

PELASTAKAA JÄRVI!

OPPIMISPELI PUSKURILIUOKSISTA

Opettajan opas

Pelin laatineet: Oskari Hanninen, Jannica Lindholm, Lotta Kilpinen ja Elhan Mohamed

Johdanto

Lautapeli on suunnattu lukion kemianopetukseen puskuriliuosten opetukseen. Peli pyrkii testaamaan pH ja puskuriliuoksiin liittyviä ydinasioita. Tehtävien suorittaminen vaatii termistön ja teorian hallintaa. Lisäksi tehtävät sisältävät erilaisia laskutehtäviä. Peli soveltuu esimerkiksi KE 5 kurssin kertaustunnille tai kertauskurssille, kun asia on jo opiskeltu. Peliä voisi soveltaa myös käänteinen luokkahuone (flipped classroom) tyyppisessä opetuksessa. Pelin kestoksi on arvioitu 60-75 minuuttia. Pelin kestoa voi lyhentää poistamalla käytöstä aikakortit xx.

Pedagogiset ratkaisut

Onnistuessaan oppimispelit tekevät kemian oppimisesta hauskaa ja mielenkiintoista. Pelin suunnittelussa olemme hyödyntäneet soveltuvin osin perusopetukseen suunniteltujen lauta- ja korttipelien suunnittelu- ja arviointityökalua (Tuomisto, 2015). Peli on yhteistoiminnallinen lautapeli, jossa pelaajat tekevät yhteistyötä yhteisen päämäärän saavuttamiseksi ja pelin voittamiseksi. Peli on rakennettu niin, että sen vaatavuus kasvaa pelin edetessä, pelaajien tulee tehdä yhteistyötä ja jokaisen panosta tarvitaan. Useiden yhteistyöpelien ongelmana on se, että pelissä voi olla passiivisia pelaajia, jotka ovat näennäisesti mukana pelissä, mutta eivät varsinaisesti osallistu ongelmien ratkaisemiseen. Tämä ongelma on pyritty välttämään sillä, että jokainen pelaaja saa vuorollaan päävastuun tehtävien suorittamisesta. Näin jokaisen pelaajan on jossain vaiheessa peliä osallistuttava tehtävien suorittamiseen. Säännöt olemme pitäneet yksinkertaisina ja tavoitteenamme on ollut, että peli ohjaa pelin kulkua. Pelilaudan kokoamisen jälkeen pelaaminen voidaan aloittaa nostamalla ensimmäinen aikakortti ja loput ohjeet tulevat pelissä.

Tuomiston (2015) mukaan pelin voittamisen tulisi riippua sekä osaamisesta että onnesta. Tästä syystä sisällytimme peliin noppakortteja, jotka voivat muuttaa pelin kulkua. Nostettavien noppakorttien lukumäärä (1-3 kpl/kierron) saadaan noppaa heittämällä, joten sattuma voi vaikuttaa pelin tapahtumiin. Nostettavien tapahtumien lukumäärä (1-3 kpl/kierron) saadaan noppaa heittämällä. Hyvässä oppimispelissä vuorottelevat onnistumisen ja turhautumisen tunteet (Tuomisto, 2015). Tapahtumakorttien yllättävät käänteet ja happo-ja emäsmuotojen suhteiden vaihtelu tuovat peliin sekä onnistumisen kokemuksia, että mahdollisesti turhautumista. Pelissä jokaisella pelaajalla on oma roolihahmossa, mikä edesauttaa oppilaiden sitoutumista peliin(Tuomisto, 2015).

Pelin suunnittelussa on huomioitu lukion opetussuunnitelma. Pelin ympärille on rakennettu teema ja tarina, jotka kytkeytyvät todellisen maailman ilmiöihin. Pelissä tutkitaan järveä, koska se on hyvä esimerkki luonnossa esiintyvistä puskuriliuoksesta. Teemana on järven happamoituminen ja peli on rakennettu tämän ilmiön ympärille. Näillä ratkaisuilla on pyritty korostamaan kemian merkitystä jokapäiväisessä elämässä ja huomioitu se, että opetuksen lähtökohtana on elinympäristöön liittyvien aineiden ja ilmiöiden havainnointi ja tutkiminen. Peliin liittyy myös päätöksentekoa, joissa pitäisi pystyä soveltamaan kemian osaamista oikean ratkaisun tekemiseen..

Pelin aihe, puskuriliuokset, kuuluu lukion kemian opetussuunnitelman sisältöihin (Opetushallitus 2015). Lukion kemian opiskelussa puskuriliuokset koetaan vaikeaksi aiheeksi. Erityisesti ilmiön ymmärtäminen ja tiedon soveltaminen koetaan hankalaksi. (Tuula Sorjonen, henkilökohtainen haastattelu, 15.2.2017). Halusimme kehittää oppimispelin, joka tekee visuaalisesti näkyväksi puskuriliuoksen toimintaperiaatteen. Olemme suunnitelleet tehtäviä peliin niin, että pelin voittamiseksi pelaajien tulee hallita aiheen käsittely kaikilla kolmella (makroskooppinen, submikroskooppinen ja symbolinen) kemian ajattelun tasolla.

Opetussuunnitelmassa korostetaan myös kemian kokeellisuutta ja tutkivaa oppimista. Lisäksi kemian opetuksen tulee ohjata tieteellisen ajattelun kehittymiseen, tiedonhankintaan, tietojen käyttämiseen ja tiedon luotettavuuden arviointiin (Opetushallitus 2015).

Kokeellisuutta ja tutkimuksellisuutta on pyritty tuomaan esille lähdekriittisyystehtävällä, jossa oppilaiden tulee valita oikea tieto lähteen luotettavuuden perusteella. Oikea valinta edistää tehtävässä menestymistä. Myös erilaiset tehtäviin liittyvät kuvaajien tulkinnat tukevat tutkimuksellisuutta. Kokeellisuus on pyritty tuomaan esille tehtävässä, jossa täytyy piirtää titrauslaitteisto.

Pelin teema tuo peliin ainerajoja ylittäviä elementtejä ja mahdollistaa ilmiöpohjaisen opetuksen. Pelissä voidaan nähdä yhtymäkohtia mm. Biologiaan ja yhteiskuntatieteisiin, jolloin peliä voisi hyvin käyttää myös osana eheyttäviä opintoja. Pelissä jokainen pelaaja saa oman hahmon. Kaikki hahmot edustavat ammatteja, joissa kemisti voisi työskennellä. Näin tuodaan esille opetussuunnitelmassa mainitut työnkuvien esittely ja kemian merkitys yhteiskunnassa.

Selityksiä ja ratkaisuja aikakortteihin:

Aikakortti 13:00

Lisätieto: Alkoholit voivat toimia happoina samaan tapaan kuin vesimolekyylillä. Metanoli ja etanoli ovat lähes yhtä happamia kuin vesi. Mitä suurempi alkoholi on kyseessä, sitä heikompi happo se on. Alkoholit ovat kuitenkin erittäin heikkoja happoja (pKa arvot yli 15). Ne käyttäytyvät happoina lähinnä reagoidessaan erittäin voimakkaiden emästen kanssa. Näin ollen tehtävässä oleva etanoli on ei ole happo. Fenoleissa hydroksyyliiryhmä on sitoutunut bentseenirengaaseen. Bentseenirengaan läheisyydessä hydroksyyliiryhmä luovuttaa protonin helpommin (Fenolin pKa arvo n. 9).

Aikakortti 14:00

Tämä tehtävä pitäisi osata ratkaista ilman apuja, mikäli hallitsee termin "happo ja sen vastinemäs".

Aikakortti 15:00

Vastinemäksen ominaisuus riippuu hapon ominaisuudesta. Mitä vahvempi happo, sen heikompi emäs on hapon vastinemäs. Koska HCl on vahva happo sen vastinemäs on niin heikko emäs, että se on käytännössä neutraali.

Aikakortti 16:00

Mikäli pelin ensimmäinen noppakortti on ratkaistu oikein (1. noppakortti testaa oppilaan lähdekriittisyyttä, jossa tarkoitus on valita numerokortti 12, missä on maol lähteenä), pelaajilla on käytössä vetykarbonaatti-ionin (HCO_3^-) happovakio. Lisäksi asiantuntijalla on numerokortti 14 (jonka hän on nostanut 3. noppakortin yhteydessä), josta löytyy vinkki HCl:n happovakioon. Opettajan erikoisominaisuuksista löytyy etikkahapon pK_a , josta voidaan laskea etikkahapon K_a . Happovakiot voi myös päätellä suuruusluokan perusteella.

Aikakortti 17:00

$$pH = -\lg[H_3O^+] = -\lg(2,5 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}) = 6,60$$

Aikakortti 18:00

Tehtävän ratkaisemiseksi tarvitaan ammoniakkin emäsvakio (opettajan erikoisominaisuuksikortti) ja veden ionitulon kaavaa (numerokortti 22).

$$\text{kokonaisammoniikki} = c(\text{NH}_3, \text{alku}) = n/V = 3,52 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$$

	NH_3	+	H_2O	\rightleftharpoons	NH_4^+	+	OH^-
alku (mol/l)	$3,52 \cdot 10^{-5}$						
tasap. (mol/l)	$3,52 \cdot 10^{-5} - x$				x		x

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{x \cdot x}{3,52 \cdot 10^{-5} - x} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$\Rightarrow x^2 + 1,8 \cdot 10^{-5}x - 6,336 \cdot 10^{-10}$$

Sijoitetaan toisen asteen yhtälön ratkaisukaavaan:

$$x = \frac{-1,8 \cdot 10^{-5} \pm \sqrt{(-1,8 \cdot 10^{-5})^2 - 4 \cdot 1 \cdot -6,336 \cdot 10^{-10}}}{2 \cdot 1}$$

$$\Rightarrow \text{Saadaan } x_1 = -3,5732 \cdot 10^{-5} \text{ ja } x_2 = 1,7732 \cdot 10^{-5} \Rightarrow \text{valitaan } x_2 = [\text{OH}^-]$$

$$\Rightarrow pH = -\lg[H_3O^+] = -\lg(K_w / [\text{OH}^-]) = -\lg(1,0 \cdot 10^{-14} / 1,7732 \cdot 10^{-5}) = \underline{9,25}$$

Aikakortti 19:00

Puskuriliuoksen valmistamiseen tarvitaan heikkoa happoa ja sen vastinemästä.
Puskuriliuoksen puskurikapasiteetti on parhaimmillaan, kun molempia on yhtä paljon.

Aikakortti 20:00

Titrauskäyrä 1 kuvaa heikon emäksen titraamista vahvalla hapolla

Titrauskäyrä 2 kuvaa heikon hapon titraamista vahvalla emäksellä

Titrauskäyrä 3 kuvaa vahvan hapon titraamista vahvalla emäksellä

Titrauskäyrä 4 kuvaa kaksiarvoisen hapon titraamista vahvalla emäksellä

Aikakortti 21:00

- a) H_2SO_4 on vahva happo, joka vedessä protolysoituu täydellisesti H_3O^+ -ioneiksi ja SO_4^{2-} -ioneiksi.
- b) Titrauskäyrän loivimmassa kohdassa liuos toimii puskurina. Jyrkin kohta on ekvivalenttipiste.
- c) (oikein)

Aikakortti 22:00

$$pK_a=6,5$$

Henderson-Hasselbalch: $pH = pK_a + \lg \frac{[A^-]}{[HA]}$

Katsotaan happo- ja emäslaattojen suhde pelilaudalta:

1 emäslaatta 7 happolaattaa: $pH = 6,5 + \lg \frac{[1]}{[7]} = 5,65$

2 emäslaattaa 6 happolaattaa: $pH = pK_a + \lg \frac{[2]}{[6]} = 6,02$

3 emäslaattaa 5 happolaattaa: $pH = pK_a + \lg \frac{[3]}{[5]} = 6,28$

4 emäslaattaa ja 4 happolaattaa: $pH = pK_a + \lg \frac{[4]}{[4]} = 6,50$

5 emäslaattaa ja 3 happolaattaa: $pH = pK_a + \lg \frac{[5]}{[3]} = 6,72$

6 emäslaattaa ja 2 happolaattaa: $pH = pK_a + \lg \frac{[6]}{[2]} = 6,98$

7 emäslaattaa ja 1 happolaattaa: $pH = pK_a + \lg \frac{[7]}{[1]} = 7,35$

Viimeiset aikakortit (titrauslaitteiston piirtäminen):

Pelin aikana pelaajat ovat noppakorteista nostaneet erilaisia laboratoriovälineitä (mm. byretti, statiivi, bunsenpoltin, huumare&survin). Näitä kortteja voi käyttää tässä tehtävässä apuna, mutta välineitä on pelissä annettu enemmän kuin mitä titrauslaitteistoon tarvitaan.

Viimeiset aikakortit (järviveden laimentuminen):

Liuoksen puskurikapasiteetti huononee, jos liuosta laimennetaan.

Viimeiset aikakortit (ortofosfaatti PO_4^{3-}):

HPO_4^{2-} on heikko happo, ja sen suola, ortofosfaatti PO_4^{3-} , on heikko emäs. Ortofosfaatti ei happamoita järveä, vaan pikemminkin voi hieman nostaa järven pH arvoa.

Viimeiset aikakortit (Lopetuskortti):

a) Pisteessä E karbonaatti-ioni on täysin neutraloitu. Tällöin

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{HCl}) = \frac{1}{2} \cdot 12,7 \text{ ml} \cdot 0,15 \text{ mol/l} = 0,9525 \text{ mmol}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,9525 \text{ mmol} \cdot 105,99 \text{ mol/l} = 100,96 \text{ mg} \approx \underline{101 \text{ mg}}$$

b) Natrium ei osallistu reaktioihin ja on kaikissa pisteissä natriumioneina.

Piste A: CO_3^{2-}

Piste D: HCO_3^- ja H_2CO_3 ($[\text{HCO}_3^-] \approx [\text{H}_2\text{CO}_3]$)

Piste F: H_2CO_3

Merkinnän H_2CO_3 sijasta voidaan kirjoittaa $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Lisätieto:

Piste B: CO_3^{2-} ja CO_3^{2-} ($[\text{CO}_3^{2-}] \approx [\text{HCO}_3^-]$)

Piste C: HCO_3^-

Piste E: H_2CO_3

Viitteet

Opetushallitus (2015) Lukio-opetuksen opetussuunnitelman perusteet

Tuomisto M. (2015) Lisensiaattitutkielma, Helsingin yliopisto

Tuula Sorjonen (haastattelu 15.2.2017)

Kuvien lähteet

Aikakortti 13:00: Pishro12, CC BY-SA 3.0

Aikakortti 15:00: Lucasbosch, CC BY-SA 3.0

Aikakortti 19:00: jacqueline macou, CC0

Aikakortti 01:00: Ariadna.creus, CC BY-SA 4.0

Numerokortti 8: Darrin Kiessling, CC0

Numerokortti 16 (laskin): Hovik Avetisyan, CC BY-SA 4.0

Numerokortti 24: Dorgan, CC BY-SA 3.0

Opettaja: Jerry Kimbrell, CC0

Tehtaanomistaja: Khadem Al-Qubais, CC0

Asiantuntija: PublicDomainPictures, Pixabay, CC0

Poliitikko: Deutsch, CC0

