

Reaktioyhdytelöt

e-opas

OPETUSTAPOJA JA VINKKEJÄ YLÄKOULUUN

Jenna Järvenpää,
Mirva Skyttä,
Verner Hartus
ja
Hanna Koskikallio

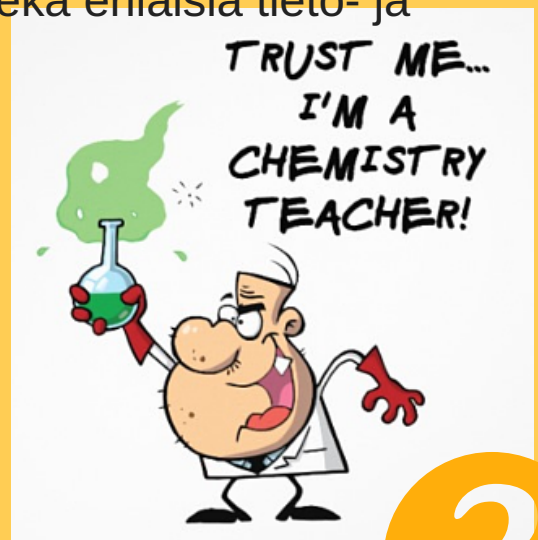
Sisällysluettelo

- 01 Johdanto 3
- 02 Reaktioyhtälöt opetussuunnitelmassa 4
 - 02.01 Kemian tehtävä oppiaineena 4
 - 02.02 Tavoitteet ja opetussisällöt 5
 - 02.03 Kriteerit arvosanalle 8 6
- 03 Reaktioyhtälöt yläkoulun kemiassa 7
- 04 Ennako- ja virhe käsityksistä 10
- 05 Opetustapoja ja vinkkejä 14
 - 05.01 Mielle- ja käsitekartat 14
 - 05.02 Kokeellisuus 17
 - 05.03 Tiedeteatteri 19
 - 05.04 TVT-sovellukset 23
 - 05.05 Esimerkkioppitunti 29
 - 05.06 1-2-4-kaikki 31
 - 05.07 Extra: Apollo 13 33
- 06 Formatiivinen arviointi 34
 - 06.01 Miksi arvioida formatiivisesti? 34
 - 06.02 Arviointimenetelmiä 34
- 07 Liitteet 1-3 39
- 08 Viitteet 42

Tämä e-opas on suunnattu erityisesti yläkoulun vastavalmistuneille kemian opettajille opetuksen suunnittelun tueksi. Opas on toteutettu ryhmätyönä osana Helsingin yliopiston kemian opettajankoulutusyksikön kurssia “Kemian opetuksen keskeiset alueet I” keväällä 2016. Oppaan teemana on reaktioyhtälöiden opettaminen yläkoulussa ja oppaaseen on koottu mahdollisimman tiiviiseen muotoon reaktioyhtälöiden opettamiseen liittyviä seikkoja. Oppaan laatimisessa on käytetty opetusalan uusinta kirjallisuutta, kuten tutkimustuloksia, tietokirjoja ja internetoppaita, niin Suomesta kuin ulkomailtakin.

Opas lähtee liikkeelle esittelemällä Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteita reaktioyhtälöiden näkökulmasta ja esittelee sen jälkeen yläkoulutasoista reaktioyhtälöiden teoriaa ja käsitteistöä. Teorian jälkeen käsitellään tyypillisiä virhekäsityksiä, joita oppilailla voi olla reaktioyhtälöistä. Loppuosa keskittyy reaktioyhtälöiden opetukseen sopiviin opetusmenetelmiin. Opetusmenetelmien yhteydessä on monia aiheeseen sopivia kokeellisia töitä ja lisäksi esitellään mielle- ja käsitekartat, tiedeteatteri, oppimispelit sekä erilaisia tieto- ja viestintäteknikan sovelluksia, joita voidaan hyödyntää reaktioyhtälöiden opetuksessa. Oppaasta saat myös formatiiviseen arviointiin uusia työkaluja perinteisten tuntiaktiivisuuden ja itsearvioinnin rinnalle.

Antoisia lukuhetkiä ja opetustuokioita reaktioyhtälöiden parissa!



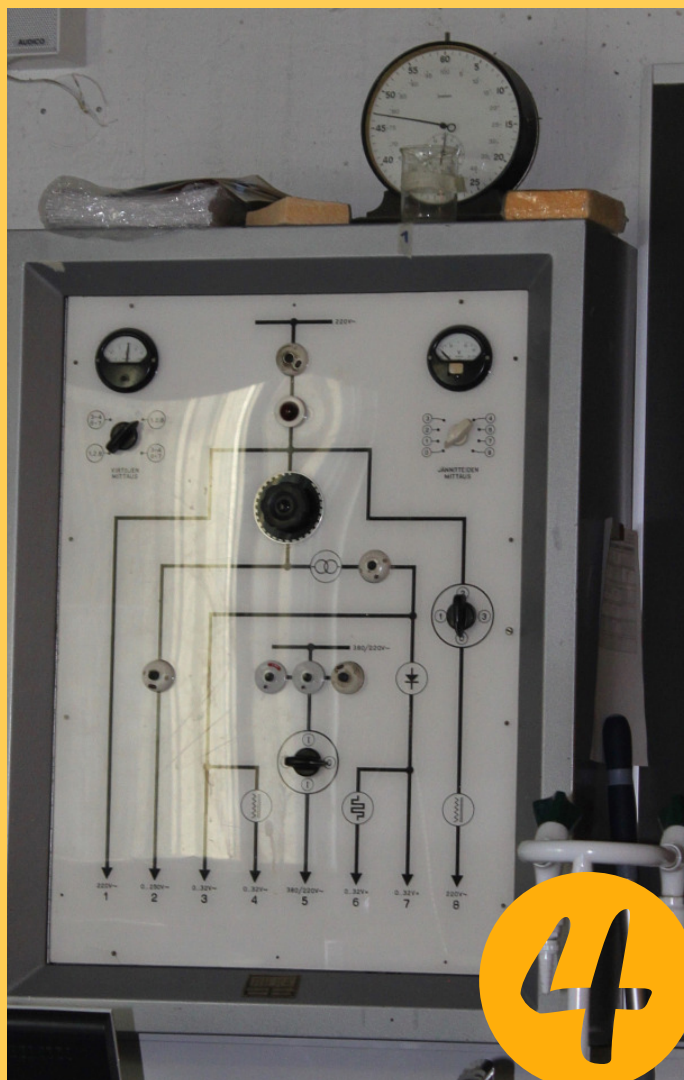
Kuva 1: (Davis, G.)

02 Reaktioyhtälöt opetus- suunnitelmassa

02.01 Kemian tehtävä oppiaineena

Yläkoulun kemiassa on tarkoitus opiskella kemian ja sen sovellusten merkitystä jokapäiväisessä elämässä, elinympäristössä, yhteiskunnassa ja teknologiassa. Oppilaiden tulisi oppia, että kemian taitoja tarvitaan päätöksenteossa ja ympäristöasioissa. Opetuksen pääpaino on makroskooppisella tasolla, mutta oppilaiden abstraktin ajattelun kehittyessä yhteyttä submikroskooppisiin ja symbolisiin malleihin vahvistetaan. Oppilaiden omista kokemuksista ja havainnoista edetään ilmiöiden kuvaamiseen ja selittämiseen sekä aineen rakenteen ja kemiallisten reaktioiden mallintamiseen kemian merkkikielellä.

Kuvat 2 ja 3: Tunnelmaa Maunulan koulun kemian luokasta. Kuvaaja: Hanna Koskikallio



02.02 Reaktioyhtälöihin liittyvät tavoitteet ja opetussisällöt

Kaikkiin kemian tavoitteisiin voidaan liittää reaktioyhtälöiden kirjoittamista ja tulkitsemista. Etenkin tavoitteet T11 ja T14 koskettavat reaktioyhtälöiden ymmärrystä.

T11 ohjata oppilasta käyttämään erilaisia malleja kuvaamaan ja selittämään aineen rakennetta ja kemiallisia ilmiöitä

T14 ohjata oppilasta ymmärtämään peruseriaatteita aineen ominaisuuksista, rakenteesta ja aineiden muutoksista

Kemian sisältöalueissa S4 ja S6 reaktioyhtälöt nousevat selkeästi esille. Erityisesti korostetaan energian ja aineen säilymistä ja muuttumista reaktioissa sekä reaktioyhtälöiden kirjoittamista ja tulkintaa.

S6 Aineiden ominaisuudet ja muutokset: Tutustutaan energian ja aineiden muuttumiseen kemiallisissa reaktioissa. Havainnoidaan reaktion nopeutta ja pohditaan siihen vaikuttavia tekijöitä. Harjoitellaan kemian merkkikielen ja yksinkertaisten reaktioyhtälöiden tulkitsemista.

S4 Kemia maailmankuvan rakentajana: aineen ja energian säilymisen periaatteet

02.03 Kriteerit arvosanalle 8

Oheiseen taulukkoon on poimittu reaktioyhtälöihin liittyvät tavoitteiden T11 ja T14 kriteerit arvosanalle 8. Kriteereistä voi huomata, että reaktioyhtälöihin liittyvät tavoitteet ovat pääosin tiedollisia ja tähtäävät jatko-opinnoissa vaadittaviin tietoihin.

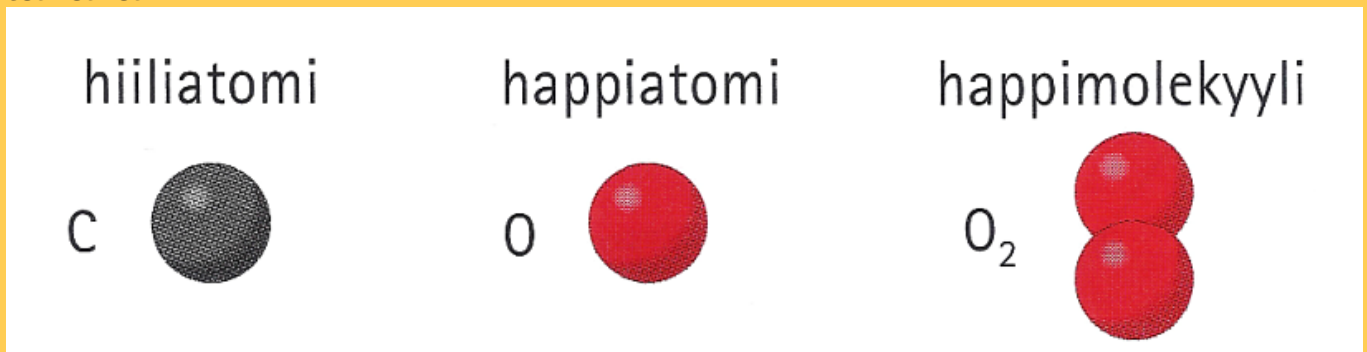
Opetuksen tavoite	Sisältöalueet	Arvioinnin kohteet oppiaineessa	Arvosanan kahdeksan osaaminen
T11	S1-S6	Mallien käyttäminen	Oppilas osaa kuvata aineen rakennetta ja kemiallisia ilmiöitä malleilla tai kuvauksilla.
T14	S5, S6	Tiedollisten jatko-opinto valmiuksien saavuttaminen	Oppilas osaa käyttää aineen ominaisuuksiin ja rakenteisiin liittyviä keskeisiä käsitteitä, ilmiöitä ja malleja tutuissa tilanteissa.

Taulukko 1: Perusopetuksen opetussuunnitelman kriteerejä arvosanalle 8.

Yläkoulun kemiassa reaktioyhtälöiden opiskelu lähtee liikkeelle alkuaineiden ja molekyyliyhdisteiden määritelmistä. Kemiallinen reaktio määritellään heti seitsemännen luokan kemiassa, jonka jälkeen siirrytään metallien, alkuaineiden ja molekyylien reaktioihin.

Yläkoulussa oppikirjat pohjautuvat hyvin pitkälti arkielämän esimerkkeihin, joiden kautta aiheita liitetään oppilaan omaan elämään.

Alkuaineiden yhteydessä opiskellaan arkisimpien alkuaineiden kemialliset merkit. Niitä sekä molekyyliä kuvataan erilaisin pallomalleihin esimerkiksi kuvassa 4 näkyvällä Sanomapron kustantaman Aine ja Energia-kirjasarjan (Aspholm ym. 2012) tavalla.



Kuva 4: Pallomalleja Aine ja Energia -kirjasta. (Aspholm ym. 2012)

Kemiallinen reaktio määritellään kyseisessä kirjasarjassa tapahtumaksi, jossa aineet reagoivat keskenään ja muodostavat uusia aineita (Aspholm ym. 2012). Reaktioyhtälöiden opetuksessa pääpaino on siihen liittyvissä käsitteissä esim. reaktiotuotteissa ja lähtöaineissa, kun taas stoikiometriaan keskitytään enemmän lukiossa. Käsitteiden opetuksessa erityistä huomiota saavat myös reaktioyhtälön tasapainotus sekä alkuaineiden lukumäärän säilyminen.

Lisäksi yhtenä kokonaisuutena on kemiallisen reaktion nopeuteen vaikuttavia tekijöitä, jotka nekin esitetään arkielämän esimerkkien kautta. Aine ja Energia tuo nopeuteen vaikuttavat tekijät esille seuraavin esimerkein:

väkevyys: mehu ja maito sekoitetaan keskenään

ainepari: kulta vs. rauta vedessä

hienojakoisuus: pienemmät puulastut syttyvät nopeammin kuin halot

lämpötila: pullataikina kohoaa nopeammin lämpimässä kuin kylmässä






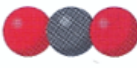
sekoitus: kompostin maatuminen

katalyytti: auton katalysaattori

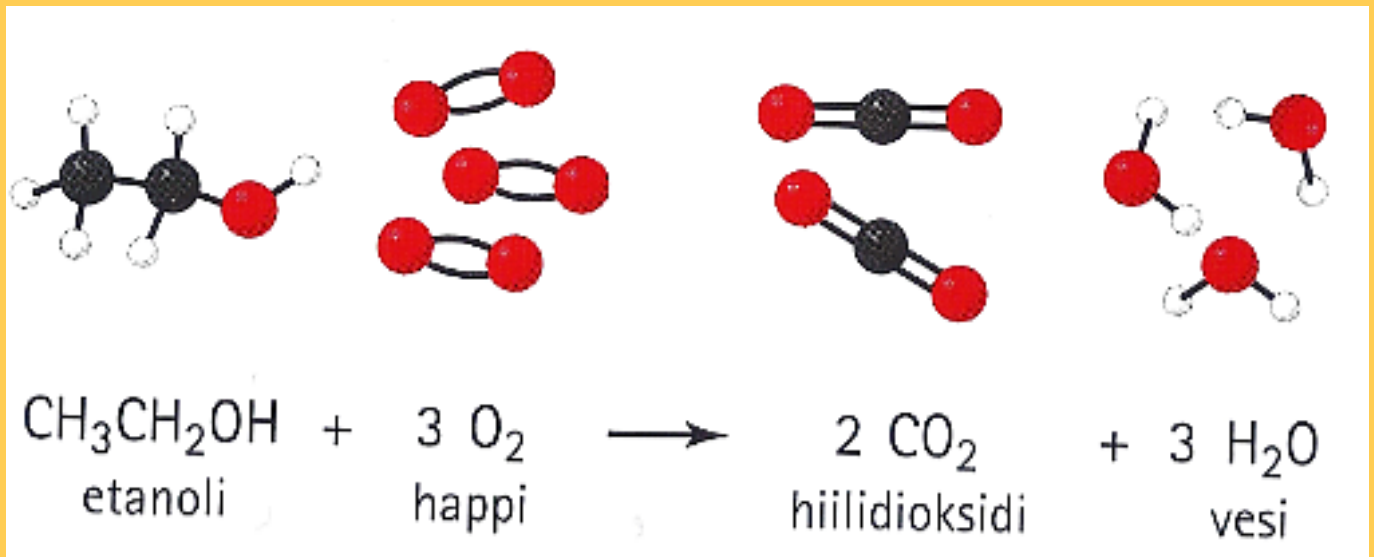
Kahdeksannella luokalla reaktioyhtälöitä käsitellään samalla tavalla kuin seitsemännellä luokalla, eli pallomallein sekä kemiallisten symbolien kautta.

Yhdeksännellä luokalla pallomallit vaihtuvat pallotikkumalleiksi, jotta hiilivetyjen rakenteet näkyvät oppilaille selkeämmin.

(Aspholm ym. 2012)

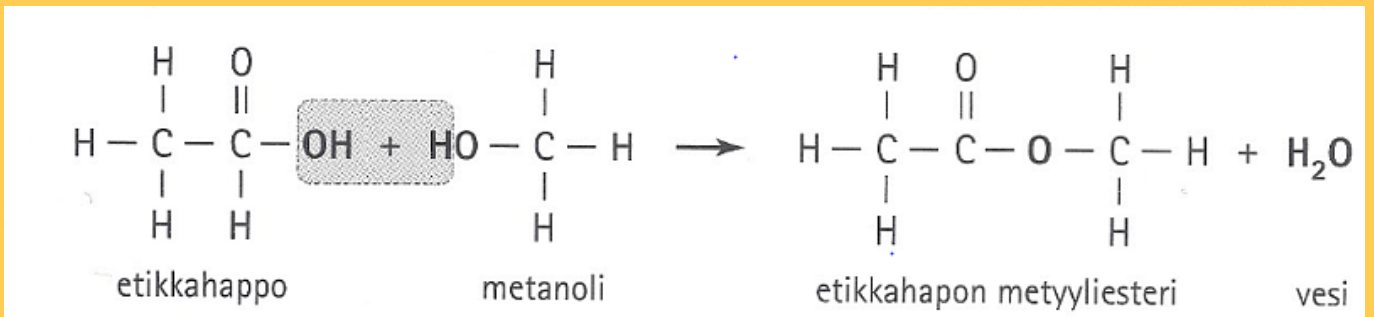
PALLOMALLEJA		
vetyatomi	H	
vety molekyyli	H ₂	
3 happimolekyyliä	3 O ₂	
2 otsonimolekyyliä	2 O ₃	
4 vesimolekyyliä	4 H ₂ O	
hiilidioksidimolekyyli	CO ₂	

Kuva 5: Pallomalleja Aine ja Energia -kirjasta. (Aspholm ym. 2012)



Kuva 6: Pallomallit vaihtuvat pallotikkumalleiksi yhdeksännellä luokalla. (Aspholm ym. 2012)

Reaktioihin lisätään vähitellen myös orgaanisten yhdisteiden rakennekaavat ja alkeelliset reaktiomekanismit. Oheisessa kuvassa 7 esimerkiksi kuvataan etikkahapon ja metanolin reaktio, jossa vesimolekyyli lohkeaa näiden funktionaalisista ryhmistä ja syntyy esteriryhmä. (Aspholm ym. 2012)



Kuva 7: Etikkahapon ja metanolin reaktio. (Aspholm ym. 2012)

Olomuotoja ei merkitä reaktioyhtälöihin tai niistä ei puhuta vielä yläkoulun kemiassa. Olomuodot kuitenkin opiskellaan heti kemian opintojen alkuvaiheessa tyypillisesti veden olomuotojen kautta (jää, vesi ja vesihöyry). Yläkoulussa käytössä olevassa Aine & Energia -kirjasarjassa ei kuitenkaan korosteta kemiallisen reaktion ja fysikaalisen muutoksen välistä eroa. (Aspholm ym. 2012)

Kemian ilmiöitä voidaan kuvata kolmella tasolla, jotka ovat:

Makroskooppinen

Submikroskooppinen

Symbolinen

Oppilaiden on helpointa hahmottaa näistä makroskooppinen taso, sillä se on tullut kaikille tutuksi jo ennen kemian opiskelun aloittamista, koska kaikki ovat esimerkiksi aistineet ainetta. (Dori & Hameiri, 2003). Symbolitaso, jota reaktioyhtälöt edustavat, on oppilaille usein tasoista vaativin, mutta myös submikroskooppinen taso tuottaa oppilaille paljon haasteita. Sekä symbolitaso että submikroskooppinen taso ovat abstrakteja, joten niiden havainnollistaminen ei onnistu opetuksessa yhtä helposti kuin makroskooppisen tason. Oppilaiden asenteilla on myös yhteyttä opetettavan asian haasteellisuuteen, sillä oppilaat arvostavat opetuksessa usein eniten kokeellisia töitä, jotka edustavat kemian helposti ymmärrettävää makroskooppista tasoa. Jotta oppilas ymmärtäisi kemiaa, hänen täytyisi osata tulkita tarkasteltavaa ilmiötä jokaisella näistä kolmesta tasosta ja kyetä siirtymään vaivattomasti ajattelussaan tasolta toiselle. (Piipponen, 2007; Finnan ym. 2004; Gabel, 1999)

Reaktioyhtälöön liittyy useita käsitteitä, kuten reaktio, lähtöaineet, tuotteet, reaktion nopeus, katalyytti, energian vapautuminen ja sitoutuminen alkuaineet ja molekyylit, sidosten katkeaminen ja/tai muodostuminen, atomien ja molekyyliden väliset suhteet eli alaindeksit ja kertoimet, olomuodot ja kvantitatiivisuus (Dori & Hameiri, 2003). Käsitteellisen haasteellisuuden lisäksi myös oppilaiden puutteellinen ymmärrys aineen hiukkasluonteesta ja siten kyky yhdistää reaktioyhtälö submikroskooppiselle tasolle aiheuttaa paljon virhekäsityksiä (Gauchon & Méheut, 2007). Seuraavassa kappaleessa on esitetty tarkempia esimerkkejä virhekäsityksistä.



Kuva 8: Virhekäsityksiin liittyvä sarjakuva, Aus-kummitus. Piirtäjä: Jouni Kätteenen, julkaistu 24.4.2014.

Reaktioyhtälön kertoimet ja molekyylikaavat saatetaan sekoittaa tai ymmärtää muuten väärin, eli oppilaat voivat luulla esimerkiksi, että merkinnät 2NH_3 ja N_2H_6 tarkoittavat samaa.

Molekyyli itsessään käsitteenä on monille oppilaille haastava.

Mallinnusohjelmien käytöstä ja esimerkiksi pallotikkumalleista voi olla tässä apua! Luvusta 05.04 TVT-sovellukset löydät linkit mallinnustyökaluihin!

Reaktion rakenteellinen (molekyylikaavat) ja vuorovaikutteinen (aineet ja niiden väliin merkitty plusmerkki(+)) merkitysero ei hahmotu kaikille oppilaille, jolloin he eivät esimerkiksi tajua merkintöjen N_2O_2 ja $\text{N}_2 + \text{O}_2$ välistä eroa.

Massan ja atomien säilymistä kemiallisessa reaktiossa ei käsitetä välttämättä oikein ja pahimmassa tapauksessa aineen säilymistä ei huomioida tehtäviä ratkaistaessa ollenkaan.

Reaktioyhtälön läpikäyminen molekyylimolekyyliltä ja eri alkuaineiden atomien laskeminen reaktioyhtälöstä kyselevää opetusta hyväksikäyttäen voivat olla avuksi näissä. Luvun 05.05 esimerkkioppitunnissa on kerrottu juuri tästä!

Kuva 9: Pallotikkumalleja kemian luokassa Maunulan koulussa.
Kuvaaja: Hanna Koskikallio

12

Reaktiossa olevan aineen määrän mittana käytettävä massa sotketaan tavallisesti stoikiometriaan tai atomien suhteeseen molekyylissä, mikä aiheuttaa myöhemmin lukiossa väärinkäsityksiä rajoittavan reagenssin ja yhdisteen sisältämien alkuaineiden massaprosenttisuuksien laskemisessa.

(Dori & Hameiri, 2003; Gauchon & Méheut, 2007; Garnett & Hackling, 1995)

Oppilaat voivat luulla, että lähtöaineiden olomuodoilla on jotakin tekemistä aineiden kulumisen kanssa reaktiossa.

Kokeellisen työn yhteydessä voi puoli luokkaa käyttää reagenssia liuoksena ja puolet kiinteänä. Samalla tulee toki esille yhtäläisen menekin lisäksi ero reaktionopeudessa.



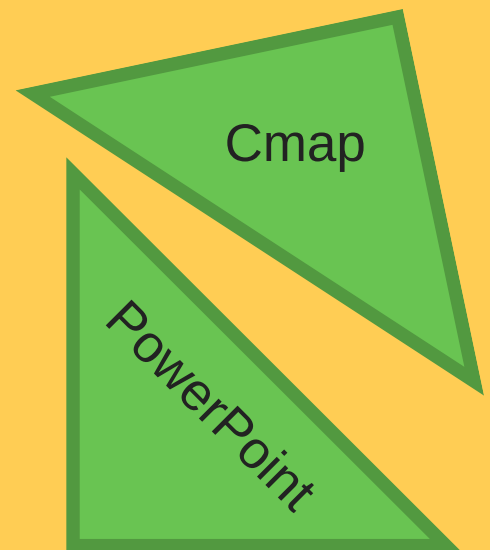
Kuva 10:
Iloinen laborantti onnistuneiden sokerisateenkaarien kanssa. Kuvaaja: Hanna Koskikallio

05.01 Mielle- ja käsitekartat

Mihin käyttää:

- ennakko- ja virhe käsitysten kartoittamiseen
- oppilastyön suunnitteluun
- oman osaamisensa arviointiin
- diagnostinen, summatiivinen ja formatiivinen arviointi

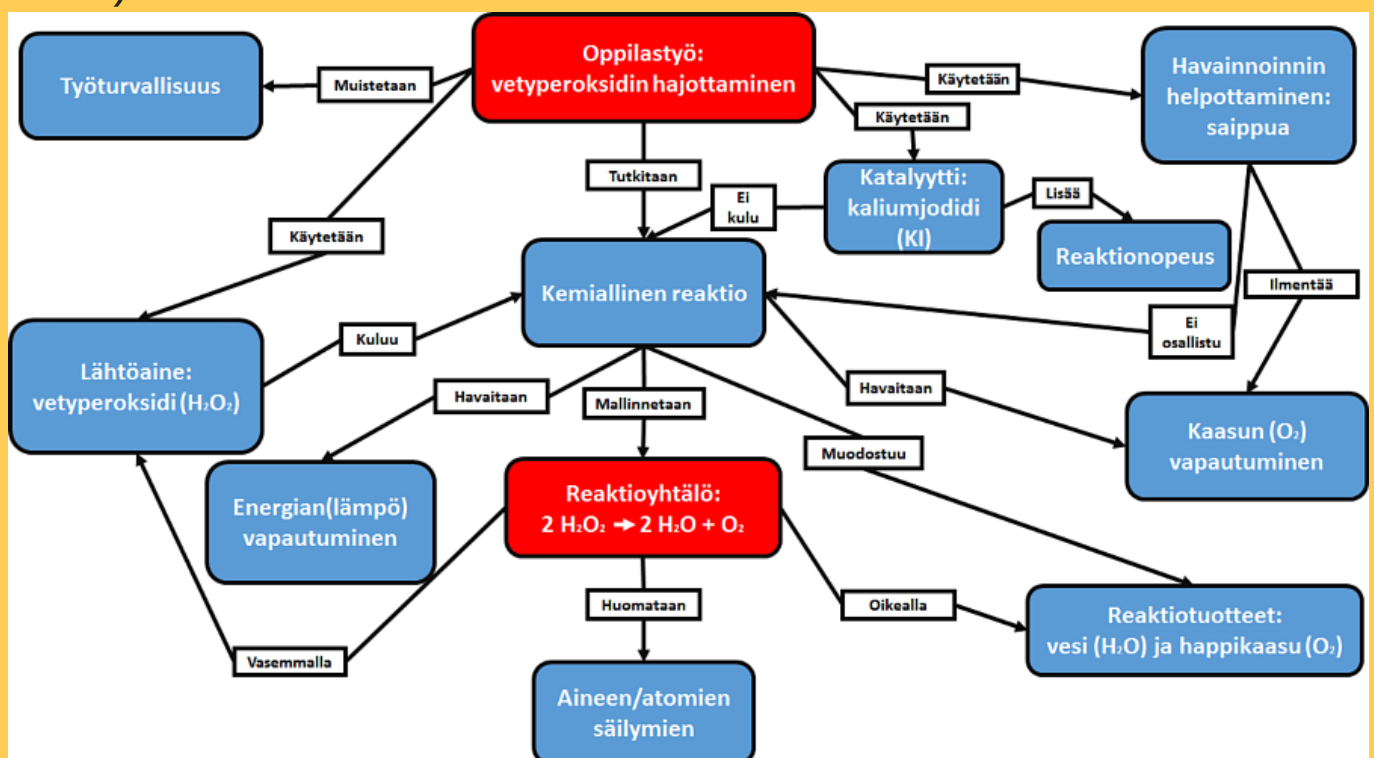
Linkit



Mikä kartta?

Luvussa "Ennakkokäsityksiä" esiteltiin jo käsitteitä, jotka muodostavat reaktioyhtälön tietokokonaisuuden (Dori & Hameiri, 2003). Käsite- ja miellekartat on graafinen, käsitteitä verkostoiva tiedonesittämismenetelmä, jota voidaan käyttää sekä sen laadinnan että esittämisen osalta opetustapana. Ne koostuvat käsitteiden muodostamista solmukohdista ja niitä yhdistävistä linkkinuolista tai –viivoista, joihin voidaan lisätä myös linkkisana, joka on yleensä jokin verbi. Käsite-/miellekarttojen avulla voidaan tuoda esille kaikki kolme tiedon elementtiä, jotka ovat käsitteet, käsitteiden väliset suhteet sekä käsitteiden ja niiden välisten relaatioiden muodostama rakenne. Niitä voidaan laatia kynällä paperille tai erilaisilla tietokoneohjelmilla, joita ovat esimerkiksi Cmap ja PowerPoint. (Mintzes & Wandersee, 1989)

Käsitekartta on miellekarttaa hierarkisempi esitys, jossa käsitteiden väliset linkit on useimmiten avattu tarkemmin. Miellekartta on taas enemmänkin luonnos aihekokonaisuudesta eikä sillä ole niin suuria muodollisia vaatimuksia. Miellekartta sopii kuitenkin joustavuutensa ansiosta joihinkin tarkoituksiin, kuten ennakkojäsentelyyn, hyvin. Lisäksi miellekartta sopii käytettäväksi oppilasryhmille, joille ei ole vielä opetettu käsitekartan tekemistä kunnolla. (Meisalo, Sutinen & Tarhio, 2000)



Kuva 11: Käsitekarttaan voidaan lisätä myös oppilastyöhön liittyvä reaktioyhtälö. Kuvassa vetyperoksidin hajoamiseen liittyvä käsitekartta.

Kemian käsitteet jaotellaan tavallisesti hierarkisille tasoille, joita ovat ilmiö, käsite, suure, laki, malli, koe ja teoria. Reaktioyhtälön kategoria on malli, joka mallintaa merkkikielellä kemiallista reaktiota, joka taas on esimerkki ilmiöstä. Reaktioyhtälö voidaan siis sisällyttää esimerkiksi suureen, kemiallista reaktiota yleisesti käsittelevään käsitekarttaan, mutta tällainen kartta voisi olla liian laaja perusopetukseen ja sopisikin todennäköisesti paremmin

lukion kurssille K3. Perusopetukseen sopii kuitenkin edellistä esimerkkiä paremmin suppeampi käsitekartta, jonka hierarkiassa itse reaktioyhtälö on asetettu korkeimmalle ja kemiallinen reaktio sen alapuolelle, sillä käsitteitä voidaan esittää useissa erilaisissa hierarkioissa. (Nersessian, 1995; Thagard, 1992)

Monikäyttöinen mäppi

Käsite ja miellekartat tukevat opetussuunnitelmassa mainittuja asioita, kuten ajattelutaitoja ja oppimaan oppimista sekä ryhmässä tehtynä myös yhteistyökykyä (Opetushallitus, 2014) ja ovat siten

Kemian käsitteiden hierarkiset tasot

ILMIÖ

KÄSITE

SUURE

LAKI

MALLI

KOE

TEORIA

monipuolisia työkaluja opetuksessa. Niitä voidaan hyödyntää esimerkiksi ennakko- ja virhekäsitysten kartoittamiseen, oppilastyön suunnitteluun tai itsearviointiin. Käsitekartat tarjoavat hyvät mahdollisuudet myös muuhun formatiiviseen sekä diagnostiseen ja summatiiviseen arviointiin. (Mintzes & Wandersee, 1989; Meisalo ym. 2000)

05.02 Kokeellisuus

Mihin käyttää:

- Opetuksen monipuolistamiseen
- Arkiyhteyksien luomiseen
- Turvallisen kokeellisen työskentelyn harjoitteluun
- Kemian tasojen yhdistelemiseen

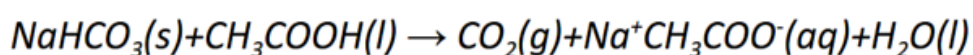
TYÖTURVALLISUUS

Varsinaista reaktioyhtälöä ei voida perusopetuksessa tutkia kokeellisesti muuten kuin tutkimalla laskennallisesti atomien säilymistä siinä. Kokeellisesti tehtäviä kemiallisia reaktioita voidaan kuitenkin ottaa reaktioyhtälön opetuksen tueksi, jolloin reaktioyhtälön merkkikieli saadaan linkitettyä käytäntöön sekä kemian makroskooppiseen ja submikroskooppiseen tasoon.

Työ 1: Etikan ja ruokasoodan reaktio

Tässä työssä lähtöaineet liittyvät arkielämään ja ovat monille oppilaille tuttuja entuudestaan. Lisäksi hiilidioksidin muodostuminen voidaan silminnähden havaita. Voidaan myös kokeellisesti osoittaa, ettei se pala. Työhön liittyvä reaktioyhtälö on kertoimien osalta helppo ja hyvä opetuksessa, koska reaktiossa esiintyy aineita kaikissa kolmessa olomuodossa. Lisäksi useimmat aineet ovat hyvin tuttuja elinympäristöstä. Reaktio pystytään myös linkittämään sujuvasti esimerkiksi happamuuteen.

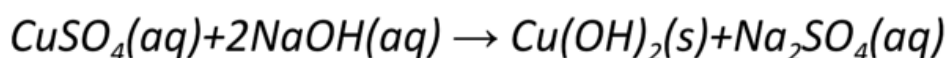
Reaktio:



Työ 2: Kuparisulfaatin ja natriumhydroksidin reaktio

Työssä tapahtuva reaktio voidaan havaita selvästi liuoksen koostumuksen muuttumisena eli kuparihydroksidin saostumisena ja värin muutoksena. Se voidaan linkittää reaktioyhtälön lisäksi esimerkiksi ioneihin, suoloihin ja liukoisuuteen. Selkein heikkous työn käytössä perusopetuksessa on se, etteivät reaktiossa esiintyvät aineet ole natriumhydroksidia lukuun ottamatta kovin tuttuja arkielämästä. Huomioithan, että kuparisulfaatti on ympäristölle haitallinen aine ja se tulee hävittää asianmukaisesti.

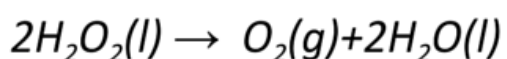
Reaktio:

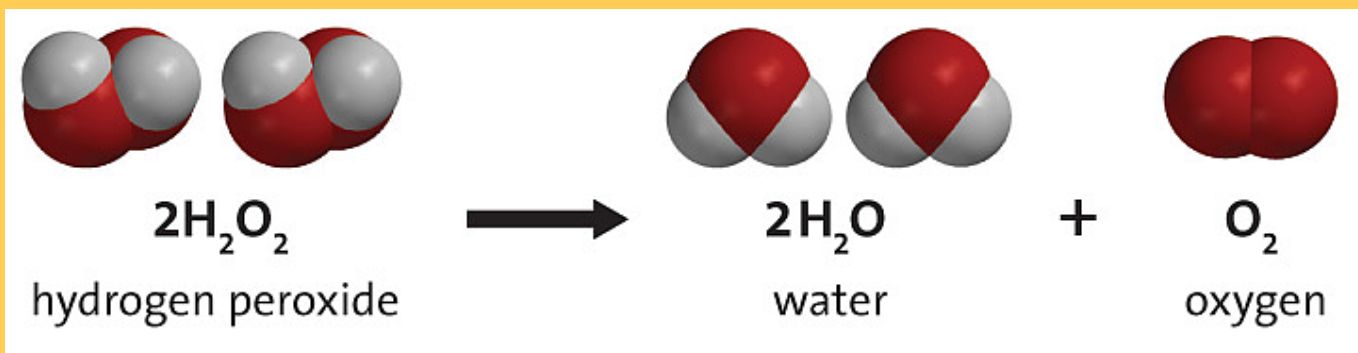


Työ 3: Vetyperoksidin hajoaminen

Vetyperoksidi on liitettävissä arkielämään ja reaktioyhtälö on yksinkertainen, joten työ on käyttökelpoinen yläkoulun kemiassa. Työssä käytetään katalyyttiä (esimerkiksi kaliumjodidia), joten katalyyysiä on hyvä käydä läpi samalla. Lisäksi hapen havaitsemiseksi reaktioastiaan lisätään saippuaa (hapen vapautuessa saippua vaahtoa). Virhekäsitysten välttämiseksi sekä katalyytin, että saippuan kohdalla on hyvä selventää, etteivät ne osallistu itse reaktioon. Lisäksi reaktiossa vapautuu lämpöä, joka voidaan (turvallisuus huomioiden) havaita koskettamalla reaktioastiaa.

Reaktio:





Kuva 12: Vetyperoksidin hajoaminen pallomallireaktiona (Schmidth, 2014).

05.03 Tiedeteatteri

Mihin käyttää:

- Opetuksen monipuolistamiseen
- Arkiyhteyksien luomiseen
- Abstraktien käsitteiden opetteluun
- Kertaamiseen
- Motivointiin ja innostamiseen

Tiedeteatterin sekä draaman käyttö luonnontieteiden opetuksessa on perusteltua esimerkiksi motivoinnin, innostuksen sekä

ilmiöiden ymmärtämisen kannalta. Tiedeteatteri voi sisältää erilaisia näyttämötaiteen menetelmiä, kuten tarinankerrontaa yleisölle dramaattisen kysymyksen avulla tai näyttämötaiteen menetelmien opetuksellisuutta arvioivia menetelmiä, kuten kyselyitä tai tehtäviä. Tiedeteatteria sekä draaman eri lajityyppien käyttöä, kuten mm. draamaleikkiä, foorumiteatteria tai improvisaatiota, voi hyödyntää kemian opetuksessa eri tavoin. (Kerby, Cantor, Weiland, Babiarz, Kerby, 2010; Laukka & Mönkkönen, 2006). Tiedeteatterin hyödyntäminen kemian opetuksessa vaatii opettajalta mielenkiintoa tutustua käytössä oleviin menetelmiin sekä kykyä käyttää niitä soveltaen. Alla onkin esitelty viisi erilaista keinoa tiedeteatterin ja draaman soveltamisesta kemiallisten reaktioyhtälöiden opetukseen. Tiedeteatteria voidaan arvioida formatiivisen arvioinnin menetelmillä.

Metafora

konkreettiseksi

Opiskelijat voidaan pyytää luokan eteen esittämään molekyylä, atomia tai kemiallista reaktiota ikätason ja osaamistason mukaisesti (Kerby ym. 2010).



“Luokan opetuksessa on käyty läpi etikkahapon ja ruokasoodan reaktio, jossa syntyy hiilidioksidia, vettä ja natriumasetaattia. Oppilaat pyydetään luokan eteen esittämään happea, vetyä ja natriumia. Ensin oppilaat muodostavat etikkahapon sekä natriumkarbonaatin omien tietojensa perusteella sekä muun luokan avustuksella. Seuraavaksi oppilaiden pitää ‘reagoida’ keskenään, siten että muodostuu natriumasetaattia, vettä ja hiilidioksidia. Oppilaat voivat käyttää apuna liitutaulukkoja ja oppimateriaalia.

Lisäksi esitystapa reaktion muodostumiselle voi olla vapaa esim. hiilidioksidi voi alkaa sihistä tai leijua pois. Onnistuneesta reaktioyhtälöstä luokka tai ryhmä voi saada pisteen tai aplodit.”

“Tunnin aiheena on tutustuminen kemiallisiin reaktioihin sekä erityisesti vetyperoksidin hajoamiseen. Opettaja testaa oppilaiden ymmärrystä aiheesta oppitunnin lopulla tai motivoi heitä seuraavan oppitunnin alussa improvisaatiolla. Oppilaiden annetaan rauhassa liikkua luokkahuonetta ympäri, kunnes opettaja taputtaa käsiään tai musiikki loppuu. Tällöin oppilaat muodostavat 3-4 henkilön ryhmät ja opettaja antaa aiheen, joka ryhmien on tarkoitus esittää. Opettaja aloittaa helpolla aiheella ja etenee kohti vaikeampia. Aiheita ovat esim. vetyperoksidi, varoitusmerkki, kaasu, vesimolekyylä, kemiallinen reaktio ja vaahto. Opettaja antaa oppilaille hetken aikaa valmistella esitystään pysähtyneenä kuvana tai liikkuvana performanssina ja käy sitten esityksistä muutaman läpi. Sitten jatketaan taas kävelyä, kunnes uusi taputus tulee ja on aika muodostaa uusi ryhmä ja kuva.”

Improvisaatio

Opettaja antaa aiheen ja oppilaiden tulee esittää aiheesta mieleen tuleva muoto, liike, performanssi tai lause (Laukka & Mönttönen, 2006)

Paneelikeskustelu

Oppilaat jaetaan ryhmiin, joille annetaan tietty rooli ilmiöön liittyvässä kiistassa. Roolien avulla ryhmät argumentoivat keskenään paneelikeskustelussa, jolloin roolien määrä ja niiden erityispiirteet tulevat esille. Paneelikeskustelun tarkoituksena on tuoda esille virhekäsityksiä sekä mielipiteitä kyseisestä aiheesta (Bentley, 2000).

“Ilmiölähtöisessä opetuksessa kemiallisten reaktioiden yhdistäminen erilaisiin luonnon prosesseihin on tarpeellista kokonaisuuden ymmärtämiseksi. Luokassa voidaankin järjestää paneelikeskustelu valitusta ilmiöstä, kuten kasvihuoneilmiöstä tai ilmastonmuutoksesta, johon oppilaat roolitetaan esim. öljy-yhtiön toimitusjohtajaksi, ympäristönsuojelijaksi, kemistiksi jne. Samaan rooliin voidaan yhdistää enemmän kuin yksi oppilas. Tällöin roolitettujen ryhmien tulee ennen paneelikeskustelua muodostaa omat mielipiteensä.

Paneelikeskustelussa roolin edustaja vaihtuu ryhmän jäsenten kesken, jotta jokainen oppilas pääsee osalliseksi kiistaa.”

“Kemian opetuksessa elokuvien tai dokumenttien analysointi ilmiölähtöisesti voi toimia opetuksen tehosteena sekä ilmiöön tutustumisena. Oppilaille näytetään tietystä aiheesta oleva elokuva esim. Apollo 13, Epämiellyttävä totuus jne, jonka aikana he pääsevät pohtimaan joko ennalta annettuja kysymyksiä tai listaamaan tiettyyn aiheeseen liittyviä menetelmiä, käsitteitä tai ilmiöitä. Elokuvan jälkeen pohtivat pienissä ryhmissä elokuvaan liittyviä kysymyksiä, jotka käydään lopuksi yhteisesti läpi. Opettajan rooli voi olla johdattelleva tai innostava. Elokuvan aiheet tai ilmiöt haastavat oppilaat pohtimaan ilmiöiden takana olevia kemiallisia reaktioita, fysiikan lakeja sekä tulevaisuuden

Elokuvan ^{sovelluksia "}seuraaminen

Opiskelijoille näytetään opetettavaan ilmiöön liittyvä elokuva tosielämästä, jonka jälkeen he pääsevät analysoimaan elokuvaa tieteellisesti esim. kemiallisten reaktioiden avulla ja taiteellisesti esim. tunne-elämän, puhe-ilmaisun tai symbolien kautta. (Goll & Woods, 1999; Laukka & Mönttönen, 2006).

Näyttelijöiden esitykset

Opiskelijoille esitetään näyttelijöillä teatteria, jossa otetaan opiskelijayleisö huomioon motivoimalla ja aktivoimalla heidät mm. spektaakkelimaisten erikoisefektein, tutun genren ja roolihahmojen avulla (Kerby ym. 2010).

“Oppitunnin puolivälissä luokkaan voi tulla oppilaiden suureksi yllätykseksi muita opettajia, vaikka erilaisiin roolihahmoin pukeutuneena. Näyttelijät esittelevät itsensä erikoisella tavalla ja aloittavat shown häiritsemällä opettajaa ja kyseenalaistamalla opettajan opetusta. Näyttelijät voivat aloittaa tekemään omaa demonstraatiotaan ja pyytämällä oppilaita seuraamaan. Työn aikana näyttelijät voivat ihmetellä, mitä reaktiossa tapahtuu ja miksi? Lisäksi he voivat pyytää oppilaita apulaisikseen työhön, ja tuoda esille töissä ilmeneviä virhekäsityksiä omilla vuorosanoissaan. Roolien tulisi olla samaistuttavissa sekä töiden helposti tehtäviä turvallisilla reagensseilla. Tunti voi selkeästi päättyä näyttelijöiden kumarruksiin tai aplodeihin.”



Kuva 13: Kemia-aiheinen Fingerpori sarjakuva Julkaistu 30.8.2012.

05.04 TVT-sovellukset

Mihin käyttää:

- Opetuksen monipuolistamiseen
- Kemian tasojen yhdistelemiseen
- Kertaamiseen
- Motivointiin ja innostamiseen

Linkit

Kahoot!

PHET
-simulaatio

Marvin
Sketch

Today's
Meet

Virtual
Chem Lab

Chemistry
Lab

Opetus TV

Tieto- ja viestintäteknikan (tvt) merkitys opetus-käytössä on kasvanut merkittävästi 2000-luvulla tietotekniikan sekä viestintäsovellusten kehittyessä (Opetushallitus, 2011).

Muutokseen ovat vaikuttaneet mm. puhelimien, älylaitteiden sekä tietokoneiden nopea kehitys sekä viestinnän ja vapaa-ajan siirtyminen sähköisille alustoille. Tieto- ja viestintäteknikan merkityksen kasvu yhteiskunnassa on kohdistanut paineita TVT:n käytön vahvistamiseen opetuskäytössä, mikä on huomioitu mm. uudessa opetussuunnitelmassa (OPS) (Opetushallitus, 2014). Siinä tvt-osaaminen koetaan tärkeäksi osaksi oppilaan kansalaistaitoa sekä monilukutaitoa. Perusopetuksessa tuleekin opetussuunnitelman mukaisesti antaa kaikille oppilaille mahdollisuus kehittää omaa tvt-osaamistaan niin käyttö- ja toimintaperiaatteiden, omien tuotosten luomisen, turvallisuuden, ergonomisuuden, vastuullisuuden sekä tiedonhallinnan osa-alueilla. Lisäksi OPS:ssä painotetaan tvt-osaamisen kehittymistä käsitteiden oppimisen, tutkivan ja luovan

työskentelyn, vuorovaikutuksen ja verkostoitumisen kautta. Tvt:n erilaisten sovellusten, käyttötarkoitusten ja mahdollisuuksien tuominen opetukseen auttaa oppilasta mm. hahmottamaan tieto- ja viestintäteknologian merkityksen globaalissa maailmassa sekä hyödyntämään tvt-osaamistaan osana tulevaisuuden työelämätaitoja (Opetushallitus, 2014).

Tieto- ja viestintäteknologian sovelluksia on valtava määrä tarjolla erilaisille käyttöliittymille sekä tarpeille. Alla on esitelty erilaisia kemian opetukseen sekä erityisesti kemiallisten reaktioiden opetukseen soveltuvia ohjelmia tai sovelluksia.

-Kahoot!-

Opiskelijoiden osaamiseen testaukseen sekä ennakoasenteiden esille tuomiseen sopiva muunneltavissa oleva älypuhelin- sekä tietokonesovellus, jolla on helppo luoda erilaisia kyselyitä.

Mikä tapahtuma kuvassa on?

11

Skip

0 Answers

Ala-astelaisten kemiapaja

Jappu-paja

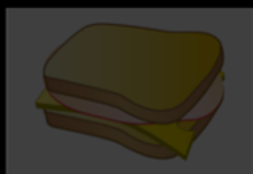
Jippo-paja

PIN: 689562 Q1

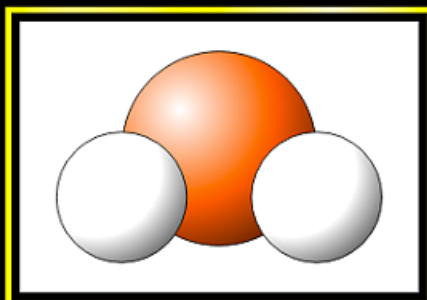
Masa 0

Kuva 14: Kahoot-tietokonenäkymä eli kysymysnäkö ja pelaajan näkö kännykässä.

Reactants, Products and Leftovers



Sandwiches



Molecules



Game

Sivusto, jolta löytyy mm. interaktiivisia simulaatioita eri kouluasteille. Voidaan hyödyntää mm. Osana tuntiopetusta tai kotitehtäviä. Reaktioyhtälöiden kannalta sivustolta löytyy simulaatiot sekä oppilastehtävät mm. seuraaviin aiheisiin: lähtöaineet, tuotteet ja ylijäämä, molekyylin muoto ja reaktioyhtälöiden tasapainottaminen.

-PHET-simulaatio-

Kuva 15: PHET-sivuston valikkonäkymä.

-Mallinnustyökalut-
esim. ChemBioDraw, eChem,
 MarvinSketch

Wu:n Krajcikin ja Solowayn (2001) artikkelin mukaan mallinnusohjelmat voivat tukea opiskelijoiden kykyä hahmottaa erilaisia kemiallisia esitystapoja sekä käsitteiden ymmärtämistä. Mallinnusohjelmia voi käyttää niin maksullisina kuin ilmaisversioina ohjelmasta riippuen.

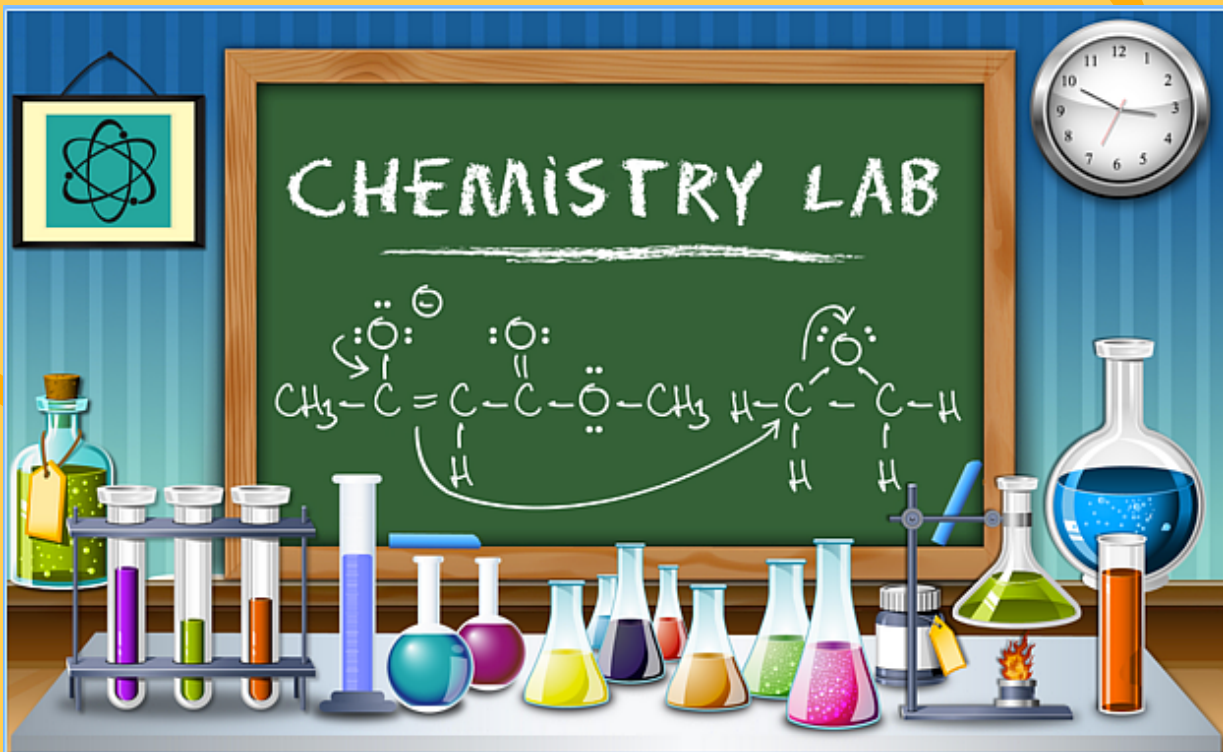
Android-käyttöjärjestelmälle tehty sovellus, jolla voi mm. tutkia kemiallisia reaktioita, toteuttaa virtuaalisia laboratoriotöitä sekä toteuttaa tutkivaa oppimista sovelluksen rajoitteiden sisällä.

Lisäksi sovelluksella voi muuttaa reaktioihin vaikuttavia parametreja, kuten lämpötilaa, tiheyttä sekä tilavuutta reaktion aikana ja jakaa oivallukset kaverin kanssa.

-Virtual Chem Lab-

-Chemistry Lab-

Android-käyttöjärjestelmälle soveltuva kemian laboratoriota simuloiva sovellus, jossa pelaaja pääsee orgaanisen kemian mekanismien kautta muodostamaan reaktioyhtälöitä ja etenemään kohti vaikeampia reaktioita.



Kuva 16: Chemistry Lab -sovelluksen alunäkymä.

-TodaysMeet-

Todaysmeet on opiskelijoiden keskinäiseen vuorovaikutukseen soveltuva sivusto, jota voidaan käyttää esimerkiksi keskustelufoorumina tai vastausalustana joko nimillä tai anonyymisti. Opettajan tehtävänä on luoda opiskelijoille tila, virtuaalinen luokkahuone, jossa viestittely tapahtuu. Vapaamuotoisen viestinnän avulla sivusto tukee opiskelijoiden ryhmäytymistä sekä osallistaa hiljaisempiakin opiskelijoita.

Hello! Log in Create an account

TodaysMeet

Kemmanluokka

Listen

Ja hei, miten tää tehtävä 2 pitäis tehdä?
about a minute ago by Jaba

Ne on niitä mitä on reaktionuolen jälkeen! :D
about a minute ago by Jaba

Multa meni ohi mitkä kaikki on reaktiotuotteita...
2 minutes ago by Laura

Kysymyksen voi esittää tänne tai viittaamalla :)
4 minutes ago by Ope

oho, reaktioyhtälö*
5 minutes ago by Ope

Tänään aiheena on reaktioyhtälö :)
5 minutes ago by Ope

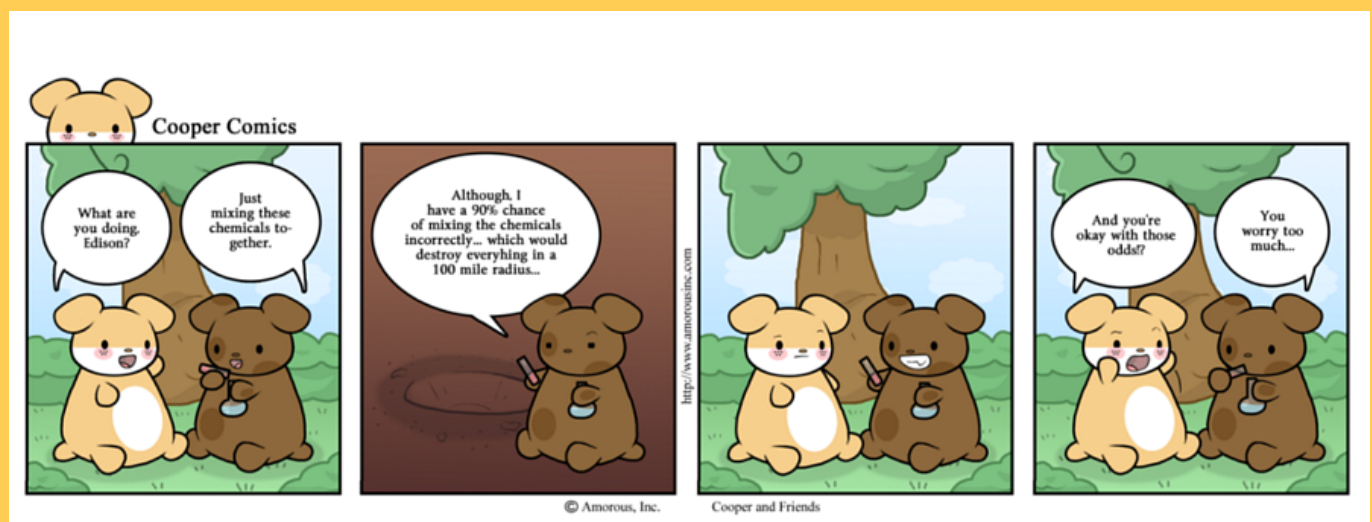
Room Tools

Talk

Message: Characters remaining: 140

Say

Kuva 19:
TodaysMeet
virtuaaliluok-
kahuone



Kuva 20: Kemia-aiheinen Cooper Comics -sarjakuva.

05.05 Esimerkkitunti

Mihin käyttää:

- Opetuksen monipuolistamiseen
- Kemian tasojen yhdistelemiseen
- Kokeellisuuden lisäämiseen

Työohjeen oppilastyöhön löydät liitteistä! (Liite 1)

5 min Tunnin aloitus

5 min Edellisen oppitunnin kertaus

25 min Oppilastyö: Ruokasoodan ja etikan välinen reaktio

Ohjeet
7 min

- Työohjeiden antaminen
- Työn pohjustus kyselemällä
- Hypoteesit reaktiosta

Työn suoritus
13 min

- Parityöskentely
- Suojavaatteiden käyttö
- Jälkien siivoaminen

Työn läpikäyminen
5 min

- Havaintojen kerääminen
- Tuloksien kirjaaminen ja pohdinta

8 min Työn suoritus uudestaan **demonstraationa**

- Suuremmat reaktiomäärät, jolloin havainnollisempi työ
- Opettaja ohjaa keskittymään oleellisiin seikkoihin työssä
- Lisähavaintojen esilletuominen
- Tutkiva lähestymistapa
- Lisäymmärryksen tuonti
- Kyselevä opetus

7 min Kemiallisen reaktion läpikäynti

- Kyselevä opetus
- Käsitteisiin tutustuminen: esimerkiksi lähtöaineet, tuotteet, molekyylikaavat ja alkuaine
- Atomien lukumäärien laskeminen puolittain
- Reaktion tasapainotus, kemialliset kaavat ja triviaalinimet

Miksi tulitikku sammuu?
Mikä on veden molekyylikaava?
Mikä aiheuttaa kuplimisen?

75 minuuttia

8 min **Demonstraatio**

- Opettajajohtoinen työ: vetyperoksidin hajoitus
- Työturvallisuuteen ja käyttöturvallisuustiedotteisiin tutustuminen
- Varoitusmerkkeihin perehtyminen
- Katalyytti-käsitteen esittely
- Arkielämän esimerkkien esilletuominen
- Hypoteesit

Myös demonstraation työohje löytyy liitteistä! (Liite yyy)

5 min työn havainnointi

- Havaintojen kyseleminen
- Uuteen ilmiöön tutustuminen esim. Lämmön vapautumiseen

7 min Kemiallisen reaktion läpikäynti puolittain

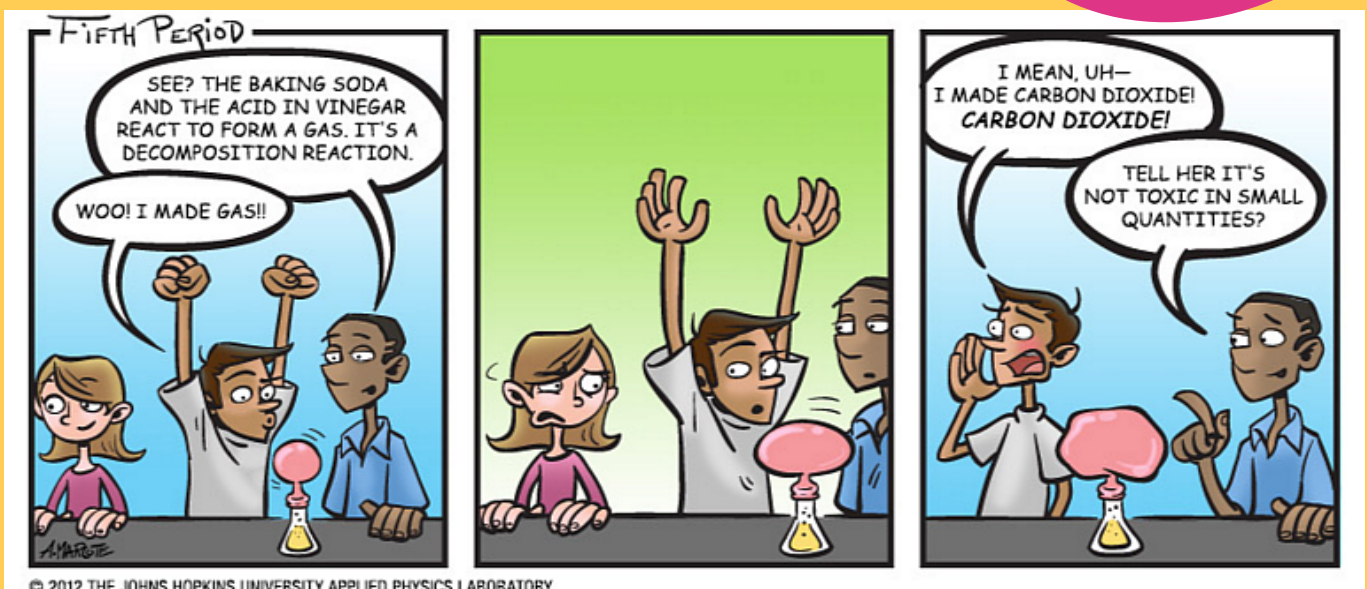
- Opittujen käsitteiden käyttö
- Reaktioyhtälön kirjoittaminen triviaalinimillä sekä molekyylikaavoilla
- Kyselevä opetus
- Reaktioyhtälön tasapainotus

Mitkä ovat lähtöaineet ja tuotteet?

5 min Tunnin lopetus

- Opittujen ilmiöiden ja käsitteiden kertaus
- Uusien käsitteiden maininta
- Kotitehtävien anto

Mitä alkuaineatomeja tämä yhdiste sisältää?
Mitä katalyytti tekee?



© 2012 THE JOHNS HOPKINS UNIVERSITY APPLIED PHYSICS LABORATORY

Kuva 19: Kemia-aiheinen Fifth Period -sarjakuva. Julkaistu 5.11.2012.

05.06 1-2-4-kaikki

Mihin käyttää:

- Vuorovaikutustaitojen ja argumentoinnin harjoitteluun
- Tieteellisen kirjoittamisen harjoitteluun

1-2-4-kaikki on oppilaskeskeinen ja yhteistoiminnallinen opetustapa, joka sisältää niin itsenäistä kuin myös pari- ja ryhmätyöskentelyä.

Menetelmä sisältää neljä vaihetta, mutta sitä on myös melko helppo muokata, mikäli halutaan esimerkiksi säästää aikaa. (Eilks, Prins & Lazarowitz, 2013)

1-2-4-kaikki –opetustavan vaiheet:

1

Opettaja antaa tehtävän, ja oppilaat alkavat hahmotella itsenäisesti siihen ratkaisua. Vaihe aktivoi myös sellaisia oppilaita, jotka eivät ole innostuneita ryhmätyöskentelystä.

2

Siirrytään työskentelemään pareittain ja tehdään yhteinen ratkaisu tehtävään. Parityöskentelyssä oppilaat pääsevät tasapuolisesti vaihtamaan näkemyksiään tehtävän ratkaisemisesta.

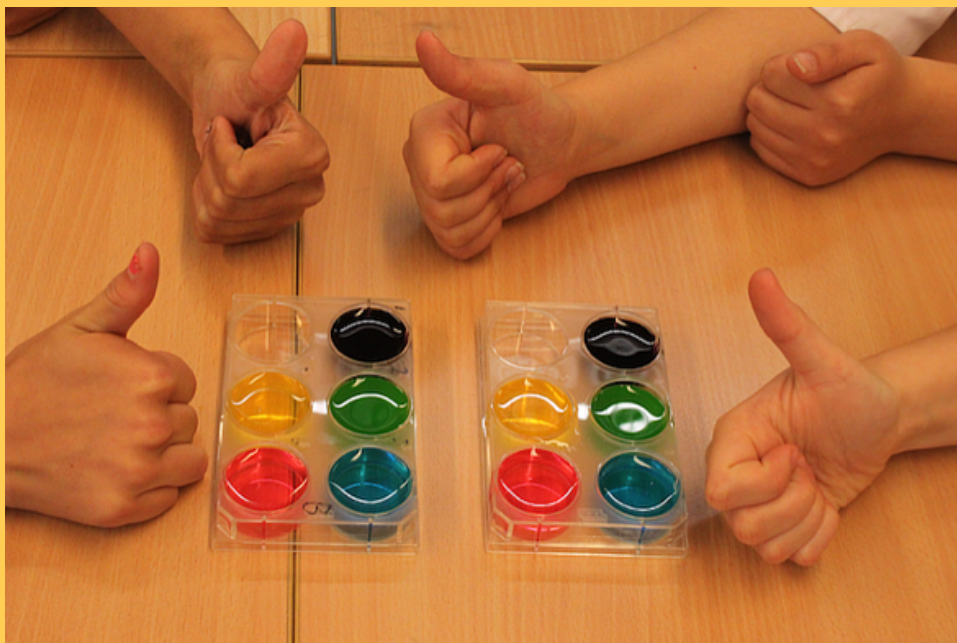
3

Kaksi paria yhdistyy neljän hengen ryhmäksi, joka tekee ratkaisusta viimeisen version ennen kuin aihetta ruvetaan purkamaan.

4

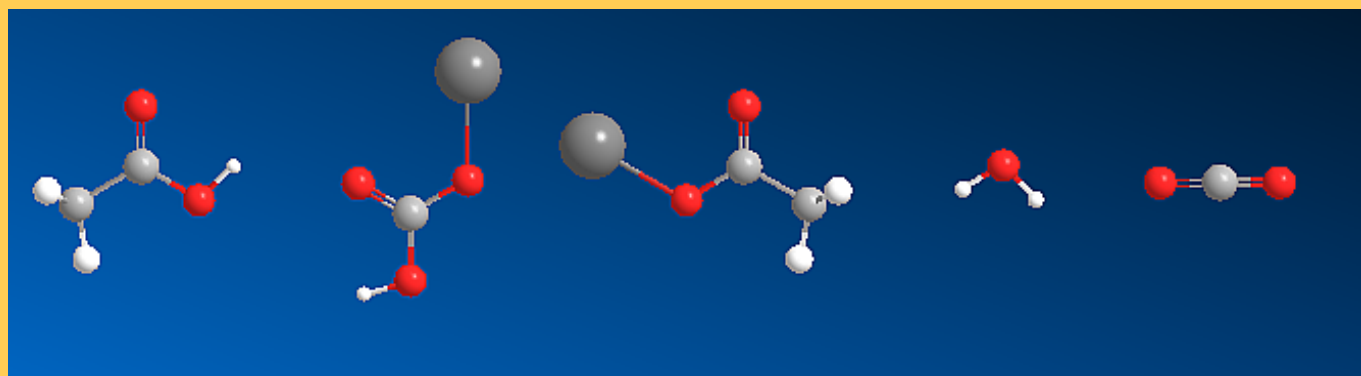
Ratkaisuja käydään läpi koko luokan kesken, ja voidaan valita paras ratkaisu. Ryhmät voivat myös esitellä ratkaisunsa luokan edessä, aiheesta voidaan keskustella opettajajohtoisesti tai edellisen vaiheen ryhmiä voidaan sekoittaa pienryhmäkeskusteluja varten.

Menetelmää voidaan käyttää esimerkiksi laboriotyöstä tehtävän raportin laadintaan (Eilks, Prins & Lazarowitz, 2013). Reaktioyhtälö voidaan myös sisällyttää laboratorio-



Kuva 20: Tunnelmaa Jippo-pajasta. Kuvaaja: Hanna Koskikallio

raporttiin aina, kun oppilastyössä on tehty kemiallinen reaktio. Vaihtoehtoisesti tällä menetelmällä voidaan tehdä oppilastyöstä käsitekartta, jota esiteltiin tarkemmin oppaan luvussa ”05.01 Mielle- ja käsitekartat”. Käsitekarttoja voi tehdä tällä menetelmällä muistakin aiheista, kuten yleisesti reaktioyhtälöstä. Lisäksi menetelmällä voidaan laatia vaikkapa esitelmää opetettavasta aiheesta, tutkimusongelman ratkaisemista/koejärjestelyn suunnittelua tai ratkaisuja oppimateriaalin tehtäviin.



Kuva 21: ChemBioDraw Ultra -ohjelmalla tehtyjä molekyylimalleja. Tekijä: Jenna Järvenpää

05.07 Extra: Apollo 13 opetusmenetelmänä

Mihin käyttää:

- Opetuksen monipuolistamiseen
- Medialukutaidon harjoitteluun
- Arkielämäyhteyksien luomiseen

Linkit

Alkuperäinen
artikkeli

Apollo 13
IMDb:ssä

Elokuvan Apollo 13 -avulla voidaan opettaa kemiaa seuraavasti:

- Katsotaan elokuva Apollo 13.
- Muodostetaan hypoteeseja tapahtuneesta: Ovatko elokuvan tapahtumat todellisia? Mitä oikeasti tapahtui?
- Käydään tapahtumia oppilaiden kanssa läpi
- Muodostetaan hypoteeseja tapahtuneesta
- Verrataan hypoteeseja todellisiin hypoteeseihin siinä tilanteessa: Mitä komentokeskus ajatteli? Mitä me ajatellaan? Mitä voimme päätellä saamastamme tiedosta?
- Miten ajatteluketju eteni? Milloin tarkka tieto tapahtuneesta saatiin pääteltyä?
- Keskustellaan happitankin eristyksestä ja miksi se syttyi?
- Keskustellaan palamisreaktiosta ja energiasta
- Muodostetaan tasapainotettu palamisreaktio
- Pohditaan nykyisiä systeemejä ja miten raketti saadaan laukaistua -> ilmiölähtöistä pohdintaa
- Muodostetaan reaktioyhtälö lähtölaukaisulle
- Pohditaan muita avaruusraketin kemiaan liittyviä aiheita esim. hiilidioksidin keräystä
- Muodostetaan reaktioyhtälö litiumoksidin ja hiilidioksidin välille
- Yhdistetään reaktioyhtälöt opittuun ja arkielämää
- Kootaan avaruuslentoon liittyvä kemia yhteen (Goll & Woods, 1999)

31


06.01 Miksi arvioida formatiivisesti?

Formatiivista arviointia ei ole tarkoitus käyttää arvosanan määrittelyyn. Sen tehtävä on toimia vain opetusta ohjaavana elementtinä ja pitää opettaja ajantasalla kunkin oppilaan tuen tai lisähaasteiden tarpeesta. Formatiivista arviointia tuleekin toteuttaa ennen opetusta ja sen aikana, jolloin opettaja voi heti reagoida arvioinnin tuloksiin ja mukauttaa opetustaan.

(Brookhart, 2010; Pennanen 2007)

Käyttämällä formatiivista arviointia oikein ja ottamalla oppilaat mukaan arviointiin saadaan parempia tuloksia ja oppilaiden motivaatio nousee. Erityisesti heikommin pärjäävien oppilaiden kohdalla muutos on huomattava. Erityisesti formatiivinen arviointi antaa oppijalle itselleen palautetta ja selkeitä ohjeita siitä, miten parantaa suoritustaan.

(Brookhart, 2010; Palola, 2013)



Formatiivisen arvioinnin luonteesta huolimatta monet menetelmistä soveltuvat hyvin myös summatiiviseen arviointiin, joten älä pelkää käyttää niitä laajemmalti hyödyksi. Esimerkiksi kokeen viimeinen tehtävä voi olla vaikkapa Data Match tai Concept Cartoon!

06.02 Arviointimenetelmiä

Koska formatiivinen arviointi on tehokas ja hyödyllinen tuki kaikille oppijoille, arviointimenetelmien pitäisi olla helposti lähestyttävä ja helppoja toteuttaa. Seuraavassa siis lyhyesti esiteltynä eri menetelmiä sekä virhekäsitysten, ennakkotietojen (Ennen opetusta -osio) sekä jo opitun (Opetuksen aikana -osio) mittamiseen.

*** Haastava / Työläs /
Aikaavievä

** Keskiavert

* Helppo / Kevyt / Nopea

V Menetelmää voi käyttää...
...virhekäsitysten selvittämiseen.

OT ...oppimisen tason arviointiin.

M ...metakognitioon.

ENNEN OPETUSTA

Concept Cartoons

Valmisteluaika: ***

Aika luokassa: **

Oppilaan taso: **

Ryhmäkoko: 1 - koko luokka

V OT

Concept Cartoon on kuva, jossa useammalla hahmolla on oma mielipiteensä jostakin aiheesta tai ilmiöstä. Osa käsityksistä on vääriä tai virheellisiä ja oppilasta pyydetään valikoimaan näistä ainakin yksi oikea mielipide. Koska mielipiteet eivät tällöin näennäisesti ole oppilaan omia, vaan väärästä

mielipiteestä voi syyttää kuvan hahmoa, oman mielipiteen ilmaiseminen on turvallisempaa ja helpompaa. (Keeley, 2008) Concept Cartoon -kuvia löytyy valmiina internetistä, voi tehdä itse tai piirtämisestä innostunutta oppilasta voi pyytää piirtämään kuvan halutusta tilanteesta tyhjillä puhekuplilla.

3 asiaa

Valmisteluaika: *

Aika luokassa: **

Oppilaan taso: *

Ryhmäkoko: 1

V

Listaa kolme asiaa, jotka joku luokkatoverisi saattaisi ymmärtää väärin käsiteltävässä aiheessa. (Wees, 2012) Listauksen voi pyytää tekemään esimerkiksi anonyymillä nimimerkillä Today'sMeet.com:ssa olevaan virtuaaliluokkahuoneeseen tai muulle keskustelualustalle.



V&T väitteet

Valmisteluaika: ★ ★

Aika luokassa: ★ ★

Oppilaan taso: ★ ★

Ryhmäkoko: 1 - 6

V O T M

V&T-väitteet eli Vastaa ja tutki -väitteet ovat

väitemuotoisia kysymyksiä, joihin vastatessaan oppilaan tulee selittää ajatuksiaan sekä pohtia, kuinka kyseistä ilmiötä voisi tutkia. (Keeley, 2008)

Korttien lajittelu

Valmisteluaika: ★ ★

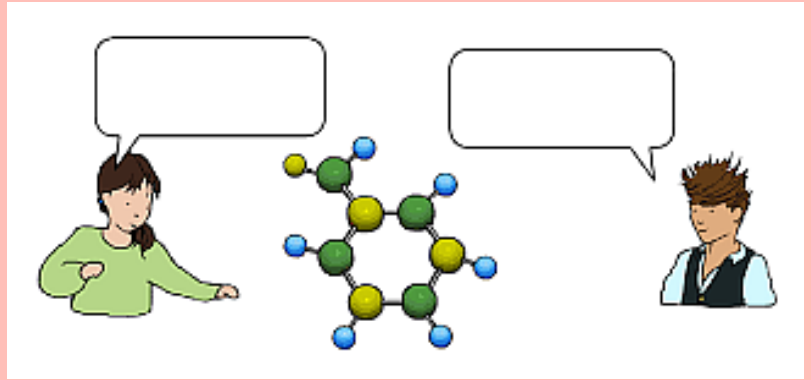
Aika luokassa: ★ ★

Oppilaan taso: ★ ★

Ryhmäkoko: 2 - 6

V O T M

Korttien lajittelu eri kategorioihin (joita 1 - 6 kpl halutusta vaikeustasosta riippuen) keskustelemalla ryhmän kesken antaa hyvää harjoitusta argumentoinnissa ja omien mielipiteiden perustelemisessa. Lisäksi harjoitus auttaa hahmottamaan luonnonilmiöiden suhteellisuutta ja



Kuva 22: Esimerkki Concept Cartoon-pohjasta (Horlock, Moules, Keogh, Naylor, Mitchell, 2015)

haasteellisuutta aiheina.

Oppilaiden kannattaa järjestellä kategoriat näkyviin "otsikkopalan" alle, jolloin opettajan on helppo seurata tehtävän kulkua. (Keeley, 2008)

OPETUKSEN AIKANA

Uusi jako

Valmisteluaika: ★

Aika luokassa: ★ ★ ★

Oppilaan taso: ★




Ryhmäkoko: 1 - 2

V O T

Oppilaat vastaavat annettuihin kysymyksiin anonyymisti (suunnilleen samanlaisille papereille). Opettaja kerää paperit ja jakaa ne samalla eri järjestyksessä takaisin arvostelua varten. Kukin oppilas arvostelee saamansa

paperin. Oppilaat saavat harjoitusta tehtävien arvioinnissa ja opettaja saa tietää moniko vastasi kysymykseen oikein. (Wees, 2012)

My Favorite No




Valmisteluaika: 
Aika luokassa: 
Oppilaan taso: 
Ryhmäkoko: 1 - koko luokka

V OT

Oppilaat vastaavat nopeisiin “lämmittelypulmiin” pienille korteille, jonka jälkeen opettaja kerää kortit ja valitseen “tärkeimmän väärän” vastauksista paljastamatta vastaajaan nimeä. Sitten yhdessä koko luokan kesken analysoidaan vastaus. (Wees, 2012)
Menetelmä selviää parhaiten tältä videolta:



Metakuponki

Valmisteluaika: 
Aika luokassa: 
Oppilaan taso: 
Ryhmäkoko: 1

OT M

Metakuponki on kysely, joka täytetään juuri ennen luokasta lähtemistä. Oppilaan tehtävänä on pohtia mitä tänään opittiin ja miksi näin tehtiin. Kuponkiin tulee jatkaa lauseita “3 asiaa, jotka opin tänään...”, “2 aihetta, jotka koin mielenkiintoisiksi olivat...” ja “1 kysymys, joka vielä jäi avoimeksi on...” ja se voi sisältää myös kysymyksiä kuten: “Mitä teimme tänään?”, “Miksi teimme sen?” tai “Miten voin soveltaa sitä?”. (Wees, 2012) Kuvassa 23 on esimerkki siitä, miltä kuponki voisi näyttää.

Sormet pystyyn!

Valmisteluaika: ★

Aika luokassa: ★

Oppilaan taso: ★

Ryhmäkoko: 2 - 6

OT

Pyydä koko luokkaa viittaamaan yhtä aikaa niin, että kukin nostaa kädestään ylös 1-5 sormeaa. Yksi sormi tarkoittaa "Tarvitsen vielä paljon apua." ja viisi sormeaa "Ymmärrän aiheen hyvin." (Wees, 2012)

Data Match

Valmisteluaika: ★ ★

Aika luokassa: ★ ★

Oppilaan taso: ★ ★

Ryhmäkoko: 2 - 6

V OT

Data Match sisältää oppilaille tutulla menetelmällä tehdyn tutkimuksen sekä siihen liittyviä väittämiä. Oppilaan tehtävänä on päätellä tutkimustulosten perusteella ovatko väittämät tosia. Näin oppilas saa harjoitusta tieteeseen perustuvien päätösten teossa sekä tulosten tulkitsemisessä ja opettaja

Metakupongi Nimi: _____

3	asiaa, jotka opin tänään...
2	aihetta, jotka koin mielenkiintoisiksi olivat...
1	kysymys, joka vielä jäi avoimeksi on...

Bonuskysymys: Kuinka voisin soveltaa oppimiani asioita arkielämässä?

Kuva 23: Esimerkki Metakupongista.

näkee osaavatko oppilaat yhdistää tulokset kysytyihin kysymyksiin ja siten perustella päätöksensä. Jos oppilaat itse keräävät tarvittavat tulokset, tulee tehtävästä heille vielä merkityksellisempi ja mielenkiintoisempi. (Keeley, 2008)

Where We Put the Ice Cube	How Many Minutes It Took to Melt
On the blacktop in the sun	3
On the blacktop in the shade	7
On the grass	10
On the metal slide	2
On the dirt underneath the slide	5
On the top of the picnic table bench	6
On a rock	5
On a rubber tire in the sun	2
On the shaded part of the tire	5

Which of these statements match your results?

1. The ice cube on the grass took longest to melt.
2. The metal slide was hotter than the dirt underneath the slide.
3. The rock must have been in the shade.
4. The ice cube melted faster on the blacktop in the sun than on the shaded blacktop.
5. The picnic table bench was in the sun.
6. Ice placed on dark things melts faster than ice placed on light things.
7. The ice melted faster on the slide because it was shiny.
8. Ice melts faster on some surfaces than on others.
9. Ice cubes in the sun melt faster than ice cubes in the shade.
10. The time it takes an ice cube to melt on a surface depends on the surrounding conditions.

Kuva 24: Data Match -esimerkki. (Keeley, 2008)

Liite 1: Työohje, Etikan ja ruokasoodan välinen reaktio (Aspholm ym. 2012)

Työ

Työvälineet

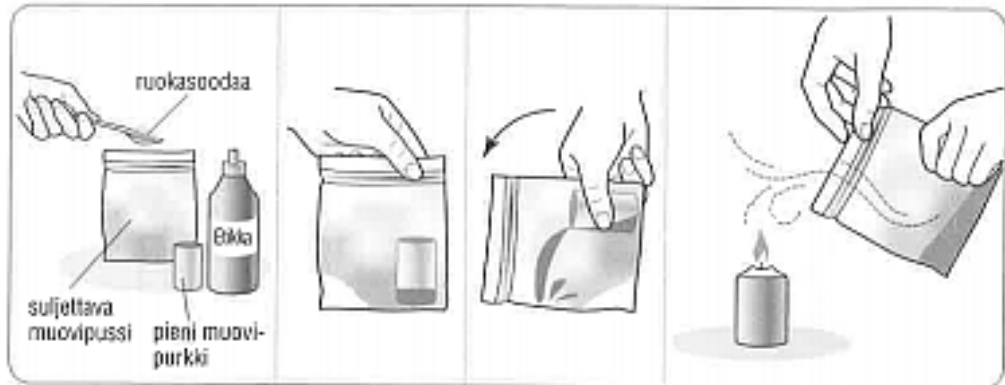
- suljettava muovipussi
- pieni muovipurkki
- kynttilä
- tulitikut

Aineet

- ruokasooda eli natriumvetykarbonaatti NaHCO_3
- etikka CH_3COOH

3 Etikan ja ruokasoodan reaktio

Tutki, mitä tapahtuu, kun etikkaa ja ruokasoodaa yhdistetään.



Kaada muovipussin nurkkaan 2 tl ruokasoodaa.

Kaada muovipurkkiin noin 2 cm:n korkeudelle etikkaa.

Aseta muovipurkki varovasti pussiin kaatamatta purkkia.

Sulje pussin suu huolellisesti siten, että pussiin jää mahdollisimman vähän ilmaa.

Kaada etikkalluus purkista ja anna aineiden sekoittua.

Tarkkaile, mitä pussissa tapahtuu ja tunnustele pussin pintaa.

Sytytä kynttilä palamaan. Raota pussia ja ohjaa pussista vapautuva kaasu kynttilän liekkiin.

1 Miten havaitisit, että tapahtui kemiallisia reaktioita?

2 Sitooko vai luovuttaako tämä kemiallinen reaktio lämpöenergiaa? Perustele.

3 Mitä kaasua pussissa muodostui? Perustele.

Liite 2: Työohje, Vetyperoksidin hajoaminen (Aspholm ym. 2012)

4 Vetyperoksidin hajoaminen

Tutkitaan, mitä tapahtuu, kun vetyperoksidiliuos, astianpesuaine ja kaliumjodidi yhdistetään.



Laitetaan suojakäsineet käteen. Kaadetaan mittalasiin noin 30 ml vetyperoksidia ja asetetaan mittalasi tiskialtaaseen.

Lisätään mittalasiin noin viisi pisaraa astianpesuainetta. Lopuksi lisätään vielä puoli teelusikallista kaliumjodidia.

Tarkkaillaan, mitä mittalassissa tapahtuu.

1 Mitä mittalassissa tapahtui?

2 Sitooko vai luovuttaako tämä kemiallinen reaktio lämpöenergiaa? Perustele.

3 Täydennä pallomallien avulla vetyperoksidin hajoamisreaktio.



Demo

Turvallisuus

- Tutkimus tehdään tiskiallaassa.
- Käytetään suojakäsineitä.

Työvälineet

- mittalasi (100 ml)

Aineet

- vetyperoksidi H_2O_2
- kaliumjodidi KI
- astianpesuaine

Jätteen käsittely

- Huuhtele aineet viemäriin runsaalla vedellä.

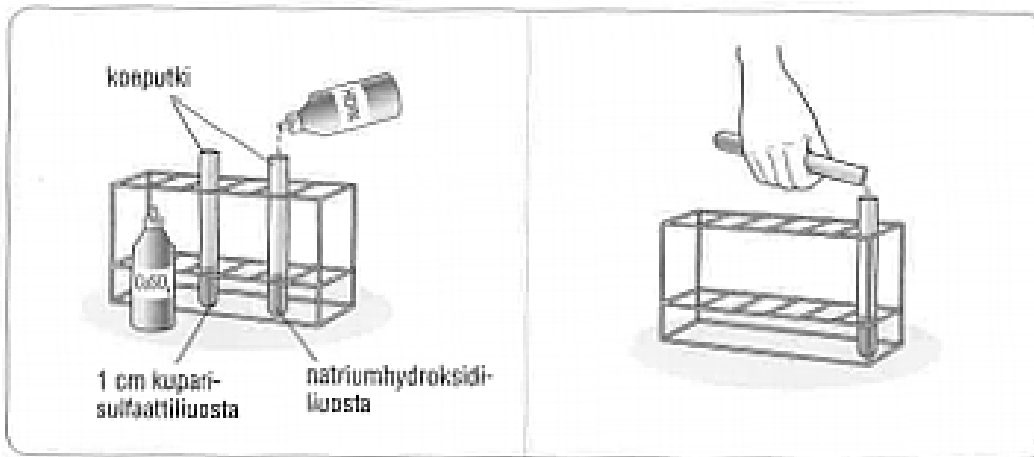
Huom.

- Kaliumjodidi nopeuttaa reaktiota, mutta ei itse muutu reaktiossa.

Liite 3: Työohje, Kuparisulfaatin ja natriumhydroksidin välinen reaktio (Aspholm ym. 2012)

2 Kuparisulfaatin ja natriumhydroksidin reaktio

Tutki, mitä tapahtuu, kun natriumhydroksidiliuos ja kuparisulfaattiliuos yhdistetään.



Kaada koeputkeen 1 cm:n korkuisesti kuparisulfaattiliuosta ja toiseen koeputkeen saman verran natriumhydroksidiliuosta. Katso, millä liuokset näyttävät.

Yhdistä liuokset samaan koeputkeen.

1 Mitkä ominaisuudet muuttuivat, kun aineet yhdistettiin?

2 Muodostuiko koeputkeen uutta ainetta? Perustele.

3 Oliko kyseessä kemiallinen reaktio? Perustele.

Työ

Turvallisuus

- Käytä suojalaseja.
- Käsittele kuparisulfaattiliuosta varovasti.

Työvälineet

- 2 koeputkea
- koeputkeline

Aineet

- kuparisulfaatti CuSO_4
- natriumhydroksidi NaOH

Jätteen käsittely

- Kuparisulfaattia sisältävät liuokset kerätään raskaametalliliuosten keräysastiaan.

- Amorous Inc. Cooper and Friends. Lainattu 24.3.2016. Saatavilla: https://www.tes.com/lessons/v_A2a_hgL0dNTw/types-of-chemical-reactions .
- Aspholm, S., Hirvonen, H., Hongisto, J., Lavonen, J., Penttilä, A. ja Saari, H. (2012). Aine ja Energia: Kemian tietokirja. 8. - 15. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Bentley, M.L. (2000). Improvisational Drama and the Nature of Science. *Journal of Science Teacher Education*, 11, 63-75.
- Brookhart, S. (2010). Formative assessment strategies for every classroom: an ASCD action tool, 2nd ed. Alexandria: ASCD.
- Chang, H-Y, Quintana, C. & Krajcik, J. (2014). Using Drawing Technology to Assess Students' Visualizations of Chemical Reaction Processes. *Journal of Science Education and Technology*, 23, 355-369.
- Davis, G. Quotes by chemists chemistry. Lainattu 24.3.2016. Saatavilla: <http://quotesgram.com/quotes-by-chemists-chemistry/#D0f7dHMYz1> .
- Dori, Y.J. & Hameiri, M. (2003). Multidimensional Analysis System for Quantitative Chemistry Problems: Symbol, Macro, Micro, and Process Aspects. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (3), 278-302.
- Eilks, I. Prins, G.T. Lazarowitz, R. (2013). *Teaching Chemistry – A Studybook*. 183-212. 10.1007/978-94-6209-140-5_7.
- Florida Institute for Human & Machine Cognition (IHMC) (2014). Cmap (Versio 6.01.01). [Tietokoneohjelma]. <http://cmap.ihmc.us/> .
- Finnan, J., Taylor-Papp, K. & Duran, M. (2004). Seeing the Unseen: Molecular Visualization in Biology. *Learning & Leading with Technology*, 32 (4), 24-29.
- Gabell, D. (1999). Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future. *Journal of Chemical Education*. 76 (4), 548-553.
- Garnett, P. & Hackling, M.W. (1995). Student's alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. *Studies in science education*. 25, 69-95.
- Gauchon, A. & Mžheut, M. (2007). Learning about stoichiometry: from students' preconceptions to the concept of limiting reactant. *Chemistry Education Research and Practice*, 8 (4), 362-375
- Goll, J.G. & Woods, B.J. (1999). Teaching Chemistry Using the Movie Apollo 13. *Journal of Chemical Education*, 76, 506
- Helsingin Sanomat (2012). Fingerpori. Saatavilla: <http://www.hs.fi/fingerpori/s1349761653039> .
- Horlock. J., Moules, J., Keogh, B., Naylor, S., Mitchell, G. SchoolScience. Science Concept Cartoons: Set 2 - Sample Set. Lainattu 4.5.2016. Saatavilla: <http://www.schoolscience.co.uk/documentdownload.axd?documentresourceid=127>

- Lavonen, J. & Meisalo V. Helsingin yliopiston Soveltavan kasvatustieteen laitos. Matemaattis-luonnontieteellisten aineiden työtapaopas: Graafiset tiedonesittämismenetelmät; käsitekartta. Lainattu 29.4.2016. Saatavilla: <http://www.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/tieto/kasitek//index.htm>
- Kangaskorte, A., Lavonen, J. & Pikkarainen, O. (2015). *FyKe 7-9: kemia: tutkimus- ja tehtäväkirja 1: aineiden tutkiminen ja mallintaminen: aine ja reaktio*, Helsinki: Sanoma Pro, 6. painos, s. 73-75
- Kerby, H.W., Cantor, J., Weiland, M., Barbiarz, C. & Kerby, A.W. (2010). Fusion Science Theater Presents The Amazing Chemical Circus: A New Model of Outreach That Uses Theater To Engage Children in Learning. *Journal of Chemical Education* 87, 1024-1030.
- Keeley, P. (2008). *Science formative assessment: 75 practical strategies for linking assessment, instruction and learning*. California: Corwin Press.
- Kätteinen, J. (2014). *Aus-kummitus*. Saatavilla: <http://auskummitus.blogspot.fi/2014/04/havajilla-leipomoa-johtaa-leipomo.html> .
- Laukka, S., & Mönkkönen, J. (2006). Johdanto. Teoksessa S. Laukka & J. Mönkkönen (Toim.), *Draamasta potkua luokkiin- draamaopetussuunnitelmasta uusia ideoita (3-5)*. Oulu.
- Meisalo, V., Sutinen, E. & Tarhio, J. (2000). *Modernit oppimisympäristöt - tietotekniikan käyttö opetuksen ja oppimisen tukena*. Juva: WS Bookwell Oy.
- Mintzes, J.J & Wandersee, J.H. (1989). *Research in Science Teaching and Learning: A Human Constructivistic View*. In J.J Mintzes, J.H Wandersee and J.D.Novak (eds.) *Teaching Science for Understanding: A Human Constructivistic View*. San Diego: Academic Press, 82 -83.
- Nersessian, N. (1984). *Faraday to Einstein: Constructing Meaning in Scientific Theory*. Dordrecht: Kluwer.
- Opetushallitus. (2011). *Tieto- ja viestintäteknikka opetuskäytössä (5)*. Lainattu 29.4.2016. Saatavilla: [http://www.oph.fi/download/132877_Tieto- ja_viestintateknikka_opetuskaytossa.pdf](http://www.oph.fi/download/132877_Tieto-ja_viestintateknikka_opetuskaytossa.pdf) .
- Opetushallitus. (2014). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (23)*. Lainattu 29.4.2016. Saatavilla: http://www.oph.fi/download/163777_perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf .
- Palola, E. (2013). "Sain siitä oppivia tunteita paljon." *Oppilasnäkökulmaa oppimista tukevaan arviointiin*. Pro gradu -tutkielma. Kasvatustieteellinen tiedekunta. Tampere: Tampereen yliopisto, 8-11.
- Pennanen, K. (2009). *Arvioinnin monimuotoisuudesta opettajankoulutuksessa - "eikä ainuttakaan numeerista arviointia..."*. Opettajankoulutuksen kehittämishanke. Tampere: Tampereen ammatillinen opettajakorkeakoulu, 7-8.
- Piipponen, S. (2007). *Hiilihydraattien kemiaa terveystieteiden näkökulmasta perusopetuksessa*. Pro gradu -tutkielma. Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta. Helsinki: Helsingin yliopisto, 20-21.

- Schmidh, D. How does hydrogen peroxide work?. Lainattu 24.3.2016. Saatavilla: <http://theartoffloating.com/2014/03/hydrogen-peroxide-work/>.
- Thagard, P. (1992). Conceptual Revolutions. Princeton, NJ: Princeton University Press, ch 2.
- The Johns Hopkins University, Applied physics laboratory (2012). Fifth Period. Saatavilla: <http://www.jhuapl.edu/STEM/Students/5th-Period> .
- Wees, D. Edutopia. 56 examples of formative assessment. Lainattu 29.4.2016. Saatavilla: <http://www.edutopia.org/groups/assessment/250941> .
- Wu, H. K., Krajcik, J., & Soloway, W. (2001). Promoting Understanding of Chemical Representations: Students' Use of a Visualization Tool in the Classroom. Journal of Research in Science Teaching 38, 821-842

