

Sisällysluettelo

| | |
|---|----|
| E-opas | 1 |
| Jaksollinen järjestelmä | 1 |
| 1. Jaksollinen järjestelmä..... | 3 |
| 1.1 Alkuaineiden jaksolliset ominaisuudet | 5 |
| 1.2 Jaksolliseen järjestelmään liittyviä virhekäsityksiä, case Yilmaz Satilmis tutkimus | 7 |
| 1.3 Jaksolliseen järjestelmään liittyvät netti-, tehtävä- ja laulusivustot..... | 8 |
| 2. Lukion opetussuunnitelma | 10 |
| 3. SOLO-taksonomia..... | 11 |
| 3.1 Esimerkkitehtäviä SOLO-tasoista 3-5..... | 13 |
| 4. Kokeellisia sekä tutkimuksellisia töitä | 15 |
| 4.1 Ulkoelektronien virittyminen, laboratoriotyö | 16 |
| 4.2 Intiaanien parantava juoma, tutkimustyö | 17 |
| 4.3 Atomimalli-askartelu-draamatyö | 18 |
| 4.4 Jaksollisen järjestelmän rakentelu alkuainekorteista..... | 19 |
| 4.5 Tiedeteatteri | 20 |
| 5. Mielle- ja käsitekartat | 21 |
| 5.1 Käsitekarttojen hyödyntäminen opetuksessa, Concept Card Mapping | 22 |
| 6. Opetustavat | 24 |
| 6.1 Yhteistoiminnallinen oppiminen | 25 |
| 6.2 Yhteistoiminnallinen tutkiminen..... | 29 |
| 6.3 Oppimispelit | 31 |
| 6.4 Concept Cartoons | 34 |
| 6.5 Sarjakuvien hyödyntäminen opetuksessa..... | 36 |
| 6.6 Sarjakuvien hyödyntäminen opetuksessa, case Filiz Kabapinarin tutkimus..... | 36 |
| 7. TVT-sovellukset..... | 37 |
| 8. Formatiivinen arviointi..... | 38 |
| Lähteet:..... | 39 |

1. Jaksollinen järjestelmä

Alkuaineiden jaksollisessa järjestelmässä alkuaineet on järjestetty niiden järjestysluvun mukaiseen järjestykseen. Järjestysluku on atomiytimen protonien lukumäärä ja samalla kun järjestysluku kasvaa, kasvaa yleensä myös atomin massa ja elektroniverhon koko. Alkuaineen paikasta jaksollisessa järjestelmässä voidaan päätellä sen ominaisuuksia. (Laitinen & Toivonen, 1982, s. 60–62). Jaksollinen järjestelmä on esitetty kuviossa 1. (Etälukio, Jaksollinen järjestelmä; Periodic table, Wikipedia)

Elektronit ryhmittyvät eri elektronikuorille atomiytimen ympärille. Atomikuoria kuvaavat jaksollisessa järjestelmässä vaakarivit eli jaksot. Jaksoja on seitsemän. Taulukon alle laitettut lantanoidit kuuluvat jaksoon kuusi ja aktinoidit vastaavasti jaksoon seitsemän. (Haavisto, Nikkola & al., 1996, s. 53–54)

Jaksollisen järjestelmän oikeassa reunassa olevat jalokaasut ovat passiivisia, eivätkä reagoi kovin hyvin. Heliumilla on kaksi elektronia uloimmalla elektronikuorellaan, mutta muilla jalokaasuilla on kahdeksan. Kahdeksan elektronin uloin elektronikuori on hyvin pysyvä, ja siihen pyrkivät lähes kaikki alkuaineet aivan kevyimpiä alkuaineita lukuun ottamatta. Pyrkimystä kahdeksaan uloimman kuoren elektronimäärään sanotaan oktettisäännöksi. (Lehtonen & Lehtonen, 2008, s. 33)

| | | |
|----------------|---|---|
| OKTETTI-SÄÄNTÖ | = | alkuaineen pyrkimys kahdeksaan uloimman elektronikuoren elektroniin |
|----------------|---|---|

Pystyrivit ovat jaksollisessa järjestelmässä ryhmiä. Ryhmiä 1,2, 13, 14, 15, 16, 17 ja 18 kutsutaan pääryhmiksi. Pääryhmä kertoo kuinka monta elektronia alkuaineella on uloimmalla elektronikuorellaan. (Lehtonen & Lehtonen, 2008, 27–29).

| Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|-----|----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1 | H | | | | | | | | | | | | | | | | | He |
| 2 | Li | Be | | | | | | | | | | | B | C | N | O | F | Ne |
| 3 | Na | Mg | | | | | | | | | | | Al | Si | P | S | Cl | Ar |
| 4 | K | Ca | Sc | Ti | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr |
| 5 | Rb | Sr | Y | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | In | Sn | Sb | Te | I | Xe |
| 6 | Cs | Ba | La | Hf | Ta | W | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg | Tl | Pb | Bi | Po | At | Rn |
| 7 | Fr | Ra | Ac | Rf | Db | Sg | Bh | Hs | Mt | Ds | Rg | Cn | Uut | Fl | Uup | Lv | Uus | Uuo |
| Lantanoidit | | | La | Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu | |
| Aktinoidit | | | Ac | Th | Pa | U | Np | Pu | Am | Cm | Bk | Cf | Es | Fm | Md | No | Lr | |

Kuvio 1. Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä.

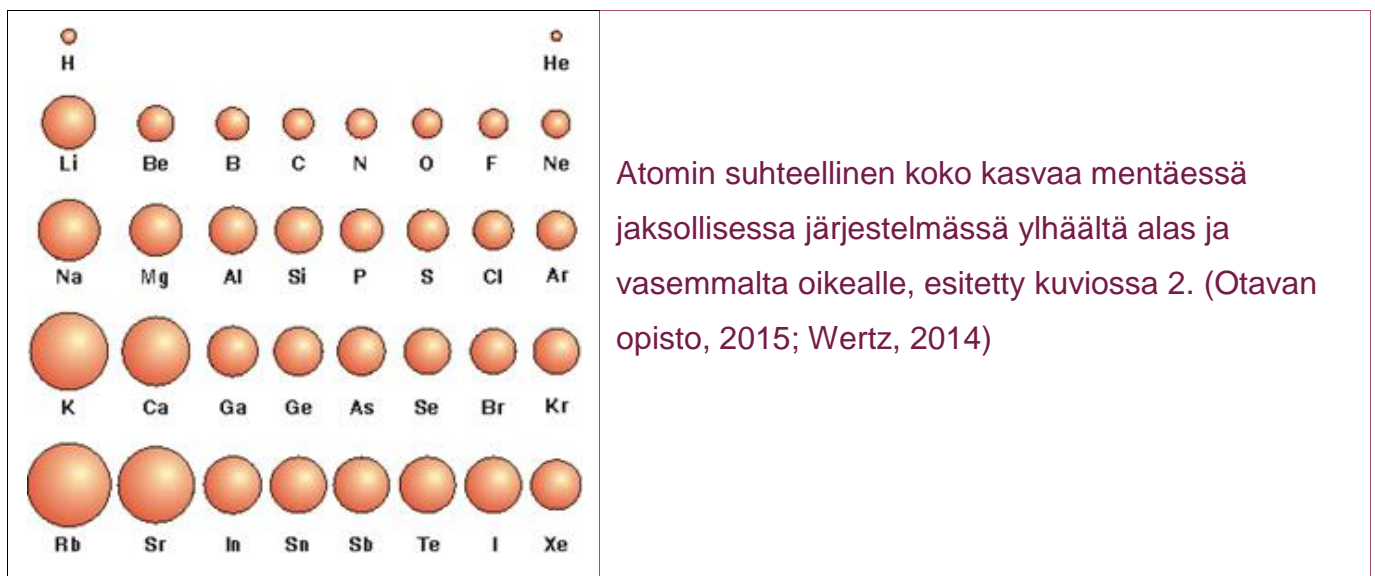
Jaksollinen järjestelmä muuttuu koko ajan. Tutkijat kehittävät jatkuvasti uusia entistä raskaampia alkuaineita. Tällä hetkellä järjestelmän seitsemäs jakso on saatu täyteen. Venäläis-yhdysvaltalainen tutkijaryhmä on juuri löytänyt alkuaineet, joiden järjestysluvut ovat 113, 115 ja 118. (Yle Tv uutiset, 2016)

1.1 Alkuaineiden jaksolliset ominaisuudet

Jaksollinen järjestelmä on saanut nimensä siitä, että alkuaineiden ominaisuudet muuttuvat siinä säännöllisesti. Alkuaineen elektroniverhon rakenne määrää sen kemialliset ominaisuudet ja alkuaineen paikasta jaksollisessa järjestelmässä voidaan tehdä niistä päätelmiä. (Kalkku, Kalmi, & al., 2000, s. 65) Jaksollisia ominaisuuksia ovat atomin suhteellinen koko, metalliluonne ja toisaalta epämetalliluonne, elektronegatiivisuus, ionisoitumisenergia ja elektroniaffiniteetti. Jaksollisten ominaisuuksien määritelmiä on esitetty taulukossa 1. (Laitinen ja Toivonen, 1982, s. 58, 61–62; Timberlake ja Timberlake, 2011, s. 144–145; Kalkku, Kalmi & al., 2000, s. 66–67).

Taulukko 1. Jaksollisia ominaisuuksia ja niiden määritelmät.

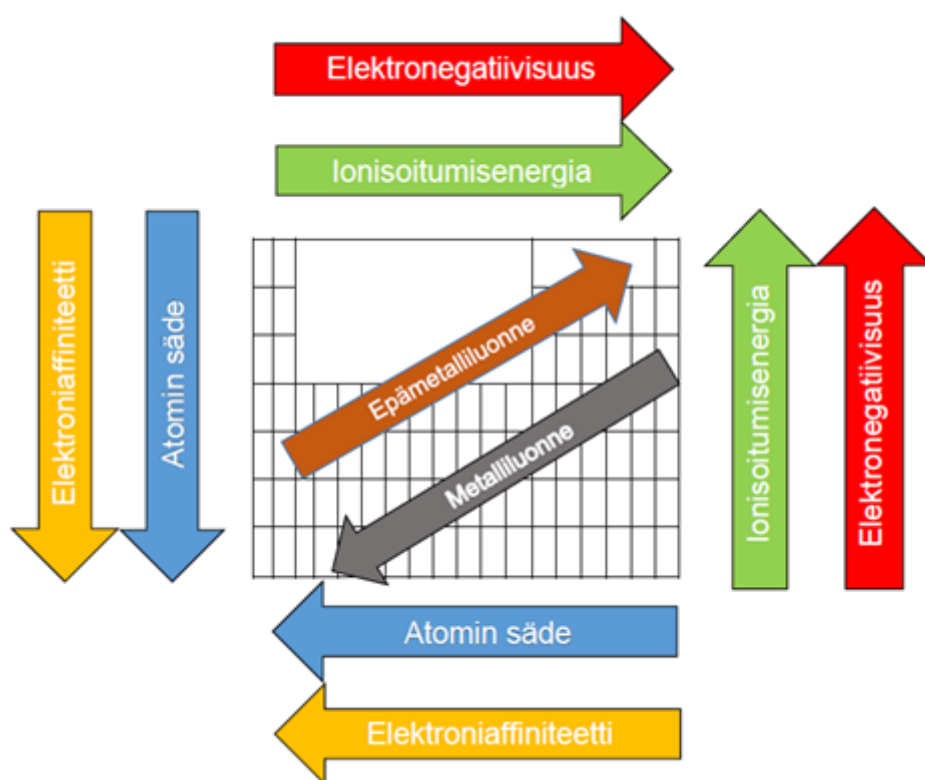
| Tekijä | Määritelmä |
|-----------------------|---|
| Elektronegatiivisuus | Alkuaineen kyky vetää puoleensa sidoselektroneja |
| Ionisoitumisenergia | Kaasutilassa olevasta atomista elektronin irrottamiseen vaadittava energia. |
| Elektroniaffiniteetti | Kaasutilassa olevaan atomiin elektronia liitettäessä sitoutuva tai vapautuva energia. |



Kuvio 2. Atomien suhteellisia kokoja.

Metalliluonne kasvaa kun mennään jaksoissa oikealta vasemmalle ja ryhmässä alas. Epämetalliluonne on vastakkainen metalliluonteelle, joten se kasvaa mentäessä vasemmalta oikealle ja ryhmässä puolestaan ylöspäin. Metalleilla on pieni elektronegatiivisuus ja epämetalleilla puolestaan suuri. Elektronegatiivisuus kasvaa jaksollisessa järjestelmässä vasemmalta oikealle mentäessä ja ryhmässä alhaalta ylöspäin mentäessä. (Zumdahl ja Zumdahl, 2003, s. 298.)

Uloimpana olevilta elektronikuorilta on helpompi irrottaa elektroneja ja niinpä ionisoitumisenergia yleensä pienenee kun mennään ryhmässä alaspäin. Jalokaasujen ionisoitumisenergiat ovat korkeita, koska niillä on stabiili elektroniverhorakenne. Mitä pienempi elektronegatiivisuus on, sitä pienempi on myös ionisaatioenergia. (Laitinen ja Toivonen, 1982, 58, 61–62). Elektronegatiivisuus ja ionisoitumisenergia käyttäytyvät samalla tavalla jaksollisessa järjestelmässä; ne kasvavat mentäessä jaksossa vasemmalta oikealle ja ryhmässä alhaalta ylös. (Timberlake ja Timberlake, 2011, s. 144–145.)



Kuvio 3. Alkuaineiden ominaisuudet jaksollisessa järjestelmässä.

Päinvastoin kuin ionisoitumisenergia elektroniaffiniteetti voi olla nolla, positiivinen tai negatiivinen. Elektroniaffiniteetista tulee entistä negatiivisempi liikuttaessa jaksossa vasemmalta oikealle eli se pienenee. Halogeeneihin on helppo liittää elektroni ja reaktiossa vapautuu energiaa ja entalpiamuutos on negatiivinen. Jalokaasut poikkeavat

elektroniaffiniteetin suhteen jaksollisessa järjestelmässä, ja niiden elektroniaffiniteetit ovat positiivisia, eli halogeeneihin verrattuna suuria. Kun ryhmässä mennään alaspäin, elektroniaffiniteetista tulee vähemmän negatiivinen eli se kasvaa. Kun atomin säde on suuri ja on pienin ionisoitumisenergia, on suuri elektroniaffiniteetti ja vähiten negatiivinen. (Zumdahl ja Zumdahl, 2003, s. 328–329; McMurry ja Fay, 2001, s. 210.) Kaikkien edellä esitettyjen jaksollisten ominaisuuksien käyttäytymistä jaksollisessa järjestelmässä on kuvattu kuviossa 3.

1.2 Jaksolliseen järjestelmään liittyviä virhekäsityksiä, case Yilmaz Satilmis tutkimus

Satilmis tutki jaksolliseen järjestelmään liittyviä oppilaiden virhekäsityksiä lukiotasolla artikkelissaan “Misconceptions about periodicity in secondary chemistry education: the case of Kazakhstan”. Virhekäsityksiä tutkittiin 137 kysymyksen kokeella 116 oppilaalle. Kokeessa jaksollinen järjestelmään liittyvät käsitykset luokiteltiin kuuteen eri ryhmään: jaksollisuus käsitteenä; jaksolliset ominaisuudet ja jaksollisuus; jaksollisten ominaisuuksien atomin ja protonien, neutronien ja elektronien määrien välinen yhteys; jakso käsitteenä; jaksollisuus käsitteenä ja erilaiset jaksolliset järjestelmät. (Satilmis 2014.) Taulukkoon 2 on koottu jokaiseen luokkaan esimerkinomaisesti yksi sellainen käsitys, jossa oppilailla esiintyi eniten virheitä. Taulukosta voidaan päätellä, että oppilaiden oli vaikeinta ymmärtää jaksoa ja jaksollisuutta käsitteinä.

Taulukko 2. Jaksolliseen järjestelmään liittyviä virhekäsityksiä Yilmaz Satilmis mukaan.

| Luokittelu | Väittämä | Väärin vastanneet |
|---|--|-------------------|
| Jaksollisuus käsitteenä | Miksi järjestelmää kutsutaan jaksolliseksi? Koska atomin suhteellinen massa kasvaa jaksollisesti. | 33,6 % |
| Jaksolliset ominaisuudet ja jaksollisuus | Jos atomien energiatasojen lukumäärä on sama, ovat näiden alkuaineiden kemialliset ominaisuudet samanlaiset. | 54,3 % |
| Jaksollisten ominaisuuksien atomin ja protonien, neutronien ja elektronien määrien välinen yhteys | Atomin protonien lukumäärä ei kuvaa alkuaineen kemiallisia ominaisuuksia. | 66,4 % |

| | | |
|------------------------------------|---|--------|
| Jakso käsitteenä | Jakso on sarja alkuaineita, joiden järjestysluku kasvaa. (Väärin oppilaiden mielestä) | 71,6 % |
| Jaksollisuus käsitteenä | Atomin säde on atomin jaksollinen ominaisuus. | 94 % |
| Erilaiset jaksolliset järjestelmät | Jaksollisessa järjestelmässä järjestysluvun kasvattaminen kasvattaa myös atomin suhteellista kokoa. (Ei aina) | 61,2 % |

1.3 Jaksolliseen järjestelmään liittyvät netti-, tehtävä- ja laulusivustot

Dynaaminen jaksollinen järjestelmä.

Interaktiivinen jaksollinen järjestelmä näyttää alkuaineen elektroniverhon rakenteen ja orbitaalit. Ominaisuudet kuten tilan, sulamispisteen, kiehumispisteen, säteen, kovuuden, tiheyden, isotoopit ja niiden hajoamistavat. Yhdisteet.

Ptable. Wikipedia. <http://www.ptable.com/?lang=fi>

Webelements, jaksollinen järjestelmä.

Sheffieldin yliopiston ylläpitämä englanninkielinen sivusto, jolla on tietoja alkuaineiden historiasta, esiintymisestä, isotoopeista, fysikaalisista ominaisuuksista, elektroniverhon rakenteesta, kiderakenteesta, valmistuksesta, reaktioista ja yhdisteistä. Myös NMR-spektrejä. Joitain aiheeseen liittyviä kuvia. Tulostettavia jaksollisia järjestelmiä.

University of Sheffield, UK, 1993–2016, <http://www.webelements.com/>

Sheffieldin yliopisto on tehnyt myös videoita alkuaineista. Täällä sytytetään vetyä ja laitetaan natriumpaloja veteen. <http://www.periodicvideos.com/videos/011.htm>

Opetustv:n “Jaksollinen järjestelmä”-sivustot

Samuli Turusen tekemät sivustot, joissa videoita yläkouluun ja lukioon. Yläkoulun sivuilla mm. the element song, jaksot ja ryhmät, ionit ja ionien muodostuminen. Lukion sivuilla atomin rakenne, oktettisääntö, ionit ja ionien muodostuminen ja ionisidoksen muodostuminen.

Myös atomin rakenteesta on sivu ja jaksollinen järjestelmä orbitaalien mukaan, jonka yhteydessä esimerkiksi atomimalleista ja elektroniverhonrakenteesta tarkemmin.

<https://opetus.tv/ylakoulu/kemia/jaksollinen-jarjestelma/>

<https://opetus.tv/kemia/ke1/jaksollinen-jarjestelma/>

<https://opetus.tv/kemia/ke2/jaksollinen-jarjestelma-orbitaalien-mukaan/>

Tehtäväsivustoja:

Opetushallituksen ylläpitämät etälukiosivustot sisältävät joitain tehtäviä.

Etälukion lyhyt "täydennä teksti"-tehtävä.

<http://www02.oph.fi/etalukio/opiskelumodulit/kemia/kemia3/alkuaineet1.html>

Etälukion lyhyt "tunnista alkuaine"-tehtävä.

<http://www02.oph.fi/etalukio/opiskelumodulit/kemia/kemia3/jj2keh.html>

Etälukion pidempi viiden tehtävän sivu.

<http://www02.oph.fi/etalukio/opiskelumodulit/kemia/kemia1/jarjekeh.html>

Kemian alan tohtori Anne Marie Helmenstisen luoma sanallinen monivalintatesti jaksollisesta järjestelmästä. Sopii lukiolaisille.

<http://chemistry.about.com/qz/Periodic-Table-Quiz>

Math test activities for students and teachers for all grade levels. 2015. Monipuolinen interaktiivinen englanninkielinen tehtäväsivusto.

<http://www.thatquiz.org/tq-m/science/periodic-table/>

Science Teachers' resource center, 2015 sivuilla on 127 englanninkielistä vaihtoehtokysymystä jaksollisesta järjestelmästä. Ei interaktiivinen.

<http://chem.lapeer.org/Exams/PerTable.pdf>

Englanninkielisiä "Jaksollinen järjestelmä"- lauluja:

Luetellaan kaikki alkuaineet jaksollisesta järjestelmästä. Kesto: 2 min 53s.

<https://www.youtube.com/watch?v=VgVQKCcfwnU>

Kerrotaan, missä eri alkuaineita on, ja mitä yhdisteitä ne muodostavat. Kesto: 3 min 15s.

<https://www.youtube.com/watch?v=Uy0m7jnyv6U>

2. Lukion opetussuunnitelma

Kemian opetuksella tuetaan ilmiöiden ymmärtämistä sekä käsitteiden rakentumista niin makro-, mikro- kuin symboli tasollakin. TVT käytetään opetuksen tukena sekä tutkimuksen teossa ja tuotosten laatimisessa. Opetuksen avulla ohjataan opiskelijat luonnontieteelliselle ominaiselle ajattelulle, tietojen käyttämiseen, ideointiin sekä tiedon merkityksen ja luotettavuuden arviointiin. (LOPS, 2015, 157.)

Kokeellisuuden avulla omaksutaan käsitteitä ja opitaan tutkimisen taitoja sekä hahmotetaan luonnontieteen luonnetta. Kemian opetuksen tavoitteena on mm., että opiskelija osaa muodostaa kysymyksiä, suunnitella ja toteuttaa turvallisesti kokeellista tutkimusta vuorovaikutuksessa toisten kanssa, osaa käsitellä tuloksia, käyttää ja tutkii kriittisesti erilaisia lähteitä, ilmaisee johtopäätöksiä ja näkökulmia, osaa arvioida kemian teknologian merkitystä itselle ja koko yhteiskunnalle. (LOPS, 2015, 157–158.)

Kemiaa kaikille (KE1) kurssi on kaikille lukiolaisille yhteinen kurssi. Kurssin tavoitteina on mm., että opiskelija kiinnostuu kemiasta, osaa tutkia kokeellisesti malleja hyödyntäen, osaa hyödyntää jaksollista järjestelmää mm. aineiden ominaisuuksien päättelyssä, sekä osaa käyttää tietolähteitä. Kurssin keskeiset sisällöt:

- alkuaineiden ja yhdisteiden ominaisuudet, atomin rakenne ja jaksollisen järjestelmän pääpiirteet
- aineiden ominaisuuksien selvittäminen rakenteiden ja kemiallisten sidosten avulla, erotusmenetelmät
- kysymysten muodostaminen tiedonhankinnan pohjaksi, kemian merkitys arjessa
- jatko-opinnot ja työelämä
- turvallinen työskentely, havainnointi ja johtopäätösten teko. (LOPS, 2015, 158.)

Materiaalit ja teknologiaa (KE4) kurssin tavoitteena on mm., että opiskelija osaa käyttää ja soveltaa jokapäiväiseen elämään kemiaan liittyviä käsitteitä materiaaleissa ja teknologiassa, osaa tutkia materiaaleja malleja apuna käyttäen, osaa ilmaista itseään kemiallisesti argumentoiden sekä analysoimaan eri tietolähteiden argumentointeja, sekä hyödyntää TVT:tä. Kurssin keskeiset sisällöt:

- alkuaineiden jaksolliset ominaisuudet selitetään jaksollisen järjestelmän sekä atomin ulkoelektronien avulla
- yhteiskunnassa sekä teknologiassa kemian merkitys

- polymeerien ja metallien ominaisuudet, käyttö ja elinkaari, sähkökemian periaatteet,
- hapetusluvut ja hapetus pelkistysreaktiot
- laskennallinen soveltaminen kemiallisissa reaktioissa
- ongelmanratkaisun ja tutkimuksen ideointi, sekä vuorovaikutus kemiallisen tiedon tuottamisessa. (LOPS, 2015, 159.)

Taulukko 3. Keinoja jaksolliseen järjestelmään liittyvien lukion opetussuunnitelman tavoitteiden saavuttamiseen.

Kiinnostuksen herättäminen:

- Videot, pelit, ryhmätyöt, projektit...

Atomimallien ymmärtäminen:

- Mallien piirtäminen
- Mallien askartelu-draama-työ
- Concept cartoons – malleista opetuskeskusteluja

Jaksollisen järjestelmän käytön osaaminen:

- Pelit
- Jaksollisen järjestelmän rakentelu alkuainekorteista
- Interaktiiviset tehtäväsivustot
- Alkuaineiden erilaiseen reaktiivisuuteen liittyvät laboratoriotyöt

3. SOLO-taksonomia

Jotta kemiaa ymmärtäisi syvällisemmin, opiskelijoiden tulee käyttää korkeammantason ajattelutaitoja ja kehittää omaa ajatteluaan. Ajattelun korkeimmilla tasoilla opiskelija pyrkii analysoimaan ja ottamaan huomioon kaiken ratkaisuun tarvittavan informaation.

- Korkeampiin ajattelutaitoihin ajatellaan kuuluvat mm. ongelmanratkaisutaidot, soveltaminen, analysoiminen ja syntetisoinnin taitoja.
- Kokemuksellinen kemian oppiminen on tärkeää, sillä silloin opiskelija pystyy operoimaan käsitteellisesti korkeammalla tasolla.

Solo-taksonomia on arvioinnin apuväline, jolla arvioidaan opiskelijan ajattelun ominaispiirteitä erilaisissa oppimistilanteissa. Ajattelun kehitysvaiheita on 4 ja jokaista vastaa tietty SOLO-taso eli havaittujen oppimistulosten rakenne. (Tomperi, P. 2015, s. 27–31.)

Taulukko 4. SOLO-tasot ja ajattelunkehitysvaiheet.

| Ajattelun kehitysvaihe | Solo-taso | Vastauksen kuvaus, työmuisti |
|---|--|---|
| Esioperationaalinen, 4-6 v. | Esirakenteinen eli prestruktuurinen | ei ennakkotietoa aiheesta, arvaa, työmuisti on minimaalinen |
| Varhaiset konkreetit operaatiot 6-10 v. | Yksirakenteinen eli unistruktuurinen | Yksi näkökulma asioista, työmuisti on pieni |
| Konkreetit operaatiot 10–12 v. | Monirakenteinen eli multistruktuurinen | Monta näkökulmaa, mutta niillä ei ole yhteyttä, työmuisti on keskinkertainen |
| Konkreetti yleistäminen 12–16 v. | Suhteellinen eli relationaalinen | Analysoi syy-seuraussuhteita, yleistää ja yhdistää, muodostaa kokonaisuuksia, työmuisti on suuri |
| Formaalit operaatiot 16 + v. | Laajennettu abstrakti | Kykenee yleistämään uusissa tilanteissa, ennustaa sääntöjen perusteella uusia tapahtumia ja testaa niitä, johtaa abstrakteja sääntöjä, työmuisti on hyvin suuri |

Taulukossa 4 on esitetty SOLO-tasojä vastaavat ajattelun kehitysvaiheet. Kolmella ensimmäisellä tasolla tiedon määrä lisääntyy (kvantitatiivista) ja 2 viimeisellä tasolla ymmärrys syvenee (kvalitatiivista). SOLO-taksonomiaan tutustumalla opettaja voi kohdentaa opetustaan tietylle SOLO-tasolle, oppilaantuntemuksen ja oppilaiden ikätason mukaisesti. (Tomperi, 2015, s. 27–31.)

Opettajien tulisi hyödyntää SOLO-taso tietoja opetuksissaan. Opiskelijoille tulisi tarjota riittävän haastavia tehtäviä, jotta opiskelu olisi mielekästä ja motivoivaa. Uusimmassa lukion OPS:ssa (2015) korostetaan kokeellista työskentelytapaa. SOLO-taksonomia tukee tätä ajattelutapaa. LOPS (2015) määrittellään yhdeksi kemian opiskelijan tavoitteeksi kehittyä kokeellisen työskentelyn kautta luovaksi ja kriittiseksi ajattelijaksi sekä yhteistyötaitoiseksi opiskelijaksi. Tutkimisen taidot kehittyvät kokonaisvaltaisesti opiskelujen edetessä. (LOPS, 2015, s. 157.)

Opiskelijoiden pitäisi antaa olla aktiivisia ja heidän ikätasonsa mukainen ajattelutaito tulisi ottaa huomioon kemian opetuksessa. Osa opiskelijoista tunnistaa oman osaamisen tason varsinkin lukioikäisenä, jolloin he voisivat itse valita sopivan vaatimustason mukaisia tehtäviä.

Esim. matematiikan didaktiikassa suositaan peruskoulun puolella sellaista tehtävien tekorakennetta, että uuden asian opettelu aloitetaan yhteisesti ja sen jälkeen opiskelija voi valita polun, joko helpompien tai haastavampien tehtävien parissa. Näin jokaisen saa opin uudesta asiasta ja tehtävien taso on sopiva omalle osaamisen tasolle.

Tätä didaktista näkökulmaa voisi hyödyntää kemiassakin. Tällaista opetustapaa sanotaan yksilölliseksi opintopoluksi. Yksilöllisiä opintopolkuja hyödynnetään monissa oppiaineissa. Sen käyttöönotto kemiassa olisi suositeltavaa, silloin opiskelijat saisivat vaikuttaa opintokokonaisuuteensa, omia vahvuuksia hyödyntäen. SOLO-tasoja hyödyntämällä opettaja saa otettua opiskelijoiden ajattelutasot mahdollisimman hyvin huomioon opetusta suunniteltaessa. Näin opiskelijoiden kemiallista ajattelumaailmaa saadaan kehitettyä parhaalla mahdollisella tavalla.

3.1 Esimerkkitehtäviä SOLO-tasoista 3-5

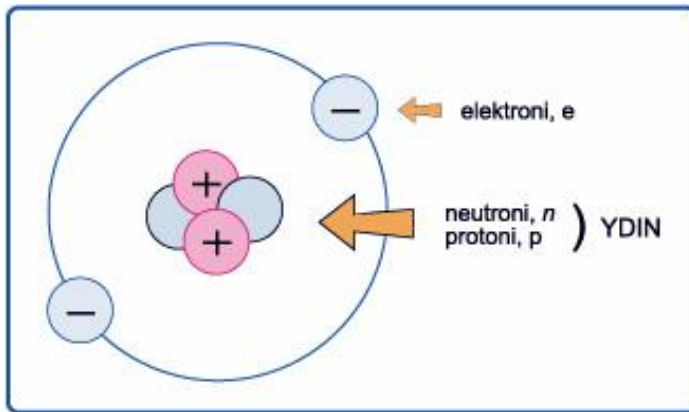
Konkreetit operaatiot, SOLO-taso 3

- Kehitystaso vastaa 10–12 vuotiaita lapsia. Suurin osa 7 lk:sta on SOLO-tasolla 3.
- Opiskelijan työmuisti on keskinkertainen.
- Asioilla on monta näkökulmaa, mutta hän ei osaa yhdistää niitä.
- Tässä vaiheessa kannattaa keskittyä yksittäisten asioiden opiskeluun, jotta ne osataan vahvasti ja voidaan myöhemmin yhdistää isommiksi kokonaisuuksiksi, tasoilla 4 ja 5.
- Tasolla 3 voidaan luoda vahva pohja kemiallisille käsitteille.

Esim. Luokassa on hiekkaa, sokeria, petrimaljoja ja lusikoita. Opiskelijat laittavat sokeria ja hiekkaa petrimaljalle erilleen toisistaan. He tutkivat lusikkaa apuna käyttäen aineiden ominaisuuksia ja sekoittavat ne lopulta toisiinsa. He piirtävät kuvasarjan vihkoonsa sokerimurusia + hiekka murusia → hiekan ja sokerin seos. Näin voidaan aloittaa atomien mallintaminen ja reaktioyhtälön teko tutkimuksen ja havainnoinnin kautta ilman kemiallisen käsitteistön tietoutta.

Konkretian yleistäminen, SOLO-taso 4 (8-9 lk.)

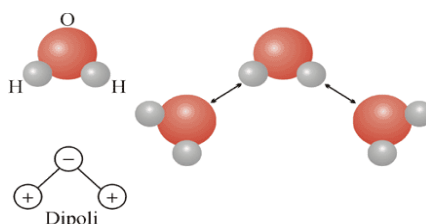
- Yleistetään, yhdistetään, muodostetaan kokonaisuuksia konkretian avulla
- Oppilaat pystyvät muodostamaan syy-seuraussuhteita ja yhdistelemään irrallista tietoa kokonaisuuksiksi.
- Heillä on suuri työmuistikapasiteetti



- Oppilaat harjoittelevat piirtämään atomimallin jaksollisen järjestelmän avulla.
- Selvitetään, kuinka jaksollisen järjestelmän avulla saadaan selville protonien, neutronien ja elektronien määrät sekä paikat
- Konkretian avulla yleistetään sääntö ja hahmotetaan atomirakenne

Laajennetun abstraktin taso, SOLO-taso 5 (ikä 16 +, lähinnä lukio)

- Opiskelija osaa ennustaa sääntöjen avulla uusia tapahtumia ja testaamaan niitä
- Oppilailla on suuri työmuisti
- Johdetaan abstrakteja sääntöjä
- Opiskelijoiden toimintaa voidaan suunnata osaamistavoitteiden suuntaisesti: tekemällä hypoteeseja, yleistämällä, refleктоimalla, kehittämällä, keksimällä, todistamalla ja ratkaisemalla



- Oppilaat muodostavat reaktioyhtälöitä jaksollisen järjestelmän sääntöjen avulla, esim. vesimolekyyli $\text{H}_2 + \text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

4. Kokeellisia sekä tutkimuksellisia töitä

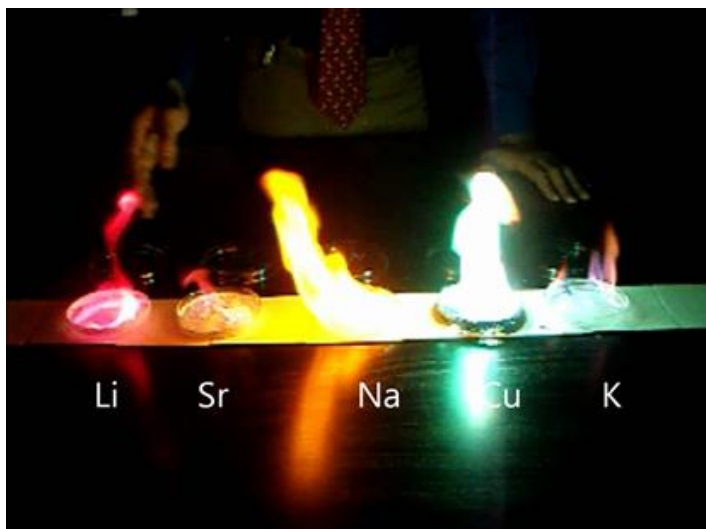
Kokeellisuus ja tutkimuksellisuus ovat tärkeitä kemian opetuksessa. LOPS 2015 kemian tavoitteina on, että oppilas osaa suunnitella ja toteuttaa kokeellisia tutkimuksia turvallisesti ja yhteistyössä muiden kanssa. Oppilaan tulee osata käsitellä, tulkita ja esittää tutkimusten tuloksia sekä arvioida niitä ja koko tutkimusprosessia. KE1-kurssilla oppilaan tulee osata käyttää jaksollista järjestelmää ja aineen rakenteen malleja, kun hän tutkii alkuaineiden ominaisuuksia. Kokeellisuuden avulla oppilas omaksuu ja ymmärtää kemian käsitteitä, oppii tutkimisen taitoja ja hahmottaa luonnontieteiden luonteen. (LOPS 2015.)

Tutkimuksellisuus (eng. scientific inquiry) kemian opetuksessa sisältää yleensä kokeellista työskentelyä. Tutkimuksellisuus koostuu kolmesta osasta: tutkimuskysymysten tekeminen, tiedon kerääminen ja tulosten tulkitseminen. Jos oppilaille annetaan enemmän vastuu näiden kolmen osan toteutuksessa, tehtävästä tulee vaativampi mutta opetuksesta tulee oppilaskeskeisempi. (Tomperi 2011.)

Tutkimuksellisuus voidaan jakaa neljään eri vaativuustasoon. Helpoimmassa tasossa opettaja antaa tutkimusaiheen ja tutkimusmenetelmät sekä tarkistaa, ovatko oppilaat päässeet oikeaan tulokseen. Tässä tasossa oppilaiden tehtävänä on seurata opettajan antamia ohjeita ja toimia kaavamaisesti. Seuraavalla tasolla taas opettaja antaa tutkimusaiheen ja tutkimusmenetelmät, mutta nyt oppilaat analysoivat tuloksiaan itse. Kolmannella tasolla oppilailla on enemmän vastuuta tutkimustyöstään. Opettaja antaa ainoastaan tutkimustehtävän. Oppilaiden täytyy hankkia tarvittava tieto tutkimusta varten ja tulkita työnsä tulokset. Vaikeimmalla tasolla oppilaat ovat itse vastuussa koko tutkimuksesta. He määrittelevät itse tutkimusaiheen. Vaativuustaso tutkimuksellisessa työskentelyssä riippuu opiskeltavista asioista, oppilaiden taidoista ja ikäluokasta sekä käytettävissä olevista resursseista. (Tomperi 2011.)

Seuraavaksi esitellään muutamia kokeellisia ja tutkimuksellisia töitä, joita voidaan käyttää jaksollisen järjestelmän ja atomin rakenteen opetuksessa.

4.1 Ulkoelektronien virittyminen, laboratoriotyö



Kuvio 4. Metalleille ominaiset liekkien värit.

Tarvittavat aineet

- HCl-liuosta (5 %)
- etanolia $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{l})$
- litiumkloridia $\text{LiCl}(\text{s})$
- natriumkloridia $\text{NaCl}(\text{s})$
- kaliumkloridia $\text{KCl}(\text{s})$
- kalsiumkloridia $\text{CaCl}_2(\text{s})$
- strontiumkloridia $\text{SrCl}_2(\text{s})$
- bariumkloridia $\text{BaCl}_2(\text{s})$
- kupari(II)kloridia $\text{CuCl}_2(\text{s})$

Työ on julkaistu kemian kirjassa, Mooli 2 s.121.

Työn tarkoitus

Työssä viritetään atomien ulkoelektroneja lämmön avulla ja seurataan viritystilän purkautuessa syntyvää valoa.

Tarvittavat aineet

- HCl-liuosta (5 %)
- etanolia $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{l})$
- litiumkloridia $\text{LiCl}(\text{s})$
- natriumkloridia $\text{NaCl}(\text{s})$
- kaliumkloridia $\text{KCl}(\text{s})$
- kalsiumkloridia $\text{CaCl}_2(\text{s})$
- strontiumkloridia $\text{SrCl}_2(\text{s})$
- bariumkloridia $\text{BaCl}_2(\text{s})$
- kupari(II)kloridia $\text{CuCl}_2(\text{s})$

Välineet

- posliiniupokkaita tai alumiinikuppeja
- muovilusikoita
- pasteurpipettejä
- koboltilasi

Työn suoritus

1. Laita lusikankärjellinen tutkittavaa ainetta, noin 1ml suolahappoa ja noin 1 ml etanolia upokkaan tai alumiinikupin pohjalle.
2. Sytytä seos palamaan. Kaliumin tunnusomainen liekkiväri näkyy parhaiten koboltilasin läpi.
3. Taulukoi työn tulokset.

Työhön liittyviä tehtäviä

1. Selvitä, miksi liekin väri on erilainen eri alkuaineilla.
2. Tutki, mitä näkyvän valon aallonpituutta kunkin liekin väri vastaa.
3. Ota selvää, missä virittymistä voidaan hyödyntää.

Lisäksi

Oppilailta voidaan kysyä, minkä väristä liekkiä syntyy, kun kaikki seokset sekoitetaan keskenään. Arvauksen jälkeen oppilaat voivat tutkia.

Oppilaat voivat videoita kokeensa ja lataa se Youtubeen tai johonkin muuhun nettialustaan, josta ne voivat myöhemminkin katsoa työn suorituksen ja tulokset.

4.2 Intiaanien parantava juoma, tutkimustyö

Työ on tutkimuksellinen. Oppilaille annetaan kaksi mukia, joissa toisessa on hiilihapotettua vettä ja toisessa tuntematonta liuosta. Oppilaan pitää selvittää, mikä tämä tuntematon juoma on. Opettaja lukee oppilaille tarinan, jonka pohjalta oppilaat muodostavat kysymyksiä ja lähtevät etsimään vastauksia niihin internetistä. Sen jälkeen he itse suunnittelevat, miten voisivat selvittää tuntematonta liuosta laboratoriokokein.

Tuntematon liuos on tonic water - juoma, joka sisältää kiniiniä. Kiniini ($C_{20}H_{24}N_2O_2$) on kiinapuiden kuoressa esiintyvä alkaloidi, jota on käytetty pitkään malarianhoidossa (Wikipedia). Oppilaat voivat testata liuosta UV-valossa, jolloin kiniini fluoresoi. Tällöin syntyy sinistä hohdetta (ks. kuvio 5), jota oppilaiden pitää osata selittää elektronien virittymisen avulla. Työn kokeellinen osuus kestää 20 min.

Opettajan ja oppilaan ohje löytyvät sivulta: <http://www.kemianluokka.fi/tyoohjeet>



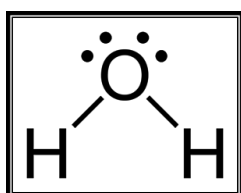
Kuvio 5. Tonic Water-juoma

4.3 Atomimalli-askartelu-draamatyö

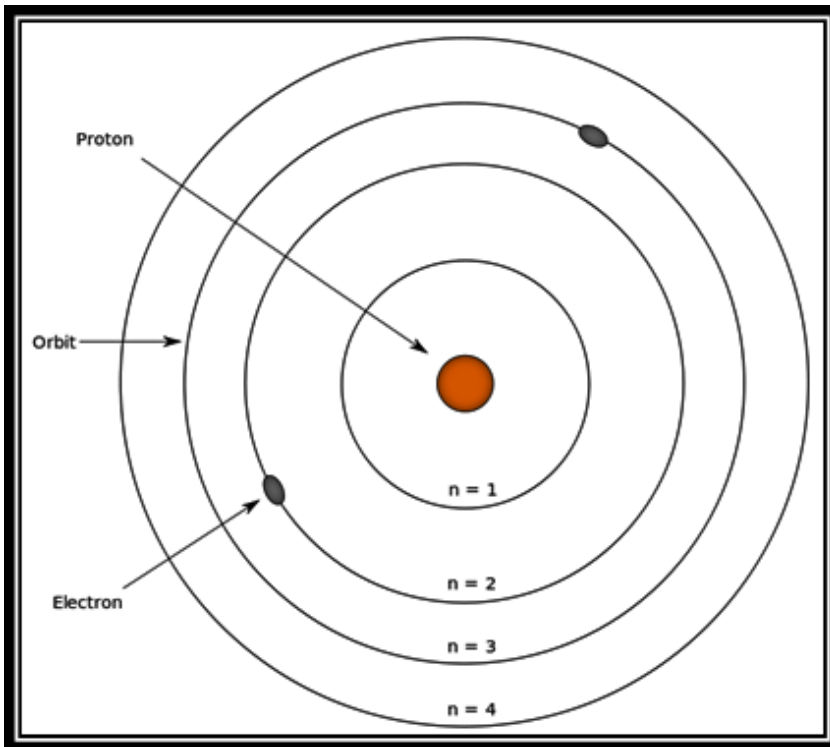
Työssä tutustutaan atomimallin kehityksen historiaan Bohrin ja Lewisin atomimallien avulla. Aluksi oppilaat jaetaan kahteen ryhmään, joista toinen saa tehtäväkseen askarrella Bohrin atomimallia (ks. kuvio 7) ja toinen Lewisin atomimallia (ks. kuvio 6). Ennen kuin ryhdytään askartelemaan, oppilaat johdatellaan aiheeseen lyhyen draaman avulla. Toinen näyttelijöistä esittää Bohria ja toinen Lewisiä. Replikit on kirjoitettu valmiiksi. Oppilaat pääsevät askartelemaan näytöksen jälkeen. Heille annetaan materiaalina erilaisia karva-, massa- ja ilmapalloja sekä värikyniä ja värikkäitä tikkuja.

Alkuperäinen tarina soveltuu paremmin peruskouluun, mutta sitä voidaan soveltaa myös lukio-opetukseen. Tarinaa voidaan muokata. Opettaja voi antaa tehtäväksi piirtää jotain määrättyä atomia tai yhdistettä. Oppilaat oppivat työn avulla atomimallin kehityksen historian ja visualisoimaan erilaisilla tavoilla atomien rakennetta ja niiden välisiä sidoksia.

Työ löytyy LUMAn sivulta <http://luma.fi/materiaalit/1146/> kokeelliset työt osiosta, Jaksollinen järjestelmä ja alkuaineet - alaotsikon alta, "Atomimalli" nimellä.



Kuvio 6. Lewis-rakenne vesimolekyylistä.



Kuvio 7. Esimerkki Bohrin atomimallista.

4.4 Jaksollisen järjestelmän rakentelu alkuainekorteista

Tehtävän avulla tutustutaan jaksollisen järjestelmän synnyn historiaan. Oppilaille annetaan alkuainekortteja, joita heidän pitää ryhmitellä opettajan lukeman tarinan mukaan. Tarinassa tulee ilmi tieteellisen tutkimuksen sosiaalinen luonne ja jaksollisen järjestelmän synty. Opettaja pitää muutaman kerran tauon tarinaa lukiessaan, jolloin oppilaat pääsevät ryhmittelemään alkuaineet siihen saakka saamiensa vihjeiden avulla. Saman ryhmän alkuaineet on tulostettu samanvärisille papereille. Alkuainekortteihin on merkitty atomimassa ja se, onko alkuaine metalli, epämetalli vai puolimetalli. Kun oppilaat saavat jaksollisen järjestelmän viimeisen version valmiiksi, katsotaan oikea jaksollinen järjestelmä. Käydään yhdessä läpi jaksollisen järjestelmän ryhmien nimet.

Työ löytyy LUMAn sivulta <http://luma.fi/materiaalit/1146/> kokeelliset työt osiosta, Jaksollinen Järjestelmä ja alkuaineet - alaotsikon alta, "Jaksollinen järjestelmä" nimellä.

4.5 Tiedeteatteri

Jaksollisen järjestelmän alkuaineita ja niiden ominaisuuksia voidaan opettaa oppilaille tiedeteatterin keinoin. Opettaja (tai oppilaat) tekee valmiiksi pieniä kortteja, joissa jokaisessa lukee 2 alkuainetta. Taulukossa 5 on esiteltynä esimerkkejä alkuainekorteista.

Taulukko 5. Alkuainekortit

| | | |
|---------|--------|-----------|
| Happi | Hiili | Vety |
| Kloori | Radon | Nikkeli |
| Rauta | Kulta | Hopea |
| Fosfori | Helium | Magnesium |

- Oppilaat jaetaan 2-4 hlö ryhmiin
- Ryhmillä on suunnittelu-aikaa 5 min
- Ryhmä esittää pantomiimin avulla alkuainetta
 - Esiintyjäryhmä ei puhu ollenkaan, käyttävät apunaan kehonkieltä
- Yleisö esittää arvauksia alkuaineesta
- Esittäjäryhmä tarkentaa ja muuttaa tarvittaessa esitystä
- Opettaja voi esittää vihjailevia kommentteja tarvittaessa

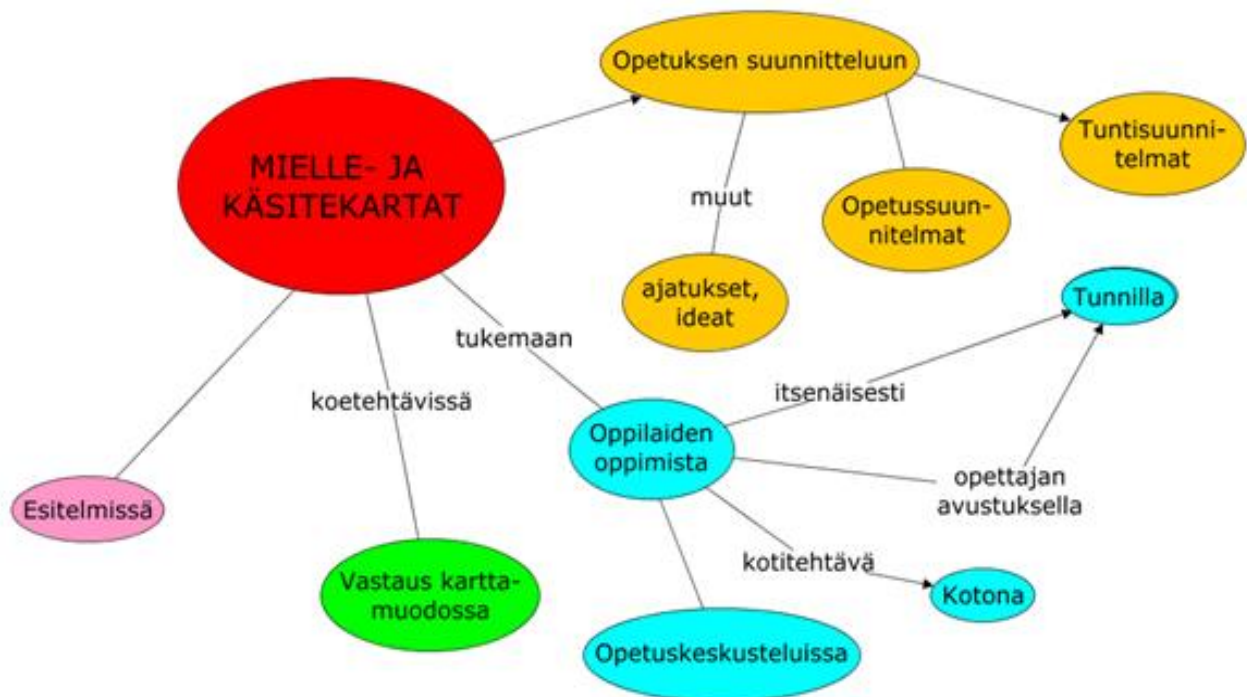


Kuvio 8. Tiedeteatteri pantomiimin keinoin.

Tiedeteatteria voi ottaa tunnin alkuun tai loppuun. Mitä harjaantuneempia oppilaat ovat tiedeteatterin käyttöön, sitä monipuolisemmiksi esitykset muuttuvat, katso kuvio 8. Tiedeteatterin avulla saadaan hausalla tavalla yhteisöllisesti opiskeltua alkuaineiden ominaisuuksista.

5. Mielle- ja käsitekartat

Käsitekartta ja miellekartta ovat graafisia tiedon esittämisen välineitä, joilla esitetään ideoiden, kuvien ja käsitteiden välisiä yhteyksiä. Kartat muodostuvat solmuista - laatikoista, ellipseistä tai ympyröistä-, jotka on yhdistetty toisiinsa nuolilla tai viivoilla. Viivoille kuvataan tarkemmin yhdistävää tekijää. Miellekartta on tapa esittää sanoja ja ideoita linkitettyinä ja järjestettyinä aiheen ympärille. (Wikipedia, käsitekartta; Helsingin normaalilyseo, 2016; Cmap software, 2014) Miellekarttoja on käytetty ajatusten herättämiseen, visualisoimiseen, järjestämiseen, ryhmittelemiseen ja tiedon mieleen palauttamiseen. Niiden ansiosta miellekartan tekijä pohtii saamaansa tietoa syvällisemmin, luo yhteyksiä eri tietojen välillä ja pystyy tiivistämään asiakokonaisuuden. Miellekartta on joustavampi ja vapaampi asioiden esitys kuin käsitekartta ja niiden tekemisessä käytetään lisäksi yleensä värejä ja kuvia. (Frey, 2010; Miellekartta, Wikipedia.)



Kuvio 9. Miellekartta mielle- ja käsitekarttoista.

Käsittekartoissa asiat ja ideat ovat käsitteitä. Käsite on sanan, lauseen tai termin kognitiivinen merkityssisältö. Käsittekartat voivat olla hierarkkisia, jolloin suurin käsite on ylimmäisenä ja samansuuruiset käsitteet ovat aina rinnakkain. Tällaisen käsittekartan voi tehdä helposti Word-tekstinkäsittelyohjelman SmartArt-grafiikkaobjektilla. (Käsite, Wikipedia; Käsittekartta, Wikipedia; Helsingin normaalilyseo, 2016.) Mielle- ja käsittekarttojen käyttöä opetuksessa on käsitelty kuviossa 9 ja miellekartta jaksollisesta järjestelmästä on esitetty kuviossa 10. Molemmat kartat on tehty ilmaisella Cmap tools- ohjelmalla.



Kuvio 10. Jaksollisen järjestelmän miellekartta.

5.1 Käsittekarttojen hyödyntäminen opetuksessa, Concept Card Mapping

Käsittekarttaa voidaan käyttää formatiivisen arvioinnin menetelmänä. Concept Card Mapping – tekniikassa oppilaat tekevät käsittekartan heille valmiiksi annetuista käsitteistä. Oppilaiden tavoitteena on tehdä visuaalinen esitys näistä käsitteistä. Oppilaat voivat tehdä käsittekarttoja yksin, parityönä tai ryhmässä. Aluksi jokaisen on kuitenkin mietittävä yksin käsitteiden yhteyksiä. Ryhmässä oppilaat yhdessä järjestävät käsitteitä kartalle ja kirjoittavat muutamalla sanalla käsitteiden välisistä yhteyksistä. Ryhmätyö edistää oppilaiden välistä vuorovaikutusta. Kun ryhmät ovat valmiita, käydään yhteisesti läpi, miten eri kartoissa käsitteet on linkitetty.

Oppilaat perustelevat oman kantansa siitä, mikä kartta on jäsennelty oikein ja miksi jokin muu kartta ei ole. (Keeley, 2008, s. 68–70.)



Kuvio 11. Esimerkki oppilaiden tekemästä jaksollisen järjestelmän miellekartasta.

Käsitekarttaa voidaan käyttää opetuksen keskivaiheella ja/tai lopussa. Opettaja pystyy havainnoimaan, kuinka oppilaat pystyvät kokoamaan oppimaansa. Havainnointiensa perusteella opettaja pystyy suunnittelemaan tulevia oppitunteja. Jos käsitekartta tehdään kaksi kertaa kurssin aikana, oppilaat voivat verrata käsitekarttojaan ja reflektoida omaa oppimistaan. Tehtävän vaikeustaso riippuu siitä, ovatko käsitteet konkreettisia vai abstrakteja. Käsitteiden lukumäärä vaikuttaa myös haasteellisuuteen. Jos on paljon käsitteitä, niiden jäsentely ja linkittäminen menee vaikeaksi. Opettaja voi antaa oppilaille myös muutaman tyhjän kortin, johon oppilaat keksivät tarpeellisia käsitteitä. (Keeley, 2008, s. 68–70.)

Atomin rakenteeseen liittyvät käsitteet

Taulukko 6. Esimerkkikäsitteitä atomin rakenteesta.

| | | | |
|-------------|-------------------|-----------------------|----------------|
| pääkuori | valenssielektroni | Paulin kieltosääntö | massaluku |
| neutroni | atomi | isotooppi | orbitaali |
| oktetti | Hundin sääntö | protoni | alakuori |
| kvanttiluku | elektroni | energiaminimiperiaate | elektroniverho |

Opettaja voi antaa oppilaille esimerkiksi taulukossa 6 mainittuja käsitteitä silloin, kun oppilaiden on tarkoitus tehdä käsitekartta atomin rakenteesta. Käsitteitä voidaan kirjoittaa vaikka post-it-lapuille, kuten kuviossa 11.

Jaksolliseen järjestelmään liittyvät käsitteet

Taulukko 7. Esimerkkikäsitteitä jaksollisesta järjestelmästä.

| | | | |
|---------------|----------------------|-----------------------|---------------------|
| atomisäde | jakso | puolimetallit | sivuryhmä |
| järjestysluku | elektronegatiivisuus | elektroniaffiniteetti | atomikoko |
| pääryhmä | reaktiokyky | ryhmä | metallit |
| epämetallit | lohko | metalliluonne | ionisoitumisenergia |

Taulukossa 7 on esitettyä käsitteitä joita voidaan antaa silloin, kun tehtävänä on tehdä käsitekartta jaksollisesta järjestelmästä.

6. Opetustavat

Erilaiset opetustavat ovat iso osa opettajan työtä. Niillä on myös iso rooli oppilaiden oppimisessa ja motivaation herättämisessä ja ylläpitämisessä. Tutkimuksen (Kavonius, 2013) mukaan erityisesti heikkojen oppilaiden oppimisen kannalta opetustapojen valitseminen on tärkeää.

Oppilaan motivaatio herää ensimmäiseksi tilannekohtaisen kiinnostuksen kautta. Kun luokassa tapahtuu jotain kiinnostavaa ja tämän huomion herättävää, oppilas aktivoituu ja kiinnittää huomionsa opetukseen. Tätä kutsutaan tilannekohtaiseksi kiinnostukseksi. Jos näitä hetkiä on opetuksessa riittävästi, oppilaan motivaatio kehittyy henkilökohtaiseksi kiinnostukseksi, jolloin oppilas pitää tunteja mielenkiintoisina ja keskittyy opetukseen.

Erytyisesti heikosti menestyvät oppilaat tarvitsevat sopivia työtapoja, jotta tunnit olisivat mielekkäitä ja herättäisivät oppilaan henkilökohtaisen kiinnostuksen aineeseen. Vahvuuksikseen nämä oppilaat usein kokevat menetelmätehtävät ja muistamistietoa koskevat

tehtävät, kun taas erilaisia tuottamistehtäviä pidetään haastavina. Kiinnostavina työskentelytapoina pidetään tieto- ja viestintäteknikkaa, vierailuita ja ryhmätöitä.

Nykyään ollaan siirtämässä opetuksen painopistettä behavioristisesta eli opettajakeskeisestä opetuksesta sosiokonstruktiviseen eli oppilaskeskeiseen opetukseen. Tämä tarkoittaa, että ettei opettajan tehtävä ole tiedon "kaataja". Opettajan tehtävänä on ohjata oppilaat itse etsimään, käsittelemään ja soveltamaan tietoa sekä yksin, että ryhmässä. (Eilks & Hofstein, 2013) Oppilaskeskeisyyttä voidaan lisätä TVT-sovelluksien ja erilaisten pelien ja ryhmätyöskentelytapojen avulla, joista esimerkkejä esitetään seuraavaksi.

6.1 Yhteistoiminnallinen oppiminen

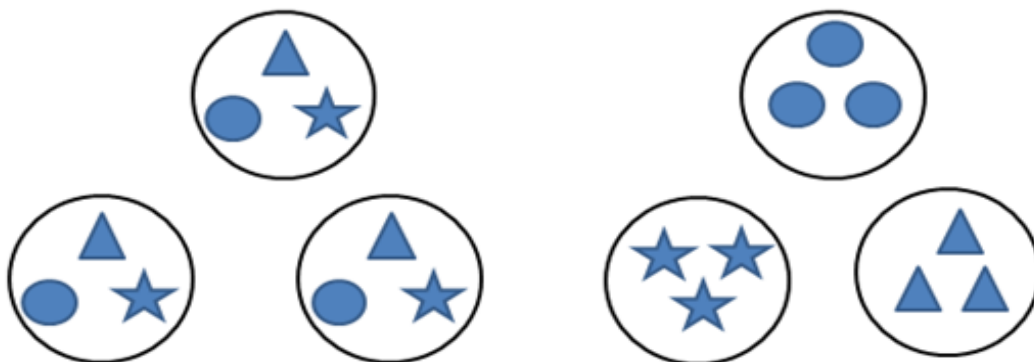
Yhteistoiminnallinen oppiminen on tunnettu pedagoginen lähestymistapa opetuksessa, jossa iso opiskelijaryhmä jaetaan 2-4 hengen pienryhmiin. Yhteistoiminnallisen oppimisen opetusmenetelmissä korostuu onnistuneen lopputuloksen saavuttamiseksi pienryhmän kaikkien jäsenten keskinäinen vuorovaikutus sekä positiivista keskinäistä riippuvuutta toisistaan. Kilpailua pyritään välttämään tai se eliminoidaan kokonaan, mikäli sellaista ilmenee. (Sahlberg, P. & Sharan, S., 2002, s. 10–11.) Kuviossa 12 on esitetty yhteistoiminnallisen oppimisen eri menetelmät. Joista tarkemmin esitellään palapelitekniikka, jota on helppo soveltaa kemian opetukseen. Kuviossa 12 opiskelijoiden roolien muutokset kasvavat taulukossa mentäessä vasemmalta oikealle päin. Opetuksen muutos tapahtuu taulukossa alhaalta ylöspäin mentäessä. Opiskelijoilla on eniten vastuuta ja vapautta oman toimintansa sekä opetustavan suhteen ryhmätutkimusta tehtäessä.

Vaihe 1. Esittely

- luokka jaetaan 4 hengen heterogeenisiin ryhmiin, joita nimitetään kotiryhmiksi.
- opettaja esittelee aiheen ja tavoitteet sekä aiheen sidoksen jatkon kannalta
- Opettaja kertoo, että koko prosessia arvioidaan formaalisesti
- jokainen oppilas valitsee tai saa yhden osan aihekokonaisuudesta selvitettäväksi
 - esim. kotiryhmä edustaa yhtä pääryhmää ja jokainen jäsen yhtä sen pääryhmän alkuainetta kuten vetyä, litiumia tai natriumia jne.

Vaihe 2. Yksityiskohtainen selvittäminen

- opiskelijat muodostavat asiantuntijaryhmiä, kaikki kotiryhmäläiset ovat eri asiantuntijaryhmässä. Kuviossa 13 on kuvattuna, kuinka kotiryhmäläiset muodostavat uusia asiantuntijaryhmiä.
 - esim. asiantuntijaryhmät voivat olla jaksoja, asiantuntijaryhmä 1 vastaa ensimmäistä jaksoa jne.
 - opiskelijoita rohkaistaan keskustelemaan
 - opiskelijat voivat kirjoittaa pohtimiaan pääkohtia paperille
 - opettaja voi myös antaa johdattelevia kysymyksiä
 - esim. mitä yhteistä asiantuntijaryhmän alkuaineilla on?



Kuvio 13. Palapelitekniikan kotiryhmät oikealla ja muodostetut asiantuntijaryhmät vasemmalla.

- *Tehtäväesimerkki kuviosta 13*
- *Tähtien kotiryhmä on jaksollisen järjestelmän pääryhmää 1*
- *Pääryhmän 1 edustajat siirtyvät asiantuntijaryhmiin, joiden pöydät edustavat eri jaksoja. Näin pääryhmään 1 saadaan asiantuntijuutta jaksoista 1-3. Mikäli oppilaita on enemmän, on mahdollista tehdä useampia koti ja asiantuntijaryhmiä*
- *Oppilaat palaavat kotiryhmään, ja jakavat asiantuntijaryhmässä esiin tulleet asiat omassa kotiryhmässä*
- *Tiedot kootaan yhteen kotiryhmässä esim. portfolioon, julisteeseen, omaan vihkoon tai esitetään koko luokalle esitelmän muodossa tv:tä hyödyntäen*

Vaihe 3. Raportointi ja muokkaus

- opiskelijat palaavat kotiryhmiin ja kertovat vuorotellen asiantuntijaryhmissä kehittämiään asioita ja esiin nousseita ajatuksia
- opiskelijoita rohkaistaan keskustelemaan seikkaperäisesti
- opiskelijoiden ymmärrys kokonaisuudesta alkaa muotoutumaan
 - esim. mitä sääntöjä on jaksoilla ja ryhmillä?
 - Mitä yhteneväisyyksiä opiskelijat havaitsivat?
 - Opiskelijat esittävät toisilleen täsmentäviä kysymyksiä, jolloin oma ymmärrys kasvaa.

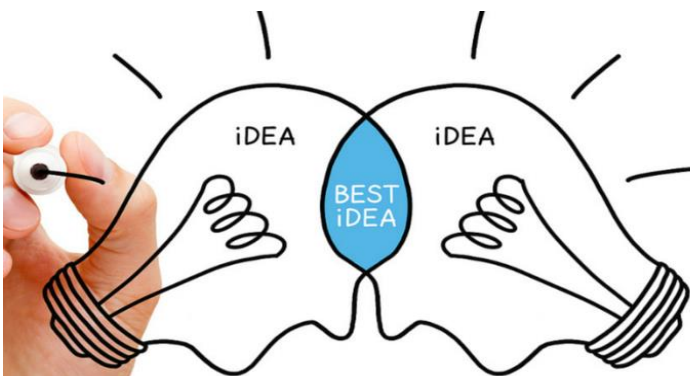
Vaihe 4. Yhdistäminen ja arviointi

- opettaja voi tehdä kotiryhmille omia tehtäviä tai koko ryhmälle saman tehtävän, jossa opiskelijat voivat soveltaa oppimaansa
 - Opiskelijat voivat pitää havaintoesityksen oman kotiryhmän aiheesta koko luokalle esim. alkalimetallit
 - Opiskelijat voivat pitää havaintoesityksiä omista aiheistaan omalle kotiryhmälle esim. vety esitellään koottujen tietojen perusteella omalle kotiryhmälle
 - Tiedoista voidaan tehdä julisteita, portfolioita tai kerätä koonnit oppilaiden vihkoihin
 - Opiskelijat tekevät itse- ja vertaisarvioinnin

(Sahlberg, P. & Sharan, S., 2002, s. 84–85.)

6.2 Yhteistoiminnallinen tutkiminen

Yhteistoiminnallisia piirteitä omaava luonnontieteellistä tutkimusta voidaan kutsua tiimitutkimukseksi. Tiimitutkimuksessa sosiaalinen järjestelmä perustuu ryhmän päätöksiin ja demokratiaan. Keskeinen piirre tiimitutkimuksessa on yhteistoiminnallisen oppilasryhmän muodostaminen. Tiimitutkimuksessa opitaan asettamaan tutkimusongelmia, tunnistamaan tosiasioita ongelmaan liittyen, käyttämään lähdekirjallisuutta, ratkaisemaan ongelmia, käsittelemään mittalaitteita ja hyödyntämään TVT:tä. Samalla oppilaat oppivat ymmärtämään luonnontieteitä. Tavoitteena on myös oppia luonnontieteiden käsitteitä, yhdessä toimimisen taitoja, kehittää vastuuntuntoa ja pitkäjänteisyyttä. Oppilaille pitää opettaa tutkimuksen teko ja raportin laatiminen sekä tiedon hankintatavat. Opettajan ohjauksen määrä on suuri tiimitutkimuksen alkuvaiheessa, kun oppilaat eivät vielä osaa itsenäisesti esittää keräämäänsä aineistoa. Luonnontieteissä käytetään usein aineiston esityksessä graafista muotoa. (Lavonen ym. 2016.) Kuviossa 14, on yksi kuva siitä, mitä yhteistoiminnallisella tutkimuksella voidaan saavuttaa. Tutkimus voi tapahtua ulkona tai sisällä. Tutkimuksen ei tarvitse rajoittua luokkahuoneeseen.



Kuvio 14. Yhteistoiminnallinen tutkiminen.

Tiimitutkimuksen vaiheet:

1. Ongelman määrittely sekä tutkimusryhmän organisoituminen

- oppilaat etsivät taustatietoa
- ryhmäkeskustelujen avulla oppilaat ehdottavat tutkimukselle osa-alueita
- oppilaat voivat valita oman mielenkiintonsa mukaan osa-alueen, ja kaikki samasta osa-alueesta kiinnostuneet muodostavat yhteistoiminnallisen ryhmän

2. Tutkimuksen suunnittelu

- ryhmässä sovitaan, mitä ja miten tutkitaan
- ryhmä laatii työsuunnitelman ja esittää sen muille
- opettaja pitää yllä yhteistoiminnallisuutta ja auttaa suunnitelmien muotoilussa sekä materiaalien ja välineiden löytämisessä

3. Tutkimuksen suorittaminen

- tiedon keruu, yhteenvetojen teko, analysointi ja arviointi
- ryhmä kokoontuu jakamaan kokemuksia ja tarkentamaan suunnitelmia

4. Yhteenveto ja raportin laadinta

- koko luokka keskustelee tutkimuksen raportointitavasta ja tulokset esitetään koko luokalle
- sovitaan ryhmien raporttiosuuksista ja tavoista
- raporteista toivotaan muodostuvat kokonaisuus

5. Raportti

- ryhmät esittävät raportin luokalle tai suuremmallekin yleisölle
- opettaja koordinoi esityksiä

6. Arviointi

- arvioidaan yksilöiden, ryhmien ja koko luokan toimintaa
- sekä opettaja että oppilaat arvioivat

(Lavonen ym. 2016.)

Yhteistoiminnallista tutkimista pystyy hyvin soveltamaan kemian opetukseen. Yhteistoiminnallinen työtapa on oppilasta aktivoiva. Opetuksessa suositellaan oppilaan olevan aktiivinen. Yhteistoiminnallisia tapoja noudattaen tämä onnistuu.

Tiimitutkimuksen vaiheita noudattamalla opiskelijat voivat tutustua tarkemmin esimerkiksi jaksolliseen järjestelmään.

- *Vaiheessa 1 opiskelijat määrittelevät ongelman, millaisiin osa-alueisiin jaksollinen järjestelmä voitaisiin jakaa.*
- *Opiskelijat voivat kirjoittaa aiheita taululle, kuten alkalimetallit, maa-alkalimetallit tai epämetallit, metallit jne.*
- *Opiskelijat valitsevat taululta oman mielenkiintonsa mukaan aihealueen ja muodostavat näin yhteistoiminnallisen ryhmän.*
- *Opettaja voi rajata ryhmäkoon esim. neljään, sillä yhteistoiminnallisen opetuksen suositus ryhmäkoko on 2-4 henkilöä.*
- *Jatketaan vaiheet 2-6 muodostuneissa pienryhmissä. Tutkimuksen suunnittelu, toteuttaminen, yhteenveto, raportointi ja arviointi.*

6.3 Oppimispelit

Oppimispeli on yksi opetusmenetelmä, jota hyödynnetään uuden asian opetuksessa tai jonkin aiemmin opitun sisällön tai käsitteistön kertauksessa. Tuomisto (2015) määrittelee oppimispelin peliksi, jota voidaan käyttää ja mukauttaa parantamaan, edistämään ja tukemaan tietyn tiedon tai taidon oppimisprosessia ja opetusta. Pelejä pelatessaan oppilas oppii tekemällä ja hänestä tulee itseohjautuva. Oppimispelit (eng. a learning game, an educational game) mahdollistavat oppilaskeskeisen opetuksen. Pelaaminen kehittää oppilaan sosiaalisia taitoja sekä korkeamman tason ajattelutaitoja. Oppimispelit tukevat varsinkin erityisen ja tehostetun tuen tarpeessa olevien oppilaiden oppimista. Pelin selkeät tavoitteet ja palautteet sekä tasapaino taitojen ja haasteiden välillä saavat pelaajassa aikaan vahvan läsnäolon tunnetta. (Järvilehto, 2014; Tuomisto, 2015.)

Periaatteessa on kaksi eri tapaa valmistaa oppimispeli. Eräs tapa on pelillistäminen, jossa oppiaineeseen lisätään pelillisiä elementtejä, kuten pisteytyksiä, tasoja, fantasia- tai science fiction-elementtejä, inspiroivaa musiikkia tai värikästä grafiikkaa. Toisessa tavassa tunnettuun peliin integroidaan oppiaines. Mitä paremmin oppilas hallitsee oppiainetta, sitä paremmin hän etenee pelissä. (Järvilehto 2014.)

Kaikki oppimispelit eivät ole hyviä. Joissakin peleissä ei ole riittävästi sisältöä ja jotkut pelit taas yrittävät opettaa liikaa. Hyvän oppimispelin löytäminen ei ole helppoa, vaikka on olemassa monia alkuaine- ja jaksollinen järjestelmä- aiheisiin suunniteltuja pelejä. Suurin osa peleistä on muistipelin kaltaisia, joissa pitää esimerkiksi yhdistää alkuaineen nimi ja symboli tai alkuaineiden kemialliset merkit pitää sijoittaa oikeille paikoille jaksolliseen järjestelmään. Pelien etsimiseen ja testaamiseen pitää varata aikaa. (Järvilehto, 2014; Tuomisto, 2015.)

Luo oppimispelialusta

Etsi verkosta tai tablettitietokoneesi sovelluskaupasta oppimissovelluksia.

Kokeile sovelluksia nähdäksesi, ovatko ne laadukkaita.

Tallenna laitteeseen vähintään muutama tusina hyvälaatuisia pelejä.

Anna oppilaan vapaasti tutkia oppimispelejä.

(Järvilehto, 2014, 135.)

ChemMend

ChemMend on yksi esimerkki integroidusta pelistä ja se muistuttaa korttipeli UNOa. Pelin tavoitteena on oppia jaksollisen järjestelmän rakenne. Pelaaja oppii pelin avulla, mihin ryhmään ja jaksoon eri alkuaineet kuuluvat. Jaksollisen järjestelmän ulkoa muistaminen ei ole siis pelaamisen ehtona. Martí-Centelles ja Rubio-Magnieto (2014) ovat kehittäneet peliä ja tutkineet sitä lukio- ja yliopisto-opiskelijoiden parissa. Kukaan tutkimukseen osallistuneista opiskelijoista ei kokenut peliä hyödyttömäksi ja monet heistä suosittelivat sitä pelattavaksi. Oppilaille jaksollisen järjestelmän opetteleminen on yleensä työlästä ja tylsää. Tämän pelin avulla järjestelmän opetteleminen käy oppilaille vaivattomaksi ja miellyttäväksi.

Pelin säännöt

Peliä pelataan 2-10 hengen ryhmissä. Pelin kesto on noin 5-15 min riippuen ryhmästä. Opiskelijoiden tasosta riippuen jaksollista järjestelmää voi käyttää pelissä apuna tai olla käyttämättä. UNOn numerokorttien sijaan tässä pelissä on alkuainekortteja (90 kpl), jotka eivät sisällä lantanoideja ja aktinoideja. Toimintakortteja on neljä erilaista: pääkallo -kortit (4 kpl), tasapainoreaktio -kortit (5 kpl), nostokortit (10 kpl) ja Mendelejev -kortit (8kpl). Toimintakortit on esitelty kuviossa 15.

| | | | |
|--|--|--|---|
|  |  |  |  |
| <p>Pääkallo -kortit toimivat ohituskortteina. Jos sitä pelataan, seuraavan pelaajan vuoro hypätään.</p> | <p>Tasapainoreaktio -kortit vaihtavat pelin kulkusuunnan.</p> | <p>Nostokortteja on kaksi erilaista: 8 kpl $-1e^-$ ja 2 kpl $-2e^-$. Tämän kortin pelaamisen jälkeen seuraavana vuorossa oleva pelaaja nostaa kortin osoittaman lukumäärän verran korttia nostopakasta.</p> | <p>Mendelejev -kortit ovat UNO:n Villikorttien kaltaisia. Pelaaja, joka käyttää sitä, voi päättää uuden jakson tai ryhmän, jonka seuraavan pelaajan on pelattava. Mendelejev on nykyisen jaksollisen järjestelmän kehittäjä.</p> |

Kuvio 15. Toimintakortit.

Pelin kulku

Jokainen pelaaja nostaa yhden kortin. Pelaaja, jonka kortin alkuaineella on suurin atomimassa, toimii jakajana. Toimintakorttien massaluku on nolla. Peli aloitetaan jakamalla jokaiselle pelaajalle kuusi korttia. Yksi kortti laitetaan pöydälle avoimeksi ja loput laitetaan kuvapuoli alaspäin nostopakaksi. Pelin aloittaa jakajan oikealla puolella oleva pelaaja ja peli etenee vastapäivään, ellei käytetä suunnanvaihto -korttia. Aloittajan täytyy laittaa nyt sellainen kortti, joka on avoimen alkuainekortin kanssa samassa ryhmässä tai jaksossa. Jos Cl on

esimerkiksi pöydällä oleva kortti, niin pelaaja pelaa kortin, joka on samassa ryhmässä (F, Br, I tai At) tai jaksossa (Na, Mg, Al, Si, P, S tai Ar) kloorin kanssa. Myös erikoiskortteja voi pelata. Jos pelaajalla ei ole sopivaa korttia pelattavaksi poistopakkaan, hän nostaa nostopakasta yhden kortin. Jos pelaaja saa sopivan kortin, hän pelaa sen. Muuten vuoro siirtyy seuraavalle pelaajalle.



Kuvio 16: Alkuainekortin molemmat puolet.

Kun pelaaja pelaa toiseksi viimeistä korttiaan, täytyy hänen huutaa "ChemMend". Jos pelaaja unohtaa sanoa "ChemMend" ja toinen pelaaja huomaa tämän, unohtaneen pelaajan täytyy nostaa kaksi korttia nostopakasta rangaistukseksi. Pelin voittaa se, joka pääsee ensimmäisenä eroon korteistaan.

Pelillä on myös vaihtoehtoinen lopetus, jos peliä ei ehditä pelaamaan loppuun asti. Kun kierroksen viimeinen pelaaja on pelannut vuoronsa, pelaajat laskevat kädessään olevien korttien pisteet. Ensimmäisen jakson alkuaineista saa yhden pisteen, toisen jakson alkuaineista kaksi pistettä ja niin edelleen. Pelaaja, jolla on vähiten pisteitä, voittaa pelin.

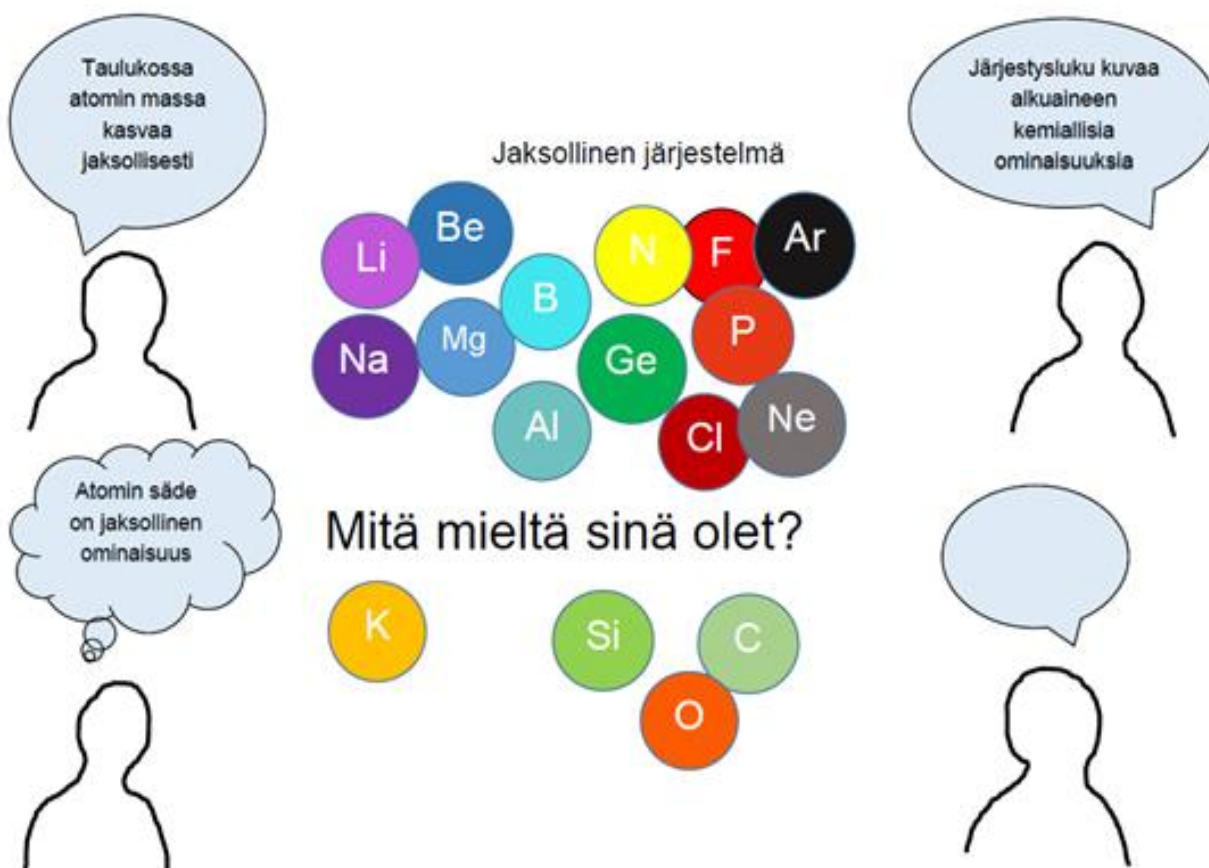
Alla olevassa linkissä on tulostettavat pelikortit:

http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/KemOpeYksikk%f6_materiaaleja/PELIMATERIAALI_ChemMend_pelikortit.pdf

6.4 Concept Cartoons

Käsitteellä "Concept Cartoons" ymmärretään opetuksessa käytettyjä yksittäisiä sarjakuvia. Nimi viittaa myös siihen, että sarjakuvien lähtökohtana on konsepti eli tietty asia tai tapahtuma, jota sarjakuvassa pohditaan. Tämä on sarjakuvan keskellä. Konseptiin liitetään erilaisia näkökulmia tai väittämiä, joita esittävät sarjakuvan piirretyt henkilöt puhekuplissaan.

Näkökulmissa on virheellisiä väittämiä tai tulkintoja asiasta ja lisäksi myös jokin oikea tulkinta. Kaikilla sarjakuvan väittämillä on sama painoarvo. Sarjakuvan väittämien joukossa ovat tyypillisimmät oppilaiden väärinymmärrykset, jotka ovat peräisin oppilaiden käsityksiä kartoittavista tutkimuksista. Lisäksi sarjakuvaan on yleensä liitetty jollekin henkilölle tyhjä puhekupla, johon oppilaan on tarvittaessa tarkoitus kirjoittaa oma näkökulmansa. (Naylor ja Keogh, 2013) Suomessa "Concept Cartoons" käsitteellä ei ole selkeää kielellistä vastinetta ja tässä siihen viitataan sanalla "sarjakuva". (Maiju Tuomisto, 14.3.2016 Kemian opetuksen keskeiset alueet I) Kuviossa 17 on esitetty esimerkki opetuskäyttöön suunnitellusta sarjakuvasta. (Satilmis 2014.)



Kuvio 17. Esimerkki opetuskäyttöön suunnitellusta sarjakuvasta.

Sarjakuvaa laadittaessa on käytetty hyväksi jaksolliseen järjestelmään liittyviä oppilaiden virhekäsityksiä.

6.5 Sarjakuvien hyödyntäminen opetuksessa

Sarjakuvia käytetään yleensä opetuksen alussa selvittämään oppilaan ajatuksia ja ennakkokäsityksiä uudesta aiheesta. Sarjakuva voi olla esimerkiksi tilannekuva todellisesta elämästä. Tällöin oppilaan tavoitteena on osata siirtää ja soveltaa jo oppimaansa käsitteellistä tietoa oikean elämän tilanteeseen. Opetuksessa voidaan käyttää valmiita sarjakuvia, mutta niitä ei valitettavasti ole paljon. Opettaja voi itse piirtää sarjakuvia ja kirjoittaa puhekupliin oppilaidensa yleiset virhekäsitykset. (Keeley 2008, s. 71–74)

Puhekuplissa ei saa olla tekstiä liikaa. Oikeaa ja tarkkaa käsitteellistä vastausta ei saa laittaa puhekupliin. Sarjakuvan dialogien tarkoituksena on panna oppilaat miettimään ja valitsemaan paras vastaus esitettyyn kysymykseen. Jos on tyhjä puhekupla, he voivat kirjoittaa oman vastauksensa. Vaihtoehtoisesti oppilaat voivat ryhmissä täyttää kaikki puhekuplat ja vaihtaa toisen ryhmän kanssa sarjakuvia. Oppilaat pääsevät pohtimaan tällöin toisen ryhmän kirjoittamia dialogeja. (Keeley 2008, s. 71–74)

Ennen sarjakuvan näyttämistä opettajan tulee kertoa aihe oppilaille. Kun opettaja on näyttänyt sarjakuvan, hänen tulee antaa oppilaille aikaa itsenäiseen pohdiskeluun. Tämän jälkeen oppilaat jakavat ajatuksiaan pienissä ryhmissä. Tässä vaiheessa opettaja kiertää luokassa ja kuuntelee oppilaiden ajatuksia. Hän ei kuitenkaan vielä johdattele oppilaita. Oppilaat pääsevät harjoittelemaan luonnontieteellistä argumentaatiota keskustelun yhteydessä.

Ryhmätyöskentelyn tavoitteena on päästä yhteisymmärrykseen. Jokainen ryhmä jakaa oman ryhmänsä tuloksen muille luokkalaisille. Näin oppilaat pääsevät arvioimaan muiden väitteitä ja ajatuksia. Jos on mahdollista, oppilaat testaavat väitteitään ja kertovat saatuja tuloksia muiden kanssa. Lopuksi opettaja käsittelee yhdessä oppilaiden kanssa, mitä opiskelijat ovat oppineet ja millä tavalla heidän ajatuksensa ovat muuttuneet prosessin aikana. (Keeley 2008, s. 71–74)

6.6 Sarjakuvien hyödyntäminen opetuksessa, case Filiz Kabapinarin tutkimus

Filiz Kabapinarin kirjoittamassa artikkelissa “Effectiveness of Teaching via Concept Cartoons from the Point of View of Constructivist Approach” esitellään kolmeosainen tutkimus, jonka kohteena oli sarjakuvien hyödyntäminen opetuksessa. Tutkimuksen ensimmäisessä osassa oppilaille jaettu sarjakuvia käytettiin kartoittamaan oppilaiden ajatuksia opetettavasta

asiasta. Havaittiin, että sarjakuvat soveltuvat erinomaisesti tähän tarkoitukseen. Tutkimuksen toinen osa keskittyi opetustapahtumaan, jossa opettaja herätteli opetuskeskusteluja sarjakuvien avulla. Sarjakuvat toimivat hyvin opetuskeskustelujen lähtökohtina ja niiden avulla keskustelu oli mahdollista kohdistaa aiheisiin, joissa oppilaille oli virhekäsityksiä ja saada siten niitä korjattua. Kirjoittaja toteaa kuitenkin, että opetuskeskustelujen onnistumiseen vaikuttavat myös opettajan ja oppilaiden väliset vuorovaikutussuhteet ja opetuksen kohteena ollut asia. Oppilaiden täytyy siten olla avoimia ilmaisemaan itseään opetustilanteessa eikä pelätä esittää omia tulkintojaan. Kolmannessa osassa oppilaiden käsitykset kartoitettiin kysymysten avulla ennen opetusta ja sen jälkeen. Tällöin sarjakuvat olivat myös opetuksessa mukana. Yleisesti sarjakuvien todettiin lisäävän oppilaiden motivaatiota ja kutsuvan oppilaita ottamaan osaa opetukseen. Kirjoittajan mukaan sarjakuvassa pitää kuitenkin olla valmiiksi nimettynä asioita ja ilmiöitä.

Artikkelissa ei ole verrattu sarjakuvilla tapahtuvan opetuksen tehoa muilla opetusmenetelmillä tapahtuvaan opetukseen, joten on vaikea sanoa onko tämä opetusmenetelmä parempi kuin muut opetusmenetelmät. Selvästi opetuksella oli kuitenkin tehoa.

7. TVT-sovellukset

Tieto- ja viestintäteknikka avaa uusia mahdollisuuksia opetukseen. Sillä voidaan lisätä oppilaan omaa vastuuta oppimisprosessista ja ohjata sen etenemistä, jolloin oppilaan oma tiedonrakentaminen kehittyy. Lisäksi kemialliset mallit ja ongelmat on mahdollista esittää kiinnostavassa muodossa. (Helsingin kaupungin opetusvirasto, 1999)

Juurikin oppilaan itsenäinen tiedonrakentaminen kuuluu osaksi sosiokonstruktiivista opetusta, jossa vastuuta oppimisesta siirretään opettajalta oppilaille. Tällöin oppilas oppii ja muistaa opetettavat asiat paremmin kuin pelkän opettajakeskeisen opetuksen avulla (Eilks & Hofstein, 2013). Erityisesti kemiassa heikommin menestyvät oppilaat kokevat TVT:n käytön hyödylliseksi. (Katso kohta 6. Opetustavat s. 24)

Internetistä löytyy paljon käteviä sivuja jaksollisen järjestelmän tarkasteluun. Suomenkielisiä niitä löytyy kuitenkin vähemmän. Ptable on dynaaminen jaksollinen järjestelmä, joka on käännetty myös suomeksi. Perinteiseen jaksolliseen järjestelmästä poiketen sähköistä versiota voi muokata tarpeen mukaan. Jaksollisen järjestelmä saa näyttämään alkuaineiden ominaisuuksia, atomiorbitaaleja, isotooppeja, yhdisteitä tai wikipediasivuja. Alkuaineryhmiä, kuten jalokaasut ja siirtymämetallit, voi myös ”maalata” esiin.

Ptable (selain): <http://www.ptable.com/>

Kiehtovat alkuaineet (iPad, maksullinen)

Suomenkielinen dynaaminen jaksollinen järjestelmä iPadille. Sovellus on visuaalisesti houkutteleva ja helppokäyttöinen. Se esittää jokaisesta alkuaineesta kuvan puhtaana alkuaineena, sekä esittää kuvin käytännön esimerkkejä missä kyseistä ainetta käytetään.

Build an Atom simulation (selain):

<http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/res00001433/>

Tällä sivulla pääsee rakentamaan ja tunnistamaan alkuaineita protonien, neutronien ja elektronien avulla. Sivu yhdistää atomirakenteen hienosti jaksolliseen järjestelmään ja auttaa oppimaan näiden välisiä yhteyksiä. Sivun on englanninkielinen.

8. Formatiivinen arviointi

Arviointi kuuluu erottumattomana osana opetukseen ja oppimiseen. Formatiivinen arviointi on yksi monesta erilaisista arvioinnin muodoista. Se tarkoittaa jatkuvaa palautteen antamista oppilaille. Erityisesti tätä arviointi menetelmää käytetään opetuksen alussa ja opetuksen aikana. Formatiivisen arvioinnin strategiat, joita on esimerkiksi kirjassa *Science Formative Assessment* lueteltu 75 kappaletta, tukevat oppilaan oppimista. Arvioinnin avulla opettaja saa selville, mitä oppilas tietää ja miten hän ajattelee. Tällöin hän pystyy ohjeistamaan oppilaansa tavoitteisiin. Oppilas saa arvioinnin avulla selville oman tietotasonsa ja huomaa, missä hänellä on vaikeuksia. Arvioinnin tavoitteena on oppilaiden innostus ja motivaatio aineen opiskeluun. Tämä saadaan aikaiseksi tarjoamalla heille mahdollisuus omien ideoiden ja kysymysten tutkimiseen. Oppilaita kannustetaan jakamaan ajatuksiaan muiden luokkalaisten kanssa. Arvioinnin pohjalta opettaja pystyy kehittämään opetustaan. Arviointimenetelmänä ovat itsearviointi, vertaisarviointi ja opettajan arviointi. (Keeley 2008, s.3-8)

Arviointi voi olla suunniteltua tai spontaania. Opettaja ohjeistaa automaattisesti oppilaitaan tuntityöskentelyn aikana tai johdattelee kysymyksillään oppilaiden ajatusten kulkua. Oppilaat arvioivat myös toisiaan vuorovaikutuksessa. Suunnitellussa arvioinnissa opettaja käyttää tiettyä strategiaa. Hänen tavoitteenaan on kerätä todisteita jokaisen oppilaan ajattelusta ja oppimisesta. Jos formatiivinen arviointi ei ole opettajalle tuttua, hänen kannattaa ottaa ensin yksi työtap, jota lähtee kokeilemaan muutaman kerran. Kokeilujen jälkeen opettaja reflektoi, mikä meni hyvin, ja mitä pitäisi jatkossa huomioida. Jokaiselle sopiva arviointi strategia löytyy

varmasti. TVT antaa mahdollisuuksia arvioinnin käyttöön. Käytännöllisiä sovelluksia ovat muun muassa Sokrative, Google Forms ja Kaizena. (Aksela 2015.)

Oppilaan metakognitiotaidot kehittyvät formatiivisen arvioinnin avulla. Oppilaat oppivat huomaamaan oman ymmärryksen syvyyttä ja niissä olevia aukkoja. Kysyvät kysymyksiä, jotka edistävät heidän ymmärrystään. Ymmärtävät yhdessä oppimisen merkityksellisyyden. Oppivat arvioimaan luokkatovereidensa väittämiä ja ideoita. (Keeley 2008, s. 6) Metakognitiivisilla taidoilla on merkittävä rooli oppimaan oppimisessa. Kun oppilas saa rakentavaa palautetta sekä opettajaltaan että vertaisiltaan, hän etenee kohti tavoitteitaan. Tavoitteisiin päästyään oppilas kokee onnistumisen iloa ja innostuu kemian opiskelusta.

Lähteet:

Aksela, M. (2015). *Formatiivinen arviointi LUMA-aineiden oppimisen tukena*. Luettu (25.3.2016) osoitteesta: <http://luma.fi/videot/3943/scientix-webinaari-formatiivinen-arviointi-luma-aineiden-oppimisen-tukena-maija-aksela>

Antila, A-M., Karppinen, M. & al. (2002). *Tekniikan kemia*. Helsinki: EDITA.

Cmap Software. Technical report. Luettu (1.4.2016) osoitteesta: <http://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps>

Eilks, I., Prins, G. T., & Lazarowits, R. (2013). *How To organise the chemistry classroom in a student-active mode*. Teoksessa I. Eilks & A. Hofstein (Toim.), *Teaching Chemistry – A Studybook: A Practical Guide and Textbook for Student teachers, Teacher Trainees and Teachers* (183–213). Rotterdam: Sense Publishers.

Etälukio. Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä. Luettu (9.3.2016) osoitteesta: <http://www02.oph.fi/etalukio/opiskelumodulit/kemia/kemia3/jaksj.html>

Frey, C., Concept maps vs. mind maps. Luettu (1.4.2016) osoitteesta: <http://mindmappingsoftwareblog.com/concept-maps-vs-mind-maps/>

Haavisto, A., Nikkola, J. & a. (1996). *Kemia 3*. Helsinki: Kirjayhtymä Oy.

Helsingin normaalilyseo, e-Norssi, opettajien kouluttajien yhteisöverkosto. Luettu (31.3.2016) osoitteesta: <http://www.enorssi.fi/opetus-ja-materiaalit/tyotapapankki-1/kasitekartta-mind-map>

Jaksollinen järjestelmä. Luettu (9.3.2016) osoitteesta: https://fi.wikipedia.org/wiki/Jaksollinen_j%C3%A4rjestelm%C3%A4

Järvilehto, L. (2014). *Hauskan oppimisen vallankumous*. Jyväskylä: PS-kustannus.

- Kabapinar, F. (2005). Effectiveness of Teaching via Concept Cartoons from the Point of View of Constructivist Approach. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 5(1), 135–146.
- Kalkku, I., Kalmi, H. al. (2000). *Kide 3*, lukion kemia. Keuruu: Otava.
- Kavonius, R. (2013). *Miten tukea kemiassa heikosti suoriutuvaa oppilasta?* Helsingin yliopisto. Kemian laitos. Pro gradu.
- Keeley, P. (2008). *Science Formative Assessment: 75 Practical Strategies for Linking Assessment, Instruction, and Learning*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press, s. 3-8, 68–74.
- Kuvio 4. <https://i.ytimg.com/vi/oGwl5hFcytl/maxresdefault.jpg>
- Kuvio 5. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tonic_water_uv.jpg
- Kuvio 6. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bohr%27s_model.svg
- Kuvio 7. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Water-2D-flat.png>
- Laitinen, R., Toivonen, J., *Yleinen ja epäorgaaninen kemia*. Espoo: Otava kustantamo.
- Lavonen, Meisalo & al. (14.2.2016). *Yhteistoiminnallinen työskentely*. Malux-kirjasto (työtapaopas). Luettu: <http://www.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/yto/tiimi/index.htm>
- Layden, A., TeachThought Staff. 10 mind mapping strategies for teachers. Luettu (1.4.2016) osoitteesta: <http://www.teachthought.com/uncategorized/10-mind-mapping-strategies-for-teachers/>
- Lehtiniemi, K. & Turpeenoja, L. (2010). *Kemian mikromaailma MOOLI KE2*. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.
- Lehtonen, P., Lehtonen, P., (2008). *Teknillisten alojen kemia*. Helsinki: WSOY.
- LOPS (2015). *Lukion opetuksen opetussuunnitelman perusteet 2015*. Helsinki: Opetushallitus.
- Martí-Centelles, V., & Rubio-Magnieto, J. (2014). *ChemMend: A Card Game To Introduce and Explore the Periodic Table while Engaging Students' Interest*. *Journal of Chemical Education*, 91(6), 868–871.
- McMurry, J., Fay, R. C., (2001). *Chemistry*. New Jersey. Prentice Hall.
- Naylor, S., Keogh, B. (2013) Concept Cartoons: What Have We Learnt. *Journal of Turkish education*, 10 (1), 3-11.
- Opetustv. Katsottu (6.3.2016) osoitteesta: <https://opetus.tv/kemia/ke1/atomi/>

Otavan opisto 2015. Luettu (6.3.2016) osoitteesta: http://opinnot.internetix.fi/fi/muikku2materiaalit/lukio/ke/ke2/01_atomin_rakenne?C:D=1921161&m:selres=1921161

Ptable. Wikipedia. Luettu (6.3.2016) osoitteesta: <http://www.ptable.com/?lang=fi>

Sahlberg, P. & Sharan, S. (2002). *Yhteistoiminnallisen oppimisen käsikirja*. Helsinki: WSOY.

Satilmis, Y. (2014). Misconceptions about periodicity in secondary chemistry education: the case of Kazakhstan. *International Online Journal of Primary Education*, 2014. Vol. 3. Issue 2., 53–58. Luettu osoitteesta: www.iojpe.org/ojs/index.php/IOJPE/article/download/321/397

Timberlake, K. & Timberlake, W. (2011). *Basic Chemistry*. Boston: Prentice Hall.

Tomperi, P. (2015). *Kehittämistutkimus: Opettajan ammatillisen kehittymisen tutkimusperustainen tukeminen käyttäen Solo-taksonomia-esimerkinä tutkimuksellinen kokeellinen kemian opetus*. Väitöskirja. Helsingin yliopisto, Kemian opettajankoulutusyksikkö, Kemian laitos. Helsinki, 27–35. Luettu (11.3.2016), saatavilla: https://moodle.helsinki.fi/pluginfile.php/1186356/mod_resource/content/1/tomperi_solo.pdf

Tomperi, P. (12.9.2011). *Tutkimuksellinen lähestymistapa kemian kokeellisuudessa*. Luettu: <http://ouluma.fi/2011/09/tutkimuksellinen-lahestymistapa-kemian-kokeellisuudessa/>

Tuomisto, M. (2015). *Oppimispelit kemian perusopetuksessa*. Licensiaatintyö. Helsingin yliopisto, Kemian opettajankoulutusyksikkö, Kemian laitos. Helsinki, 16–25. Luettu (1.4.2016), saatavilla: http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/ont/Tuomisto_M_2015_licensiaatintutkimus_09_022015.pdf

Wertz, D., (eBook), *General Chemistry*, Chapter 3 - Atomic Structure and Properties. Luettu (13.4.2016) osoitteesta: http://www.webassign.net/question_assets/wertzcams3/ch_3/manual.html

Wikipedia. Kiniini. Luettu (29.3.2016) osoitteesta: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Kiniini>

Wikipedia. Käsite. Luettu (1.4.2016) osoitteesta: <https://fi.wikipedia.org/wiki/K%C3%A4site>

Wikipedia. Käsitekartta. Luettu (1.4.2016) osoitteesta: <https://fi.wikipedia.org/wiki/K%C3%A4sitekartta>

Wikipedia. Miellekartta. Luettu (1.4.2016) osoitteesta: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Miellekartta>

Wikipedia. Periodic table. Luettu (24.3.2016) osoitteesta: https://en.wikipedia.org/wiki/Periodic_table

Yle Tv. Uutiset. (5.1.2016). Alkuainetaulukko valmistui, ainakin väliaikaisesti. Rytönen, A-P.
http://yle.fi/uutiset/alkuainetaulukko_valmistui_ainakin_valiaikaisesti/8569712

Zumdahl, S.S. & Zumdahl, S. A. (2003). *Chemistry*. Boston: Houghton Mifflin Company.