



ITÄ-SUOMEN YLIOPISTO
*Luonnontieteiden ja
metsätieteiden tiedekunta*

PERUSKOULUN KEMIAN OPETUSSUUNNITELMAT JA OPPIKIRJAT: ESIMERKKINÄ KEMIALLISET SIDOKSET JA NIIDEN OPETTAMINEN

Marjo Matilainen

Pro gradu -tutkielma

Kemian laitos

Opettaja

396/2012

PERUSKOULUN KEMIAN OPETUSSUUNNITELMAT JA OPPIKIRJAT: ESIMERKKINÄ KEMIALLISET SIDOKSET JA NIIDEN OPETTAMINEN CHEMISTRY TEXTBOOKS AND THE CURRICULA OF FINNISH COMPREHENSIVE SCHOOL: TEACHING CHEMICAL BONDS

Marjo Matilainen

Työn ohjaajat: Professori Matti Haukka, Lehtori Kari Sormunen, Yliopisto-opettaja
Jaana Pakarinen, Yliopistonlehtori Leila Alvila

Itä-Suomen yliopisto, Kemian laitos 2012

TIIVISTELMÄ

Suomessa siirryttiin rinnakkaiskoulujärjestelmästä peruskoulujärjestelmään 1970-luvulla. Tämä toi mukanaan suuria muutoksia opetukseen ja sen järjestämiseen, eivätkä muutokset loppuneet tähän. Valtakunnallisia opetussuunnitelman perusteita on annettu peruskoulun aikana neljä, vuosina 1971, 1985, 1994 ja 2004. Uusinta ollaan hahmottelemassa.

Peruskouluun siirtymisen tarkoituksena oli turvata kaikille oppivelvollisille yhtenäiset ja tasa-arvoiset mahdollisuudet perusopetukseen. Kemia on ollut yhtenä opetettavista aineista koko peruskoulun ajan, mutta sisällöt ja lähestymistavat ovat muuttuneet, pääasiassa kokeellisempaan ja yksinkertaistetumpaan suuntaan.

Itse koulujärjestelmässä tapahtuneiden muutosten lisäksi muutoksia ovat kokeneet myös oppikirjat. Kautta aikain oppikirjoissa on ollut suuria eroja. Kuitenkin yleisesti ottaen vanhemmat oppikirjat keskittyivät enemmän asiasisältöihin, siinä missä uudemmat oppikirjat panostavat viihdyttävyyteen ja helppolukuisuuteen.

Ei voida yksiselitteisesti sanoa, ovatko tapahtuneet muutokset parantaneet vai huonontaneet kemian opetuksen tasoa Suomen peruskouluissa. Kuitenkin tiettyjä, selkeitä suuntauksia on havaittavissa.

Tässä tutkielmassa tarkastellaan kemian opetuksessa peruskoulun aikana tapahtuneita muutoksia, esimerkkinä kemialliset sidokset ja niiden opetus. Kemiallisista sidoksista otettiin käsiteltäväksi vain ionisidos ja kovalenttinen sidos, koska ne sisältyvät peruskoulun oppimäärään ja ovat hyvin keskeisiä käsitteitä. Käydään ensin läpi kemialliset sidokset tämänhetkisen tieteellisen tiedon tasolla, jotta voidaan tarkastella niistä tehtyjä yksinkertaistuksia ja yleistyksiä oppikirjoissa.

SISÄLLYSLUETTELO:

KÄYTETYT LYHENTEET	2
1. JOHDANTO	3
2. VIRALLISET MÄÄRÄYKSET	4
2.1. LAINSÄÄDÄNTÖ JA TUNTIJAKO.....	4
2.2. VALTAKUNNALLISET OPETUSSUUNNITELMAN PERUSTEET.....	6
2.3. KOULUKOHTAISUUS	8
3. KEMIAALLISET SIDOKSET	9
3.1. ATOMIN RAKENNE	10
3.2. IONISIDOS	12
3.3. KOVALENTTINEN SIDOS	13
3.4. SIDOSTEN LUONTEESTA.....	16
4. KEMIAALLISET SIDOKSET OPETUKSESSA	16
4.1. OPPIKIRJOISTA JA NIIDEN KÄYTTÄMISESTÄ	16
4.2. OPPIKIRJASISÄLTÖ.....	17
4.3. IONISIDOS OPPIKIRJOISSA	20
4.4. KOVALENTTINEN SIDOS OPPIKIRJOISSA.....	22
4.5. OPPIKIRJOISTA JA NIIDEN RAKENTEESTA	25
5. YHTEENVETO.....	27
6. KIRJALLISUUSVIITTEET.....	29
7. KÄYTETYT AINEISTOT	30
LIITTEET	

KÄYTETYT LYHENTEET

OPS	Opetussuunnitelma
PISA	<i>Programme for International Students Assessment</i> , OECD:n jäsenmaiden yhteinen tutkimusohjelma tuottamaan tietoa koulutuksen tilasta ja tuloksista kansainvälisessä vertailukehyksessä
POPS	Perusopetuksen opetussuunnitelma
TIMMS	<i>The Third International Mathematics and Science Study</i> , kansainvälinen matematiikka- ja luonnontiedetutkimus
vvh	vuosiviikkotunti

1. JOHDANTO

Peruskoulu on kaikille oppivelvollisille suomalaisille tarkoitettu yhtenäiskoulu, joka tarjoaa yleissivistävää opetusta, valmiuksia jatkokoulutukseen ja elämään osana yhteiskuntaa. Tarkoituksena ei ole ainoastaan lisätä oppilaiden aineenhallintaa, mutta myös harjaannuttaa heitä ajattelemaan ja toimimaan itsenäisesti vastuuntuntoisina yhteiskunnan jäseninä. Opetuksen lisäksi peruskoulun toinen päätavoite onkin kasvatusta. Tästä säädetään perusopetuslaissa ja -asetuksessa.

Suomessa on ollut oppivelvollisuus aina vuodesta 1921, jolloin säädettiin kuusivuotinen kansakoulu pakolliseksi kaikille Suomen kansalaisille.¹ Ensin käytössä oli niin sanottu rinnakkaiskoulujärjestelmä, jossa kaikki oppivelvolliset kävivät kansakoulun, minkä jälkeen osa siirtyi oppikouluun ja osa jatkoi kansakoulun jatkoluokille. Tämän kuitenkin katsottiin tuovan eriarvoisuutta oppilaiden keskuuteen, koska oppikouluun siirtyminen ei ollut ainoastaan opiskelumenestyksestä kiinni, vaan siihen vaikuttivat myös esimerkiksi perheen varallisuus ja sosiaalinen asema. Peruskoulujärjestelmään siirtymisellä haluttiin yhtenäistää käytäntöjä ja edistää yhdenvertaisuutta tarjoamalla kaikille oppivelvollisille samat mahdollisuudet peruskoulutukseen.

Vuonna 1963 eduskunta päätti, että koko Suomessa siirrytään koko kansalle yhteiseen yhdeksänvuotiseen peruskouluun. Tätä seurasi vuonna 1967 hallituksen eduskunnalle antama lakiesitys peruskoulu-uudistukseksi.¹ Peruskoulujärjestelmään siirryttiin asteittain vuodesta 1972 alkaen aina vuoteen 1977 asti, jolloin viimeinenkin kunta luopui aikaisemmista koulumuodoista.^{1,2} Vuonna 1971 annettiin valtakunnallinen perusopetuksen opetussuunnitelma, POPS, joka määritteli hyvin tarkkaan sen, mitä peruskoulun tuli opetuksessaan tarjota. Ohjeistusta on sittemmin uusittu useaan otteeseen, aina nykyisin voimassa olevaan Peruskoulun opetussuunnitelman perusteisiin vuodelta 2004. Seuraavan valtakunnallisen opetussuunnitelman tuntijakoa ollaan jo hahmottelemassa.

Peruskouluun siirtyminen ei ollut kuitenkaan itsestäänselvä ja helppo prosessi. Sekä lehdistö, erilaiset komiteat että eduskunta olivat jakaantuneet vastustajiin ja puoltajiin, joilla kummallakin oli omat selkeät näkemyksensä asiasta. Uudistuksen puoltajat, esimerkiksi poliittinen vasemmisto ja keskusta, vetosivat sosiaaliseen ja alueelliseen tasa-arvoon. Oppikouluväki ja poliittinen oikeisto olivat sitä mieltä, että peruskoulujärjestelmä tuhoaisi laadukkaan koulunkäynnin tasapäistämällä ikäluokat eivätkä lahjakkuudet pääsisi esiin entisellä tavalla.¹

Peruskoulujärjestelmää kritisoidaan vieläkin, neljä vuosikymmentä koulutuksen uudistamisen jälkeen, ettei se ota tarpeeksi huomioon keskitasoa parempia oppilaita. Esimerkiksi erilaisten tutkimusten^{3,4} valossa Suomen koulujärjestelmää pidetään keskimäärin hyvin tehokkaana, mutta lahjakkaimpia oppilaita ei varsinaisesti tueta. Enemmänkin on keskitytty heikkojen oppilaiden auttamiseen ja tukiopetukseen, varsinkin tasokurssien poistuttua 1980-luvun opetussuunnitelmien tullessa voimaan.

Vastustuksesta huolimatta uudistus saatiin vietyä läpi, aivan kuten oli suunniteltukin. Peruskouluun siirtymistä voidaan pitää Suomen merkittävimpänä koulutuspoliittisena

uudistuksena sitten yleisen oppivelvollisuuden.¹ Peruskoulun aikana valtakunnallisia opetussuunnitelmia on annettu neljä, jotka poikkeavat toisistaan aikansa trendien mukaisesti. Samoin tuntijakoa on muutettu ja lainsäädäntöä täydennetty.

Tämän tutkielman ensimmäisessä osassa tutustutetaan lukija pääpiirteittäin siihen, miten peruskoulun toiminnasta säädetään ja mihin nykyinen opetus perustuu. Tarkastellaan tarkemmin nimenomaan sitä, miten opetussuunnitelmat ovat muuttuneet kemian opetuksen suhteen. Tarkoituksena on tutkia kemiallisten sidosten, ioni- ja kovalenttisen sidoksen, opettamista peruskoulun kemian sisältöinä ja tarkastella niistä tehtyjä yksinkertaistuksia. Tämän vuoksi tutkielman toinen osio keskittyy näiden kemiallisten sidosten tarkempaan määrittelyyn tämänhetkisen tieteellisen tiedon tasolla. Tutkielman kolmannessa osiossa vertaillaan eri vuosikymmenten oppikirjoja ja sitä, miten kemialliset sidokset on esitetty ja yksinkertaistettu sopivalle käsitteelliselle tasolle.

Kemialliset sidokset valittiin käytettäväksi esimerkkeinä, koska ionisidos ja kovalenttinen sidos ovat molemmat hyvin keskeisiä käsitteitä kemiassa. Sidokset ovat myös aina sisältyneet peruskoulun opetussuunnitelmiin, joten niistä on olemassa opetusmateriaalia jokaiselta vuosikymmeneltä. Uutta tuntijakoa ollaan nyt työstämässä, minkä jälkeen peruskouluissa astuu voimaan jälleen uusi valtakunnallinen opetussuunnitelma. Tämänkin vuoksi aihe on ajankohtainen ja katsauksessa valittiin historiallinen lähestymistapa.

2. VIRALLISET MÄÄRÄYKSET

Suomen peruskoulun toiminnasta on säädetty perusopetuslaissa ja -asetuksessa (628/1998, 852/1998), jotka määrittävät kaikille oppivelvollisille samat oikeudet ja velvollisuudet oppilaina. Lainsäädännöllisen tason lisäksi annetaan valtioneuvoston asetuksella virallinen tuntijako, joka määrää kuhunkin aineeseen käytettävät oppitunnit. Varsinaista opetusta säätelevät valtakunnallinen opetussuunnitelman perusteet ja siihen pohjautuvat koulukohtaiset opetussuunnitelmat.

2.1. LAINSÄÄDÄNTÖ JA TUNTIJAKO

Kaiken toiminnan perustana on perusopetuslaki. Se määrää kaikille yleisen oppivelvollisuuden ja säätelee yhtäläiset oikeudet opiskeluun ja koulunkäyntiin oppivelvollisuuden suorittamiseksi. Voidaankin sanoa, että laissa määrätään koululaitoksen henki sekä linjat, joiden mukaan edetään. Kuitenkin perusopetuslaki ja -asetus säätelevät vain yleisesti koulunkäyntiin liittyvistä asioista, kuten esimerkiksi opetuksen saatavuudesta ja oppilaiden oikeudesta siihen, koulujen tiloista, koulupäivien pituudesta, ruokailujen ja kyyditysten järjestämisestä.⁵

Varsinainen tuntijako annetaan valtioneuvoston asetuksena. Tuntijakoja on annettu tähän mennessä neljä, aina yksi kutakin valtakunnallista opetussuunnitelmaa kohden. Kemian opetukseen ei anneta erillistä tuntimäärää, vaan kemia ja fysiikka on niputettu yhdeksi ainekokonaisuudeksi saman tuntimäärän alle. Aina nyt voimassa olevaan perusopetuksen opetussuunnitelman perusteisiin vuodelta 2004 asti fysiikka ja kemia arvosteltiin seitsemännellä vuosiluokalla yhtenä oppiaineena. Annetut tuntimäärät ovat vähimmäistuntimääriä, joista koulu voi poiketa vain kasvattamalla opetuksen määrää. Ensimmäisessä tuntijaossa vuodelta 1971 kemiaa ja fysiikkaa määrättiin opetettavaksi 7 vuosiviikkotuntia perusopetuksen vuosiluokkien 7-9 aikana. Seuraavassa tuntijaossa vuodelta 1985 kemian ja fysiikan opetuksen määrää vähennettiin 6 vuosiviikkotuntiin.

Vuoden 1994 tuntijaossa vuosiviikkotunteja oli edelleenkin 6, mutta tuntijako poikkesi edellisestä. Tuntijako määrää aina jokaisen aineen vähimmäistuntimäärän, minkä lisäksi annetaan vähimmäismäärä kaikille opetettaville tunneille. Muissa tuntijaossa tämä kaikkien opetettavien tuntien vähimmäismäärä täyttyi jo sillä, että otettiin kaikista erillisistä aineista niiden pienin mahdollinen opetusmäärä. Vain eri valinnaisaineiden yksittäisiin tuntimääriin voitiin vaikuttaa. Kuitenkaan vuoden 1994 tuntijaossa tämä ei toteutunut, vaan jos jokaista ainetta opetettiin minimituntimäärä, kokonaistuntimäärä ei täyttynyt. Täten kouluille annettiin enemmän vapautta määrätä painotuksista.

Tällä hetkellä voimassa on vuoden 2004 tuntijako, jossa kemian ja fysiikan opetukseen määrättiin jälleen 7 vuosiviikkotuntia. Annetut tuntijaot on kaikki esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Perusopetuksen vuosiluokkien 7-9 tuntijaot

tuntijako	fysiikkaa ja kemiaa (vvh)
POPS 1971	7
POPS 1985	6
POPS 1994	6–
POPS 2004	7

Vuoden 1994 POPS:issa määriteltiin minimituntimäärät, joista osasta oli poikettava ylöspäin.

Kemiaa on opetettu peruskouluun siirtymisen jälkeen myös perusopetuksen vuosiluokkien 1-6 aikana. Kemian aihepiirit on kuitenkin sisällytetty oppiaineeseen ympäristöoppi, eikä kemiaa ole eritelty omaksi kokonaisuudekseen. Vasta viimeisimmässä, vuoden 2004 tuntijaossa, kemia ja fysiikka on erotettu biologian ja maantiedon tavoin omiksi oppiaineikseen perusopetuksen vuosiluokille 5-6.

Tuntijakoja tarkasteltaessa kemian opetuksen määrä ei ole suuremmin vaihdellut. Kuitenkin se, että fysiikalle ja kemialle on annettu yhteinen tuntimäärä, voi mahdollistaa sen, että painopistettä on siirretty jompaankumpaan suuntaan. Varsinkin

1990-luvun valtakunnallinen opetussuunnitelma antoi kunnille hyvin paljon vapautta toteuttaa opetusta haluamallaan tavalla, jolloin opetussisältöjä ei valvottu kovinkaan tarkasti. Nykyinen opetussuunnitelma (2004) antaa kuitenkin huomattavasti tarkemmat ohjeet siitä, miten annetut tunnit olisi käytettävä.

Uutta tuntijakoa työstetään, mutta se on tällä hetkellä vasta lausuntokierroksella, joten siitä on mahdotonta sanoa mitään varmaa. Tämänhetkisen aikataulun mukaan uusi tuntijako annetaan 2012, siihen pohjautuvat valtakunnalliset opetussuunnitelman perusteet 2014 ja uudet opetussuunnitelmat astuvat voimaan 2016.

2.2. VALTAKUNNALLISET OPETUSSUUNNITELMAN PERUSTEET

Valtakunnallisia opetussuunnitelmia on annettu tähän mennessä peruskoulun aikana neljä, aivan kuten tuntijakojakin. Peruskouluun siirryttäessä valmisteltiin ensimmäinen valtakunnallinen perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet, POPS, joka astui voimaan vuonna 1971. Koululaitoksen uudistus oli vasta aluillaan, joten ensimmäiselle valtakunnalliselle opetussuunnitelmalle lankesi paljon vastuuta uudistuksen onnistumisesta. Annettujen ohjeiden tuli olla tarpeeksi tarkat, jotta saataisiin koko maan koulut samoille linjoille. Aikaisemman koululaitoksen aikana yksittäisten opettajien ja koulujen valta päättää opetuksesta oli käytännössä rajaton.

Vuoden 1971 POPS olikin hyvin laaja ja tarkka. Eri oppiaineiden aiheisällöt määriteltiin erillisissä ainekohtaisissa POPSeissa, ja näiden lisäksi annettiin valtakunnallisesti yleispätevää ohjeistusta opetuksen järjestämistä varten. Ainekohtaiset POPSit menivät jopa niin pitkälle, että antoivat ohjeita siihen, kuinka paljon yksittäisiä oppitunteja tulisi käyttää tiettyjen aihekokonaisuuksien käsittelemiseen.

Esimerkiksi kemian ainekohtaisessa POPSissa on annettu esimerkkejä mahdollisista oppilastöistä ja demonstraatioista käyttäen esimerkkinä muun muassa ionisidoksen opettamista. POPSissa suositetaan käytettäväksi mahdollisimman useita erilaisia työtapoja, aina ”rintamakokeista” eli oppilaiden itse tekemistä kokeista opettajan tekemiin demonstraatioihin. Ionisidoksesta annettu esimerkkioppitunti on esitetty liitteenä 1. Tällaisia esimerkkejä annettiin myös fysiikan opetuksesta ja oppitunneista.

Voidaankin sanoa, että tämä ensimmäinen valtakunnallinen opetussuunnitelma oli kuin käsikirja opettajille muutoksen edistämiseksi. Kokemusta uudesta koululaitoksesta ei vielä ollut, ja osa suunnitelluista didaktisista uudistuksista jäikin toteutumatta lyhytaikaisten kokeilujen jälkeen. Kuitenkaan POPSissa ei missään velvoitettu sen noudattamiseen, vaan toivottiin sitä kohdeltavan ohjeellisena apuna opetuksen suunnittelussa ja toteutuksessa. Yksityiskohtaisia esimerkkejä sai toki halutessaan noudattaa sellaisenaan.

Seuraava valtakunnallinen peruskoulun opetussuunnitelman perusteet tuli voimaan 1985. Suurin ero edelliseen nähden oli ohjauksen määrän vähentäminen. Opetussuunnitelman perusteissa määriteltiin edelleenkin opetettavia sisältöjä, mutta

laajempina kokonaisuuksina ja linjauksina kuin aikaisemmassa. Suurin muutos 1980-luvulle tultaessa oli kuitenkin se, että tasokursseista luovuttiin. Vanhan kansakoulu-oppikoulu -ajattelun perintönä oli pidetty eritasoisia opetusryhmiä, joita opetettiin eri tavoin ja eri tavoittein. Tällä uudella opetussuunnitelman perusteilla yritettiin irtautua tästä ja saada aikaiseksi yhtenäisempi koulutus kaikille oppivelvollisille.

Kuitenkin kouluille ja kunnille jäi myös itsemääräämisvaltaa. Peruskoulun opetussuunnitelman perusteissa 1985 sanotaan, että opetussuunnitelman perusteiden tulisi olla kouluhallinnon ohjausväline varsinaisten opetussuunnitelmien laatimista varten. Sitä ei tarkoitettu malliopetussuunnitelmaksi, vaan enemmänkin kunnan opetussuunnitelman laadintaa ohjaavaksi hallinnolliseksi asiakirjaksi.

Vuonna 1994 tuli voimaan seuraava valtakunnallinen peruskoulun opetussuunnitelman perusteet. Kaikkein selkein uudistus oli se, että kuntien ja koulujen itsemääräämisoikeutta kasvatettiin huomattavasti ja lainsäädäntö jätettiin mahdollisimman väljäksi. Normiohjausta oli jo purettu edellisen vuosikymmenen opetussuunnitelman perusteissa, mutta kehitys tällä saralla oli huomattavan paljon voimakkaampaa nimenomaan 1990-luvun opetussuunnitelman perusteissa.

Valinnaisuutta ja taideaineiden määrää lisättiin ja erillisistä oppiaineista annettiin lähinnä suuntaa antavia linjoja, joille opetuksen tulisi asettua. Esimerkiksi fysiikan ja kemian opetuksessa painotettiin sitä, että oppilas oppii kehittämään luonnontieteellistä ajatteluaan. Oppisisällöistä annettiin esimerkinomainen lista, mutta korostettiin, että se ei ollut sitova vaan ainoastaan yksi mahdollisuus. Tämä taulukoitettu lista kemian ja fysiikan mahdollisista oppisisällöistä on esitetty liitteessä 2. Kemiallisia sidoksia ei siinä erikseen mainita, mutta ne sisältyvät ”aineen rakenteeseen”. Tätä voidaan verrata vuoden 1971 POPSin antamaan yksityiskohtaiseen esimerkkituloon, liite 1.

Jopa itse opetussuunnitelman perusteissa perusteltiin tarvetta tällaiselle muutokselle. Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994 sanoikin, että koulujärjestelmä on muuttunut ja tulee muuttumaan edelleen joustavammaksi ja yksilöllisemmäksi ja että tähän päästään nimenomaan keskusjohtoisuuden vähentämisellä ja päätösvallan siirtymisellä kouluille. Katsottiin, että jos koulut saavat itse laatia opetussuunnitelmansa suuremmalla vapaudella, se tuo enemmän motivaatiota opetussuunnitelmissa pysymiseen ja niiden noudattamiseen.

Kuntien ja koulujen vastuun lisäämisestä seurasi kuitenkin se, että eri kunnissa perusopetus järjestettiin huomattavan eri tavoin. Sekä vaatimustaso että opetuksen yleiset sisällöt vaihtelivat huomattavasti, eikä peruskoulu-uudistuksella haettua kaikille samanlaista koulua käytännössä enää ollut. Muun muassa tämän vuoksi 2004 voimaan tullut seuraava valtakunnallinen opetussuunnitelman perusteet palasikin osittain ensimmäisen, vuoden 1971 POPSin linjoille. Kouluilta poistettiin itsemääräämisvaltaa esimerkiksi antamalla tarkemmat opetuskokonaisuudet, millä pyrittiin yhdenvertaistamaan eri kuntien ja koulujen käytänteet.

Suurin uudistus on kuitenkin se, että siinä missä edeltävät valtakunnalliset opetussuunnitelmat olivat suuntaa antavia, vuoden 2004 opetussuunnitelmaa on

velvoittavana noudatettava. Vaikka opetusta ei määritelläkään tuntikohtaisesti, on kaikkien koulujen tarjottava opetussuunnitelman perusteissa mainitut aihekokonaisuudet opetuksessaan, eikä tästä voida poiketa muuta kuin kasvattamalla oppiaineksen määrää.

Yleisinä linjoina voidaan sanoa, että ensimmäisen perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden jälkeen yritettiin tietoisesti koko ajan irtautua normiohjauksesta ja siirtyä kuntien ja koulujen suurempaan itsemääräämisoikeuteen. Katsottiin, että muuttuvassa maailmassa on tärkeää, että koulut saavat itse vaikuttaa mahdollisimman paljon omiin opetuskokonaisuuksiinsa. Kuitenkin on huomattu, että tämä ei ole aivan ongelmatonta. Erot koulujen ja kuntien välillä ovat kasvaneet huomattavan suuriksi, eikä yhdenvertaisuus oppilaiden keskuudessa koko maassa enää toteudu. Jo yksistään se, että ryhmäkokoja ei ole säädelty, on johtanut siihen, että eräät kunnat säästävät kasvattamalla oppilasryhmiä.

Vuoden 2004 valtakunnallinen Opetussuunnitelman perusteet palasi osittain normiohjaukseen, erityisesti sen vuoksi, että se määrättiin velvoittavaksi. Voidaankin katsoa tarpeelliseksi tietyntasoinen valtakunnallinen ohjaus, jotta voidaan varmistaa, että peruskoulussa toteutuvat jo siihen siirtymisen perusteina käytetyt ajatukset tasa-arvoisuudesta ja yhdenvertaisesta asemasta. Uuden Opetussuunnitelman perusteiden tulisi astua näillä näkymin voimaan vuonna 2016, ja onkin mielenkiintoista nähdä, palataanko yhä voimakkaammin 1971 POPSin henkeen vai kasvatetaanko jälleen koulujen itsemääräämisoikeutta. Tässä vaiheessa mitään varmaa ei voida vielä sanoa.

2.3. KOULUKOHTAISUUS

Valtakunnallisen perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden lisäksi jokainen perusopetusta tarjoava taho, yleensä kunta, on velvollinen laatimaan opetussuunnitelman. Tämä voi koostua vain lisäyksistä ja tarkennuksista valtakunnalliseen suunnitelmaan, ja kautta aikojen koulukohtaiset opetussuunnitelmat ovat vaihdelleet sekä tyylillisesti että sisällöllisesti huomattavan paljon.

Erityisesti vuoden 1994 valtakunnallisten opetussuunnitelman perusteiden ollessa voimassa eri kouluilla oli hyvinkin eritasoisia opetussuunnitelmia. Tällöin niitä ei rajoitettu käytännössä paljoakaan, siinä missä esimerkiksi tällä hetkellä voimassa oleva lainsäädäntö velvoittaa noudattamaan myös koulukohtaisia opetussuunnitelmia. Nykyisellään onkin pidettävä huoli siitä, että koulukohtaiset opetussuunnitelmat ovat toteutettavissa. Ne ovat ehdottomia minimisisältöjä, joihin voidaan ainoastaan lisätä opetettavaa ainesta mahdollisuuksien mukaan.

Aikaisemmin opetussuunnitelman perusteiden ollessa suuntaa antavia koulukohtaisetkin opetussuunnitelmat olivat lähinnä luetteloita mahdollisesti opetettavista aiheista, joista valittiin ne, mitä ehdittiin käydä. Vaihtoehtoisesti aikaisemmat koulukohtaiset opetussuunnitelmat saattoivat myös olla vain suppeita listoja mahdollisista paikallisista vierailukohteista tai esiteltävistä erikoisuuksista.

Esimerkiksi Lapinlahden kuntakohtaisessa peruskoulun opetussuunnitelmassa vuodelta 1988 mainitaan paikallinen avolouhos, Valion juustola ja jätevedenpuhdistamo kemian opetusta syventävinä vierailukohteina. Kyseessä olikin vain oppimäärän kuntakohtainen soveltaminen, eikä varsinaisia opetettavia aiheita mainittu. Tämä vuoden 1988 kuntakohtainen kemian opetussuunnitelma on esitetty liitteessä 3.

Vertailun vuoksi liitteessä 3 on esitetty myös Lapinlahden kuntakohtaiset kemian opetussuunnitelmat myös vuosilta 1998 ja 2011. Vuoden 1998 kuntakohtainen opetussuunnitelma on vuoden 1994 valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteiden mukainen. Siinä luetellaan lyhyesti opetettavia aiheita, kuten ”alkuaineiden jaksollinen järjestelmä”, ”suolat” tai ”hiili ja sen sidokset”. Varsinaisia kuntakohtaisia erityspiirteitä ei tällä kertaa ole mainittu, esimerkiksi vierailukohteiden muodossa.

Vuoden 2011 Lapinlahden kuntakohtainen kemian opetussuunnitelma onkin tavallaan kahden aiemmin mainitun (1988 ja 1998) yhdistelmä. Siinä on kuitenkin lueteltu opetettavia kokonaisuuksia ja aiheita huomattavan paljon tarkemmin kuin vuoden 1998 versiossa tai vuoden 1988 versiossa, josta ne oli jätetty kokonaan mainitsematta. Myös vierailukohteet on mainittu jälleen: ”Mahdollisuuksien mukaan tutustumiskäyntejä lähialueen kemian alan yrityksiin (esim. Kemiran kaivos Siilinjärvellä ja Valion Lapinlahden laboratorio).”

Koulukohtaisia opetussuunnitelmia ei kuitenkaan tarkastella tämän enempää. Voidaan todeta, että eri koulujen opetussuunnitelmat ovat poikenneet toisistaan huomattavan paljon ja myös saman koulun opetussuunnitelmat ovat eri aikoina olleet hyvin erilaisia.

3. KEMIALLISET SIDOKSET

Tässä luvussa tutustutaan tämänhetkisen käsityksen mukaiseen atomin rakenteeseen ja sen muodostamiin ioni- ja kovalenttisiin sidoksiin. On tarpeen tuntea atomin rakenne riittävällä tarkkuudella, jotta olisi mielekäästä tutkia sidoksien muodostumista. Atomin rakenteen ja atomiorbitaalien jälkeen siirrytään ionisidoksen ja kovalenttisen sidoksen tarkasteluun sekä niiden erottamiseen toisistaan.

Kemiallisia sidoksia voi muodostua muutoinkin kuin ionisidoksena tai kovalenttisena sidoksena. Esimerkiksi kompleksiyhdisteet muodostavat koordinaatiosidoksia, joissa molemmat sidoselektronit tulevat samalta atomilta.^{6a,7a}

Voidaan myös puhua metallisidoksista, koska kiinteässä metallissa elektronit ovat atomien yhteisessä käytössä ja liikkuvat niiden välissä suhteellisen vapaasti. Puhutaan niin sanotuista elektronivöistä, joiden avulla kuvataan elektronien sijoittumista.^{7b,8a} Tähän ei kuitenkaan keskitytä sen enempää. Jotkin peruskoulun oppikirjat jopa jättävät metallisidokset kokonaan käsittelemättä.

3.1. ATOMIN RAKENNE

Atomi on tunnettu käsitteenä jo pitkään, ja jo antiikin Kreikassa esitettiin ajatus jakamattomasta aineen perushiukkasesta. Vasta 1800-luvulla varsinainen atomiteoria alkoi tulla yleisemmin hyväksytyksi käsitteeksi kemian tietämyksen ja tutkimuksen kehittyttyä tarpeeksi pitkälle. Uusia alkuaineita eristettiin ja nimettiin runsain mitoin, mikä osaltaan edisti myös atomiteorian mukaista ajattelua. Kuitenkin se hyväksyttiin vasta 1900-luvun taitteessa.^{9a,b}

Elektronin olemassaolo todistettiin kokeellisesti vasta 1900-luvulla, ja ensimmäisten havaintojen perusteella muokattiin ensimmäiset atomimallit. Oletettiin, että atomi koostui tasaisesti positiivisesti varautuneesta pallosta, jonka sisällä elektronit pääsivät kulkemaan jonkinlaisia renkaita pitkin.^{9b} Rutherfordin atomimalli oli ensimmäinen nykyaikaista muistuttava malli, jossa atomilla oli pieni, positiivisesti varautunut ydin ja sitä kaukana kiertävät negatiiviset elektronit.^{9c}

Jo 1800-luvun puolivälissä kehitettiin erilaisia teorioita atomien ja yhdisteiden rakenteille ja niiden muodostamille sidoksille. Kuitenkin ensimmäiset teorat kärsivät siitä oletuksesta, että elektronit ovat paikallaan eivätkä liikkeessä. Tämä automaattisesti johtaa myös virheellisiin malleihin sidoksissa, eikä näillä ensimmäisillä malleilla voida kuvata todellisia rakenteita riittävän tarkasti. Vasta kun Bohr esitti atomimallinsa vuonna 1913, sidoksia voitiin kuvata tarkemmin. Malli perustui klassiseen Newtonin dynamiikkaan, mutta teoria siitä, että vain tietyt atomia ympäröivät orbitaalit olivat sallittuja, muokkasi vallitsevia käsityksiä voimakkaasti.^{8b}

Atomi muodostuu protoneista, neutroneista ja elektroneista. Positiivisesti varatut protonit ja neutraalit neutronit ovat nukleoneita, eli ne muodostavat atomille ytimen. Negatiivisesti varatut elektronit kiertävät ydintä niin sanotuilla atomiorbitaaleilla.^{6b,10} Vaikkakin nykyään tiedetään, että protonit ja neutronit koostuvat pienemmistä alkeishiukkasista, voidaan kemiassa puhua niistä perushiukkasina, koska niitä ei voida kemiallisesti hajottaa.¹⁰

Nykyinen käsitys elektronien sijainnista atomissa on hyvin pitkälle kvanttimekaniikan kehittymisen ansiota, sen vaikutettua edelleen orbitaaliteoriaan. Orbitaali ei ole varsinainen taso, jolla elektronit sijaitsevat mekaanisesti. Se on todennäköisyysalue elektronin paikalle. Voidaan sanoa, että elektroni sijaitsee tietyllä alueella tietyllä todennäköisyydellä.^{6b,9d,11a} Heisenbergin epätarkkuusperiaatteen mukaan liikkuvalla hiukkaselle ei voida määrittää yhtä aikaa nopeutta ja sijaintia.^{6a,8c,11a}

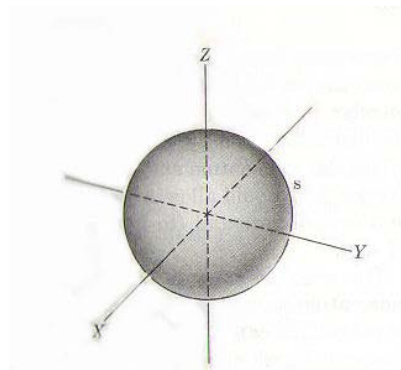
Schrödingerin aaltoyhtälön avulla voidaan määrittää atomille sen orbitaalit, eli todennäköisyysalueista energeettisesti edullisimmat.^{6a,8c,9d,11a} Tätä ei kuitenkaan voida todistaa millään yksinkertaisilla kokeilla, varsinkaan yksittäisille partikkeleille. Yleistä elektronitiheyttä voidaan tosin mitata, jolloin saadaan ainakin approksimoitu korrelaatio teorian ja koetulosten välille.^{8c}

Kaikki elektronien liikkeitä kuvaavat teorat lähtevät siitä oletuksesta, että ydin on levossa elektroneihin nähden. Todellisuudessa ydinkin on jatkuvassa liikkeessä, mutta sen huomattavasti suuremman massan takia liike on niin vähäistä, että voidaan katsoa

sen olevan paikallaan ja elektronien liikkuvan. Voidaan myös olettaa, että atomi on eristyksissä eikä siihen vaikuta ainoakaan muu hiukkanen, jolloin saadaan yksinkertaistettua Schrödingerin aaltoyhtälöä entisestäänkin. Tästä ei kuitenkaan ole aina käytännön hyötyä, koska käytännössä atomit ovat aina muiden kokonaisuuksien vaikutuspiirissä.^{8c}

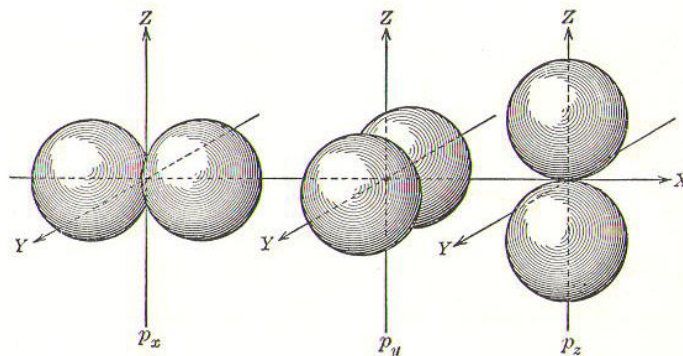
Orbitaalit jaetaan s-, p-, d- ja f-orbitaaleihin, jotka jakaantuvat puolestaan keskenään energeettisesti samanarvoisiin alorbitaaleihin.^{6a,8d,11a} Esimerkiksi p-orbitaali jakaantuu p_x -, p_y - ja p_z -orbitaaleihin. Orbitaalit täytetään energeettisesti alhaisimmasta alkaen siten, että kokonaisenergia pysyy minimissään.^{6a,11a}

S-orbitaali on pallonmuotoinen alue ytimen ympärillä, jonka sisällä ensimmäiset kaksi elektronia sijaitsevat hyvin suurella todennäköisyydellä. Tätä on havainnollistettu kuvassa 1.



Kuva 1. s-orbitaali^{12a}

Kuten edellä mainittiin, p-orbitaali jakautuu kolmeen energeettisesti identtiseen osaan, jotka on esitetty kuvassa 2. Jokaiselle näistä alorbitaaleista mahtuu kaksi elektronia, joten p-orbitaaleille voidaan yhteensä sijoittaa kuusi elektronia.^{6a,8d,8e,11a} Saman periaatteen mukaisesti muodostuvat myös seuraavat orbitaalit, joista esimerkiksi d-orbitaali on jakautunut viiteen osaan.^{6a,8d}



Kuva 2. p-orbitaalit ja niiden suunnat^{7c}

Vaikka orbitaalit jaetaankin yksittäisiksi orbitaaleiksi, niitä ei voida aina käsitellä erillisinä. Esimerkiksi hiilellä on elektroneja s-orbitaalilla ja kaikilla kolmella p-orbitaalilla. Kuitenkin hiili voi muodostaa neljä täysin identtistä sidosta, joten sen orbitaalit ovat sekoittuneet eli hybridisoituneet. Tätä hybridiorbitaalia kutsutaan sp^3 -hybridiorbitaaliksi, ja nyt hiilellä on neljä samanarvoista hybridisoitunutta orbitaalia, joilla se voi muodostaa sidoksensa.^{6a,7c,8f}

Orbitaalien täyttymisjärjestyksestä, eli niiden energeettisestä edullisuudesta, voidaan esittää yleispäteviä sääntöjä, jotka vastaavat todellisuutta, mitä tulee suurimpaan osaan atomeista. Kaikki atomit pyrkivät energiaminimiin, ja sidosten muodostuminen perustuukin pitkälti atomien haluun saavuttaa niin sanottu oktettrakenne (vedyllä dublettirakenne), joka on stabiilein ja energeettisesti edullisin rakenne.^{8e}

Orbitaalin energiaan vaikuttaa kuitenkin niin moni eri tekijä, että osalla atomeista, varsinkin siirtymämetalleista, orbitaalien energeettinen edullisuus ei menekään samassa järjestyksessä kuin monilla muilla atomeilla. Esimerkiksi kromi ei täytä kaikkia teoriassa alempia orbitaalejaan ennen d-orbitaaleja.^{8e}

3.2. IONISIDOS

Kemiallinen sidos määritellään sellaisena kahden atomin tai ryhmän välisenä vuorovaikutuksena, joka on tarpeeksi vahva pitääkseen ne yhdessä riittävän vakaasti, jotta syntynyt kokonaisuutta voidaan pitää itsenäisenä yksikkönä.^{7b,11b} On olemassa muitakin atomien ja atomiryhmien välisiä vuorovaikutuksia, mutta niitä ei voida pitää tarpeeksi voimakkaina, jotta voitaisiin puhua sidoksista. Pääasiallisesti sidosten päätyyppeinä mainitaan ionisidos eli voimakkain ja tärkein elektrostaattinen sidos ja kovalenttinen sidos eli elektroniparisidos.

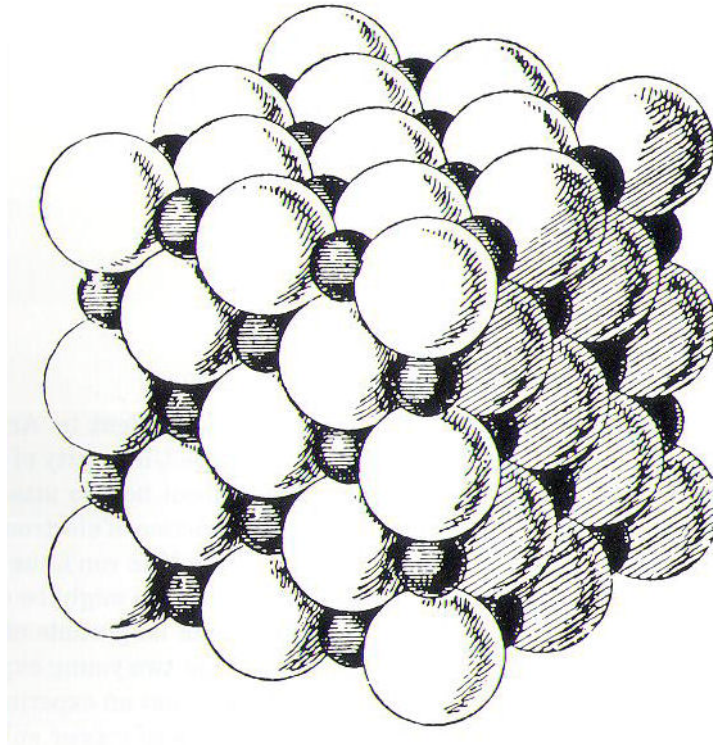
Yksinkertaisimmillaan ionisidos muodostuu, kun atomi luovuttaa elektroneja toiselle atomille ja syntyneet sähköiset varaukset vetävät toisiaan puoleensa.^{9d,11b,12b} Varsinaisesti ionisidos määritellään niin, että sähköisesti varautuneiden yksiköiden (atomi tai atomiryhmä) on oltava itsenäisiä kokonaisuuksia.^{7b} Tällainen on esimerkiksi natriumatomi, joka on yhden elektronin luovutettuaan aina muodossa Na^+ riippumatta sitä ympäröivistä hiukkasista. Kun näitä sähköisesti varautuneita hiukkasia on toistensa vaikutuspiirissä, erimerkkiset varaukset muodostavat välilleen ionisidoksen sähköisenä vetovoimana.^{7b,11b}

Metallisten alkuaineiden on helppo luovuttaa uloimman kuorensa elektronit, jolloin niistä syntyy positiivisesti varautuneita ioneita, kationeja. Vastaavasti epämetalliset alkuaineet ottavat herkästi vastaan elektroneja muuttuen negatiivisesti varatuiksi ioneiksi, anioneiksi. Tällöin näiden kahden erimerkkisesti varautuneen hiukkasen välille syntyy voimakas sähköinen vetovoima.^{7b,11b}

Sidoksen jo muodostuttua kationit vetävät vielä muitakin anioneja puoleensa ja päinvastoin. Tämän vuoksi ionisidoksen muodostaneet hiukkaset pakkautuvatkin suuremmiksi kiteiksi. Ionisidos ei siis välttämättä ole vain kahden ionin välinen

vuorovaikutus vaan koko kidehilan koossa pitävä voima kaikkien tarpeeksi lähekkäin olevien ionien välillä.^{6c,7b,11b}

Kuvassa 3 on esitetty esimerkkinä natriumionien ja kloridi-ionien muodostama natriumkloridikide. Jokaista natriumionia vastaa kuusi kloridi-ioniä, yksi sen jokaisella puolella niin, että se on niiden ympäröimä. Vastaavasti jokainen kloridi-ioni on kuuden natriumionin ympäröimä.

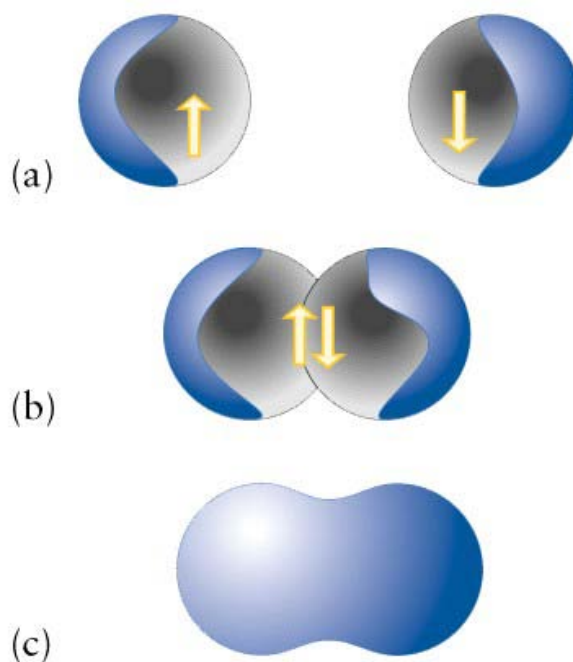


Kuva 3. Natriumkloridikiteen rakenne¹³

3.3. KOVALENTTINEN SIDOS

Kovalenttinen sidos on yksi voimakkaimmista hiukkasten välisistä sidoksista. Kovalenttisessa sidoksessa kaksi atomia jakaa keskenään elektroniparin, joka sitoo ne yhteen. Tämän vuoksi kovalenttista sidosta kutsutaan myös elektroniparisidokseksi. Atomit voivat jakaa elektronipareja useammankin atomin kanssa, ja kaksi atomia voi jakaa keskenään myös kaksi tai kolme elektroniparia muodostaen kaksois- tai kolmoissidoksen. Yksinkertaisin kovalenttinen sidos muodostuu kahden vetyatomin välille, jolloin saadaan vetymolekyyli H_2 . Vedyllä on yksi elektroni ainoalla orbitaalillaan, pallomaisella s-orbitaalilla. Saadakseen pysyvän dublettirakenteen sen on saatava yksi elektroni lisää, jolloin kaksi vetyatomia voivat jakaa elektroniparin ja molemmat saavuttavat halutun dubletin.^{6a,7d,11c,12c}

Jotta kovalenttinen sidos muodostuisi, on atomiorbitaalien muodostettava niin sanottu molekyyliorbitaali. Orbitaalit ovat samanarvoisia, ja ne yhdistyvät yhdeksi molekyyliorbitaaliksi, jolloin jaettu elektronipari voi kiertää molempia ytimiä sen sijaan, että yksittäiset elektronit pysyisivät ainoastaan alkuperäisten ytimiensä läheisyydessä. Molekyyliorbitaali on siis myös aaltoyhtälöstä ratkaistu todennäköisyys, mutta nyt kahden atomiytimen yli yhden sijaan.^{6a,7b,d} Kuvassa 4 on havainnollistettu yksinkertaisen kovalenttisen sidoksen muodostumista.



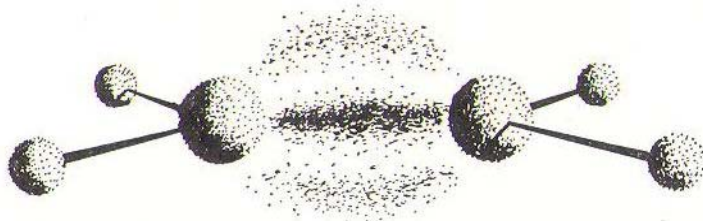
Kuva 4. Yksinkertaisen kovalenttisen sidoksen muodostuminen^{11c}

Tällaista yhden elektroniparin muodostamaa sidosta kutsutaan sigma-sidokseksi, σ -sidokseksi. Se on niin sanottu yksinkertainen sidos, joka mahdollistaa vapaan pyörimisen sidoksen ympäri ja mahdollisimman suuren liikkuvuuden sidoksen silti pitäessä.^{6a,11c} Ei voida kuitenkaan sanoa, että sidos voisi liikkua aivan miten tahansa. Liikkuvuus on suuri, mutta ei täysin rajoittamaton.^{7e}

Orbitaalien hybridisoitumisesta johtuen eri alkuaineilla on hyvinkin erilainen kyky muodostaa sidoksia, joten tämäkin on otettava huomioon kovalenttista sitoutumista tulkittaessa.^{6a,7f} Tästä on esimerkkinä muun muassa jo aiemmin mainittu hiili.

Kuten jo mainittiin, kovalenttisia sidoksia voi muodostua myös kaksois- ja kolmoissidoksina. Kaksoissidos muodostuu, kun sidokseen osallistuu neljä elektronia eli kaksi elektroniparia. Kyseessä on yhden s-orbitaalin ja kahden p-orbitaalin hybridisaatio, jolloin muodostuu kolme sp^2 -hybridiorbitaalia. Orbitaalien välinen sidoskulma on 120° , ja orbitaalit sijaitsevat tasossa. σ -sidos muodostuu, ja tason

yläpuolella olevat p-orbitaalit kaareutuvat toisiaan kohden muodostaen toisen sidoksen. Tällaista sidosta kutsutaan pii- eli π -sidokseksi. Tämä tekee muodostuneesta sidoksesta hyvin jäykän, ja se estää molekyylin kiertymisen mahdollistaen esimerkiksi cis-trans-isomerian.^{6a,7e,11c} Kaksoissidosta on havainnollistettu kuvassa 5.



Kuva 5. Kaksoissidos, eli sigmasidos ja piisidos^{7e}

Kaksoissidoksia ei voi muodostua kaikkien atomien välille. Esimerkiksi vety ei voi muodostaa kaksoissidoksia, koska π -sidos vaatii syntyäkseen elektroneja p-orbitaaleilla ja vedyn ainoa elektroni sijaitsee sen s-orbitaalilla. Kaksoissidos on myös heikompi sidos kuin yksinkertainen sidos, ja se hajoaa suhteellisen helposti reagoiden yksinkertaiseksi sidokseksi. Samoin kolmoissidos, joka muodostuu yhdestä σ -sidoksesta ja kahdesta π -sidoksesta, on huomattavasti reaktiivisempi kuin yksinkertainen sidos.^{6a,11c}

Kuten aiemmin jo mainittiin, sidokset eivät ole aina selkeästi yksinkertaisia tai kaksinkertaisia sidoksia, samoin kuin orbitaalit eivät välttämättä ole yksiselitteisen samanlaisia.^{6a,11c} Toinen esimerkki orbitaalien hybridisaatiosta on se, kuinka kaksoissidos voi delokalisoitua esimerkiksi bentseenirenkaan tapauksessa. Perinteisesti oletettiin, että bentseenirenkaassa joka toinen sidos on kaksoissidos ja joka toinen on yksinkertainen sidos. Tämä osoittautui kuitenkin vääräksi, koska renkaan kaikki sidokset ovat keskenään samanarvoisia.^{7g,8f}

Kovalenttiset sidokset eivät myöskään ole täysin sähköisesti neutraaleja. Tämä johtuu atomien elektronegatiivisuuseroista. Elektronegatiivisuus määrittellään atomin kykyä vetää sidoksen jaettuja elektroneja puoleensa.^{11d} Kahden erilaisen atomin välille muodostuvan kovalenttisen sidoksen elektronit ovat siis aina hieman lähempänä atomeista elektronegatiivisempaa. Yleisesti ottaen ilmiö ei ole tarpeeksi voimakas rikkomaan atomien välistä sidosta, mutta se aiheuttaa molekyyliin poolisuutta (polaarisuutta).^{6a,7f,11d}

3.4. SIDOSTEN LUONTEESTA

Useimmiten kovalenttiset sidokset ovat jonkin verran polaarisia, polaarisuuden kasvaessa elektronegatiivisuuseron myös kasvaessa. Kun elektronegatiivisuusero on tarpeeksi suuri, yleensä yli 1,8, sidoksella alkaa olla huomattavasti ioniluonnetta.^{6a,8e,11d,14a} Tämä tarkoittaa sitä, että elektronegatiivisempi atomi vetää elektroneja puoleensa niin voimakkaasti, että sidoksen elektronien voidaan katsoa kuuluvan sille. Molempien atomien voidaan siis katsoa ionisoituneen, jolloin niiden välillä on voimakas sähköinen vetovoima, joka on rinnastettavissa ionisidokseen.^{6a,7f,11d} Tätä ei kuitenkaan pidä sekoittaa molekyylien ionisoitumiseen sopivassa liuotuksessa, koska nämä tapaukset eivät ole täysin toisiaan vastaavat.^{7f}

Elektronegatiivisuuseron ollessa tarpeeksi suuri joissain erikoistapauksissa voidaan jopa katsoa, että atomien välinen kovalenttinen sidos on rikkoutunut ja elektronit kuuluvat atomeista elektronegatiivisemmalle. Tämänlainen kovalenttinen sidos vastaakin jo hyvin pitkälle ionisidosta, jossa elektronit siirtyvät atomilta toiselle ja sidos muodostuu pelkästään erimerkkisten ionien välisestä vetovoimasta.

Rajanveto kovalenttisen sidoksen ja ionisidoksen välillä ei ole siis aina täysin itsestään selvää. Voidaan katsoa, että lähes kaikilla kovalenttisilla sidoksilla on jonkin verran ioniluonnetta, mutta sen tarvitsee olla tarpeeksi voimakas, jotta sillä olisi minkäänlaista käytännön vaikutusta.^{7b,d,f,9d,11d} Voidaan katsoa, että monet sidokset ovat jonkinlaisia välimuotoja ionisidoksen ja kovalenttisen sidoksen välillä, kuitenkin olematta täysin kumpaakaan ääriesimerkkiä.^{7f,11d} On kehitetty kaavoja, joilla voidaan laskea sidokselle sen sisältämän ioniluonteen osuus, mutta tästä huolimatta on hyvin vaikea kuvata tätä täsmällisesti ja luotettavasti.^{7h}

4. KEMIALLISET SIDOKSET OPETUKSESSA

Kemialliset sidokset sisältyvät peruskoulun opetussuunnitelmiin. Kuitenkin on mahdotonta syventyä sidoksiin kovinkaan pitkälti ottaen huomioon kemian vähäisen vuosiviikkotuntimäärän ja sisältöjen laajuuden. Tämän vuoksi, kuten myös oppilaiden iän huomioon ottaen, peruskoulussa opetetaan sidoksista hyvin yksinkertaistettu versio. Tähän, sekä siihen, miten oppikirjat asian esittävät, tutustutaan seuraavaksi.

4.1. OPPIKIRJOISTA JA NIIDEN KÄYTTÄMISESTÄ

Kirjoja on käytetty opetusmateriaalina aina siitä lähtien, kun niitä on ollut olemassa. Varsinkin kirjapainotaito ja kirjojen lukumäärän lisääntyminen vaikuttivat myös opetuskäytön lisääntymiseen.^{14b} Oppikirjojen tarvetta lisäsi myös yliopistojen perustaminen ja maallisen koulutuksen osittainen eroaminen kirkon järjestämästä opetuksesta.^{14a,15a} Aluksi kaikkien kirjojen kieli oli latina. Uskonpuhdistuksen myötä

siirryttiin pikku hiljaa kansankielisiin kirjoihin ja myös opetuksessa käytettiin muita kieliä.^{14c,15a}

Varsinaisesti pelkästään opetusta varten kirjoja on tehty kuitenkin vain suhteellisen vähän aikaa.^{14b} Suomessa oppikirjojen käyttö lisääntyi huomattavasti, kun voimaan astui yleinen oppivelvollisuus 1921. Myös peruskouluun siirtyminen lisäsi osaltaan uusien, koulutusjärjestelmää vastaavien oppikirjojen tarvetta. Koulu-uudistus lisäsi oppikirjojen käyttöä osittain siksi, että oppimäärät yhtenäistettiin ja osittain laajennettiin. Myös työkirjojen käyttö lisääntyi huomattavasti.^{14d,15b} Esimerkiksi luonnontieteissä on käytetty paljon erillisiä työkirjoja, ja niiden käyttö tuntuu lisääntyneen ajan myötä tasaisesti.

1990-luvun alkuun asti oppikirjat tuli hyväksyttää Kouluhallituksessa, mikä osaltaan karsi käytettäviä oppikirjoja ja varmisti sen, että kaikki kirjat sisälsivät tarpeelliset osat alueet. Nykyisellään oppikirjan valinta on opetuksen järjestäjän vastuulla opettajan esityksestä ja oppikirjojen tekijät voivat sisällyttää kirjoihinsa haluamiansa kokonaisuuksia.^{15b} Onkin virheellistä olettaa, että oppikirjan sisältö vastaisi aina opetussuunnitelman määrittämiä sisältöjä, vaikka näin usein onkin. Tähän tulisi kiinnittää huomiota erityisesti siksi, koska opettajat ovat usein hyvin oppikirjasidonnaisia.

Sittemmin oppikirjoista on muodostunut kustantajille iso tulonlähde.^{15b} Tämä tuo mukanaan omat ongelmansa, varsinkin kun kynnys uudistaa oppikirjoja on huomattavasti madaltunut tekniikan kehittymisen myötä. Oppikirjan keskimääräinen käyttöikä on noin 3-4 vuotta^{14b}, mikä osaltaan lisää koventunutta kilpailua ja oppikirjojen markkinoita.

4.2. OPPIKIRJASISÄLTÖ

Oppikirjoja lähdettiin tarkastelemaan siten, että valittiin jokaisen valtakunnallisen opetussuunnitelman perusteiden ajalta esimerkinomaisesti vähintään kaksi oppikirjaa. Joissain kirjoissa tekstikirja ja työkirja on yhdistetty samaksi niteeksi, joissain kirjoissa ne ovat erilliset mutta tarkoitettu täydentämään toisiaan. Tämän vuoksi niitä käsitellään yhtenä kokonaisuutena.

On huomattava, että opetussuunnitelman antovuosi ei ole sama kuin käyttöönottovuosi. Vuoden 2004 Opetussuunnitelman perusteet tuli voimaan viimeistään 2006, joten esimerkiksi vuonna 2005 julkaistu oppikirja voi vielä olla vuoden 1994 Opetussuunnitelman perusteiden mukainen.

Tarkastellut oppikirjat on lueteltu taulukossa 2. Tarkasteltuja eri oppikirjasarjojen työkirjoja ei ole erikseen tähän taulukoitu. Täydellinen lista kaikista käytössä olleista kirjoista on aineistoluettelossa.

Taulukko 2. Tarkastellut oppikirjat

Oppikirja	Kustantaja ja painovuosi	Vastaava POPS	Teoriaan käytetty rivimäärä	
			Ionisidos	Kovalenttinen sidos
Peruskoulun fysiikka ja kemia 8a	WSOY, 1972	1971	28	20
Koululaisen fysiikka ja kemia 8	Otava, 1973	1971	17	26
Tutkimme fysiikkaa ja kemiaa 8	Otava, 1974	1971	15	27
Fysiikkaa ja kemiaa 8b	Valistus, 1974	1971	8	8
Fysiikan- ja kemiankirjani 8	Kunnallispaino, 1980	1971	36	33
Yläasteen fysiikka ja kemia	WSOY, 1981	1971	25	20
Tutkimme fysiikkaa ja kemiaa 9	Otava, 1981	1971	22	20
Koulun kemia 8	Otava, 1986	1985	20	5
Pisara 8	Weilin+Göös, 1987	1985	56	40
Kemiankirjani 8	Otava, 1988	1985	35	30
Kemian ydin 8	WSOY, 1991	1985	43	22
Impulssi, peruskoulun kemia	Otava, 1995	1994	40	25
Kemian avain	Otava, 2001	1994	27	31
Aine ja energia, kemian tietokirja	WSOY, 2005	1994	22	17
Hehku, kemia 7-9	Otava, 2009	2004	25	23
FyKe 7-9: Kemia	WSOY, 2010	2004	55	47

Atomi esitellään oppilaille peruskoulun vuosiluokkien 5-6 aikana, ja sen rakenne opetetaan seitsemännellä vuosiluokalla. Kemiallisen sidoksen opettaminen on yleensä ajoitettu peruskoulun kahdeksannelle vuosiluokalle. Joissain kouluissa kaikki kemian sisällöt opetetaan viimeistään kahdeksannen luokan aikana eikä yhdeksännellä luokalla ole kemiaa lainkaan. Kuitenkin myös niissä kouluissa, joissa yhdeksännellä luokalla

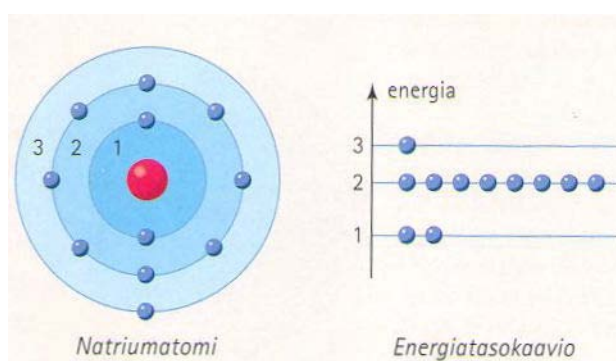
opiskellaan kemian sisältöjä, käydään kemiallinen sidos käytännössä katsoen aina kahdeksannen luokan aikana.

Sidoksiin liittyvä teoria on esitetty tarkastelluissa oppikirjoissa hyvin samansuuntaisesti. Tehdyt yleistykset ja yksinkertaistukset ovat käytännössä samat. Kuitenkin siinä, kuinka laajasti aiheeseen on paneuduttu, on kirjasta riippuvia eroja. Toiset kirjat, kuten esimerkiksi Kemian ydin 8 (WSOY, 1991) ja Impulssi (Otava, 1995), keskittyvät aiheeseen keskimääräistä tarkemmin. Toiset kirjat, esimerkiksi Tutkimme fysiikkaa ja kemiaa 8 (Otava, 1974), kuittaavat sidokset hyvin suppeasti. Näyttäisi siltä, että vanhemmissa kirjoissa on keskitytty enemmän molekyyliyhdisteisiin, siinä missä uudemmista paneudutaan enemmän ioniyhdisteisiin.

Ionisidoksiin käytetään oppitunneilla usein runsaasti aikaa, mahdollisesti koska ionin muodostumiseen ja atomin elektronirakenteeseen keskitytään huomattavasti ja ionisidos on suoraa jatkumoa ionin muodostumisesta. Siitä voidaan kiistellä, kuuluuko ionin käsittelyyn käytetty aika itse ionisidoksen opetukseen vai ei.

Kuitenkin ionisidokseen lähes aina jatketaan suoraan ioneista, jolloin asiaa on jo pohjustettu useamman oppitunnin verran. Tyypillisesti oppikirjat käyvät asiat hyvin samassa järjestyksessä. Esimerkiksi laajasti käytössä oleva Aine ja energia (WSOY, 2005) lähtee liikkeelle alkuaineista ja niiden järjestämisestä jaksolliseksi järjestelmäksi. Tästä siirrytään atomin rakenteen kautta oktettiin ja ionin muodostumiseen ja päädytään lopulta ionisidokseen.

Atomin rakenne opetetaan Bohrin mallin mukaan. Tällöin atomissa oletetaan olevan niin sanottuja elektronikuoria, joista ensimmäiselle mahtuu kaksi elektronia, toiselle kahdeksan ja niin edelleen. Kuvassa 6 on esitetty Bohrin mallin mukaiset natriumin energiatasot eli elektronikuoret oppikirjan Aine ja energia (WSOY, 2005) mukaan.



Kuva 6. Bohrin mallin mukaiset energiatasot kirjassa Aine ja energia (WSOY, 2005)

Bohrin atomimalli oli 1900-luvun alussa yleisesti hyväksytty atomin rakenne, ennen nykyistä kvanttimekaanista orbitaalimallia. Nykykäsityksen mukainen atomin rakenne

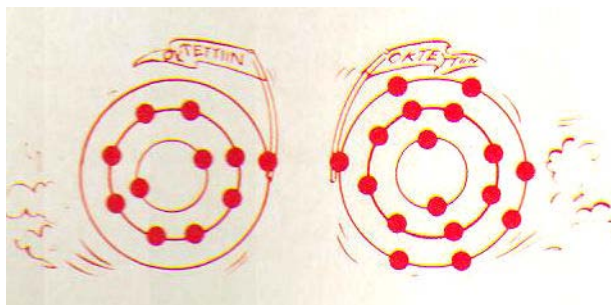
olisi peruskoulun oppimääriin nähden aivan liian laaja, eikä sitä pystyttäisi peruskoulun käsitteellisellä ja matemaattisella tasolla edes oppilaille mallintamaan. Bohrin mallissa ovat kuitenkin samat tärkeimmät perusajatuksat: elektronit ovat energieettisesti eri tasoilla kaukana ytimestä ja niitä voi kullekin energiatasolle täyttyä vain tietty määrä.

4.3. IONISIDOS OPPIKIRJOISSA

Ionisidos esitellään peruskoulun oppikirjoissa poikkeuksetta kahden sähköisesti erimerkkisesti varautuneen hiukkasen välisenä vetovoimana. Lähdetään siitä, että kaikki atomit pyrkivät oktettiin joko luovuttamalla tai vastaanottamalla elektroneja. Metalleilla on yleisesti ottaen vähän elektroneja uloimmalla kuorellaan, joten ne luovuttavat niitä helposti muodostaen positiivisia metalli-ioneja. Vastaavasti epämetalleilla on paljon elektroneja uloimmalla kuorellaan, joten vastaanottamalla elektroneja ne muodostavat negatiivisia epämetalli-ioneja.

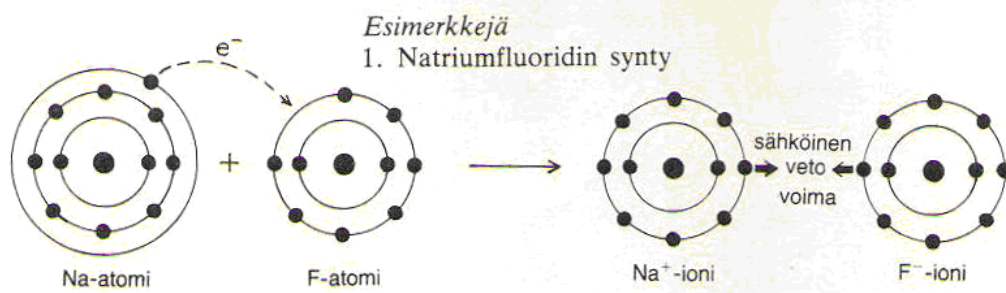
Oppilaiden oletetaan ymmärtävän sen, miten kukin atomi muodostaa tyypillisimmin ionin. Heidän tulee myös osata hahmottaa se, että muodostuneella ioniyhdisteellä ei ole kokonaisvarausta, joten negatiivisten ja positiivisten ionien määrien tulee täsmätä sopivalla tavalla. Tämän yksinkertaistuksen avulla he oppivat muodostamaan yleisimpiä suoloja ja kirjoittamaan niiden molekyylikaavoja.

Eri oppikirjat havainnollistavat ionisidoksia hyvin erilaisin kuvin. Monissa kirjoissa, esimerkiksi Kemiaankirjani 8 (Otava, 1988) -oppikirjassa, ionisidoksen opettaminen aloitetaan oktetin käsitteestä. Kyseisestä kirjasta on esimerkki kuvassa 7.



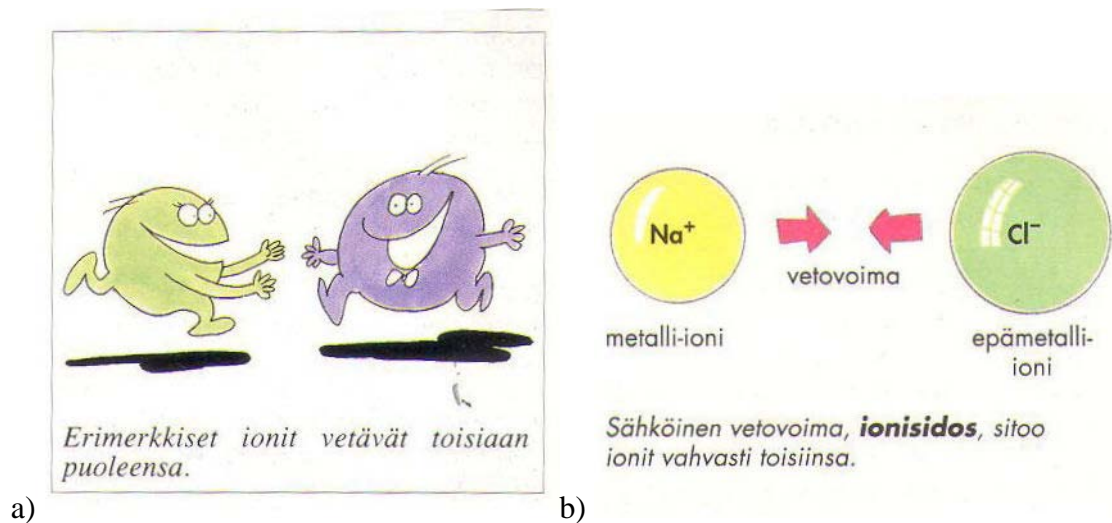
Kuva 7. Kemiaankirjani 8 (Otava, 1988) kirjan oktettia havainnollistava kuva

Toisaalta melkein jokaisessa oppikirjassa on, tavalla tai toisella, Bohrin mallin mukainen kuva ioni-yhdisteiden muodostumisesta. Esimerkkinä on kuvassa 8 esitetty Kunnallispainon kustantaman Fysiikan- ja kemiankirjani -oppikirjan (1980) käyttämä kuva natriumfluoridin muodostumisesta. Tällaiset kuvat ovat hyvin tyypillisiä oppikirjoille.



Kuva 8. Natriumfluoridin muodostuminen oppikirjan Fysiikan- ja kemiankirjani mukaan (Kunnallispaino, 1980)

Monet oppikirjat yrittävät myös havainnollistaa ionisidoksia painottamalla erimerkkisten hiukkasten välisiä vetovoimia. Kuvat ovat useimmiten hyvin yksinkertaisia, mutta niissäkin on vaihtelua kuivan asiallisista viihteellisyteen pyrkiviin. Esimerkkeinä on esitetty kuvassa 9 kirjoista WSOY:n Kemian Ydin 8 (1991) ja Otavan Impulssi: Peruskoulun kemia (1995) poimitut kuvat, joista molemmat havainnollistavat erimerkkisten ionien välistä vetovoimaa, joka muodostaa ionisidoksen.



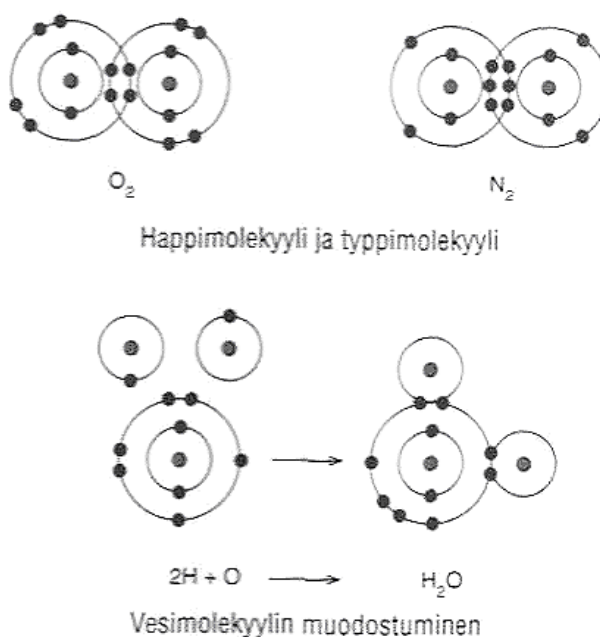
Kuva 9. Ionien välistä vetovoimaa mallintavat oppikirjakuvat a) Kemian Ydin 8 (WSOY, 1991) b) Impulssi: Peruskoulun kemia (Otava, 1995)

Yleisesti ottaen ionisidos esitetään vallitsevan käsityksen mukaisesti sähköisenä, voimakkaana vetovoimana. Atomin rakenne opetetaan yksinkertaistetun Bohrin mallin mukaisesti, joten oppilaille esitetty kuva on nykyisen tieteellisen tiedon tasoa reilusti suppeampi. Kuitenkin itse sidos esitetään tämänhetkistä tietoa vastaavasti, ja oppilaille tulisi jäädä riittävä käsitys asiasta.

4.4. KOVALENTTINEN SIDOS OPPIKIRJOISSA

Kovalenttinen sidos esitetään oppikirjoissa yleensä suppeammin kuin ionisidos, eikä siihen käytetä yhtä paljon aikaa oppitunneilla. Kovalenttinen sidos on yksinkertaistettu jaetuksi elektronipariksi. Bohrin mallin mukaisesti atomeilla on uloimmalla elektronikuorellansa tietty määrä elektroneja, joiden mukaan katsotaan, montako kovalenttista sidosta ne pystyvät muodostamaan. Tämän mallin mukaisesti esimerkiksi vetyatomit, joilla on yksi elektroni, voivat muodostaa keskenään sidoksen, jolloin molemmilla on lopuksi halutut kaksi elektronia. Sidoksen elektronit lasketaan aina molemmille atomeille, kun määritetään niiden elektronimäärää.

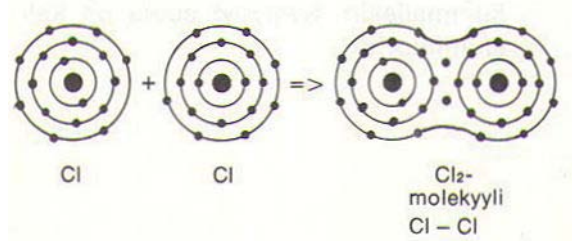
Tämän syvemmin kovalenttiseen sidokseen ei mennä. Kaksoissidoksen ja kolmoissidoksen olemassaolo todetaan, ja ne selitetään vain useamman elektronin muodostamina sidoksina. Siinä missä kovalenttisen sidoksen muodostaa elektronipari, kaksoissidokseen tarvitaan neljä elektronia ja kolmoissidokseen kuusi. Atomeja käsitellään lähinnä tasomaisina rakennelminä, joissa sidoselektronien on aina oltava ytimien välissä. Tämä johtuu suurimmaksi osaksi siitä, että jo atomin rakenne on huomattavan yksinkertaistettu opetusta varten. Esimerkkinä on esitetty kuvassa 10 Otavan kustantaman kirjan Kemian avain 2 (2001) käyttämä kuva kovalenttisen sidoksen muodostumisesta. Kuva sisältää yksinkertaisen sidoksen lisäksi myös kaksois- ja kolmoissidoksen.



Kuva 10. Kuva kovalenttisen sidoksen muodostumisesta oppikirjassa Kemian avain 2 (Otava, 2001)

Mitä kovalenttiseen sidokseen tulee, oppikirjojen kuvat ovat yleensä hyvin samankaltaisia. Edellä esitetyn (Kuva 10) kaltainen kuva on esitetty lähes poikkeuksetta, joskin käytetyt atomit vaihtelevat harvakseltaan. Ainoa asian hieman eri

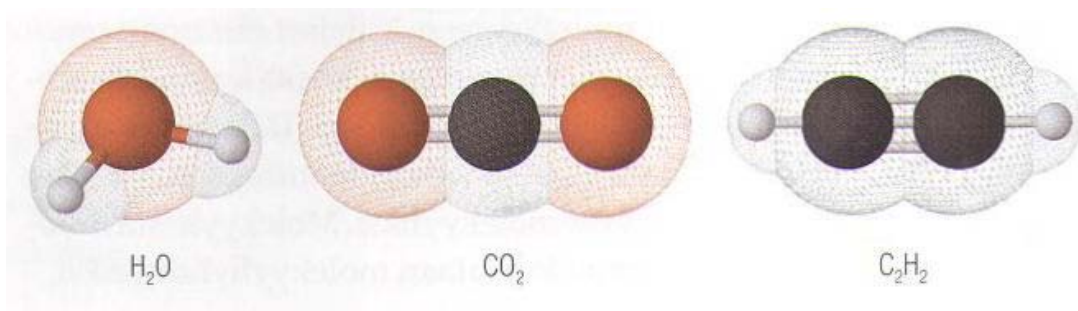
tavoin mallintanut kirja oli Valistuksen Fysiikkaa ja kemiaa -kirja vuodelta 1974. Siinä molekyyli esitetään niin, että uloimmat elektronikuoret ovat sulautuneet yhteen sen sijaan, että ainoastaan yhteinen elektronipari pitäisi niitä kiinni toisissaan. Tämä on esitetty kuvassa 11.



Kuva 11. Kirjan Fysiikkaa ja kemiaa (Valistus, 1974) kuva Cl_2 -molekyylistä

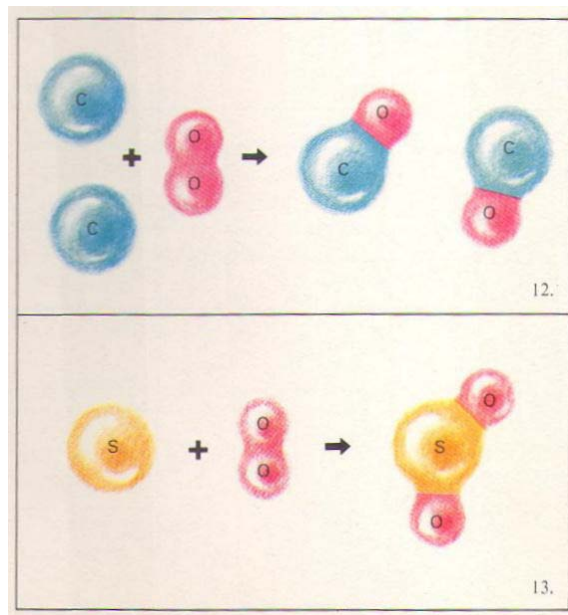
Samassa Valistuksen julkaisemassa oppikirjassa käytetään kovalenttisesta sidoksesta nimitystä ”atomisidos”, mitä yksikään muista tutkituista oppikirjoista ei käytä. Yleisesti käytössä on termi ”kovalenttinen sidos”. Myös termiä ”elektroniparisidos” käytetään, esimerkiksi Tutkimme fysiikkaa ja kemiaa (Otava, 1974) -kirjassa. Kemian ydin 8 (WSOY, 1991) ei käytä mitään näistä termeistä, vaan puhuu sen sijaan ainoastaan ”molekyylirakenteisista yhdisteistä”.

Lähes jokaisessa oppikirjassa on melkein identtiset kuvat atomin elektronirakenteesta ja parista yksinkertaisesta molekyylilyhdisteestä. Uudemmissa kirjoissa, kuten esimerkiksi oppikirjassa Hehku (Otava, 2009), yhdisteistä on kolmiulotteisesti mallinnettuja kuvia. Esimerkkinä kuva 12.



Kuva 12. Kuva yksinkertaisista molekyylilyhdisteistä oppikirjasta Hehku (Otava, 2009)

Vertailun vuoksi kuvassa 13 on esitetty samaa asiaa havainnollistava kuva vuodelta 1974. Vanhemmissa kirjoissa grafiikka on selkeästi aikansa mukaista, kuten myös kirjassa Tutkimme fysiikkaa ja kemiaa 8 (Otava, 1974), josta esimerkkikuva on otettu.



Kuva 13. Kuva yksinkertaisista molekyyliyhdisteistä oppikirjasta Tutkimme fysiikkaa ja kemiaa 8 (Otava, 1974)

Eräissä kirjoissa on myös pyritty esittämään asia huumorin varjolla, käyttämällä hyvin erilaisia kuvitusratkaisuja. Ehkä kaikkein tyypillisimpiä ovat asiaan hyvin löyhästi liittyvät luontokuvat, mutta esimerkiksi Kemian ydin 8 (WSOY, 1991) on kuvittanut molekyyliyhdisteitä hyvin muista poikkeavalla tavalla (kuva 14).



Kuva 14. Kirjan Kemian ydin 8 (WSOY, 1991) kuva ”Molekyylin motto”

Kovalenttiseen sidokseen on myös kaksi lähestymistapaa: toiset oppikirjat käsittelevät kovalenttisen sidoksen ja ionisidoksen samalla kertaa, siinä missä toiset oppikirjat tutustuttavat oppilaat kovalenttiseen sidokseen orgaanisen kemian yhteydessä.

Ensimmäinen vaihtoehtoista vaikuttaisi selkeästi yleisemmältä tarkastellun otoksen perusteella. Tutkituista kirjoista Hehku (Otava, 2009) on esimerkki kirjasta, joka käsittelee sidokset erillään toisistaan. Molemmilla tavoilla on hyvät ja huonot puolensa.

Useat kirjat, jotka käyvät kovalenttisen sidoksen läpi orgaanisen kemian yhteydessä, eivät keskity siihen kovinkaan paljoa, ja oppilaille saattaa jäädä kuva, että vain hiili voi muodostaa kovalenttisiä sidoksia. Tämä on vaarallinen virhekäsitys. Vaikka kovalenttinen sidos esitetään joka tapauksessa yksinkertaistettuna, pitäisi oppilaiden ymmärtää, että se voi muodostua myös esimerkiksi kahden vetyatomin välille eikä hiiltä aina tarvita sidoksen toiseksi osapuoleksi.

Kuten mainittua, toiset kirjat käsittelevät kovalenttisen sidoksen ja ionisidoksen yhdellä kertaa. Tässä on se etu, että oppilaat saavat käsityksen erilaisista sidostyypeistä ja oppivat erottamaan suolat ja molekyyliyhdisteet toisistaan. Kun sidostyyppit käydään erikseen, saattavat ne jäädä toisistaan hyvinkin irrallisiksi käsitteiksi tai sekoittua keskenään.

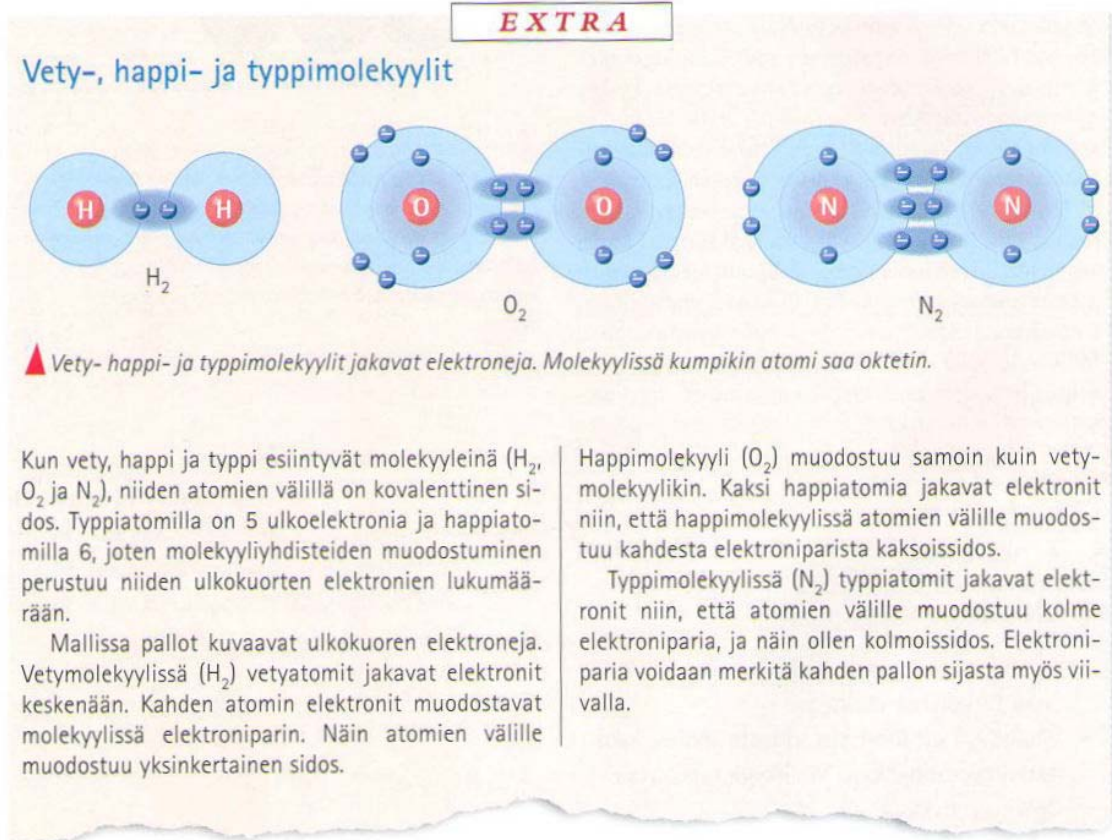
4.5. OPPIKIRJOISTA JA NIIDEN RAKENTEESTA

Aluksi tarkasteltiin eri vuosikymmenten ja eri kustantajien oppikirjoja, jotta nähtäisiin, onko niissä joitain selviä linjauseuroja. Havaittiin, että oppikirjojen sisältö ja aiheen käsittely vaikuttaisivat riippuvan vain oppikirjan tekijästä. Saman vuosikymmenen oppikirjoissa saattaa olla keskenään suuria eroja, siinä missä 1971-luvun OPS:iin pohjautuva oppikirja saattaa olla lähestulkoon identtinen sellaisen kirjan kanssa, joka perustuu vuoden 2004 OPS:iin.

Joitain muutoksia on nähtävissä. Esimerkiksi oppikirjojen kuvitus on koko ajan lisääntynyt. Vanhemmissa kirjoissa kuvia on vain silloin, kun niiden katsotaan havainnollistavan opetettavaa asiaa. Uusissa kirjoissa kuvia on yleisesti ottaen paljon ja joissain kirjoissa suuri osa on ehkä värikyyden ja oppilaiden mielenkiinnon lisäämiseksi. Tutkittavana olleissa kirjoissa oli lähes kaikissa jonkinlainen kaavakuva natriumkloridikiteestä (kuten aiemmin esitetty **Kuva 3**. Natriumkloridikiteen rakenne) havainnollistamassa ionien muodostamia hiloja.

Keskimäärin myös sisällöt ovat vähentyneet ajan myötä. Nykyisellään oppikirjoissa on korostuneemmin yhteiskunnallinen ja ympäristökemiallinen näkemys, siinä missä peruskoulun alkuaikoina opetettiin enemmän kemiaa tieteenä. Tämä toki lisää oppilaiden ymmärrystä ympäristöstä ja yleismaailmallisista asioista, mutta saattaa osaltaan vähentää varsinaista asiaosaamista ja kemiallisten ilmiöiden ymmärtämistä.

Näyttäisi olevan myös uusi ilmiö, että oppikirjoissa on enemmän niin sanottuja lisätietosivuja. Esimerkiksi kuvassa 15 on kirjan Aine ja energia (WSOY, 2005) esimerkki tällaisesta tietoiskusta, jossa on esitelty kaksois- ja kolmoissidokset.



Kuva 15. Kirjan Aine ja energia (WSOY, 2005) lisätietosivu kaksin- ja kolminkertaisista sidoksista

Varsinainen opetettava aines tiivistetään hyvin lyhyeksi kokonaisuudeksi, mutta kiinnostuneille oppilaille tarjotaan lisätietoa. Nämä ”ylimääräiset tietoiskut” kuuluivat ennen suurimmalta osaltaan varsinaiseen oppimäärään.

Kokeellisuus on tärkeä osa kemian opetusta, mutta sen osuus oppikirjoissa vaihtelee. Usein kokeellisuus mielletään pelkästään demonstraatioiksi ja oppilastöiksi, mutta termi pitää sisällään myös esimerkiksi poikkeavia tutkimustapoja, tietotekniikan käyttämistä ja muita työskentelymenetelmiä.¹⁶

OPS:eissa korostetaan kemian kokeellisuutta ja useaan kertaan mainitaan, kuinka kemian ja fysiikan tulisi kokeellisina luonnontieteinä pitää huoli myös tämän aspektin esiintuomisesta. Tässä eri oppikirjat ovat hyvinkin erilaisia. Kokeellisuutta ei tutkittu tarkasti, mutta kirjoja tutkittaessa joitain yleisiä suuntauksia oli havaittavissa.

Oppilastyöt ovat lisääntyneet ajan myötä. Aikaisemmin opettaja teki enemmän demoja oppilaiden katsellessa, siinä missä nykyään oppilailta teetetään paljon enemmän töitä itsenäisesti. Keskimäärin oppiainesta on karsittu, mahdollisesti jotta kokeellisuutta voidaan korostaa ja aktivoida oppilaita omatoimisuuteen. Tämän on katsottu parantavan oppimistuloksia ja oppilaiden asenteita kemiaa (ja luonnontieteitä) kohtaan.

Oppikirjoissa on harvoin paljota kokeellisuutta liittyen kemiallisiin sidoksiin. Ionisidokseen liittyviä tehtäviä saattaa olla runsaasti, koska ioneihin liittyviä tehtäviä on paljon, ja monet niistä ovat hyvin havainnollistavia. Kuitenkin tämä saattaa johtaa siihen, että oppilaille teetetään töitä vain kokeellisuuden vuoksi eivätkä kaikki työt liitytäysin aiheeseen. Kovalenttisista sidoksista on kirjoissa hyvin vähän oppilastöitä, joissain kirjoissa ei ainoatakaan. Yleisimmin esiintyy kovalenttiseen sidokseen liittyen työ, jossa erotellaan ioniyhdisteet kovalenttisista yhdisteistä sähkönjohtavuuden perusteella.

5. YHTEENVETO

Valtakunnallisia opetussuunnitelman perusteita tutkittaessa havaittiin, että suurinta muutos on ollut annetussa normiohjauksessa. Ensimmäisessä POPS:ssa vuodelta 1971 annettiin hyvin tarkat ohjeistukset, joista myöhemmissä, vuosien 1985 ja 1994 POPSeissa, luovuttiin lähes kokonaan. Vuoden 2004 POPS oli siinä mielessä palaamista takaisin vanhaan, että normiohjaukseen palattiin ja sidottiin kaikki opetuksen järjestäjät noudattamaan annettuja suuntaviivoja.

Ohjauksen tiukentamisesta voi olla useita mielipiteitä, mutta ainakin oppilaiden tasa-arvoa ajatellen se on hyväksi. Peruskouluun siirtymisellä haluttiin nimenomaan taata kaikille oppivelvollisille yhtenäinen koulutus. Kaikilla oppilaille tulisi olla peruskoulun jälkeen samanlaiset valmiudet ja mahdollisuudet jatko-opiskeluun. Tämä ei toteudu, jos koulut saavat järjestää oppisisällöt yhtä vapaasti kuin ennen vuoden 2004 POPSia.

Itse kemian opetuksen tuntimäärä on pysynyt lähes vakiona, vaihdellen 6-7 vuosiviikkotunnin välillä. Jos haluttaisiin varmistaa, että kemian sisällöt opittaisiin kunnolla, niihin tulisi käyttää enemmän aikaa. Kuitenkin peruskoulun on tarkoitus toimia yleissivistävänä oppilaitoksena, ja on otettava huomioon eri oppiaineiden suuri määrä. Yksittäisille ainekokonaisuuksille ei ole käytännössä mahdollista antaa määrättömästi oppitunteja.

Eräs suuremmista muutoksista on se, että nykyään peruskoulun vuosiluokilla 5-6 kemiaa opetetaan omana oppiaineenaan fysiikan rinnalla, sen sijaan että ne olisi sisällytetty ympäristöoppiin muiden vastaavaksi katsottujen aineiden kanssa. Itse oppisisällöt eivät toisaalta ole muuttuneet, joten siinä mielessä kyseessä on muutos vain virallisissa rakenteissa.

Vaikuttaisi siltä, että kokeellisuutta pyritään lisäämään nykyisiin oppikirjoihin. On hyvä, että oppilaat saavat itse tehdä kokeellisia havaintoja. Se rikkoo perinteistä oppitunnin rakennetta ja aktivoi oppilaita osallistumaan. Samalla se korostaa kemian luonnetta kokeellisena tieteenä. Kuitenkin voidaan myös olla sitä mieltä, että nykyään korostetaan kokeellisuutta muiden asioiden kustannuksella. Osa oppilastöistä ei tuo esille mitään oleellista opittavasta asiasta, jolloin varsinainen oppiminen saattaa jäädä taka-alalle.

Keskimäärin uudemmissa oppikirjoissa itse asiasisällöt on esitetty niukemmin kuin vanhemmissa oppikirjoissa. Osin tämä voi johtua nimenomaan kokeellisuuden lisääntymisestä. Tämä riippuu myös kirjan tekijöistä, ja kaikkina aikoina on ollut monenlaisia kirjoja. Silti voidaan nähdä, että uudemmissa oppikirjoissa keskitytään yhä useammin viihdyttävyyteen ja värikyyteen opittavien asioiden jäädessä vähemmälle huomiolle. On huolestuttavaa havaita, että sisältöjä karsitaan joskus reilustikin. Esimerkiksi metallisidos opetettiin vielä parin vuosikymmenen takaisissa kirjoissa, siinä missä se on nykyään jätetty pois lähes kaikista oppimateriaaleista.

Varsinainen kemiallisten sidosten opettaminen ei ole ajan myötä selkeästi muuttunut. Oppikirjojen teoriasisällön määrä on aina vaihdellut oppikirjasta toiseen. Asiavirheitä ei tutkituissa kirjoissa ilmennyt ainakaan kemiallisten sidosten käsittelyssä. Teoriaan tehtyjä helpotuksia ja yleistyksiä ei voida laskea virheellisyyksiksi, koska on tarkoituksenmukaisempaa esittää asia tällä käsitteellisellä tasolla.

Yleisesti ottaen Suomen peruskoulujärjestelmää pidetään tehokkaana. Suomalaisten peruskoululaisten taitoja matematiikassa ja luonnontieteissä on tutkittu,^{3,4,17} ja kaikista tutkimuksista on saatu samankaltaisia tuloksia. Useat tutkimukset osoittavat, että nimenomaan heikkoja oppilaita tuetaan huomattavasti paremmin kuin maailmalla keskimäärin, mutta erityisen lahjakkaita oppilaita ei oteta huomioon yhtä paljon. Esimerkiksi TIMSS 1999 -tutkimus havaitsi, että suurimmalla osalla suomalaisia peruskoululaisia luonnontieteiden osaaminen sijoittuu ylemmälle keskitasolle. Kaikkein vahvinta osaaminen oli kemiassa, jossa 21% oppilaista sijoittui parhaiten pärjänneiden tasolle.¹⁷

Vaikka Suomen peruskoulujärjestelmä ei olekaan täydellinen, se on kuitenkin toimiva, ja olisi varmistuttava siitä, että se on jatkossakin mahdollisimman tasapuolinen kaikille oppivelvollisille. Normitusta ei voida karsia minimiin ja on varmistettava, että kaikki tarpeelliset oppisisällöt tulevat käydyiksi. Ehkäpä muun muassa palaaminen siihen, että oppikirjat tarkistettaisiin ennen hyväksymistä opetuskäyttöön, voisi osaltaan varmistaa tasa-arvon toteutumista.

6. KIRJALLISUUSVIITTEET

1. Koko kansan koulu – 80 vuotta oppivelvollisuutta: Suomen kouluhistoriallisen seuran vuosikirja 2001, 1. painos, Opetushallitus, Jyväskylä, **2001**, a) s. 106-107., b) s. 127., c) s. 118.
2. Lappalainen, A. Suomi kouluttajana, 1. painos, WSOY, Porvoo, **1991**, s. 131.
3. Arinen, P.; Karjalainen, T. PISA 2006 Ensituloksia, 1. painos, Opetusministeriö, Jyväskylä, **2007**, s. 23.
4. Sulkunen, S.; Välijärvi, J.; Arffman, I.; Harju-Luukkainen, H.; Kupari, P.; Nissinen, K.; Puhakka, E.; Reinikainen, P. PISA 2009 Ensituloksia, 1. painos, Opetusministeriö, Jyväskylä, **2010**, s. 20-28.
5. Ranta, H. Opetustoimen lainsäädäntö 2001, 1. painos, Kauppakaari, Jyväskylä, **2001**, s. 1-9.
6. Galenos haltuun 2011, 9. painos, Epinova Oy, Kuopio, **2010**, a) s. 16- 25, b) s. 7., c) s. 34.
7. Pauling, L. The Nature of the Chemical Bond, 6. painos, Cornell University, Ithaca New York, **1967**, a) s. 146., b) s. 6-15., c) s. 109-113., d) s. 23-27., e) s. 130-138., f) s. 60-67., g) s. 187., h) s. 100.
8. Murrell, J.N.; Kettle, S.F.; Tedder, J.M. The Chemical Bond, 2. painos, John Wiley & sons, Norwich, **1987**, a) s. 187., b) s. 1-2., c) s. 12-15., d) s. 18-21., e) s. 31-41., f) s. 141-142.
9. Hudson, J. Suurin tiede: Kemian historia, 1. painos, Art House, Jyväskylä, **1995**, a) s. 122, b) s. 240-245., c) s. 258., d) s. 268-270.
10. Shida, T. The Chemical Bond: A Fundamental Quantum-Mechanical Picture, 1. painos, Springer, Heidelberg, **2004**, s. 1.
11. Jones, L.; Atkins, P. Chemistry: Molecules, Matter and Change, 1. painos, W. H. Freeman and Company, New York, **1999**, a) s. 277-280., b) s. 321-325., c) s. 388-400. d) s. 351-355.
12. Alonso, M.; Finn, E.J. Fundamental University Physics Volume III: Quantum and Statistical Physics, 4. painos, Addison-Wesley Publishing Company, USA, **1972**, a) s. 122., b) s. 198., c) s. 194.
13. Zewail, A.; et al. The Chemical Bond: Structure and Dynamics, 1. painos, Academic Press Inc., USA, **1992**, s. 4.
14. Lappalainen, A. Oppikirjan historia: Kehitys sumerilaisista suomalaisiin, 1. painos, WSOY, Porvoo, **1992**, a) s. 51., b) 11-14., c) s. 80-85., d) s. 151.
15. Häkkinen, K. Suomalaisen oppikirjan vaiheita, 1. painos, Suomen tietokirjailijat ry, Helsinki, **2002**, a) s. 19., b) s. 78.
16. Aksela, M.; Karjalainen, V. Kemian opetus tänään: Nykytila ja haasteet Suomessa, Kemian opetuksen keskus, Helsingin yliopisto, **2008**, s. 20.
17. Kupari, P.; Reinikainen, P.; Nevanpää, T.; Törnroos, J. Miten matematiikkaa ja luonnontieteitä osataan suomalaisessa peruskoulussa, 1. painos, Koulutuksen tutkimuslaitos, Jyväskylän yliopisto, Jyväskylä, **2001**, s. 5.

7. AINEISTOT

LAINSÄÄDÄNTÖ

Ranta, H. Opetustoimen lainsäädäntö 2001, 1. painos, Kauppakaari, Jyväskylä, **2001**.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1998/19980628>, 3.1.2012

OPETUSSUUNNITELMAT

Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1994, 1. painos, Opetushallitus, Helsinki, **1994**.

Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1985, 2. painos, Kouluhallitus, Helsinki, **1985**.

Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 2004, 1. painos, Opetushallitus, Vammala, **2004**.

Perusopetuksen opetussuunnitelma vuosiluokille 1-9, Lapinlahti, **1988**.

Perusopetuksen opetussuunnitelma vuosiluokille 1-9, Lapinlahti, **1998**.

Perusopetuksen opetussuunnitelma vuosiluokille 1-9, Lapinlahti, **2000**.

Perusopetuksen opetussuunnitelma vuosiluokille 1-9, Lapinlahti, **2008**.

Perusopetuksen opetussuunnitelma vuosiluokille 1-9, Lapinlahti, **2011**.

POPS-70 Opas 7: Fysiikka ja kemia, 1. painos, Kouluhallitus, Helsinki, **1971**.

OPPIKIRJAT

Aalto, E.; et al. Tutkimme fysiikkaa ja kemiaa: syyslukukausi, 1. painos, Otava, Keuruu, **1976**.

Aalto, E.; et al. Tutkimme fysiikkaa ja kemiaa 9, 6. painos, Otava, Keuruu, **1981**.

Arvonen, A.; et al. Koulun kemia 8, 1. painos, Otava, Keuruu, **1986**.

Aspholm, S.; et al. Aine ja energia: Kemian tietokirja, 8.-11.. painos, WSOY, Porvoo, **2005**.

Happonen, R.; et al. Kemian avain kurssi 2, 1. painos, Otava, Keuruu, **2001**.

Herlevi, M.; et al. Hehku: kemia 7-9, 1. painos, Otava, Keuruu, **2009**.

Härmä, H.; Nurmi, U.; Tiilikainen, M. Peruskoulun fysiikka ja kemia 8a, kokeilupainos, WSOY, Porvoo, **1972**.

Härmä, H.; Nurmi, U.; Tiilikainen, M. Yläasteen fysiikka ja kemia TEHO 8, 2. painos, WSOY, Porvoo, **1981**.

Härmä, H.; Nurmi, U.; Tiilikainen, M. Yläasteen fysiikka ja kemia 7-8-9, 1. painos, WSOY, Porvoo, **1981**.

Härmä, H.; Nurmi, U.; Tiilikainen, M. Yläasteen fysiikka ja kemia TEHO 8, 1. painos, WSOY, Porvoo, **1985**.

Kangaskorte, A.; et al. FyKe 7-9, 1. painos, WSOYpro, Helsinki, **2010**.

Ketvel, L.; Toivonen, M. Pisara 8, 1. painos, Weilin+Göös, Espoo, **1987**.

Kuosa, O.; et al. Fysiikan- ja kemiankirjani, 1. painos, Kunnallispaino, Vantaa, **1980**.

Kuosa, O.; Koski, J.; Vuola, R. Kemiaankirjani 8, 1. painos, Otava, Keuruu, **1988**.

Kuosa, O.; et al. Impulssi: peruskoulun kemia, 1. painos, Otava, Keuruu, **1995**.

Kuosa, O.; et al. Impulssi: peruskoulun kemia: työkirja, 1.-3. painos, Otava, Keuruu, **1998**.

Kälviäinen, J.; Jantunen, O.; Sivonen, T. Fysiikkaa ja kemiaa 8b, 1. painos, Valistus, Tampere, **1974**.

Levävaara, H.; et al. Kemia Ydin 8, 3. painos, WSOY, Porvoo, **1991**.

Levävaara, H.; et al. Kemia Ydin työkirja, 2.-12.. painos, WSOY, Porvoo, **1998**.

Neuvonen, V.M.; et al. Koululaisen fysiikka ja kemia 8: syyslukukausi laajempi kurssi, 1. painos, Otava, Keuruu, **1973**.

Väätäinen, R.; et al. Tutkimme fysiikkaa ja kemiaa 8: syyslukukausi, 3. painos, Otava, Helsinki, **1976**.

LIITE 1.

POPS 1971: Esimerkki ionisidoksen opettamisesta (s. 38-39)

Esimerkkejä:

I Oppitunnin aihe: Ionisidos

Työvaihe	Työtapa	Tulos
1. reaktio: $\text{Na} + \text{Cl}_2$	demonstraatio	syntyy kiteinen aine
2. reaktiotuotteen liuottaminen veteen ja maistaminen	rintamakoe kahden oppilaan ryhmässä	reaktiotuote on ruokasuolaa
3. puhtaan veden ja ruokasuolan vesiliuoksen sähköjohtokyvyn tutkiminen	"	vesi ei johda sähköä, mutta ruokasuolaliuos johtaa
4. sulan ruokasuolan sähköjohtokyvyn tutkiminen	demonstraatio	sula ruokasuola johtaa sähköä
5. jalokaasujen sekä Na:n ja Cl:n atomien rakenteiden tarkastelua	opetuskeskustelu kaavio-kuvien tai filmin avulla	jalokaasuilla on ulkokuorella elektronioktetti, jonka Na ja Cl saavat kun edellinen luovuttaa jälkimmäiselle yhden elektronin
6. reaktio: $\text{Mg} + \text{O}$	rintamakoe kahden oppilaan ryhmässä	syntyy MgO
7. edellisen selitys atomimallien avulla	yksilöllinen työskentely	reaktiossa Mg-atomilta siirtyy 2 elektronia O-atomille

LIITE 2.

POPS 1994: Kemian oppisisällöt

Taulukko. Fysiikan ja kemian opetuksen keskeiset sisällöt

RAKENTEET JA JÄRJESTELMÄT	VUOROVAIKUTUKSET	ENERGIA	PROSESSIT	KOKEELLINEN MENETELMÄ
<p>Maailmankuvan hahmottamisen kannalta tarpeellisia luonnon ja ihmisen aikaansaamia - perusrakenteita ja järjestelmiä:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ihmisen aikaansaamia rakenteita ja järjestelmiä, kuten koneet ja virtapiirit • aineen rakenne ja sen fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet • atomit, alkuaineet ja kemialliset yhdisteet • galaksit, tähti- ja planeettajärjestelmät 	<p>Vuorovaikutus jäsentävänä käsitteenä, jonka avulla tarkastellaan ilmiöitä ja niiden välisiä vuorovaikutussuhteita:</p> <ul style="list-style-type: none"> • voima ja liike • kosketusvoimat • painovoima • sähkö ja magnetismi • kemialliset sidokset • radioaktiivisuus, säteilyn käyttö ja siltä suojautuminen 	<p>Energian merkitys luonnossa ja yhteiskunnassa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • energian säilyminen ja huononeminen fysikaalisissa ja kemiallisissa prosesseissa • energian muodot • energian lähteet, tuotanto, kulutus ja ympäristövaikutukset • energian säästäminen ja hyvinvointi 	<p>Luonnon omat ja ihmisen aikaansaamat prosessit:</p> <ul style="list-style-type: none"> • energian sitoutuminen, vapautuminen ja siirtyminen • olomuodon muutokset • kemiallinen reaktio • aineiden kiertokulku luonnossa • aine kemian- ja muissa teollisuusprosesseissa • raaka-aineet ja niiden jalostaminen • aineiden yhdistäminen ja erottaminen • esimerkkejä erityyppisistä prosesseista 	<p>Luonnontieteellisen tiedonhankinnan menetelmät ja niiden pätevyysalueet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • kysymysten tekeminen ja ongelmien hahmottaminen • vertaaminen ja luokittelu • hypoteesien tekeminen ja niiden testaaminen • havaintojen ja mitausten tekeminen • tulosten käsittely ja niiden tulkitseminen • johtopäätösten tekeminen • tulosten luotettavuuden arvioiminen • kokeiden ja tutkimusten suunnittelemisen

LIITE 3.

Lapinlahden kuntakohtainen OPS 1988: 8. vuosiluokan kemia

Fysiikka ja kemia

Oppimäärän kuntakohtainen soveltaminen

8. vuosiluokka sivu 122
Käytännön kannalta merkittäviä aineita
- Lapinlahden avolouhos Takelistolla
 - mitä louhitaan ?
 - mihin käytetään ?
 - kuntaa työllistävä vaikutus
 - vierailu jollekin lähiseudun kaivokselle (esim. Pyhäsaarni..)
- Lapinlahden ympäristöongelmat ja niiden ratkaisupyrkimykset
8. vuosiluokka sivu 122
Tutustuminen Lapinlahden tuotantoelämään
- Kuivemaito ja Yhteisjuustola (integrointi biologiaan)
 - jätevedenpuhdistamo
 - minkälaisia fysiikan ja kemian sovellutuksia edellisissä käytetään ?

Lapinlahden kuntakohtainen OPS 1998: 8. vuosiluokan kemia

8. vuosiluokka

▪ Kurssi 2

- kertausta ja laajennusta atomeista, ioneista ja molekyyleistä
- alkuaineiden jaksollinen järjestelmä
- metallit ja epämetallit sekä niiden reaktioita
- suolat

▪ Kurssi 3

- hiili ja sen sidokset
- hiilivedyt
- alkoholit
- karboksyylihapot
- ravintoaineiden kemiaa
- maaöljyn kemiaa

Lapinlahden kuntakohtainen OPS 2011: 8. vuosiluokan kemia

8. vuosiluokka

Raaka-aineet ja tuotteet

-tärkeimmät maankuoresta saatavat alkuaineet ja yhdisteet ja niiden ominaisuuksia sekä tuotteiden valmistus, käyttö, riittävyys ja kierrätettävyys

-sähkökemiallisia ilmiöitä, sähköpari, elektrolyysi ja niiden sovellukset

-alkuaineiden ja yhdisteiden merkitseminen, luokittelu ja erottaminen sekä reaktionopeuksien vertailu

-reaktioyhtälöiden tulkitseminen sekä yksinkertaisten reaktioyhtälöiden tasapainottaminen

-alkuaineiden ja yhdisteiden ominaisuuksien ja rakenteiden selittäminen atomimallin tai jaksollisen järjestelmän avulla.

Elollinen luonto ja yhteiskunta

-fotosynteesi ja palaminen, energialähteet

-orgaanisten yhdisteiden hapettumisreaktioita ja reaktiotuotteita, kuten alkoholit ja karboksyylihapot sekä niiden ominaisuudet ja käyttö

-hiilivedyt, öljynjalostusteollisuus ja sen tuotteet

-hiilihydraatit, valkuaisaineet, rasvat, niiden koostumus ja merkitys ravintoaineina sekä teollisuuden raaka-aineina

-pesu- ja kosmeettiset aineet ja tekstiilit.

Mahdollisuuksien mukaan tutustumiskäyntejä lähialueen kemian alan yrityksiin (esim. Kemiran kaivos Siilinjärvellä ja Valion Lapinlahden laboratorio).