

Tutkimuksellista etäopetusta: Esimerkkinä protolyysireaktiot ja titraus

Heli Asuja¹, Johanna Helin², Vilja Kämppi¹

¹ Kemian opettajankoulutusyksikkö, Kemian osasto, Helsingin yliopisto

² Opetus- ja oppimislaboratorio, Kemian laitos, Turun yliopisto

Tiivistelmä: Tehtäväpaketti on suunniteltu etäopetukseen soveltuvaksi niin, että aiheiden opetus on luonteeltaan eheyttävää ja siinä hyödynnetään kokeellisuutta, käännteistä oppimista, tutkimuksellisuutta ja erilaisia tieto- ja viestintäteknologioita (TVT). Etäopetusmateriaali muodostuu kahdesta kokonaisuudesta, jotka on tarkoitettu aiheiden kuten protolyysireaktioiden, tasapainotilan, neutraloitumisreaktion ja titrauksen opiskelun tueksi. Tehtävät soveltuvat erityisesti lukion KE 5 (Opetushallitus, 2015) tai KE 6 (Opetushallitus, 2019) kursseille. Tehtävät pitävät sisällään monipuolisia opetustapoja kuten tutkimuksellisuutta, mallinnusta ja muiden TVT-sovellusten käyttöä.

Avainsanat: etäopetus, pH, protolyysireaktiot, tasapainovakio, titraus

Yhteystiedot: heliasuja@gmail.com, johannahelin98@gmail.com, vilja.kamppi@gmail.com

1 Johdanto

Keväällä 2020 ilmennyt koronaviruspandemia ja siitä johtuva poikkeustila Suomessa on luonut opettajille mahdollisuuksia ja tarpeita kehittää etäopetukseen soveltuvaa lukion opetussuunnitelman (Opetushallitus; 2015, 2019) mukaista, tutkimuksellista, kokeellista ja monipuolisesti tekniikka- ja viestintätaitoja soveltavaa kemian opetusta. Projektityön tavoitteena oli kehittää lukion kemian etätyöskentelyyn sopivaa aineistoa, josta opettajat voivat ottaa vinkkejä, työtapoja ja ideoita omaan opetukseensa. Työt on suunniteltu niin, että opettajat voivat oman opiskelijaryhmänsä ja resurssit huomioiden soveltaa ja muokata materiaalia tai käyttää kehitetyn oppitunnin sellaisenaan opetuksessaan. Projektissa keskityttiin lukion 5. (Opetushallitus, 2015) tai 6. (Opetushallitus, 2019) kurssien aiheisiin protolyysireaktiot, homogeeninen tasapainotila, neutraloitumisreaktiot ja titrauskäyrän piirtäminen ja tulkitseminen. Aiheet linkittyvät sisällöllisesti Mooli-kirjasarjaan, mutta sopivat erinomaisesti muidenkin opetusmateriaalien yhteyteen.



2 Teoreettinen viitekehys

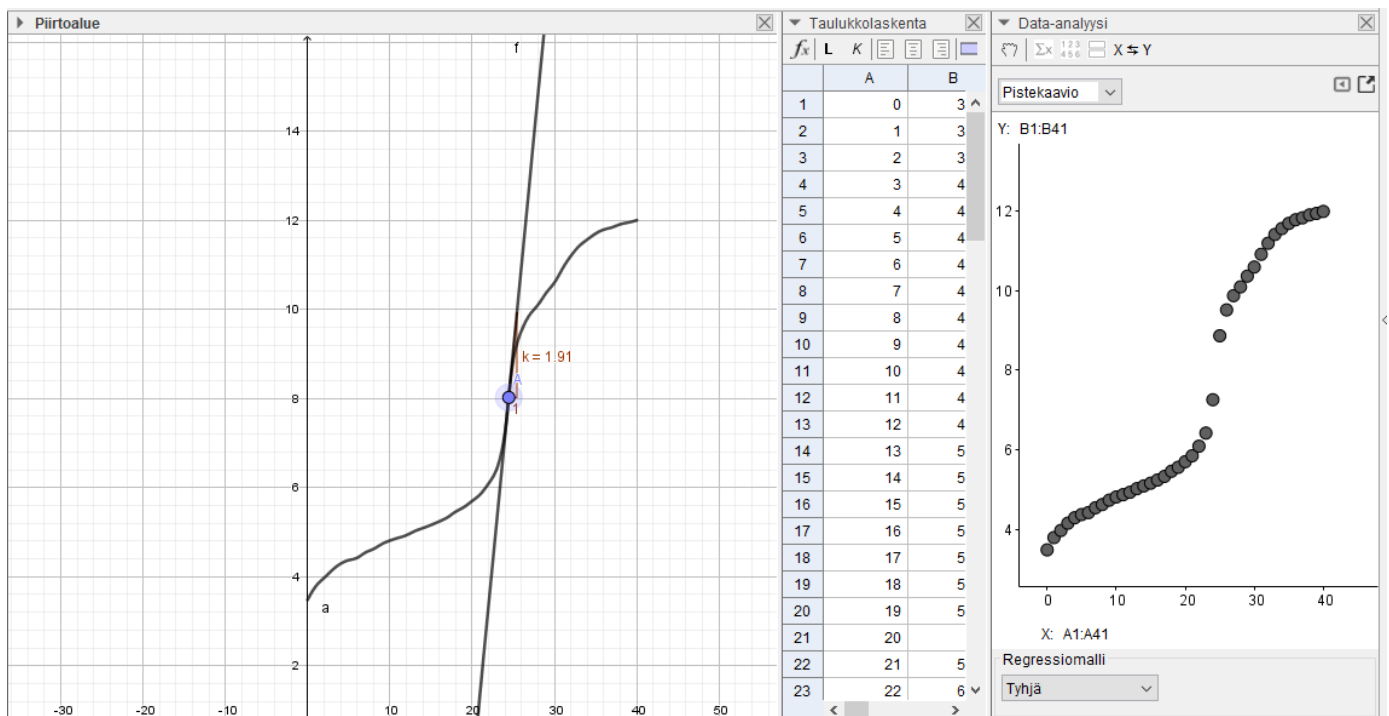
Modernin teknologian kehitys ja internetti mahdollistavat monipuolisen etäopetuksen, joka on erittäin tärkeää esimerkiksi tämän hetkisen poikkeustilan aikana. Etäopetuksella tarkoitetaan kaikkea tieto- ja viestintäteknologian (TVT) avulla annettua ja tuettua opetusta, jossa oppilas ei ole fyysisesti läsnä eli opetus on erotettu opiskelijoista paikassa ja ajassa. Etäopetuksen tarkoituksena on mahdollistaa mahdollisimman hyvää opetusta opiskelijoille ilman suoran kontaktin mahdollisuutta. (Kankaanranta et al., 2012) Etäopetus pitää usein sisällään tekstien lukemista, videoiden katselua, verkkokyselyitä ja -testejä ja erilaisten virtuaalisten sovellusten käyttöä. (Panza & Masic) Opiskelijoiden on esimerkiksi hyvä oppia keräämään mittausdataa ja siirtämään keräämänsä data sähköiseen muotoon. Lisäksi etäopetuksessa on usein mahdollisuus virtuaalitunteihin, joissa voi keskustella opettajan kanssa esimerkiksi chatin tai sähköpostin välityksellä. Etäopetus tarjoaa monia mahdollisuuksia, mutta voi sisältää myös haasteita esimerkiksi opiskelijoiden omatoimisen opiskelun taitoihin ja motivaatioon liittyen.

Kemian etäopetuksessa erityisesti haasteellista on oppiaineelle tyypillisen kokeellisuuden ja tutkimuksellisuuden sisällyttäminen opetukseen. (Georgiou et al., 2007) Etäopetuksena suoritettavassa kokeellisuudessa tulee ottaa huomioon esimerkiksi turvallisuus, laillisuus ja käytettävissä olevat aineet ja muut resurssit. Nämä asiat rajoittavat kokeellisuuden muotoja aika paljon. Etäopetuksen kokeellisuutta voidaan kuitenkin täydentää hyödyntämällä simulaatioita ja virtuaalilaboratorioita, jotka ovat turvallisia ja havainnollistavia vaihtoehtoja. (Georgiou et al., 2007) Olemme pyrkineet huomioimaan edellä mainittuja asioita tutkimuksellisessa tehtäväpaketissamme.

Tutkimuksellinen työtapo pitää sisällään usein kokeellisen osuuden, jonka opiskelijat toteuttavat itse. Tutkimuksellisessa työtavassa opiskelijat ovat itse tärkeässä roolissa tiedon kerääjinä sekä arvioijina, mutta opettajan rooli ohjaajana on silti merkittävä. Opettajan tehtävä on tukea oppilaita opiskelun ajan. (Aksela, 2011) Tutkimuksellisuudella on neljä eri tasoa, jotka kuvaavat työn avoimuutta. Näistä neljästä tasosta ohjatuin on todentava ja siitä avoimempaan päin järjestyksessä strukturoitu, ohjattu ja avoin. (Banchi & Bell, 2008) Tämä projekti on tasoltaan strukturoitu, sillä opettaja antaa kysymyksen ja työmenetelmät opiskelijoille, mutta heidän tulee itse muodostaa vastaus.

Suunnitellut oppimiskokonaisuudet noudattavat käänteisen oppimisen (*flipped learning*) periaatteita, koska opiskelijat tutustuvat itsenäisesti aiheiden teoriaan

(Toivola ym. 2017) oppikirjan, ym. materiaalien, simulaatioiden ja kokeellisten töiden avulla ja ”kotitehtävät” voidaan sitten tehdä esimerkiksi etäopetuksessa opettajan kanssa erilaisten etäyhteyspalvelujen avulla. ”Kotitehtäviä” emme ole tässä projektityössä tarkemmin kuvanneet, mutta ne voivat olla esimerkiksi tehtyjen kokeiden ja tehtävien analysointia ja tulosten esittämistä, valmistelujen tekoa seuraavaan kokeelliseen työhön tai vaikkapa oppikirjan tehtäviä. Projektin tehtäviä voidaan myös soveltaa perinteiseen opetukseen, jossa opettaja pitää alustuksen aiheesta oppilaille etänä ja työt ja tehtävät tehdään oppitunnin aikana opettajan etävalvonnassa. Työt on myös pyritty suunnittelemaan eheyttäväksi kokonaisuuksiksi, joissa kokeellisuus tukee opeteltavien aiheiden jäsentymistä mielekkäiksi kokonaisuuksiksi opiskelijalle.



Kuva 1. GeoGebra on yksi tapa hyödyntää TVT:tä.

3. Työn kuvaus

Seuraavissa kappaleissa esiteltujen tehtäväkokonaisuuksien avulla pyrimme vastaamaan etäopetuksen tuomiin haasteisiin. Tehtävät toimivat esimerkkinä monipuolisesta tutkimuksellisuutta ja TVT:tä sisältävästä opetuksesta. Kokonaisuudessa hyödynnetään käänteisen opetuksen periaatteita, sillä tarkoituksena on, että opiskelijat opiskelevat asiat itsenäisesti tehtävien avulla. Tehtäväkokonaisuuksissa pyritään huomioimaan monipuolisesti etäopetuksen mahdollistamat opetusmuodot. Tehtäväpaketit sisältävät muun muassa kokeellista työskentelyä, videoita ja simulaatioiden sekä muiden TVT -sovellusten käyttöä. Kokeellisissa osuuksissa on huomioitu helposti kotiin hankittavat aineet ja välineet sekä työturvallisuus. Tehtäväkokonaisuudet on suunniteltu lukio-opettajien työn tueksi. Paketteja voi hyödyntää etäopetuksessa sellaisenaan tai muokata itselle sopivaksi. Kokonaisuus sisältää kaksi osiota. (Taulukko 1) Ensimmäinen osio käsittelee lukion KE 5 (reaktiot ja tasapaino) kurssin aiheita liittyen protolyysireaktioihin ja tasapainotilaan. Toinen osio jatkaa aihetta neutraloitumisreaktioihin ja titrauskäyriin. Molempien osioiden arvioitu kesto on noin yksi oppitunti riippuen opiskelijoiden osaamistasosta. Tarkat tehtävänannot löytyvät lopusta artikkelin liitteistä. (liitteet 1, 2 ja 3)

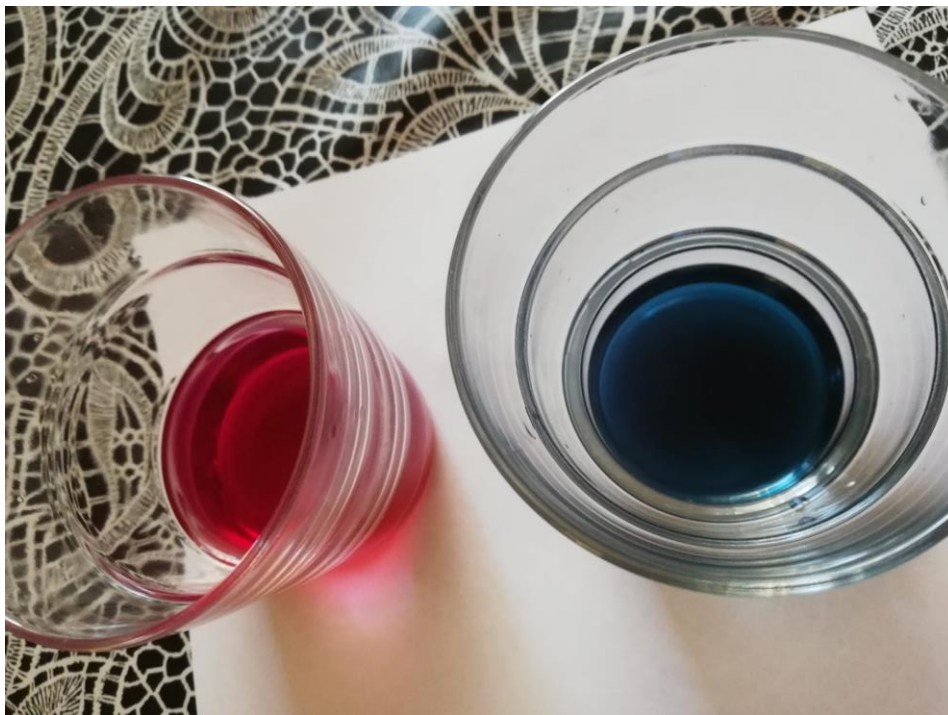
Taulukko 1. Tehtäväosioden kuvaukset

Osiot	Aihe	Sisältö	Opetusmuodot
Osiot 1	Protolyysireaktio, pH ja tasapainotila	Tehtäviä liittyen aineiden pH-arvoihin, indikaattorin toimintaan sekä heikkoihin ja vahvoihin emäksiin/happoihin	Kokeellinen työskentely, tiedonhaku, mallinnus, simulaatio
Osiot 2	Neutraloitumisreaktio ja titrauskäyrä	Tehtäviä liittyen titraukseen, pitoisuuksien laskemiseen, neutralointireaktioihin sekä titrauskäyrän piirtämiseen ja tulkintaan	Kokeellinen työskentely, GeoGebran käyttö, mallinnus, virtuaalilaboratorio

3.1 pH, protolyysireaktiot ja tasapainotila

Tässä osiossa aluksi on tarkoitus kerrata pH:n käsite peruskoulun pohjalta. Kun pH:n käsite on kerrattu, voidaan siirtyä osion toiseen tehtävään, simulaatioon. Tietysti osiota voi kukin opettaja soveltaa haluamallaan tavalla. Osio sisältää kokeellista työskentelyä niin konkreettisesti kuin simulaationkin kautta. Opiskelijat saavat siis itse kokeilla ja tutkia. Lisäksi osio sisältää TVT-taitoja tiedonhaun, simulaation ja kemiallisen mallinnusohjelmiston kautta. Lisäksi kuhunkin osioon on laadittu lisäkysymyksiä oppikirjan pohjalta.

Tarvittavat välineet ovat suunniteltu niin, että ne löytyvät jokaisen kotoa punakaalia lukuunottamatta ja ne on kuvattu tarkemmin liitteessä 1. Työ aloitetaan punakaalimehuindikaattorin valmistuksella. Opettaja voi esimerkiksi antaa indikaattoriliuoksen valmistuksen edellisellä oppitunnilla läksyksi, jolloin opiskelijoilla on riittävästi aikaa käydä ostamassa punakaali. (Huomaa, että samaa indikaattoriliuosta voi hyödyntää toisen osion kokeellisessa tehtävässä) Indikaattoriliuoksen valmistamisen jälkeen opiskelijat voivat tutkia kotoa löytyvien hyödykkeiden pH-arvoja. Koska työ saattaa olla monelle jo tuttu entuudestaan, liitteen 1. taulukkoon 1. on kirjattu vain pieni määrä hyödykkeitä. Opettaja voi halutessaan kasvattaa itse tutkittavien hyödykkeiden määrää. Kuvassa 2. on tutkittu happaman ja neutraalin hyödykkeen pH.



Kuva 2. Hapan ja lähes neutraaliliuos.

Kokeellisen osuuden päätteeksi on listattu vielä kysymyksiä, joissa tarkoitus on hyödyntää tehtyä kokeellista osuutta sekä harjoitella tiedonhakua. Lisäksi kysymysten on tarkoitus kerrata/opettaa opiskelijoille indikaattorin merkitys tutkimisessa. Tämä tehtävä on suunniteltu aiheeseen johdatteluksi ja sillä pyritään linkittämään pH:n merkitys arkipäivän elämäämme. Lisäksi sen on tarkoitus opettaa tiedonhakua ja rakennekaavan piirtämisellä saadaan yhdistettyä TVT osaksi kokonaisuutta.

Kun pH:n merkitys on palautettu mieleen kokeellisesti kodin elintarvikkeilla ja kemikaaleilla, siirrytään seuraavissa Phet-colorado-simulaatiotehtävissä (liite 2.) varsinaisiin aiheisiin, joita ovat protolyysireaktiot, vahvan- ja heikon hapon/emäksen erot, tasapainovakio sekä pH:n ja tasapainovakion yhteys.

Ensin opiskelija lukee esimerkiksi Mooli 5 kemian oppikirjasta (Turpeenoja, 2017) kappaleen 4.1. Tämän jälkeen oppilaat tutkivat Acid-Base Solutions- simulaation avulla, miten heikon hapon ja vahvan hapon liuoksissa oksoniumionikonsentraatiot eroavat toisistaan sekä miten ja miksi oksoniumioni konsentraatioiden erot vaikuttavat liuoksen pH-arvoon ja johtokykyyn. pH Scale simulaation avulla oppilas tarkastelee kodista löytyvien emästen pH-arvojen ja emäsvakioiden välistä yhteyttä ja niiden suuruusluokkaa, kun kyseessä on joko heikko tai vahva emäs. Viimeisessä tehtävässä opiskelijan on tarkoitus hakea tietoa yleisesti käytetystä kodin kemikaalista ja miettiä, onko emäksinen aineosa heikko vai vahva emäs ja mikä on vahvuuden merkitys sen käyttötarkoituksen kannalta.

3.2 Titraus ja neutraloitumisreaktiot

Titraukseen ja neutraloitumisreaktioihin liittyvät tehtäväosio (liite 3.) ja siihen liittyvä data (liite 4.) sisältää yhden konkreettisen kokeellisen tehtävän, virtuaalilaboriotehtävän sekä tehtäviä mallinnukseen ja titrauskäyrän piirtämiseen liittyen. Kokeellisessa osuudessa voidaan hyödyntää 1 osiossa valmistettua indikaattoriliuosta tai se voidaan valmistaa samalla ohjeella. Muissa tehtävissä hyödynnetään TVT:tä mallinnusohjelmiston, virtuaalilaboratorion ja GeoGebran muodossa.

Tehtävien tarkoituksena on opettaa mittausdatan hyödyntämistä, titrauksen periaatteita ja mallinnusta. Kokeellisen tehtävän tarkoituksena on havainnollistaa konkreettisesti titrauksessa tapahtuvaa värin muutosta ja happojen eroja. Yhdessä tehtävässä opiskelijat saavat harjoitella titrauskäyrän piirtämistä ja tulkintaa annetun

datan perusteella, jonka jälkeen he suorittavat titrauksen virtuaalilaboratoriossa ja piirtävät ja tulkitsevat näiden tulosten perusteella saadun titrauskäyrän. Usein titraamiseen tarvitaan vahvaa happoa tai emästä, jonka saaminen ja käsittely kotona ei välttämättä ole turvallista. Virtuaalilaboratorio on hyvä ja turvallinen tapa harjoitella titraamista työtapana kotioloissa. Viimeisessä tehtävässä kerrataan vielä neutraloitumisreaktioita mallinnuksen avulla. Tässä tehtävässä tarkoituksena on harjoitella mallinnusohjelmiston käyttöä ja konkretisoida neutraloitumisreaktion periaatteita.

Lähteet

- Aksela, M. (2011). Tutkimuksellinen opetus osaksi luonnontieteiden opetusta <https://www.luma.fi/sanomat/2011/01/12/tutkimuksellinen-opiskelu-osaksi-luonnontieteiden-opetusta/>
- Banchi, H., & Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science & Children*, 46(2), 26–29.
- Georgiou, J., Dimitropoulos, K., & Manitsaris, A. (2007). *A virtual reality laboratory for distance education in chemistry* doi:10.5281/zenodo.1082544
- Kankaanranta, M., Mikkonen, I., & Vähähyyppä, K. (2012). *Tutkittua tietoa oppimisympäristöistä : Tieto- ja viestintäteknikan käyttö opetuksessa*. Helsinki: Opetushallitus. Retrieved from <https://www.finna.fi/Record/juolukka.457442>
- Opetushallitus, (2015). Lukion opetussuunnitelman perusteet 2015. Helsinki.
- Opetushallitus, (2019). Lukion opetussuunnitelman perusteet 2019. Helsinki.
- Pandza, H., & Masic, I. (2013). Distance learning perspectives. *Acta Informatica Medica : AIM : Journal of the Society for Medical Informatics of Bosnia & Herzegovina : Casopis Drustva Za Medicinsku Informatiku BiH*, 18(4), 229. doi:10.5455/aim.2010.18.229-232
- Toivola, M., Humaloja, M. & Peura, P. (2017). *Flipped learning: Käänteinen oppiminen* (1. painos.). Helsinki: Edita.
- Turpeenoja, L., (2017). *Mooli 5 KE5 Reaktiot ja tasapaino*. Otava.

Liitteet

Liite 1: Osio 1, pH:n kertaaminen kokeellisesti ja kysymyksiä

Työn tavoitteet: Opiskelija kertoo, miten hapot ja emäkset näkyvät arkielämän ympäristössämme. Opiskelija lisäksi tutustuu indikaattorin käyttöön ja merkitykseen tutkimisessa. Opiskelija osaa valita sopivan indikaattorin käytettävään tarkoitukseen.

Vinkki! Opettaja voi antaa punakaali-indikaattorin valmistuksen edellisellä tunnilla läksyksi! Näin päästään oppitunnilla heti tutkimaan.

Välineet: pieni punakaali, vettä, veitsi, leikkuulauta, 2 kulhoa, kattila tai vedenkeitin, siivilä

Luen ensin punakaalimehun valmistusohje huolellisesti läpi. **Pohdi** tämän jälkeen, mitä turvallisuusnäkökohtia sinun pitää mehun valmistuksessa ottaa huomioon.

Vastaus: veitsen käsittely, kuuman veden käsittely (roiskuminen), värjäytyminen (punakaali värjää tehokkaasti)

Ohje punakaalimehun valmistukseen

1. Halkaise punakaali varovasti ja poista valkoinen kanta.
2. Pilko $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{4}$ punakaalia pieneksi silpuksi.
3. Kiehauta 1 litra vettä esimerkiksi vedenkeitimessä tai kattilassa.
4. Siirrä silppuamasi punakaali kulhoon ja kaada kiehattamasi vesi kulhoon.
5. Sekoita rauhallisesti ja anna punakaalin olla vedessä noin 5-7 minuuttia.
6. Siivilöi vesi punakaalista erilleen.
7. Anne värjäytyneen veden jäähtyä huoneen lämpötilaan. Jäähtymistä voit tehostaa viemällä veden viileään, kuten esimerkiksi ulos tai laittamalla jääkaappiin.
8. Sinulla on valmis indikaattoriliuos.

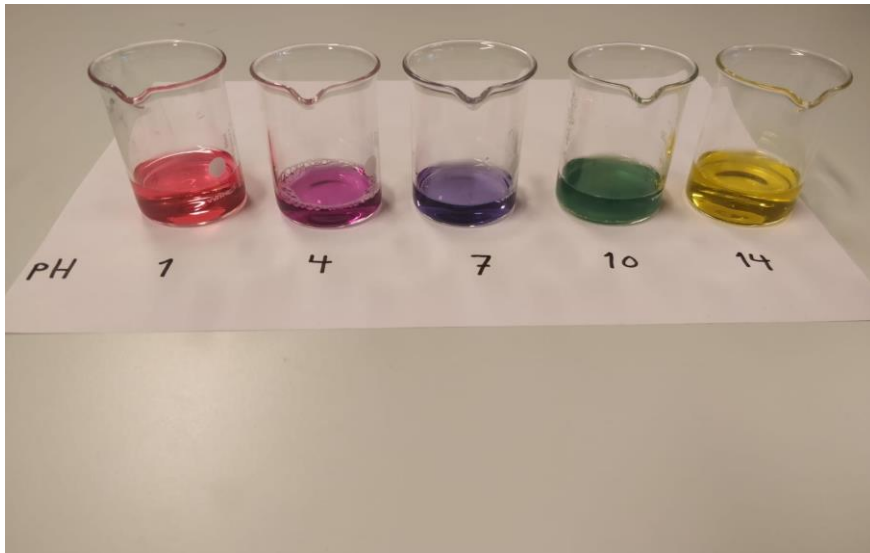


Valmistetun indikaattoriliuoksen jälkeen, tutkia kotoa löytyviä päivittäistavaroiden pH:ita.

Välineet: valmistettu indikaattoriliuos, lasi/muki/vastaava, erilaisia hyödykkeitä

Tee ensin hypoteesi, mikä on taulukossa (1.) olevien hyödykkeiden pH ja kirjaa hypoteesisi ylös. Tutki tämän jälkeen taulukon (1.) mukaisia kodistasi löytyvien hyödykkeiden pH-arvoja. Tutkittavaa hyödykettä tarvitsee laittaa lasin pohjalle 2-3 senttimetrin kerros. Indikaattoriliuosta tarvitset noin puoli desilitraa per mitta. Muista sekoittaa indikaattori hyvin tutkittavaan näytteeseen.

pH:t voit päätellä oheisen kuvan avulla.



Taulukko 1. Tutkittujen hyödykkeiden pH:t

Hyödyke	Hypoteesi pH:sta	Väri	Päätelty pH
Vesi			
Etikka			
Sooda			
Sitrushedelmä			
Tiskiaine			

Kysymyksiä:

Mitä opit tästä työstä? Oliko jokin tuloksista yllättävä?

Mitä pH aiheuttaa hyödykkeen tavallisessa käyttöympäristössä?

Vastaus: Veden pH on neutraali, joten se ei ole ihmiselle vaarallinen (kohtuikäytössä). Etikka ja sitrushedelmät ovat happamia ja näin ollen voivat aiheuttaa suussa hampaiden kulumista, eli hampaan pinta voi liueta kemiallisten happojen vaikutuksesta (https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=trv00015). Puolestaan tiskiaine on emäksistä, jolloin se irrottaa likaa paremmin. Sooda on hiilihapon natriumsuola (natriumkarbonaatti), jolloin sekoittaessa soodaa happoja sisältävään ruokaan, se vapauttaa hiilidioksidikaasua, joka esimerkiksi nostattaa taikinaa.

Miten elimistö esimerkiksi reagoi happamaan tai emäksiseen ympäristöön? Tähän voit etsiä tietoa netistä.

Vastaus: Happamuuden/emäksisyyden määrää yhdisteen vetyionikonsentraatio. Terveelle ihmisellä happamat, emäksiset tai neutraali ravinto ei ole vaaraksi, sillä ihmisen munuaiset säätelevät vetyionikonsentraatiota. Jos pitoisuus on liian korkea, munuaiset erittävät liialliset vetyionit pois elimistöstä ja puolestaan pitoisuuden ollessa liian alhainen munuaiset vähentävät vetyionien erittymistä. (https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00655)

Työn teoriaa:

Mikä saa aikaiseksi punakaalin violetin värin ja näin ollen myös liuoksesi violetin värin? Piirrä lisäksi MarvinSketch-ohjelmistolla sen perusrakenne.

Vastaus: antosyaanit (Mooli 5 s.117)

Missä muissa kasveissa on kyseistä yhdistettä?

Vastaus: esimerkiksi mustikka, vaahtera

Mitä työmenetelmää käytit, kun siirsit punakaalin värin liuokseen?

Vastaus: uuttoa

Mitä indikaattorin valinnassa täytyy ottaa huomioon?

Vastaus: Indikaattorin värinvaihtoalueen tulee olla tutkittavalla pH-alueella.

Anna esimerkki, mitä indikaattoria voisi käyttää seuraavilla pH-alueilla. Voit hyödyntää esimerkiksi MAOL-taulukoita.

a.2,0 tymolisininen

b.4,5 bromikresolivihreä tai metyyliipunainen

c.9,5 fenoliftaleiini tai tymoliftaleiini

Liite 2: Osio 1, simulaatio ja kysymyksiä simulaatiosta

Seuraavissa tehtävissä tutkitaan oppikirjan (esim. Mooli 5, kpl 4.1) ja simulaatioiden avulla protolyysireaktioita ja homogeenistä tasapainotilaa. Lue ensin oppikirjan kappale huolellisesti läpi.

a) Mene seuraavalle sivustolle, josta valitse simulaatio Acid-Base Solutions:
<https://phet.colorado.edu/en/simulations/category/chemistry>

b) Simulaatiossa on neljä erilaista happo-emäs reaktiota. Mitkä näistä ovat protolyysireaktioita?

Kaikki reaktiot ovat protolyysireaktioita.

c) Tutki simulaation avulla miten heikon hapon ja vahvan hapon reaktiot eroavat toisistaan. Anna ainakin kolme esimerkkiä.

1. Simulaatiosta nähdään, että vahvassa hapossa on paljon enemmän oksoniumioneita kuin heikossa hapossa.
2. Simulaatiosta nähdään, että heikon hapon pH on suurempi kuin vahvan hapon.
3. Simulaatiosta nähdään, että liuoksen johtokyky on suurempi vahvalla hapolla kuin heikolla hapolla. Tämä johtuu siitä, että vahvassa hapossa on paljon enemmän sähköä johtavia oksoniumioneita kuin heikossa hapossa.

d) Avaa pH Scale simulaatio ja valitse sieltä micro valikko.

1. Mikä on käsisäippuan pH ja emäsvakio?

Käsisäippuan pH on 10 ja $K_b=1.0 \cdot 10^{-4}$

2. Mikä on viemärin avaajan pH ja emäsvakio?

Viemärin avaajan pH on 13 ja $K_b=1.0 \cdot 10^{-1}$

3. Kumpi kemikaaleista sisältää heikkoa emästä? Miksi viemärin avaajan K_b arvo on korkeampi kuin käsisäippuan? Mitä emästä esim. Kodin putkimiehestä löytyy? Etsi tietoa internetistä.

Käsisäippua on heikko emäs, koska sen K_b -arvo vastaa heikon emäksen K_b -arvoa. Viemärin avaajassa on puolestaan vahvaa emästä ja koska se protolysoituu enemmän on sen K_b -arvo suurempi. Viemärin avaajan tarkoituksena on poistaa tukos viemäriputkesta syövyttämällä orgaaninen jäte pois putkesta, siksi siinä käytetään vahvaa emästä. Kodin putkimieheessä on natriumhydoksidia, joka on vahva emäs.

Liite 3: Osio 2, Titraus ja neutraloitumisreaktiot tehtäviä

Kertaa neutraloitumisreaktioita ja titrauskäyriä seuraavien tehtävien avulla. Tehtävien yhteydessä pääset harjoittelemaan myös Geogebra ja MarvinSketchin käyttöä.

- a. Harjoittele titrauskäyrän piirtämistä ja pitoisuuden selvittämistä. 25 ml etikkaa on titrattu 0,1 M NaOH-liuoksella. Titrauksesta on saatu liitteenä oleva mittausdata (Liite 4). Piirrä Geogebralla datan perusteella titrauskäyrä ja selvitä sen avulla titrauksessa käytetyn etikkahapon pitoisuus. Voit katsoa apua käyrän piirtämiseen seuraavasta videosta: <https://www.youtube.com/watch?v=NP25PYIJGE>

- b. Selvitä NaOH:in tarkka konsentraatio virtuaalilaboratoriotitrauksessa sivustolla <http://chemcollective.org/vlab> tekemällä osio Standardization of NaOH with KHP solution.

- c. Kokeile "kotititrausta". Selvitä titrauksen avulla seuraavien aineiden happamuus järjestys: sitruunamehu, etikka ja hunaja.
Tarvitset työhön pipetin, punakaalimehua, hunajaa, ruokasoodaa, etikkaa ja sitruunamehua.
 1. Tee/hyödynnä 1. osion punakaaliliuosta indikaattorina.
 2. Tee emäksinen liuos sekoittamalla puoli teelusikallista ruokasoodaa 30 ml:aan lämmintä vettä.
 3. Mittaa kolmeen kirkkaaseen pieneen astiaan 1 teelusikallinen tutkittavaa liuosta (sitruunamehu, etikka, hunaja) ja lisää joukkoon 10 pisaraa punakaalimehua ja sekoita liuoksia.
 4. Pipetoi yksi kerrallaan jokaiseen liuokseen ruokasoodaliuosta pisara kerrallaan kunnes liuos vaihtaa pysyvästi väriä. Laske pisarat.
 5. Kuinka monta pisaraa mihinkin liuokseen tarvittiin ruokasoodaliuosta, jotta liuos vaihtoi väriä? Mikä on aineiden happamuus järjestys tämän perusteella?

- d. Selvitä ja piirrä seuraavat edellisten tehtävien aineiden väliset reaktioyhtälöt. Piirrä reaktioyhtälöt MarvinSketchillä.
 1. Etikkahappo + NaOH
 2. Etikkahappo + ruokasooda
 3. Sitruunahappo + ruokasooda

Liite 4: Mittausdata osion 2 tehtävään a.

V/ml	pH
0	3,48
1	3,79
2	3,97
3	4,15
4	4,29
5	4,37
6	4,42
7	4,54
8	4,62
9	4,73
10	4,81
11	4,87
12	4,93
13	5,02
14	5,09
15	5,16

16	5,24
17	5,33
18	5,46
19	5,56
20	5,70
21	5,85
22	6,09
23	6,42
24	7,26
25	8,87
26	9,52
27	9,88
28	10,10
29	10,37
30	10,60

31	10,92
32	11,20
33	11,42
34	11,57
35	11,70
36	11,79
37	11,84
38	11,91
39	11,95
40	12,00