

Kakkuresepti ja korttipeli: rajoittavaa tekijää oppimassa

Triina Töyrylä

Kemian opettajankoulutusyksikkö, Helsingin yliopisto • triina.toyryla@helsinki.fi

Tiivistelmä Kemian matematiikka koetaan usein vaikeaksi oppia ja opettaa. Opettajan tulisi huomioida matemaattista kemiaa opettaessaan monia oppimisen kannalta oleellisia tekijöitä, kuten oppilaan taso, kemian tiedon kolmella tasolla liikkumisen selkeys ja käsitteiden hallinta ennen laskemista. Kemian matematiikan opetukseen liittyvää tutkimustietoa sovellettiin lukion kemian 3. kurssille suunnatussa, rajoittava tekijä -aiheisessa tuntisuunnitelmassa.

1 Johdanto

Kemian matematiikan oppiminen saattaa olla haasteellista. Laskuihin liittyvät käsitteet voivat olla hyvin abstrakteja ja laskut vaikeita hahmottaa konkreettisesti, mistä syystä opettajallekin riittää haastetta kemian matematiikan opettamisessa. (Rautiainen, 2004, 6)

Lukion opetussuunnitelmassa (Opetushallitus, 2003) matemaattinen kemia eli stoikiometria on luonteenomainen osa kemian opetusta. Kemiaan liittyvä matematiikka tulee esille ensimmäisen kerran lukion kemian kolmannen kurssin tavoitteissa. Sen mukaan oppilaan tulisi osata kirjoittaa reaktioyhtälöitä ja käsitellä reaktioita matemaattisesti. Stoikiometriset laskut kuuluvat myös kyseisen kurssin keskeisiin sisältöihin. (Opetushallitus, 2003)

Kemian stoikiometriaan liittyy paljon oppilaille uusia, samankaltaisilta kuulostavia käsitteitä. Esimerkiksi mooli, moolimassa, ainemäärä ja hiukkasmäärä saattavat hämmentää oppilaita. Opetuksessa tulisi olla aikaa keskeisten käsitteiden oppimiselle, sillä niiden ymmärtäminen väärin saattaa johtaa koko tehtävän väärinymmärrykseen. (Pajari, 2007, 27)

Olennaista kemian matematiikan opettamisessa ovat tutkimusten perusteella seuraavat asiat: oppilaan tason huomioiminen, tiedon kolmella tasolla (makro-, submikro- ja symbolinen taso) liikkuminen, käsitteiden osaaminen ennen laskemista, visualisointi, ongelman vaiheistaminen ja erilaisten ratkaisustrategioiden käyttäminen. (Pajari, 2007; Rautiainen 2004)

Tutkimustietoa apuna käyttäen suunniteltiin 75 minuutin oppitunti, joka toteutettiin lukion kemian 3. kurssin rajoittava tekijä -aiheesta. Rajoittavaa tekijää lähestyttiin aluksi makroskooppisen tason esimerkillä, josta siirryttiin submikroskooppiselle ja edelleen symboliselle tasolle.

2 Rajoittavaan tekijään liittyvää kemiaa

Rajoittavalla tekijällä tai reagenssilla tarkoitetaan ainetta, joka loppuu reaktiossa

ensimmäisenä ja näin ollen rajoittaa reaktiossa muodostuvan tuotteen määrää. (Rautiainen, 2004, 11)

Rajoittavan tekijän määrittäminen aloitetaan laskemalla lähtöaineiden ainemäärät. Ainemäärät voidaan määrittää laskussa annettujen massojen ja moolimassojen avulla tai vaihtoehtoisesti tilavuuden ja ideaalikaasumoolitilavuuden (V_m) avulla. Joskus laskuissa ainemäärä määritetään myös rakenneosasten lukumäärän (N) ja Avogadron vakion (N_A) avulla. (Rautiainen, 2004, 12)

Kun lähtöaineiden ainemäärät on laskettu, määritetään reaktioyhtälön kertoimien suhteet. Tämän jälkeen ainemäärät kerrotaan reaktioyhtälön kertoimien suhteella. Kerrottuja ainemääriä verrataan aiemmin laskettuihin ainemääriin ja päätellään, mikä lähtöaineista loppuu ensin. Lähtöaineiden grammoista tai mooleista ei ole suoraan pääteltävissä, mikä niistä on rajoittava tekijä. (Rautiainen, 2004, 12)

3 Rajoittavan tekijän opettaminen

Oppilaat saattavat kokea rajoittavan tekijän vaikeana aiheena oppia. Opettajan tulisikin muistaa käyttää opetuksessaan kemian matematiikan oppimista tukevia tekijöitä.

3.1 Visuaalisilla esimerkeillä uuteen aiheeseen

Kun rajoittavaa tekijää opetetaan, opettaja voi johdatella oppilaita aiheeseen visuaalisten esimerkkien avulla. Makrotason esimerkkinä voi toimia kaikille tuttu kakkupohjaresepti. Opettaja näyttää dokumenttikameralla dian, jossa näkyvät täytekakkupohjan tekoon tarvittavat raaka-aineet sekä kakkupohjaresepti. Opettaja kysyy oppilailta, kuinka monta kakkupohjaa heidän on mahdollista tehdä annetuista raaka-aineista. Se raaka-aine, joka loppuu kesken, on rajoittava tekijä (kuva 1).



Makrotason esimerkki

Valmistusaineet:

3 munan kakkupohja

3 munaa

1 dl sokeria

1,5dl vehnä jauhoja

1 tl leivinjauhetta

Kuva 1 Oppilaita voi johdatella rajoittavan tekijän ymmärtämiseen arkielämään liittyvällä makrotason esimerkillä.

Kun oppilaat ymmärtävät rajoittavan tekijän käsitteen makrotasolla, käsite voidaan siirtää kemiaan. Submikrotason esimerkkinä voi toimia veden muodostumisreaktio: $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$. (Rautiainen, 2004, 18) Oppikirjan (Lehtiniemi & Turpeenoja, 2005) mikrotason esimerkki näytetään dokumenttikameralla oppilaille. Kuvalaatikossa on 10 kappaletta vetymolekyylejä ja 7 kappaletta happimolekyylejä. Oppilailta tiedustellaan, kuinka monta vesimolekyylä he voivat muodostaa annetuista happi- ja vetymolekyyleistä. Ratkaisu on esitetty toisessa kuvalaatikossa, jossa vesimolekyylejä on 10 kappaletta ja 2 happimolekyylä jää jäljelle. Vety on siis rajoittava tekijä, sillä se loppuu ensimmäisenä.

3.2 Laskuihin siirtyminen

Kun makro- ja mikrotason esimerkit on hahmotettu oppilaille, voidaan opetuksessa siirtyä symbolitasolle ja aiheeseen liittyviin laskuihin. Rajoittavan tekijän laskemista opettaessa tulisi oppilaille tähdentää sitä, että laskuihin olisi syytä tehdä paljon välivaiheita ja merkitä suureisiin ja kirjaimiin mahdollisimman tarkasti tietoa, esimerkiksi alaindekseillä. Tällöin oppilas kuormittaa laskiessaan muistiaan mahdollisimman vähän ja voi keskittyä paremmin laskun matemaattiseen ratkaisemiseen. (Rautiainen, 2004, 19)

Tehtävien muotoilulla voi vaikuttaa oppilaiden mielenkiintoon ja osaamiseen. Esimerkiksi laajat tehtävät saattavat tuntua oppilaan mielestä vastenmielisiltä ja vaikeilta, jolloin kysymys voidaan jakaa useaan osioon. Tätä kutsutaan ongelman vaiheistamiseksi. (Rautiainen, 2004, 19) Tuntisuunnitelman mukaisella oppitunnilla ratkaistiin yhdessä laskuesimerkki, joka koostui monesta pienestä tehtäväosuudesta. Tämä mahdollisesti tuntui oppilaiden mielestä selkeämmältä ja lisäsi heidän kiinnostusta tehtävää kohtaan.

Tehtävien ongelmanratkaisumalleihin tulisi kiinnittää huomiota. Olisi hyvä, jos oppilaille antaisi erilaisia ratkaisumalleja. Niitä ei kuitenkaan saisi antaa oppilaille valmiina, vaan opettajan tulisi ohjata oppilaat kehittämään niitä itse. (Rautiainen, 2004, 65) Tunnilla oppilaiden tuli muodostaa reaktioyhtälö ja laskea annettujen tietojen perusteella ensin lähtöaineiden ainemäärät ja sen jälkeen rajoittava tekijä. Opettaja antoi vinkkejä reaktioyhtälön muodostamiseen ja tasapainottamiseen. Oppilaiden kanssa käytiin läpi myös kaksi ratkaisumallia rajoittavan tekijän ratkaisemiseksi.

3.3 Keskeiset käsitteet ja korttipeli

Kemiallinen sanasto ja käsitteiden muistaminen ovat ratkaisevassa asemassa kemian matematiikan osaamisessa (Pajari, 2007, 26). Tästä syystä oppitunnin viimeisenä vaiheena oli oppimispeli, johon varattiin aikaa puoli tuntia. Oppimispeli koostui sananselitysosuudesta ja sen jälkeisestä tehtäväosiosta. Oppilaat pelasivat Aliaksen kaltaista sananselityspeliä, jossa he selittivät toisilleen kolmen hengen joukkueissa kemian kurssiin 3 liittyviä sanoja ja käsitteitä.

Tämän jälkeen joukkueet saivat ratkoa kolmea eri tehtävää, jotka liittyivät rajoittavaan tekijään:

1. Polkupyörän valmistajalla on 5350 rengasta, 3023 runkoa ja 2655 ohjaustankoa. Kuinka monta polkupyörää näistä osista voidaan koota? (2 p) Mikä osista on rajoittava tekijä polkupyöriä koottaessa? (2 p)
2. Elohopea ja bromi reagoivat keskenään muodostaen elohopea(II)-bromidia: $\text{Hg(l)} + \text{Br}_2(\text{l}) \rightarrow \text{HgBr}_2(\text{s})$. Mikä on lopputuotteen ainemäärä, kun 10,0 g elohopeaa ja 9,00 g bromia reagoivat keskenään? (4 p)
3. Hydratsiinin N_2H_4 ja dityypitetraoksidin N_2O_4 reaktiossa muodostuu typpikaasua ja vettä. Esitä reaktioyhtälö. (2 p) Kumpi lähtöaineista on reaktion rajoittava tekijä, kun molempia lähtöaineita on 10,0 g? (2p)

Oppilaat pitivät oppimispeliä onnistuneena ideana, sillä se toi vaihtelevuutta ja lisäsi motivaatiota.

Lähteet

Lehtiniemi, K. ja Turpeenoja, L. (2005). *Mooli 3: reaktiot ja energia*. Keuruu: Otava.

Opetushallitus. (2003). *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2003*. Luettu: 31.5.2014 osoitteesta: http://www.oph.fi/download/47345_lukion_opetussuunnitelman_perusteet_2003.pdf

Pajari, A. (2007). *Kemiallinen reaktio opetuksessa – stoikiometria ja kemiallinen tasapaino ylioppilaskokeessa*. Pro gradu –tutkielma, Helsingin yliopisto.

Rautiainen, E. (2004). *Stoikiometria lukion kemian oppikirjoissa ja ylioppilaskokeessa*. Pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto.