja ekvivalenttikohda nousivat useimmin tarvittaviksi käsitteiksi. Tästä voidaan päätellä, että vuoden 1994 opetussuunnitelman mukaisen kurssin *Tutkimus, teknologia ja ympäristö oppisisältöjä* on tarvittu eniten kokeellisten tehtävien ratkaisemisessa.

Tilastojen osalta käsitellään tässä vain kevään kirjoitusten tuloksia, sillä syksyisin vastaajamäärät ovat olleet niin pieniä, että niillä ei ole tilastollista merkitsevyyttä. Kokeellisten tehtävien pistekeskiarvot ovat olleet useammin korkeampia ylimääräisen reaalikokeen kirjoittajilla. Tehtäviin on saatu miehiltä naisia enemmän vastauksia. Naisten kokeellisten tehtävien pistekeskiarvot ovat olleet useammin miesten keskiarvoja korkeampia. Nämä tulokset noudattelevat koko kemian kokeen vastaavia tuloksia (vrt. luku 6.2.1).

Miehet ovat saavuttaneet paremman pistekeskiarvon keväiden 1997 ja 1998 kokeellisista tehtävistä. Kevään 1997 tehtävä käsitteli tislausta ja kevään 1998 tehtävä etyyliasetatiin valmistusta. Tislaustehtävä on voinut saada parempia vastauksia miehiltä siksi, että moni heistä on mahdollisesti tutustunut tislaukseen lähemmin ja osannut kertoa sen yhdestä käytännön sovelluksesta, pontikan tislauksesta.

Etukäteen oli tiedossa, että kokeellisiin tehtäviin on saatu vuosittain niukasti vastauksia. Työssä selvitettiin asiaa tarkemmin. Tehtävien vastausmäärien osuudet kaikista kemian vastauksista ovat vaihdelleet 1,4 prosentin ja 13,7 prosentin välillä. Tehtävään vastanneiden osuus kaikista kemian vastaajista on vaihdellut 4,8 prosentin ja 37,4 prosentin välillä. Luvut ovat varsin matalia, kun niitä verrataan kemian tehtävien pieneen

määrään. Selvästi eniten vastauksia ovat keränneet keväiden 1997 ja 2000 tehtävät. Kevään 1997 tehtävä käsitteli tislausta, johon voidaan olettaa monen nuoren miehen vastanneen edellä mainitusta syystä. Kevään 2000 tehtävä käsitteli titrauskäyrän tulkintaa, johon monen kokelaan on oletettavasti ollut helppo lähteä vastaamaan siksi, että tehtävän on voinut ratkaista pelkällä teoretiedolla. Toisaalta, mitä enemmän vastauksia tehtäviin on saatu, sitä matalammaksi on pistekeskiarvo jäänyt.

Miksi kokeellisiin tehtäviin ei sitten saada enempää vastauksia? Yksi luonnollinen syy lienee se, että kokelailla ei ole aikaisemmin ollut tai on ollut liian vähän vastaavanlaisia tehtäviä kemian opetuksen yhteydessä. Monet lukion kemianopiskelijat ovat tottuneet suljettuihin tehtäviin. Laskemista, rakennekaavojen piirtämistä ja käsitteiden määrittelyä harjoitellaan oppitunneilla paljon. Jos kokeellinen tehtävä tulee ensimmäistä kertaa vastaan ylioppilaskirjoituksissa, ei ole ihme, ettei siihen uskalleta tarttua kiinni. Ei tiedetä, mitä vastauksessa vaaditaan, jotta saavutettaisiin hyvä pistemäärä. Kokeelliseen tehtävään voi olla myös vaikea lähteä vastaamaan, jos kemian tunneilla ei ole käytetty kokeellisia työtapoja. Laitteistot ja kemikaalit ovat tällöin tuntemattomia ja niiden tunteminen on kirjatiedon varassa. Syynä kokeellisiin tehtäviin vastaamattomuuteen lienee myös se, että kemian kokeessa on ollut seitsemän tehtävää ja yksi jokeritehtävä. Valinnanvaraa on löytynyt, sillä vain harva opiskelija on vastannut pelkästään kemian tehtäviin.

Kemian ylioppilaskokeen kokeellisissa tehtävissä on myös se ongelma, että kokelaat eivät ole tasavertaisessa asemassa niihin vastatessaan. Eri kouluissa mahdollisuudet kokeellisuuteen perustuvan opetuksen toteuttamiseksi vaihtelevat suuresti. Kaikki kemian opettajat eivät ole tyytyväisiä koulunsa tilojen ja välineiden tarjoamiin mahdollisuuksiin ottaa kokeellisuus mukaan kemian opetukseen. Vaihtelevien resurssien lisäksi myös kemian opettajien erilaiset koulutustaustat ja opetusmenetelmien valinta ovat vaikuttamassa siihen, minkä verran opetuksessa käytetään kokeellisia työtapoja ja minkä laatuista tämä kokeellinen opetus on. Parhaassa asemassa kokeellisen tehtävän kannalta ovat ne opiskelijat, joiden lukioissa on hyvät puitteet kokeellisuuteen perustuvaan opetukseen ja joissa tätä mahdollisuutta myös käytetään hyväksi ammattitaitoisen opettajan johdolla.

Keväällä 2006 otetaan käyttöön ainereaaali. Kemian kokeessa tulee olemaan kaksitoista tehtävää, joista kokelaan tulee vastata korkeintaan kahdeksaan. Kemian tehtävät laaditaan lukion opetussuunnitelman perusteissa määriteltyjen pakollisen ja syventävien kurssien sisältöjen ja tavoitteiden pohjalta. Syksyllä 2005 voimaan tulevassa lukion kemian opetussuunnitelmassa kokeellisuus näkyy yhtenä huomattavana osa-alueena. Kemian kokeessa tulee siten olemaan mukana tavallisesti myös avoin kokeellinen tehtävä. Kokelaalla tulee edelleen olemaan valinnanvaraa tehtävien valinnassa, joten hän saattaa jatkossakin jättää vastaamatta kokeelliseen tehtävään.

Jotta kemiaan vastaavien ylioppilaskokelaiden tasa-arvo säilyisi, olisi jokaisessa lukiossa oltava perusvälineet - ja tilat kokeellisuuden harjoittamiseen. Lisäksi kaikkien kemian opettajien tulisi ottaa kokeellisuus mukaan opetukseen. Vaihtoehtona on kokeellisen tehtävän kehittäminen yhä enemmän sellaiseen suuntaan, että siihen vastaaminen ei vaatisi omaa kokemusta työn konkreettisesta suorittamisesta.

Monet lukion opiskelijat eivät ole tottuneet vastaamaan kemian kurssikokeissaan kokeellisiin tehtäviin. Kurssikokeisiin voisi siten ottaa mukaan myös kokeellisen tehtävän ja niitä voitaisiin harjoitella myös oppitunneilla. Syksyllä 2005 voimaan tulevan opetussuunnitelman myötä lukioon saadaan yksi syventävä kurssi lisää. Muutoksen odotetaan tuovan kemian tunneille lisää kokeellisuutta. Tämän voidaan olettaa nostavan opiskelijoiden valmiutta vastata kokeellisiin tehtäviin.

Suurin osa tutkimustuloksista puoltaa kokeellista opetusta, mutta vastakkaisia tuloksia on myös saatu. Tärkeimmäksi oppimista edistäväksi tekijäksi kokeellisessa opetuksessa näyttää nousevan se, minkälaista kokeellinen opetus on. Pelkkä kokeellinen työskentely ilman selkeitä tavoitteita ja opettajan taitavaa ohjausta saattaa olla peräti ajanhukkaa.

Lähteet

Aebli, H. 1982. Opetuksen perusmuodot. (Suomentaja Lehtinen Erno 1990). Juva: WSOY. 1991

Ahtineva, A. 2004. Laboratory Assessment in Chemistry Education. Teoksessa Laine, A., Lavonen, J. & Meisalo, V. (eds.) Current Research on Mathematics and Science Education. Proceedings of the XXI annual symposium of the Finnish Association of Mathematics and Science Education Research. Department of Applied Sciences of Education. University of Helsinki. Research Raport 253. Helsinki: Yliopistopaino. 2004, 251-264

Aksela, M. & Juvonen, R. 1999. Kemian opetus tänään - tutkimus. Opetushallitus. Moniste 27/99. Kemian teollisuus ry. Helsinki: Edita Oy. Marraskuu 1999

Anon. 1981. Lukion kurssimuotoinen oppimäärä ja oppimääräsuunnitelma Fysiikka Kemia 1981. Kouluhallitus. Valtion painatuskeskus. 1981

Anon. 1994a. Opetussuunnitelman perusteet 1994. Opetushallitus. Painatuskeskus. 1994

Anon. 1994b. Ylioppilastutkintoasetus, 13. § 1000/1994
www.ylioppilastutkinto.fi/maaraykset/ohjeet/yleisohje_1.html (31.5.2005)

Anon. 1998a. Lukiolaki, 18. § 629/1998.
www.ylioppilastutkinto.fi/maaraykset/ainekohtaiset/reaalikoe.html (3.6.2005)

Anon. 1998b. Lumaprojekti tiedottaa 1. Matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen kehittämishanke 1996-2002. Opetushallitus. Moniste 6/1998. Helsinki: Hakapaino Oy. Tammikuu 1998

Anon. 1999. Lumaprojekti tiedottaa 5. Indikaattorit 2. Matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen kehittämishanke 1996-2002. Opetushallitus. Moniste 23/1999. Helsinki: Edita Oyj. Lokakuu 1999

Anon. 2000. Lumaprojekti tiedottaa 6. Indikaattorit 3. Matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen kehittämishanke 1996-2002. Opetushallitus. Moniste 21/2000. Helsinki: Edita

Oyj. 2000

Anon. 2001a. Perusopetuksen tuntijako. Valtioneuvoston asetus perusopetuslaissa tarkoitetun opetuksen valtakunnallisista tavoitteista ja perusopetuksen tuntijaosta 1435/2001. www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2001/20011435

Anon. 2001b. Reaalikokeen kehittämistyöryhmän muistio. Ylioppilastutkintolautakunta. www.minedu.fi/julkaisut/julkaisusarjat/reaalikoe/reaalikoe.pdf (29.6.2005)

Anon. 2002a. Lukioskoulutuksen tuntijako. Opetusministeriö. www.minedu.fi/opm/koulutus/ (10.6.2005)

Anon. 2002b. Lumaprojekti tiedottaa 7. Indikaattorit 4. Matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen kehittämishanke 1996-2002. Opetushallitus. Moniste 1/2002. Helsinki: Edita Oyj. 2002

Anon. 2003a. Lukion opetussuunnitelman perusteet 2003. Opetushallitus. www.edu.fi/julkaisut/maaraykset/ops/lops_uusi.pdf (10.6.2005)

Anon. 2003b. Lumaprojekti tiedottaa 8. Indikaattorit 5. Matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen kehittämishanke 1996-2002. Opetushallitus. Moniste 3/2003.

Anon. 2004a. Lumaprojekti tiedottaa 9. Indikaattorit 6. Matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen kehittämisohjelma vuonna 2003. Opetushallitus. Helsinki. 2004

Anon. 2004b. OECD:n PISA 2003-tutkimus. Opetusministeriö. www.minedu.fi/opm/koulutus/yleisivistava/pisa/tuloksia2003.html (21.6.2005)

Anon. 2004c. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004. Opetushallitus. www.oph.fi/info/ops/ (10.6.2004)

Anon. 2005a. LUMA-ohjelma. Opetushallitus. www.oph.fi/SubPage.asp?path=1,443,6717 (21.6.2005)

Anon. 2005b. Ylioppilastutkintolautakunta. www.ylioppilastutkinto.fi/ylioppilastutkinto/150/ (3.6.2005)

- Anon. 2005c. Ylioppilastutkintolautakunta.
www.ylioppilastutkinto.fi/ylioppilastutkinto/uudyt/ (3.6.2005)
- Anon. 2005d. Ylioppilastutkintolautakunta.
www.ylioppilastutkinto.fi/maaraykset/ainekohtaiset/reaalikoe.html (3.6.2005)
- Anon. 2005e. Ylioppilastutkintolautakunta.
www.ylioppilastutkinto.fi/maaraykset/ohjeet/yleisohje_1.html (6.6.2005)
- Anon. 2005f. Ylioppilastutkintolautakunta. Reaalikokeen tilastot 1985-2004.
- Aroluoma, I. 2001. LUMA-talkoot opetuskäytänteiden muuttajana 1996-99. "Tunnilla ei tympäse". *Dimensio* 65 (6)
- Aroluoma, I. 2003. LUMA-hankkeen päätösseminaari. Talkoiden tulokset. *Dimensio* 67 (2), 12-20
- Campbell, B., Kaunda, L., Allie, S., Buffler, A. & Lubben, F. 2000. The Communication of Laboratory Investigations by University Entrants. *Journal of Research in Science Teaching* 37 (8), 839-853
- Deese, C., Ramsey, L.L, Walczyk, J. & Eddy, D. 2000. Using Demonstration Assessments to Improve Learning. *Journal of Chemical Education* 77 (11), 1511-1516
- DeMeo, S. 2001. Teaching Chemical Technique. A Review of the Literature. *Journal of Chemical Education* 78 (3), 373-378
- Erätuuli, M. & Meisalo, V. 1985. Fysiikan ja kemian oppilastöiden evaluaatio II: Luonnontutkimustehtävät fysiikan ja kemian kokeissa. Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 35. Helsinki: Yliopistopaino. 1985
- Erätuuli, M. & Meisalo, V. 1991. Luonnontutkimustehtävien analyysi fysiikan ja kemian opetuksen tavoitteiden näkökulmasta. Teorian jatkokehittelyä ja peruskoulun oppilaiden saamien tulosten analyysi. Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 93. Helsinki: Yliopistopaino. 1991
- Erätuuli, M. & Meisalo, V. 1994. Evaluaation peruskysymyksiä luonnontieteissä.

Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 132. Helsinki: Yliopistopaino. 1994.

Hakkarainen, O. 2000. Demonstraatioiden järjestyksen vaikutus oppimiseen. *Dimensio* 64 (4), 34-37

Halkka, K. 2003. Oppimistulosten kansallinen arviointi. Lukion fysiikka ja kemia. *Dimensio* 67 (5), 26-28

Hart, C., Mulhall, P., Berry, A., Loughran, J. & Gunstone, R. 2000. What is the Purpose of this Experiment? Or Can Students Learn Something from Doing Experiments? *Journal of Research in Science Teaching* 37 (7), 655-675

Hawkes, S. J. 2004. Chemistry Is Not a Laboratory Science. *Journal of Chemical Education* 81 (9), 1257

Hegarty-Hazel, E. 1990. The Student Laboratory and the Science Curriculum: An Overview. Teoksessa Hegarty-Hazel, E. (toim.) *The Student Laboratory and the Science Curriculum*. Lontoo: Routledge. 1990, 16

Hietamäki, A. 2003. Opetusministeriön LUMA-loppuraportti. *Dimensio* 67 (2), 14-18

Hofstein, A. Shore, R. & Kipnis, M. 2004. Providing High School Chemistry Students with Opportunities to Develop Learning Skills in An Inquiry-type Laboratory: a Case Study. *International Journal of Science Education* 26 (1), 47-62

Johnstone, A. H. 1991. Why Is Science Difficult to Learn? Things Are Seldom What They Seem. *Journal of Computer Assisted Learning* 7 (2), 78

Kalkku, I., Kalmi, H. & Korvenranta, J. 1993. Kide 1. Lukion kemia. 3. painos. Keuruu: Kustannusosakeyhtiö Otavan painolaitokset. 1996

Kalkku, I., Kalmi, H. & Korvenranta, J. 1994. Kide 2. Lukion kemia. 1. painos. Keuruu: Kustannusosakeyhtiö Otavan painolaitokset. 1994

Kalkku, I., Kalmi, H. & Korvenranta, J. 1995. Kide 3. Lukion kemia. 1.-2. painos.

Keuruu: Kustannusosakeyhtiö Otavan painolaitokset. 1996

Kalkku, I., Kalmi, H. & Korvenranta, J. 1996. Kide 4. Lukion kemia. 1.-2.painos. Keuruu: Kustannusosakeyhtiö Otavan painolaitokset. 1997

Kanari, Z. & Millar, R. 2004. Reasoning from Data: How Students Collect and Interpret data in Science Investigations. *Journal of Research in Science Teaching* 41 (7), 748-769

Kanerva, K., Karkela, L. & Valste, J. 1995a. Katalyytti. Epäorgaaninen kemia. 1.-2. painos. Porvoo: WSOY. 1997

Kanerva, K., Karkela, L. & Valste, J. 1995b. Katalyytti. Orgaaninen kemia. 1.-2. painos. Porvoo: WSOY. 1997

Kanerva, K., Karkela, L. & Valste, J. 1998. Katalyytti. Peruskurssi.5.-6. painos. Porvoo: WSOY. 1999

Karjalainen, M. Kemian yo-kokeen kokeelliset tehtävät
www.student oulu.fi/~mirjak/yo/index.html (19.7.2005)

Karkela, L. & Montonen, M. 1994. OPS-94. Kokeellisen kemian arkipäivää. *Dimensio* 58 (3), 20-21

Koppinen, M., Korpinen, E. & Pollari, J. 1994. Arviointi oppimisen tukena. Opetus 2000-sarja. Juva: WSOY. 1994

Kyyrönen, L. 1996. Demonstroiva kemian opettaja ja tietoa konstruoiva oppilas - kohtaavatko he toisensa? *Dimensio* 60 (2), 18-21

Kyyrönen, L. 1999. Demonstraation ja sokraattisen dialogin yhdistäminen lukion kemian opetuksessa. Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 199. Helsinki: Hakapaino. 1999 (Väitöskirjatyö)

Laitinen, R. & Toivonen, J. 1982. Yleinen ja epäorgaaninen kemia. Otatieto 477. 11. korjattu jatkopainos. Hämeenlinna: Karisto Oy. 1997

Lampiselkä, J. 2004. Uudentyyppinen demonstraatio-opetus tehostaa oppimista.

Dimensio 68 (2), 46-47

Lavonen, J. 1996. Fysiikan opetuksen kokeellisuus ja mittausautomaatio. Fysiikan laitos. Helsingin yliopisto. Helsinki: Oy Edita Ab. 1996 (Väitöskirjatyö)

Lavonen, J., Byman, R., Meisalo, V., Koponen, I. & Saloranta, S. 2003. Teaching and Studying Physics and Chemistry in Upper Secondary Schools: a Survey of the Students Perspective in Finland. Teoksessa Haapasalo, L. & Sormunen, K. (eds.) Towards Meaningful Mathematics and Science Education. Proceedings on the IXX Symposium of the Finnish Mathematics and Science Education Research Association. University of Joensuu. Bulletins of the Faculty of Education. N:o 86. Joensuu: Joensuun yliopistopaino. 2003, 162-183

Lavonen, J., Byman, R., Uitto, A. & Meisalo, V. 2005. Oppilaiden ja opettajien odotukset peruskoulussa. Fysiikan ja kemian opetuksen työtavat. Dimensio 69 (1), 22-24

Lavonen, J. & Erätuuli, M. (toim.) 1998. Tuulta purjeisiin matemaattisten aineiden opetus 2000-luvulle. Opetus 2000 sarja. Juva: WSOY, 106-123

Lavonen, J. & Meisalo, V. 1997. Arvioinnin monipuolistaminen fysiikassa ja kemiassa. Osa 1. Dimensio 61 (6), 4-9

Lavonen, J. & Meisalo, V. 1998. Arvioinnin monipuolistaminen fysiikassa ja kemiassa. Osa 2. Dimensio 62 (1), 16-26

Lavonen, J. Meisalo, V. & al. Kokeellisuuden työtavat.
www.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/kokeel/ (2.6.2005)

Levävaara, H. 1994. Tutkimuksellisuus luonnontieteiden opiskelussa. Dimensio 4/1997, 22-25

Meisalo, V. & Erätuuli, M. 1985. Fysiikan ja kemian didaktiikka. Helsinki: Otava. 1985

Meisalo, V. & Lavonen, J. 1994. Fysiikka ja kemia opetussuunnitelmassa. Helsinki: Opetushallitus. 1994

Meyer, L. S., Schmidt, S., Nozava, F. & Panee, D. 2003. Using Demonstrations To

Promonte Student Comprehension in Chemistry. *Journal of Chemical Education* 80 (4), 431-434

Millar, R. 2004. The Role of Practical Work in the Teaching and Learning of Science. The University of York. Department on Educational Studies. Paper prepared for the Meeting: High School Science Laboratories: Role and Vision. National Academy of Sciences, Washington, DC. 3-4 June 2000

Monteyne, K. & Cracolice, M. S. 2004. What's Wrong with Cookbooks ? A Reply to Ault. *Journal of Chemical Education* 81 (11), 1559-1560

Mäkitie, O. 1986. Kevään 1986 reaalin kemian kokeen arvostelun perusteista. *Dimensio* 50 (8), 48-50

Ojala, S. & Ojala, P. 2000. Matemaattis-luonnontieteellisten aineiden ongelmista. *Dimensio* 64 (3), 43-48

O'Neill, D. K. & Polman, J. L. 2004. Why Educate "Little Scientists?" Examining the Potential of Practice-Based Scientific Literacy. *Journal of Research in Science Education* 41 (3), 234-266

Parviainen, P. 2002. Peruskoulun uusi tuntijako. *Dimensio* 66 (2), 8-10

Pohjakallio, M. & Vornamo, H. 2003. Yhteistyö ja aika edellytyksenä. Kemian uuden oppimis- ja opetuskulttuurin juurtuminen. *Dimensio* 67 (3), 17-19

Puukari, S. 1995. Videot opetuksessa. *Dimensio* 5/95, 24-28

Pyysalo, M. 2005. Kemian opetuksen kokeellisuus ja ylioppilaskokeen kokeelliset tehtävät lukion kemian opettajien kokemina. Soveltavan kasvatustieteen laitos. Helsingin yliopisto. Ainedidaktiikan proseminaaritutkielma. 2005

Rasp, S. L. 1998. Toward More Performance Evaluation in Chemistry. *Journal of Chemical Education* 75 (1), 64-66

Reiner, M. & Gilbert, J. K. 2004. The Symbiotic Roles of Empirical Experimentation and Thought Experimentation in the Learning of Physics. *International Journal of Science*

Education 26 (15), 1819-1834

Reinikainen, P. 2003. Uusi reaaliaineen koe. Dimensio 67 (4), 18-20

Saari, H. & Viiri, J. 1999. Oppilastyöt ja oppiminen. Soppakoulua vai luonnontieteiden oppimista? Dimensio 63 (2), 38-40

Saarinen, H. 1987. Kevään 1987 ylioppilaskirjoitusten kemian koe. Dimensio 51 (8), 58-59

Saarinen, H. 1988. Kevään 1988 ylioppilaskirjoitusten kemian koe. Dimensio 52 (8), 38-41

Saarinen, H. 1989. Kevään 1989 ylioppilaskirjoitusten kemian koe. Dimensio 53 (8), 24-28

Saarinen, H. 1990. Kevään 1990 ylioppilaskirjoitusten kemian koe. Dimensio 54 (8), 22-26

Saarinen, H. 1991. Kevään 1991 ylioppilaskirjoitusten kemian koe. Dimensio 55 (8), 26-30

Saarinen, H. 1992. Kevään 1992 ylioppilaskirjoitusten kemian koe. Dimensio 56 (9), 10-14

Saarinen, H. 1994a. Kevään 1993 ylioppilaskirjoitusten kemian koe. Dimensio 58 (1), 20-23

Saarinen, H. 1994b. Kevään 1994 ylioppilaskirjoitusten kemian koe. Dimensio 58 (5), 38-44

Saarinen, H. 1995. Kevään 1995 ylioppilaskirjoitusten kemian koe. Dimensio 59 (6), 16-23

Saarinen, H. 1996. Kemian kouluopetus ja sen kehittäminen. Dimensio 60 (4), 18-21

Saarinen, H. 1997a. Kemian ylioppilastehtävät ratkaisuihin. Matemaattisten aineiden opettajien liitto MAOL ry:n julkaisusarjaa 10/1997. MFKA-Kustannus Oy. 6. painos.

Joutsa: Nettopaino Oy. 1997

Saarinen, H. 1997b. Kevään 1996 ylioppilaskirjoitusten kemian koe. Dimensio 61 (2), 16-22

Saarinen, H. 1997c. Kevään 1997 ylioppilaskirjoitusten kemian koe. Dimensio 61 (6), 60-64

Saarinen, H. 1998. Kevään 1998 ylioppilaskirjoitusten kemian koe. Dimensio 62 (6), 50-56

Saarinen, H. 1999. Kevään 1999 ylioppilaskirjoitusten kemian koe. Dimensio 63 (6), 33-39

Saarinen, H. 2000. Kevään 2000 ylioppilaskirjoitusten kemian koe. Dimensio 64 (5), 24-30

Saarinen, H. 2001. Kevään 2001 ylioppilaskirjoitusten kemian koe. Dimensio 65 (6), 27-32

Saarinen, H. 2002a. Kevään 2002 ylioppilaskirjoitusten kemian koe. Dimensio 66 (6), 34-43

Saarinen, H. 2002b. Ylioppilaskirjoitusten reaalikoe keväällä 2002. Dimensio 66 (6), 30-31

Saarinen, H. 2003a. Kevään 2003 ylioppilaskirjoitusten kemian koe. Dimensio 67 (6), 40-42

Saarinen, H. 2003b. Kevään 2003 ylioppilaskirjoitusten reaalikoe. Dimensio 67 (6), 38-40

Saarinen, H. 2004a. Kevään 2004 ylioppilaskirjoitusten reaalikoe. Dimensio 68 (6), 28-32

Saarinen, H. 2004b. Kevään 2004 ylioppilaskirjoitusten kemian koe. Dimensio 68 (6), 33-38

Saarinen, H. 2004c. Kemian ylioppilastehtävät ratkaisuihin 1994-2004. MFKA-

kustannus Oy. Saarijärvi: Saarijärven Offset. 2004

Saarinen, H. 2005. Ainereaali tulee - oletko valmis? Toistaiseksi (6/2005) julkaisematon artikkeli.

Saarinen, H. & Montonen, M. 2003. Kemian työpaja. Teoksessa Lahtinen, A. & Houtsonen, L. (toim.) 2003 Oppi osaamiseksi - tieto tulokseksi Ylioppilastutkinnon 150-vuotisjuhlaseminaari, 168-181

Sweeney, A. E. & Paradis, J. A. 2003. Addressing the Professional Preparation of Future Science Teachers To Teach Hands-On Science: A Pilot Study of a Laboratory Model. *Journal of Chemical Education* 80 (2), 171-173

Torn, E. 2004. Kemia on kivaa. Tutkimus luonnontieteellisesti lahjakkaiden peruskoulun 9.luokkalaisten käsityksistä kemian opetusjärjestelyistä. Helsingin yliopiston soveltavan kasvatustieteen laitos. Tutkimuksia 254. Helsinki: Yliopistopaino. 2004. (Väitöskirjatyö)

Torn, E. 2005. 9. luokkalaiset: Kemia on kivaa. Lahjakkaat peruskoululaiset ja käsitykset kemian opetuksesta. *Dimensio* 69 (2), 23-25

Turpeenoja, L. 2001. Arvioinnin monipuolistaminen kokeellisen työskentelyn avulla. *Dimensio* 65 (3), 36-38

Uurto, J. Fysiikan ja kemian opetustilat lukiossa. 1995. *Dimensio* 59 (5), 56-57

Uusikylä, K. & Atjonen, P. 1999. Didaktiikan perusteet. Juva: WS Bookwell Oy. 2000

Vuolle, M. Onko uusi opetussuunnitelma vaikuttanut kemian opetukseen lukiossa? Teoksessa Kaartinen, S. (toim.) Matemaattisten aineiden opetus ja oppiminen. Matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen tutkimusseura ry:n päivillä Oulussa 18-20.10.1996 pidetyt esitelmät ja alustukset. Oulun yliopiston kasvatustieteellisen tiedekunnan opetusmonisteita ja selosteita 78/1998. Oulu: Oulun yliopistopaino. 1998, 184-190

Watson, J. R., Swain, J. R. L. & McRobbie C. 2004. Students' Discussions in Practical Scientific Inquiries. *International Journal of Science Education* 26 (1), 25-4

Liite 1

Kemian laajan oppimäärän suorittaneet

TAULUKKO 3. Kemian laajan oppimäärän suorittaneiden osuus lukion päättötodistuksen kyseisenä vuonna saaneiden opiskelijoiden kokonaismäärästä sekä naisista ja miehistä. (Anon, 1998b; 1999, 2000, 2002b, 2003b, 2004a)

	Naiset	%	Miehet	%	Yhteensä	%
1997					4897	15,3
1998	2604	8,1	3762	12	6366	19,9
1999	2484	13,3	3578	27,3	6062	19,1
2000	2501	12,1	3509	24,8	6010	17,3
2001	2395	12,0	3621	25,0	6016	17,4
2002	2365	11,4	3299	22,6	5664	17,0

Liite 2

Tilastoja kemian ylioppilaskokeesta

TAULUKKO 4. Kemian tehtäviin saadut vastaukset kevään reaalikokeessa vuosina 1986–2004 (kaikki kokelasmuodot: tutkinnon täydentäjät, hyväksytyn kokeen uusijat ja muut erityisryhmät).

	vastaukset varsinaiset kokelaat	vastaukset kaikki ko- kelasmuod.	vastaukset pakollinen %	vastaukset ylimääräi- nen koe %
1986	16887	-	5,1	94,9
1987	13821	-	4,5	95,5
1988	13835	-	4,2	95,8
1989	16216	-	5,6	94,4
1990	10078	-	2,7	97,3
1991	14133	-	3,1	96,9
1992	12323	-	4,5	95,5
1993	16072	-	4,7	95,3
1994	15409	-	4,0	96,0
1995	13978	-	7,3	92,6
1996	15105	-	29	71
1997	13738	-	43	57
1998	8497	10527	46	54
1999	8540	10231	47	53
2000	11255	12819	49,6	50,4
2001	11235	12985	47,3	52,7
2002	8201	9323	45,2	54,8
2003	9603	10813	46,4	53,6
2004	13557	15173	51,5	48,5

TAULUKKO 5. Kemian tehtäviin vastanneiden varsinaisten kokelaiden lukumäärä kevään reaalikokeessa vuosina 1985–2004.

	Vastaaajia yhteensä	kemian vastaaajia	% kaikista vastaaajista
1985	104441	6815	6,5
1986	99356	5347	5,4
1987	95064	5347	5,6
1988	88012	4837	5,5
1989	85894	5462	6,4
1990	83109	4143	5,0
1991	80991	4837	5,8
1992	82220	4522	5,5
1993	81047	5908	7,3
1994	86254	5914	6,9
1995	89718	5608	6,3
1996	88925	5084	5,7
1997	84844	6227	7,3
1998	80647	3614	4,5
1999	72794	3792	5,2
2000	73692	4085	5,5
2001	75559	4506	6,0
2002	75281	3167	4,2
2003	75023	3667	4,9
2004	74321	4679	6,3

TAULUKKO 6. Kemian kokeen ja reaalikokeen pistekeskiarvot vuosina 1985–2004.

	keskiarvo pakollinen kemian koe	keskiarvo ylimääräinen kemian koe	keskiarvo kemian koe	keskiarvo reaalikoe
1985	-	-	3,53	3,17
1986	3,00	4,02	3,98	3,28
1987	2,94	3,45	3,42	3,16
1988	3,05	3,70	3,67	3,28
1989	3,01	3,92	3,87	3,24
1990	2,52	3,43	3,41	3,23
1991	3,05	3,83	3,81	3,30
1992	2,98	3,75	3,72	3,23
1993	3,16	3,87	3,84	3,29
1994	2,76	3,74	3,70	3,39
1995	2,99	3,69	3,64	3,30
1996	3,73	4,04	3,94	3,28
1997	3,57	3,92	3,77	3,27
1998	3,64	4,06	3,87	3,25
1999	3,48	3,64	3,57	3,24
2000	3,43	3,67	3,55	3,23
2001	3,36	3,53	3,45	-
2002	3,83	3,99	3,92	-
2003	3,47	3,72	3,58	-
2004	3,64	3,95	3,79	-

Liite 3

Kokeellisten tehtävien rakenne ja aihepiirit

TAULUKKO 7. Kokeellisten tehtävien rakenne kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2005.

	k* 85	s 91	s 92	k 96	s 96	k 97	s 97	k 98	s 98	k 99	s 99	k 00	k* 00	s 00	k 01	s 01	k 02
"Puhdas" kokeellinen	x	x	x			x					x	x	x		x	x	
Integroitu				x	x		x	x	x	x				x			x
Esseetyyppinen	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x				
Useampia erillisiä kohtia										x	x	x		x	x	x	x
Avoin	x	x	x	x		x			x		x		x				
Suljettu							x			x		x		x	x	x	x
Avoin ja suljettu osa					x			x									

TAULUKKO 8. Kokeellisiin tehtäviin liittyvät kemian osa-alueet kemian ylioppilaskokeessa vuosina

Kemian osa-alue	k* 85	s 91	s 92	k 96	s 96	k 97	s 97	k 98	s 98	k 99	s 99	k 00	k* 00	s 00	k 01	s 01	k 02
Epäorgaaninen	x	x	x			x			x	x	x		x	x		x	x
Orgaaninen	x	x				x		x			x		x		x	x	x
Analyttinen	x	x		x	x	x	x			x	x	x	x				

TAULUKKO 9. Kokeellisiin tehtäviin liittyvät lukion kemian kurssit (OPS 1994) kemian ylioppilask

kurssi	k 96	s 96	k 97	s 97	k 98	s 98	k 99	s 99	k 00	k* 00	s 00	k 01	s 01	k 02	s 02	k 03	s 03
Kemia - kokeellinen luonnontiede	x		x	x		x	x	x		x		x	x	x			
Elämän kemian			x		x			x		x		x	x	x	x		x
Kemian elementit						x	x	x			x		x	x			
Tutkimus, teknologia ja ympäristö	x	x	x	x			x	x	x	x			x			x	

TAULUKKO 10. Kokeellisissa tehtävissä esiintyneet kokeellisen kemian menetelmät kemian ylioppil

Kokeellinen menetelmä	k+ 85	s 91	s 92	k 96	s 96	k 97	s 97	k 98	s 98	k 99	s 99	k 00	k + 00	s 00	k 01	s 01	k 02
Tislaus	x					x		x					x		x	x	
Titraus				x	x		x					x					
Kromatografia	x	x											x				
Saostus	x			x	x					x			x				
Uutto	x												x				
Kiteytys	x												x				
Refluksointi								x									
Liekkikoe																	
Suodatus	x			x	x								x			x	
Punnitus				x	x		x			x							
Haihdutus					x											x	
Sublimointi	x												x				
Härmistys	x												x				
Jäähdytys							x									x	
Liuos					x		x				x					x	
Kuivaus					x												x

Kokeellinen menetelmä	k+ 85	s 91	s 92	k 96	s 96	k 97	s 97	k 98	s 98	k 99	s 99	k 00	k + 00	s 00	k 01	s 01	k 02
Dekantointi								x									
Sentrifugointi	x												x				
Elektroforeesi	x												x				
Dialyysi	x												x				
Geelisuodatus	x												x				
Kuumennus																	x
Polttokoe											x						
Elektrolyysi			x						x								

TAULUKKO 11. Kokeellisiin tehtäviin integroidut tehtävät kemian ylioppilaskokeessa vuosina 1985

Integroitu Tehtävä	k+ 85	s 91	s 92	k 96	s 96	k 97	s 97	k 98	s 98	k 99	s 99	k 00	k + 00	s 00	k 01	s 01	k 02
Laskutoimitus				x	x		x		x	x							
Reaktioyhtälön määrittäminen								x	x	x				x			
Rakennekaavan laadinta																	x
Käsitteen selitys					x												

TAULUKKO 12. Kokeellisissa tehtävissä esiintyneet muut kokeellisuuteen liittyvät asiat kemian yli-

Tehtävä	k+ 85	s 91	s 92	k 96	s 96	k 97	s 97	k 98	s 98	k 99	s 99	k 00	k + 00	s 00	k 01	s 01
Kokeellisen menetelmän suunnittelu				x	x				x							
Laitteiston kuvaus			x			x			x					x	x	
Aineen valmistaminen									x		x					
Aineiden erottaminen	x												x			x
Työturvallisuus											x					
Kuvaajan tulkinta												x				
Laitteiston piirtäminen														x	x	
Aineiden määrän/konsentraation selvittäminen				x			x		x	x						
Menetelmän kemiallisen perustan selvittäminen				x							x					
Virheläht. pohtiminen										x						

TAULUKKO 13. Kokeellisissa tehtävissä tarvittavat kemian käsitteet kemian ylioppilaskokeessa vuorokauden 2019-2020

Kemian käsite	k+ 85	s 91	s 92	k 96	s 96	k 97	s 97	k 98	s 98	k 99	s 99	k 00	k + 00	s 00	k 01	s 01	k 02
Konsentraatio				x	x		x			x		x		x			
pH				x			x					x					
Ainemäärä				x	x		x		x			x					
Ekvivalenttikohta				x	x		x					x					
Liukoisuustulo					x					x							
Kiehumispiste	x					x		x					x		x	x	
Puskuriliuos												x					
Happovakio												x					
Faasi	x	x											x				
Hapan				x			x					x				x	
Emäksinen				x			x					x				x	
Neutraali				x			x					x					
Happo				x			x					x				x	
Emäs				x			x					x					
Metallien jalous			x											x			
Pelkistin											x						
Katalyytti								x			x						

Kemian käsite	k+ 85	s 91	s 92	k 96	s 96	k 97	s 97	k 98	s 98	k 99	s 99	k 00	k + 00	s 00	k 01	s 01	k 02
Liukoisuus																	
Elektrodi			x						x					x			
Elektrolyytti			x						x					x			
Galvaaninen sähkökenno														x			
Happo-emäs indikaattori				x			x				x						

'TAULUKKO 14. Kokeellisissa tehtävissä esiintyneet kemialliset reaktiot kemian ylioppilaskokeessa

Kemiallinen reaktio	k+ 85	s 91	s 92	k 96	s 96	k 97	s 97	k 98	s 98	k 99	s 99	k 00	k+ 00	s 00	k 01	s 01	k 02
Hapettumis - pelkistymisreaktio			x							x	x						
Protolyysi				x					x					x			
Additio											x						
Esteröinti								x									
Tasapainoreaktio								x									
Neutraloitumisreaktio				x					x					x			

Liite 4

Kokeellisten tehtävien vastausmäärät -ja tasot

TAULUKKO 15A. Kemian kokeellisten tehtävien vastausmäärät kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2004: varsinaiset kokelaat, pakollinen ja ylimääräinen koe yhdessä.

	Naiset	Miehet	Yhteensä	% kemian vastauksista	% kemian vastaajista
1985+	-	-	542	3,0	8,0
1996	179	325	504	3,3	9,9
1997	308	1575	1883	13,7	30,2
1998	93	82	175	2,1	4,8
1999	114	173	287	3,4	7,6
2000	742	787	1529	13,6	37,4
2000+	243	175	418	3,7	10,2
2001	73	283	356	3,2	7,9
2002	262	322	584	7,1	18,4
2003	181	218	399	4,2	10,9
2004	100	155	255	1,9	5,5

TAULUKKO 15B. Kemian kokeellisten tehtävien vastausmäärät syksyn ylioppilaskokeessa vuosina 1996–2004: varsinaiset kokelaat, pakollinen ja ylimääräinen koe yhdessä.

	Naiset	Miehet	Yhteensä	% kemian vastauksista	% kemian vastaajista
1996	1	4	5	1,0	-
1997	12	21	33	3,8	8,4
1998	9	36	45	5,1	11,3
1999	7	9	16	1,6	3,6
2000	16	13	29	2,7	6,3
2001	38	57	95	7,8	18,2
2002	6	8	14	2,0	4,2
2003	16	18	34	3,6	8,7
2004	22	32	54	4,8	10,2

TAULUKKO 16A. Kokeellisten tehtävien pistekeskiarvot verrattuna kemian kokeen pistekeskiarvoon kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2004: varsinaiset kokelaat, pakollinen ja ylimääräinen koe ja kaikki yhdessä

	Pakollinen koe	Ylimääräinen koe	Kaikki yhdessä	Kemian koe
1985+	-	-	3,49	3,53
1996	-	-	3,97	3,94
1997	-	-	2,90	3,77
1998	-	-	2,23	3,87
1999	-	-	4,07	3,57
2000	2,86	2,88	2,87	3,55
2000+	3,64	3,65	3,65	3,55
2001	2,96	2,88	2,92	3,45
2002	2,49	2,35	2,42	3,92
2003	2,84	3,10	2,98	3,58
2004	3,78	3,96	3,88	3,79

TAULUKKO 16B. Kokeellisten tehtävien pistekeskiarvot verrattuna kemian kokeen pistekeskiarvoon syksyn ylioppilaskokeessa vuosina 1996–2004 varsinaiset kokelaat, pakollinen ja ylimääräinen koe ja kaikki yhdessä

	Pakollinen koe	Ylimääräinen koe	Kaikki yhdessä	Kemian koe
1996	-	-	3,60	3,17
1997	-	-	3,06	3,76
1998	-	-	3,60	3,67/3,54
1999	-	-	2,81	3,68/3,40
2000	3,30	3,11	3,24	-
2001	3,88	3,97	3,92	3,58
2002	2,90	4,00	3,21	3,54
2003	3,54	3,83	3,59	4,04
2004	2,24	2,85	2,39	3,44

TAULUKKO 17A. Kokeellisten tehtävien pistekeskiarvot (tummennetut) verrattuna muihin kemian tehtäviin kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2004.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	+8.
1985	3,28	3,88	3,21	3,62	3,33	3,37	3,49 +	-
1996	3,42	4,23	3,60	3,25	4,28	4,01	3,97	4,20
1997	2,94	4,66	3,81	4,14	3,82	3,55	2,90	3,68
1998	3,29	2,73	4,44	3,37	3,17	4,59	2,23	3,12
1999	3,39	2,90	3,96	3,72	3,41	3,70	4,07	4,18
2000	3,34	3,59	4,47	3,74	3,98	3,39	2,87	3,65
2001	3,06	3,50	3,67	3,97	2,68	3,74	2,92	3,74
2002	2,82	3,62	4,46	3,62	4,56	2,83	2,42	4,37
2003	3,02	4,34	3,08	4,05	3,09	3,09	2,98	3,71
2004	2,84	4,34	3,20	3,78	4,00	4,19	3,85	3,30

TAULUKKO 17B. Kokeellisten tehtävien pistekeskiarvot (tummennetut) verrattuna muihin kemian tehtäviin syksyn ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2004.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	+8.
1996	2,42	3,18	3,36	3,34	3,95	3,30	3,60	3,53
1997	2,49	3,62	3,50	4,65	3,64	4,02	3,06	3,73
1998	3,37/2,85	3,60/3,83	3,17/3,15	4,41/4,74	2,95/2,77	4,31/4,05	3,60	3,94/3,57
1999	2,67/2,12	5,01/4,51	3,52/3,03	3,20/3,00	3,63/3,46	4,19/3,89	2,81	3,20/2,84
2000	3,07	4,17	3,93	2,29	2,95	3,59	3,24	4,87
2001	1,81	4,27	3,45	3,45	3,89	3,56	3,92	3,37
2002	2,94	4,07	2,27	4,03	3,00	3,64	3,21	3,22
2003	3,06	4,25	4,40	2,91	4,59	4,46	3,59	3,38
2004	2,68	4,18	3,65	3,67	4,04	4,42	2,39	2,59

TAULUKKO 18A. Kemian kokeellisten tehtävien pistekeskiarvot kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1996–2004: varsinaiset kokelaat, naiset ja miehet, pakollinen ja ylimääräinen koe

	Pakollinen koe, naiset	Pakollinen koe, miehet	Ylimääräinen koe, naiset	Ylimääräinen koe, miehet	Kaikki naiset	Kaikki miehet
1996	-	-	-	-	4,16	3,87
1997	-	-	-	-	2,76	2,93
1998	-	-	-	-	2,06	2,41
1999	-	-	-	-	4,28	3,99
2000	3,06	2,59	3,22	2,66	3,12	2,63
2000+	3,83	3,30	4,38	3,02	4,00	3,16
2001	3,38	2,84	3,31	2,79	3,34	2,81
2002	2,37	2,61	2,29	2,38	2,33	2,48
2003	3,03	2,66	3,20	3,03	3,12	2,87
2004	4,04	3,52	4,33	3,81	4,16	3,70

TAULUKKO 18B Kemian kokeellisten tehtävien pistekeskiarvot syksyn ylioppilaskokeessa vuosina 1996–2004: varsinaiset kokelaat, naiset ja miehet, pakollinen ja ylimääräinen koe

	Pakollinen koe, naiset	Pakollinen koe, miehet	Ylimääräinen koe, naiset	Ylimääräinen koe, miehet	Kaikki naiset	Kaikki miehet
1996	-	-	-	-	3,00	3,75
1997	-	-	-	-	2,92	3,14
1998	-	-	-	-	3,89	3,53
1999	-	-	-	-	2,88	2,75
2000	3,15	3,57	2,00	3,67	2,94	3,62
2001	3,91	3,86	3,73	4,14	3,84	3,96
2002	3,40	2,40	3,00	4,33	3,33	3,13
2003	3,25	3,70	3,25	4,13	3,25	3,89
2004	1,75	2,56	2,00	3,57	1,82	2,78

TAULUKKO 19A. Kemian kokeellisten tehtävien vastauspistemäärien jakauma
kevään ylioppilaskokeessa vuosina 1985–2004

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1985+	20	64	118	106	77	49	55	38	13	2
1996	14	13	42	99	132	144	60			
1997	38	153	502	628	406	137	19			
1998	11	35	63	38	25	3	-			
1999	3	6	27	53	75	90	33			
2000	61	273	292	387	275	177	64			
2000+	6	31	82	95	75	68	33	18	9	1
2001	22	48	72	85	61	59	9			
2002	4	85	247	164	65	16	3			
2003	26	55	79	84	79	47	29			
2004	7	16	22	43	67	67	33			

TAULUKKO 19B. Kemian kokeellisten tehtävien vastauspistemäärien jakauma
syksyn ylioppilaskokeessa vuosina 1996–2004

	0	1	2	3	4	5	6
1996	1	-	-	1	1	1	1
1997	2	3	7	9	5	5	2
1998	0	4	2	17	23	5	3
1999	1	3	4	4	1	-	3
2000	2	5	4	6	3	3	6
2001	-	7	7	19	29	20	13
2002	1	2	2	2	3	3	1
2003	-	-	7	11	8	5	3
2004	8	14	9	5	10	6	2

Liite 5

Kemian ylioppilaskokeissa esiintyneet kokeelliset tehtävät vuosina 1985-2004

Kevät 1985: +7

Tarkastele niitä menetelmiä, joiden avulla kemialliset aineet voidaan saada erilleen niiden seoksesta.

Syksy 1991: 4

Kromatografia kemiallisena analyysimenetelmänä.

Syksy 1992: +7

Elektrolyysin periaate ja käytännön sovellutuksia.

Kevät 1996:7

Vesiliuos sisältää tuntemattoman määrän vetykloridia. Suunnittele kokeellinen menetelmä, jonka avulla voidaan tarkasti saada selville liuoksessa olevan vetykloridin määrä. Kuvaa yksityiskohtaisesti valitsemaasi tapaa, sen kemiallista perustaa ja tarvittavia koejärjestelyjä.

Syksy 1996:7

Mitä tarkoitetaan aineen liukoisuustulolla? Valitse jokin veteen niukkaliukoinen yhdiste ja suunnittele menetelmä, jonka avulla sen liukoisuustulon arvo voidaan määrittää kokeellisesti. Selosta koejärjestelyt ja tuloksen saamiseksi tarvittavat laskutoimitukset.

Kevät 1997:7

Tislaus on yleisesti käytetty erotusmenetelmä. Selvitä tislauksen periaate, kuvaa siinä tarvittavaa laitteistoa ja esitä jokin todellinen tilanne, johon menetelmää voidaan käyttää.

Syksy 1997:7

Analyysia varten tarvitset konsentraatioiltaan tarkoin tunnettua NaOH-liuosta. Käytössäsi on vaaka, tarvittavat mitta-astiat, pH-mittari, tislattua vettä, 0,200 M HCl-liuosta ja NaOH-rakeita. Kiinteä natriumhydroksidi on hygroskooppinen aine, jonka tarkkaa määrää ei saada selville punnitsemalla. Mittaliuoksia valmistettaessa liuoksen NaOH-konsentraatio joudutaan tällöin tarkistamaan erillisellä määrittelyksellä. Selvitä yksityiskohtaisesti, miten valmistat 250 ml noin 0,1 M NaOH-liuosta ja millä tavoin saat selville tarkan konsentraation.

Kevät 1998:7

Tarkoituksesi on valmistaa etyyliasetaattia käyttämällä hyväksi esteröitymisreaktiota. Esitä reaktioyhtälö, johon aineen valmistus perustuu, ja selvitä, miten synteesi voidaan tehdä laboratoriossa. Miten voit todeta, että saamasi tuote on oikea?

Syksy 1998:7

Kaasumaista vetyä valmistetaan vety-yhdisteistä monella eri menetelmällä. Kuvaa jokin kokeellinen tapa, jonka avulla laboratoriossa voidaan valmistaa vetykaasua. Laadi reaktioyhtälö, johon menetelmä perustuu, ja selitä kaasun keräämiseen tarvittava laitteisto. Miten voit varmistua, että saatu kaasu on vetyä? Miten voit määrittää kerätyn kaasun ainemäärän?

Kevät 1999:7

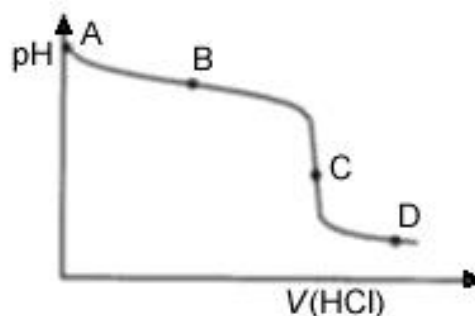
Koulun kemian laboratoriotöissä tutkittiin pohjaveden kloridi-ionipitoisuutta. Tätä varten pohjavedestä otettu 5,0 litran näyte haihdutettiin noin 50 ml:n tilavuuteen. Väkevöityyn liuokseen lisättiin hopeanitraattia, jolloin kloridi-ionit saostuivat niukkaliukoisena hopeakloridina. Saostuma erotettiin nesteestä, kuivattiin ja punnittiin. Hopeakloridin massaksi saatiin tällöin 243 mg. a) Laske pohjaveden kloridi-ionipitoisuus (mg/l). Mitkä virhelähteet saattoivat vaikuttaa tuloksen luotettavuuteen? b) Miksi jouduttiin ottamaan verrattain paljon näytettä ja haihduttamaan se pieneen tilavuuteen? Miksi väkevöidyn liuoksen tilavuutta ei tarvitse tuntea tarkasti? c) Auringonvalon vaikuttaessa AgCl-saostumaan tapahtuu hapettumis-pelkistymisreaktio, jossa AgCl vähitellen hajoaa. Esitä reaktion yhtälö.

Syksy 1999:7

Tehtävänäsi on havainnollistaa yksinkertaisella demonstraatiolla a) natriumin toimintaa pelkistimenä, b) alkaanien ja alkeenien toisistaan poikkeavaa reaktiokykyä, c) katalyytin vaikutusta reaktionopeuteen. Esitä kunkin demonstraation kemiallinen perusta, tarvittavat reagenssit ja mahdolliset työturvallisuuteen vaikuttavat seikat.

Kevät 2000:7 Kun ammoniakkin vesiliuosta titrattiin suolahapolla, saatiin oheisen kuvan titrauskäyrä. Valitse pisteistä A - D se, jossa

- a) ammoniakkin konsentraatio on suurin,
- b) ammoniumionin konsentraatio on suurin,
- c) liuos on puskuriliuos.
- d) Onko liuos pisteessä C hapan, neutraali vai emäksinen? Perustele kussakin tapauksessa vastauksesi.



Kevät 2000:+8

Analyysiä varten on usein tarpeellista jakaa kemiallisten aineiden seos komponentteihin. Tarkastele menetelmiä, joita voidaan käyttää seoksessa olevien aineiden saattamiseksi erilleen toisistaan.

Syksy 2000:7

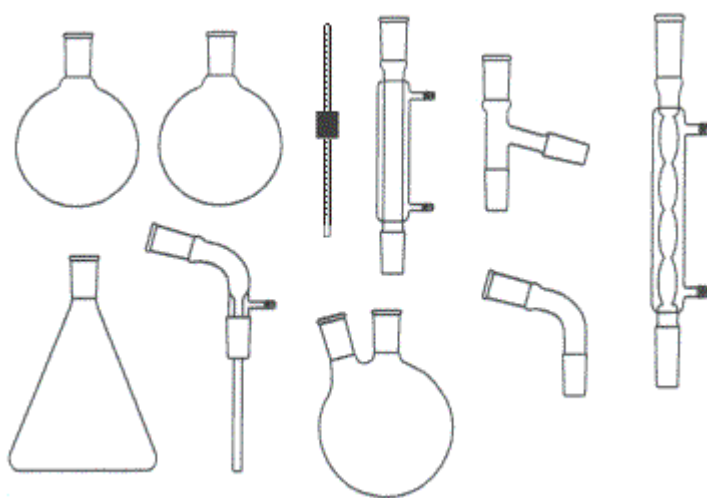
Käytettävissäsi on hopealankaa, kuparilankaa, sinkkilevy ja lyijylevy. Lisäksi saatavilla ovat seuraavien yhdisteiden 1,0 M vesiliuokset: $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, AgNO_3 ja $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Mitä näistä aineista käytät, kun tarkoituksesi on rakentaa mahdollisimman tehokas (suurin jännite) galvaaninen sähkökenno? Perustele. Laadi tässä kennossa tapahtuvien kemiallisten reaktioiden yhtälöt ja esitä piirroksen avulla kennon rakenne.

Kevät 2001:7

Eräässä orgaanisessa synteesissä saatiin seos, jossa haluttua tuotetta, isobutyylidikloridia (kp. 69 °C), oli suurin osa. Lisäksi reaktioseos sisälsi hieman synteesin lähtöainetta isobutanolia (kp. 108 °C) ja liuottimena käytettyä eetteriä (kp. 35 °C). Isobutyylidikloridi erotettiin seoksesta tislamalla.

a) Piirrä alla olevia välineitä hyväksi käyttäen tisluslaitteisto.

b) Kuvaa tislauksen kulku.



Syksy 2001:7

Tehtäväsi on saattaa erilleen komponentit seuraavista seoksista:

a) kvartsihiekkä ja natriumkloridi (kiinteä seos)

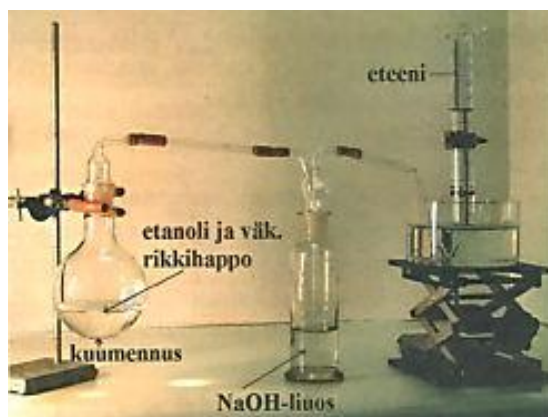
b) vesi ja aseton (nestemäinen seos)

c) typpi ja rikkidioksidi (kaasuseos)

Miten menettelet?

Kevät 2002:7

Oheinen kuva esittää eteenin valmistamista laboratoriossa kuumentamalla etanolia väkevän rikkihapon kanssa. Tärkeimmät reaktion yhteydessä syntyvät epäpuhtaudet ovat hiilidioksidi, rikkidioksidi ja dietyylieetteri.



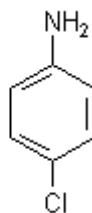
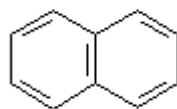
- a) Laadi etanolin, eteenin ja dietyylieetterin rakennekaava. Merkitse kaikki sidosviivat näkyviin.
- b) Mitä työturvallisuuteen liittyviä tekijöitä tulee koetta suoritettaessa ottaa huomioon?
- c) Osoita, miten NaOH-liuos toimii epäpuhtauksien poistajana.
- d) Eteenikaasussa on mukana hieman vesihöyryä. Mitä seuraavista kiinteistä aineista käyttäisit kaasun kuivaamiseen: NaCl, CaCl₂, CuSO₄ · 5H₂O? Perustele vastauksesi.

Syksy 2002:7

Naftaleeni ja 4-kloorianiliini liukenevat kumpikin eetteriin. Näiden seoksesta yhdisteet päätettiin erottaa uuttamalla erotussuppiloa (kuva) käyttäen. Tiedetään, että uutto onnistuu, kun toisesta komponentista tehdään suolahapon avulla vesiliukoinen orgaaninen suola.

- a) Kummasta yhdisteestä muodostuu orgaaninen suola? Esitä tämä suolanmuodostusreaktio.
- b) Miten uutto tehdään, kun käytettävissä on dietyylieetteriä ja vettä, johon on lisätty hieman suolahappoa?



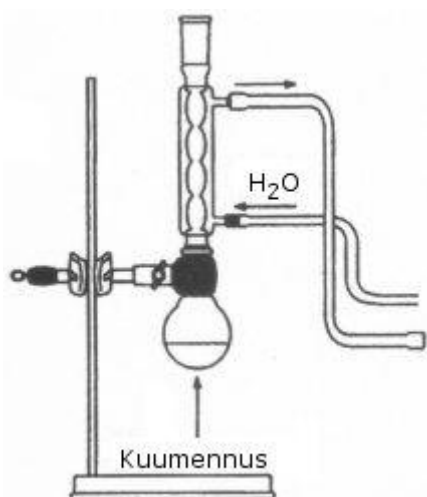


Kevät 2003:7

Mitä tarkoitetaan **a)** magnesiumhydroksidin liukoisuudella veteen, **b)** magnesiumhydroksidin liukoisuustulolla? **c)** Kuvaa jotain tapaa, jolla voit kokeellisesti määrittää magnesiumhydroksidin liukoisuustulon arvon.

Syksy 2003:7

Tehtävänäsi on valmistaa etyyliimetanaattia eli metaanihapon etyyliesteriä käyttäen oheisen kuvan mukaista laitteistoa.



- a)** Laadi tätä esteröitymistä kuvaava reaktioyhtälö.
- b)** Miksi reaktioastiaan (pyörökolviin) lisätään orgaanisten aineiden lisäksi väkevää rikkihappoa?
- c)** Mikä on laitteistoon kuuluvan pystyjäähdyttimen tehtävä?
- d)** Miksi reaktioastiaan lisätään kiehumakiviä?

Kevät 2004:7

Tehtävänäsi on valmistaa 500 ml typpihappoliuosta, jonka konsentraatio on noin 0,100 mol/l. Käytettävissäsi on 36 massa-% typpihappoa, jonka tiheys on 1,214 kg/l, tislattua vettä, byretti, pipettejä ja mittapulloja. Miten menettelet? Kuvaa myös jotain tapaa, jolla

voit määrittää valmistamasi liuoksen tarkan konsentraation.

Syksy 2004:7

Kuvaa jotain yksinkertaista tapaa, jonka avulla voit osoittaa, että

- a)** etikkahappo on heikko happo,
- b)** rauta on epäjalo metalli,
- c)** kiinteä litiumkloridi on ioniyhdiste,
- d)** valkea jauhemainen aine on natriumkarbonaattia.

Kevät 2005:7

Laboratoriossa happea valmistetaan vetyperoksidista käyttäen mangaanidioksidia katalysaattorina. Laadi reaktioyhtälö ja selvitä piirroksen avulla, miten kehittyvä kaasu voidaan kerätä. Miten voidaan yksinkertaisella kokeella varmistua siitä, että näin saatu kaasu on happea? Mitä tietoja tarvitset, jotta saat selville kaasun massan?

(Karjalainen, Saarinen, 1997, 2004c)