

Opinnäytetyö (AMK)

Bio- ja kemiantekniikka

2024

Maria Saarinen

Kemian oppimateriaali yläkoulun laboratorioharjoitteluun



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Bio- ja kemiantekniikka

2024 | 36 + 29 sivua

Maria Saarinen

Kemian oppimateriaali yläkoulun laboratorioharjoitteluun

Työn tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa ohjeita yläkoulun 9. luokan kemian laboriokurssille. Opinnäytetyön muotona on portfolio ja sen toimeksiantajana toimii Salossa sijaitseva Hermannin koulu. Toimeksiantajalla alkaa kemian ja fysiikan vapaavalintainen laboriokurssi. Portfoliossa suunnitellaan ohjeet kurssille.

Opinnäytetyön teemaan sisältyy pedagogista näkökulmaa ilmiöoppimisen kautta. Kestävä kehitys yhdistettiin laboriotoihin Agenda 2030 -tavoitteiden avulla. Lisäksi esitetään kemikaalien käsittelyyn ja varastointiin liittyvää turvallisuutta ja miten se otetaan toimeksiantajan tiloissa huomioon.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi yhdeksän eri kemian osa-alueisiin liittyvää yläkoululaisille suunnattua laboriotyöohjetta. Opinnäytetyössä esitellään kolme laboriotyötä, joiden ohjeet sisältävät teoriaa, työn suorituksen sekä reaktioyhtälöitä ja kuvia töistä.

Asiasanat:

kemia, kestävä kehitys, laboratorio, yläkoulun laboriolarjoittelu

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Biotechnology and Chemical Engineering

2024 | 36 + 29 pages

Maria Saarinen

Chemistry course material for upper comprehensive school laboratory practice

The objective of the thesis was to plan and implement instructions for an upper comprehensive school grade 9 chemistry laboratory course. The thesis was conducted as a portfolio. The commissioner was Hermanni school in Salo. The school is starting an optional chemistry and physics laboratory course in 2024. The instructions for the course were created and provided in the portfolio.

The desired end result of the thesis was approached from a pedagogical perspective through phenomena learning. Sustainable development was embedded into the laboratory practice with the help of Agenda 2030 objectives. In addition, the thesis covers the safety of handling and storage of chemicals and how it is taken into consideration in the school.

As the result of the thesis, nine laboratory instructions related to different areas of chemistry were created. The portfolio thesis explains three laboratory exercises, the instructions for which include theory, description of work procedure, reaction equations, and pictures of the experiments.

Keywords:

chemistry, sustainable development, laboratory, upper comprehensive school laboratory practice

Sisältö

Käytetyt lyhenteet tai sanasto	7
1 Johdanto	8
2 Pedagogiikka kemian opetuksessa	9
3 Kestävän kehityksen periaatteet	10
3.1 Kestävän kehityksen teema osana opinnäytetyötä	11
3.2 Opinnäytetyössä hyödynnettäviä tavoitteita	12
4 Työturvallisuus	13
4.1 Kemikaalilaki	13
4.2 Käyttöturvallisuustiedote	13
4.3 Kemikaalien varastointi ja käsittely	14
4.4 Laboratorion merkinnät	16
4.5 Kemikaalimerkinnät	16
4.6 Suojavaatetus	17
4.7 Jätteiden käsittely	18
5 Suunnittelutyö	21
5.1 Suunnitellut laboratoriotyöt	22
5.2 Ohjeiden sisältö	24
6 Laboratoriotöiden esittely	25
6.1 Biopolttoaine	25
6.2 Kupariaspirinaatti	27
6.3 Metallin pinnoittaminen elektrolyyttisesti	32
7 Lopuksi	36
Lähteet	37

Liitteet

Liite 1. Biomuovia tärkkelyksestä

Liite 2. Erilaiset reaktiot

Liite 3. Jätevedenpuhdistus

Liite 4. Saippua

Liite 5. Salmiakki

Liite 6. Värien erotus kasveista

Kuvat

Kuva 1. Kestävän kehityksen tavoitteet vuoteen 2030 mennessä (Kestäväkehitys.fi 2023).	11
Kuva 2. Kemikaalien varoitusmerkit (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2023).	17
Kuva 3. Triglyseridin ja etanolin välinen vaihtoesteröinti-reaktio, jossa katalyyttinä on kaliumhydroksidi.	26
Kuva 4. Biopolttoaineen valmistuksen aikana tapahtuva glyserolin ja valmiin polttoaineen erottuminen.	27
Kuva 5. Salisyylihapon ja etikkahapon anhydridin reaktio muodostaen aspiriinia ja etikkahappoa.	28
Kuva 6. Aspiriinin ja kaliumkarbonaatin välinen reaktio, jossa muodostuu kaliumsuola, hiilidioksidia ja vettä. Kuvassa hiilidioksidin pystyy havaitsemaan kuplina.	29
Kuva 7. Kidevedellisen kuparisulfaatin ja kaliumsuolan reaktio muodostaen kupariaspirinaattia eli dikuparitetra-asetyyli-salisylaattia.	30
Kuva 8. Kupariaspirinaattia	30
Kuva 9. Elektrolyyttinen reaktio, jossa elektrolyyttinä on sinkkisulfaatti, katodina kupari ja anodina sinkkielektrodi.	33
Kuva 10. Työssä käytettävä elektrolyysikenno.	34
Kuva 11. Kuparilevy, johon on muodostunut sinkkipinta elektrolyytisesti.	34

Taulukot

Taulukko 1. Yhteensopimattomat kemikaalit ja niiden väliset reaktiot. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2021). Taulukko koostettu lähteessä ilmoitetuista kemikaaleista ja muokattu yksinkertaisempaan muotoon. 15

Taulukko 2. Jäteastioiden luokittelu (Aalto yliopisto; Fortum). Taulukkoon poimittu lähteestä esitetyistä luokituksesta ne, jotka ovat käytössä Hermannin koulussa. 19

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

CLP-asetus	Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures. Asetus aineiden ja seosten luokituksesta, pakkaamisesta ja merkinnöistä. (European chemicals agency 2023.)
REACH-asetus	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals. Asetus kemikaalien rekisteröinnistä, arvioinnista, lupamenettelyistä ja rajoituksista. (European chemicals agency 2023.)

1 Johdanto

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella kemian laboratorioskursseille työohjeita Salossa sijaitsevalle Hermannin yläkoululle. Opinnäytetyön muodoksi valittiin portfolio.

Opinnäytetyössä esitetään teemaa, jossa käsitellään ilmiöoppimista kemian opetuksessa sekä kestävästä kehityksestä. Teeman esittelyssä kerrotaan myös laboratoriotyöskentelyn työturvallisuudesta ja syntyneiden jätteiden käsittelystä.

Laboratoriotöiden suunnittelussa otettiin huomioon kestävä kehitys ja YK:n Agenda 2030 -tavoitteet. Tavoitteista poimittiin kolme, joiden inspiroimana valittiin työt, jotka liitettiin kestävästä kehityksestä teemaan. Tavoitteet ovat: puhdas vesi ja sanitaatio, ilmastotoimet ja vastuullinen kuluttaminen.

Suunnittelussa huomioitiin myös pedagogiikka ja millainen rooli oppilailla on kurssilla. Työt tehdään pareittain ja oppilaat saavat itse tehdä havaintoja ja päätelmiä. Ilmiöoppiminen kemian opetuksessa antaa oppilaille vastuun oppimisesta ja omasta mielenkiinnosta erilaisiin aiheisiin.

Opinnäytetyössä suunnitelluissa työohjeissa esitetään työn teoriaa, kerrotaan käytettävät tarvikkeet ja reagenssit sekä ohjeistetaan turvalliseen työskentelyyn. Näiden lisäksi ohjeissa on työn suoritus sekä välikysymyksiä, joilla rohkaistaan oppilasta soveltamaan teoriaosiossa opittuja asioita.

Laboratoriotöiden esittely -osiossa taustoitetaan kolmen eri työn tarkoitus, teoria ja työn suoritus. Muiden töiden ohjeet ovat opinnäytetyön liitteenä. Lopuksi osiossa on loppupäätelmiä työn etenemisestä, suorituksesta sekä kehitysideoita tuleviin laboratorioskursseihin.

2 Pedagogiikka kemian opetuksessa

Yläkoulun kemian opetuksessa esitellään luonnontieteellistä ajattelutapaa sekä halutaan opettaa kemian merkityksestä yhteiskunnassa ja luonnossa. Oppilaille annetaan mahdollisuuksia kehittää osaamistaan kemian eri osa-aleilla ja oppia sen merkityksestä eri ammateissa. Perusopetuksen luokilla 7–9 pyritään osallistamaan oppilaita erilaisissa tutkimuksissa ja projekteissa. (E-perusteet 2014.)

Hermannin yläkoulun vapaavalintaisen kemian laboratorioskursilla pääajatuksena on toiminnallisuus, jotta oppilaat saavat mahdollisimman mielenkiintoisen kuvan aiheesta ja pystyvät oppimaan tekemisen avulla aikaisemmin teoriassa opittuja taitoja. Pedagogisesti kyseessä on ilmiöoppiminen. Ilmiöoppiminen tarkoittaa toimintaan liittyvää opetustapaa. Siinä opetus on oppilaslähtöistä ja oppimiskokonaisuuksiksi valitaan oppilaita kiinnostavia aiheita. Kemian opinnoissa ilmiöoppimista käytetään havainnoimalla aineiden ominaisuuksia, rakenteita ja niissä tapahtuvia muutoksia. (Opetushallitus 2024.)

Kurssilla halutaan antaa oppilaiden tehdä itse päätelmiä ja tutkia kemiallisia reaktioita sekä niiden vaikutusta valmistettujen aineiden ja materiaalien ominaisuuksiin. Kurssin työhjeisiin tulee kysymyksiä, jotka hyödyntävät tätä ajattelutapaa.

Laboratoriotyöt on suunniteltu siten, että oppilaat saisivat mahdollisimman laajan kuvan kemian eri osa-alueista. Osa töistä on lukiotasoisia, jotta oppilaat saisivat haastetta ja innokkuutta jatko-opintoja varten.

3 Kestävän kehityksen periaatteet

Kestävä kehitys tarkoittaa lyhyesti tulevaisuuden turvaamista nykyisille ja tuleville sukupolville. Aiheeseen kuuluu aihealueita, kuten ekologinen, taloudellinen ja sosiaalinen ja kulttuurillinen kestävyys.

Ekologiseen kestävyysalueeseen kuuluu luonnon ekosysteemin ja biodiversiteetin toiminnan säilyttäminen sekä ihmisen toiminnan sovittaminen luonnon kestävyysalueeseen pitkällä aikavälillä. Ekologisessa kestävyysalueessä otetaan huomioon myös haittojen ennaltaehkäisy niiden syntyalueilla. (Ympäristöministeriö 2023.)

Taloudellisella kestävyysalueella tarkoitetaan talouden tasaista kasvua, joka ei perustu velkaantumiseen ja yli varojen elämiseen pitkällä aikavälillä. Talous, joka on kestävä pohjalla, pystyy ottamaan vastaan maailman haasteita, kuten kasvavan ja ikääntyvän väestön. (Ympäristöministeriö 2023.)

Sosiaaliseen ja kulttuurilliseen kestävyysalueeseen vaikutetaan vähentämällä eriarvoisuutta koulutuksen ja sukupuolten välillä sekä hillitsemällä väestönkasvua ja köyhyyttä niiden ongelma-alueilla. Sosiaalisen kestävyysalueen perustana on taloudellinen kestävyys ja sillä on samalla suora vaikutus taloudelliseen ja ekologiseen kestävyysalueeseen. Kulttuurillisella kestävyysalueella pyritään pitämään alueiden omat perinteet ja tavat modernisoituvassa ja yhteen sulautuvassa maailmassa. (Ympäristöministeriö 2023.)



Kuva 1. Kestävän kehityksen tavoitteet vuoteen 2030 mennessä (Kestäväkehitys.fi 2023).

Kestävän kehityksen ohjaaminen oikeaan suuntaan on Yhdistyneet kansakunnat (YK) kehittäneet vuonna 2015 maailmanlaajuisen toimintaohjelman: Agenda 2030. Se sisältää 17 tavoitetta, jotka jäsenmaiden tulisi yhdessä saavuttaa vuoteen 2030 mennessä (Kuva 1). Tavoitteet liittyvät ympäristöön, ihmisiin, talouteen ja rauhan säilyttämiseen. (United Nations 2015.)

3.1 Kestävän kehityksen teema osana opinnäytetyötä

Salon kaupungilla on lukuvuonna 2023–2024 kestävän kehityksen teema, joka velvoittaa yrityksiä ja julkisen sektorin toimijat pohtimaan omia toimintatapoja ja kehittämään niitä kestävimiksi. Hermannin koulussa teema on otettu huomioon osallistamalla oppilaita ja opettajia järjestämällä teemapäiviä ja kyselyiden avulla. Koulussa on otettu käyttöön toimia, joissa luonnonvaroja käytetään säästämällä ja kierrätetään tarpeettomat tarvikkeet. Koulussa kannustetaan kestäviin ruokavalintoihin ja seurataan ruokahävikin määrää sekä suositaan julkista liikennettä ja hyötyliikuntaa. (Salon kaupunki 2020; Hermannin koulu 2023.)

Kulttuurista ja sosiaalista kestävyttä pyritään parantamaan tutustumalla eri kulttuureihin ja niiden toimintatapoihin sekä kansainväliseen taiteeseen, tieteeseen ja tekniikkaan. Hermannin koulussa otetaan huomioon oppilaiden ja henkilökunnan hyvinvointi, oppimiseen liittyvät tukitoimet ja toimitaan aktiivisesti kiusaamista vastaan. (Hermannin koulu 2023.)

3.2 Opinnäytetyössä hyödynnettäviä tavoitteita

Opinnäytetyöhön haluttiin ottaa huomioon kestävä kehitys. YK:n Agenda 2030 sisältää tavoitteita puhtas vesi ja sanitaatio, vedenalainen elämä ja ilmastotekoja (Kuva 1), joiden inspiroimana tuotettiin jätevedenpuhdistustyö. Biomuovin ja biopoltoaineen valmistus saivat inspiraation tavoitteista vastuullinen kuluttaminen, ilmastotekoja, maanpäällinen elämä ja kestävä teollisuus, infrastruktuuri ja innovaatiot.

4 Työturvallisuus

Työturvallisuus on tärkeä osa laboratoriotöitä. Tässä kappaleessa kerrotaan kemikaalien turvallisesta käytöstä ja varastoinnista, suojavaatetuksesta sekä kemikaalijätteen hävittämisestä.

4.1 Kemikaalilaki

Kemikaalilaissa määritetään EU-tasolla periaatteet turvalliseen kemikaalikäsittelyyn sekä EU:n markkinoille tulevien kemikaalien vaatimukset. Toiminnassa tulee olla tietoa kemikaalien ympäristö- ja terveysvaikutuksista ja ottaa huomioon kemikaalin vaarallisuus sekä noudattaa riittävää varovaisuutta.

Suomessa ja Euroopassa on kemikaaliturvallisuutta ohjaavia säädöksiä: Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals eli REACH-asetus ja Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures eli CLP-asetus. REACH on asetus kemikaalien rekisteröinnistä, arvioinnista, lupamenettelyistä ja rajoituksista, jonka tarkoituksena on rekisteröidä kaikki Euroopan alueelle tuotavat tai alueella valmistettavat aineet, joita on 1000 kg tai enemmän. Kemikaalien valmistajien ja maahantuojien pitää rekisteröinnin edellytyksenä toimittaa tiedot aineiden vaarallisuudesta, käyttötavoista ja turvallisesta käytöstä. CLP-asetuksessa säädetään kriteerit, joiden perusteella aine tai seos luokitellaan vaaralliseksi. Asetuksessa kerrotaan miten vaaralliseksi luokitellut aineet kuuluu pakata ja merkitä. Aineiden turvallinen käyttö varmistetaan pakkauksissa olevien varoitusmerkkien ja käyttöturvallisuuustiedotteiden avulla. (European chemicals agency 2023.)

4.2 Käyttöturvallisuuustiedote

Kemikaalien toimittajan vastuulla on luovuttaa asiakkaalleen käyttöturvallisuuustiedote, jossa käydään läpi kemikaalin turvallinen käsittely,

vaarat, varastointi ja jätteiden hävittäminen. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2023.)

Käyttöturvallisuustiedotteen saamisen jälkeen vastaanottajan pitää laatia toimenpiteet kemikaalin turvalliseen käyttöön. Niiden avulla hallitaan käytön riskejä. Käyttöturvallisuustiedotteen liitteenä on altistumisskenaario, kun aine on luokiteltu vaaralliseksi. Tällöin vastaanottajan pitää selvittää sisältykö käyttöolosuhteet altistumisskenaarioihin ja ryhtyä toimenpiteisiin, jos ne eivät sisälly. Toimenpiteisiin kuuluu kemikaaliturvallisuusraportin laatiminen omalle käytölle, kemikaalin korvaaminen toisella aineella tai käytön olosuhteiden muuttaminen vastaamaan altistumisskenaarioita vastaaviin olosuhteisiin. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2023.)

4.3 Kemikaalien varastointi ja käsittely

Kemikaalit säilytetään lukitussa tilassa tai kaapissa, jotta asiattomat henkilöt eivät pääse niihin käsiksi. Lisäksi kemikaalit säilytetään niin etteivät ne pääse reagoimaan keskenään. Kemikaalit luokitellaan yhteensopimattomiksi, jos ne reagoivat keskenään muodostaen lämpöä tai myrkyllisiä kaasuja. Lista yhteensopimattomista kemikaaleista on esitetty taulukossa 1. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2021.)

Taulukko 1. Yhteensopimattomat kemikaalit ja niiden väliset reaktiot. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2021). Taulukko koostettu lähteessä ilmoitetuista kemikaaleista ja muokattu yksinkertaisempaan muotoon.

Kemikaalit	Reaktio
Happo ja emäs	Lämpöä tuottava reaktio
Väkevät alkalihydroksidit + metalli	Vetykaasua tuottava
Metallit + happo	Vetykaasua tuottava
Natriumkloraaatti + väkevä happo	Klooridioksidia tuottava
Natriumkloraaatti + orgaaninen/hapettava aine	Palava tai räjähtävä reaktio
Nitridi/sulfidi + happo	Tuottaa myrkyllisiä ja palavia vetyyhdisteitä
Orgaaniset peroksidit + happo/emäs	Palamisreaktio
Hypokloriitti + happo	Hypokloriitti hajoaa huoneenlämmössä hapon vaikutuksesta vapauttaen klooria, kloorimonoksidia ja happea

Palavat nesteet ja kaasut on pidettävä erillään muista kemikaaleista. Peroksidit, väkevät hapot ja hapettavat kemikaalit on pidettävä erillään palavista nesteistä ja kaasuista, sillä ne aiheuttavat erityisen vaaran tulipalon sattuessa. Kemikaalien varasto- ja käsittelytilojen ilmanvaihto tulee olla erillinen. Esimerkiksi vetokaapin ilmanvaihto tulee olla erillinen muiden tilojen ilmanvaihtoon nähden, jotta kaasut ja pölyt eivät pääse leviämään tilojen välillä ja käsittelytilojen ulkopuolelle. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2021.)

Hermannin koulussa kemikaalit säilytetään metallisissa kaapeissa, joihin kemikaalit on lajiteltu hyllyille. Yhteensopimattomat kemikaalit (Taulukko 1.) pidetään erillään toisistaan. Vetokaapin ilmanvaihto on erillinen muun laboratorioluokan ilmanvaihtoon nähden ja siitä lähtee ilmanvaihtoputki suoraan ulos.

4.4 Laboratorion merkinnät

Laboratoriossa onnettomuustilanteisiin liittyvät merkinnät, kuten hätäsuihku, poistumistiet ja sammutuslaitteisto pitää olla merkittynä selkeästi ja poistumisteiden tulee olla valaistuja. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2021.) Merkintöjen tarkoituksena on ilmoittaa mahdollisista vaaroista ja riskeistä heti tilaan tultaessa. Hermannin koulussa turvallisuuteen liittyvät merkinnät ovat näkyvillä luokkien seinillä.

4.5 Kemikaalimerkinnät

Kemikaalien varastointipaikat ja kemikaalit merkitään CLP-asetuksen määrittämällä tavalla kemikaalin nimellä ja vaaramerkein (Kuva 2). Aine voi olla esimerkiksi ympäristölle vaarallinen, myrkyllinen tai sillä on vakavia terveysvaikutuksia joutuessaan elimistöön. (Hänninen ym. 2018, 345.)



Kuva 2. Kemikaalien varoitusmerkit (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2023).

Kemikaalin etiketissä pitää kertoa valmisteen kaupan nimi, luokituksen aiheuttaneiden vaarallisten aineiden nimet, varoitusmerkit, huomiot varoitusmerkeistä, yleiseen kulutukseen tarkoitettujen pakkausten määrätiedot sekä kemikaalin toimittajan yhteystiedot (Hänninen ym. 2018, 346). Hermannin koulussa käytettävät kemikaalit ovat omissa alkuperäisissä pakkauksissaan, joissa on esitetty edellä mainitut merkinnät.

4.6 Suojavaatetus

Suojavaatetus on tärkeä osa laboratorioturvallisuutta ja oikein käytettynä se suojaa kemikaaleilta. Hyvään laboratoriosuojavaatetukseen kuuluu suojalasit, -takki sekä -käsineet. Oppilaiden turvallisuuden takaamiseksi Hermannin koulussa on saatavilla suojatakkeja ja -laseja sekä vinyylistä valmistettuja suojahanskoja.

Suojatakki suojaa käyttäjän kehoa ja ihoa kemikaaleilta. Se valitaan työtehtävien mukaan ja se voi olla kaasu-, pöly-, roiske- tai nestetiivis. Kemikaalien altistumisvaaran takia suojatakit tulisi pestä ja huoltaa säännöllisesti. (Työterveyslaitos 2023.)

Suojakäsineet estävät kemiakaalien pääsyn iholle sekä suojaavat tuotetta kontaminaatiolta. Useat kemikaalit imeytyvät käsineen rakenteeseen diffuusion vaikutuksesta, mikä haurastuttaa käsinemateriaalia ja altistaa ihon kemikaaleille. Käsineiden valinnassa tulee huomioida kemiakaalien läpäisykyky, eri kemikaaleille suositeltu käsinemateriaali sekä kemikaalin haitallisuus. Suojakäsineitä tulee käyttää aina kun käsittelee haitallisia kemikaaleja ja ne tulee vaihtaa uusiin, jos ne ovat rikki tai likaiset. Mekaaninen rasitus, säteily, lämpötila sekä kemikaalit haurastuttavat käsinemateriaalia. (Työterveyslaitos 2023.)

4.7 Jätteiden käsittely

Laboratoriotöistä syntyvä jäte tulee kerätä niille merkattuihin astioihin ongelmajätteenä. Jätteiden hävittämisen ohjeistus esitetään käyttöturvallisuustiedotteessa. Jäteastioiden luokittelu ja niihin tuleva jäte on esitetty taulukossa 2. Jätteet luokitellaan niiden ominaisuuksien mukaan happoihin, emäksiin, orgaanisiin ja epäorgaanisiin jätteisiin, hapettaviin, palaviin ja raskasmetalleihin.

Taulukko 2. Jäteastioiden luokittelu (Aalto yliopisto; Fortum). Taulukkoon poimittu lähteestä esitetyistä luokituksista ne, jotka ovat käytössä Hermannin koulussa.

Kemikaalityppi	Kuvaus
Happo	Kemikaalit, joiden pH ≤ 6
Emäs	Kemikaalit, joiden pH ≥ 8
Orgaaninen jäte	Hiilivedyt, aldehydit, eetterit, esterit, alkoholit ja ketonit Kiinteä jäte kerätään omaan astiaan
Epäorgaaninen jäte	Kiinteät ja nestemäiset ei-reagoivat jätteet
Hapettavat aineet	Vapauttavat lämpöä reagoidessaan palavien nesteiden kanssa
Raskasmetallit	Raskasmetallit, kuten elohopea tulee kerätä omaan astiaan

Viemäriin saa kaataa vaarattomia vesiliukoisia aineita sekä vesiliuoksia, joiden pH-arvo on 6–11. Näihin kuuluu laimeita happo- ja emäsluoksia, neutraloituja väkeviä happo- ja emäsluoksia, suolaliuoksia ja laimennettu etanoli. Viemäriin kaadettavat aineet huuhdellaan aina runsaalla määrällä vettä. Viemäriin ei saa kaataa öljyjä, myrkyllisiä, tukkivia, syövyttäviä tai kaasuuntuvia aineita eikä veteen liukenemattomia liuottimia tai sen kanssa kiivaasti reagoivia aineita. (Karttunen ym. 2011, 47–48.)

Hermannin koulussa kemikaaleista syntyneet jätteet kerätään ongelmajätteeksi säilöpulloihin. Säilöpullot on jaoteltu kemikaalien ominaisuuksien mukaan happoihin, emäksiin, raskasmetalleihin, liuottimiin, hapettaviin aineisiin ja palaviin nesteisiin. Lisäksi estereille on erillinen jättepullo. Koulun

kemikaalijätteet toimitetaan jätteenkeräyslaitokselle, joka hävittää kemikaalit asianmukaisesti.

5 Suunnittelutyö

Kestävä kehitys valittiin osaksi opinnäytetyön teemaa ensisijaisesti siksi, koska se on Salon kaupungin vuoden teema. Tämän lisäksi se valittiin, koska aihe on ajankohtainen.

Kestävään kehitykseen liittyviä töitä mietittäessä hyödynnettiin luvussa kolme esitettyjä Agenda 2030 -tavoitteita (Kuva 1). Yksi tavoitteista, joka otettiin huomioon ideoinnissa, on puhdas vesi ja sanitaatio (Tavoite 6), jossa tavoitellaan veden laadun parantamista ehkäisemällä vaarallisten kemikaalien ja jäteveden pääsyä vesistöihin. Toisena tavoitteena otettiin huomioon vastuullisen kuluttamisen tavoite (Tavoite 12) Siinä tavoitteena on vähentää fossiilisten polttoaineiden käyttöä ja lisätä luonnosta saatavien raaka-aineiden vastuullista kuluttamista. Lisäksi pyritään vähentämään jätettä kierrättämisen ja uudelleenkäyttämisen keinoilla. Kolmantena tavoitteena on ilmastoteot (Tavoite 13), jossa tavoitellaan ilmastomuutoksen vaikutusten ehkäisemistä ja ottamalla sen vaikutukset huomioon jo päätöksenteossa. Tavoitteessa lisätään myös tietoisuutta ilmastomuutoksesta, sen vaikutuksista ja ehkäisemisestä jo kouluissa. Näiden kolmen kestävän kehityksen tavoitteen inspiroimana valittiin työt, joiden aiheina on biomuovin ja biopolttoaineen valmistus sekä jätevedenpuhdistus. (United Nations 2015.)

Kestävän kehityksen teeman lisäksi töiden suunnittelussa otettiin huomioon pedagogiikka. Pedagogiikan muotona käytettiin ilmiöoppimista, jossa oppimiskokonaisuuksiksi valitaan oppilaita kiinnostavia aiheita. Kemian laboratoriotöissä ilmiöoppimista sovelletaan havainnoimalla aineiden ominaisuuksia ja niissä tapahtuvia muutoksia reaktioiden edetessä. (Opetushallitus 2024.) Laboratoriotöitä suunnitellessa huomioitiin se, että oppilaat saisivat tehdä itse mahdollisimman paljon ja oppia kokemusten kautta.

5.1 Suunnitellut laboratoriotyöt

Opinnäytetyössä tehtiin yhdeksän työhjetta, joista kolme esitellään luvussa 6. Loput työt ovat opinnäytetyön liitteenä. Biomuovin, biopolttoaineen ja jätevedenpuhdistuksen laboratoriotöiden lisäksi valittiin työt salmiakin ja saippuan valmistus, erilaiset reaktiot, värien erotus ja metallin pinnoitus sekä kupariaspirinaatin valmistus. Biopolttoaineen, biomuovin ja saippuan valmistus työt valikoituivat myös siksi, että näiden avulla syvennetään 9. luokalla käsiteltävien orgaanisen kemian osa-alueita.

Biomuovin valmistuksessa tehdään tärkkelyksen ja veden avulla massaa, jonka koostumusta parannetaan glyserolilla, se värjätään elintarvikeväriä ja annetaan kuivua, jolloin siitä tuli taipuvaista ja muovintapaista materiaalia. (Kemianluokka Gadolin 2021.)

Biopolttoaine valmistetaan rypsiöljyn ja etanolin välisellä reaktiolla. Öljy ensin kuumennetaan ja sen joukkoon lisätään etanolia, annetaan reagoida samalla sekoittuen. Seos kaadetaan erotussuppiloon, jotta kerrokset erottuvat ja muodostuu biopolttoainetta. (Biodiesel education 2017.)

Toimeksiantajan kanssa suunniteltiin laboratoriotöitä, ja toiveena esitettiin titraustyö, koska kemian peruskursseilla ei harjoitella titrausta byretin avulla. Titraustyöksi muodostui salmiakin eli ammoniumkloridin valmistus. Siinä suolahappoa titrataan värjätyyn ammoniakkin joukkoon, jolloin liuksen väri muuttuu neutraloitumisreaktion seurauksena. Tämän jälkeen liuos kuumennetaan ja haihdutetaan kaikki neste pois, jolloin jäljelle jää jauhoa, joka on valmista salmiakkia. (Oulun yliopisto 2017.)

Saippuan raaka-aineena käytetään kookosrasvaa. Sulatettuun rasvaan lisätään natriumhydroksidiliuosta ja seosta lämmitetään samalla sekoittaen. Sekoituksen jälkeen seos on puuromaista ja emäksistä. Seokseen voi lisätä eteerisiä öljyjä, mausteita tai koristeita oman maun mukaan ja se kaadetaan muotteihin kovettumaan. (Helsingin yliopisto 2021.)

Erilaisten reaktioiden laboratoriotyössä tarkoituksena on motivoida, nähdä ja testata miten eri reaktiot tapahtuvat ja mitkä tekijät niihin vaikuttaa. Reaktiot, jotka työssä tehdään ovat: hajoamisreaktio, saostumisreaktio, neutralointireaktio ja hapetus-pelkistysreaktio. Työ tehdään kennolevyllä, johon pipetoidaan eri reaktiotyypeissä käytettäviä reagensseja. Hajoamisreaktiossa käytetään vetyperoksidia ja perunaa. Peruna sisältää katalaasi entsyymiä, joka hajottaa vetyperoksidin hapeksi ja vedeksi. Saostumisreaktiossa reagensseina käytetään natriumkloridia ja hopeanitraattia, joiden välisessä reaktiossa syntyy niukkaliukoinen hopeakloridi, joka valuu kennon pohjalle saostumana. Neutralointireaktiossa käytetään emäksenä natriumkarbonaattia ja happona suolahappoa. Kennon pohjalle pipetoidaan ensin emästä ja siihen lisätään tippa indikaattorina käytettävää fenoliftaleiiniä tämän jälkeen kennoon lisätään tipoitain suolahappoa, joka neutraloi liuoksen. Kuparisulfaattia ja magnesiumnauhaa käytettiin hapettumis-pelkistymisreaktiossa. Magnesium hapettuu reaktiossa, joka nähdään metallin syöpymisenä liuoksessa ja kuparisulfaatti pelkistyy vastaanotettuaan magnesiumin elektronin. (Heinonen ym. 2023, 219–220.)

Värien erotus laboratoriotyössä valmistetaan klorofylliuutetta. Työssä käytetään kasvien lehtiä, jotka ensin murskataan ja siihen lisätään etanolia. Paperikromatografiaa hyödyntäen uutteesta erotellaan väriaineita, jossa liuottimena käytetään heksaania. Samalla katsotaan eriväristen tussien värien erottamista, kun liuottimena on vesi. (Helsingin Yliopisto 2015.)

Metallin pinnoittamisessa on sähkökemian työ, jossa käytetään elektrolyysiä avuksi. Työssä pinnoitetaan kuparilevy sinkillä. Sinkkielektrodi toimii reaktiossa anodina ja kuparilevy katodina, elektrolyysiliuoksena on sinkkisulfaattiliuos. Elektrodista ja kuparilevystä vedetään johdot virtalähteeseen ja se käynnistetään, jotta reaktio lähtisi käyntiin. Tuloksena on kuparilevyllä oleva tummanharmaa pinnoite. (IS-VET 2006.)

Kupariaspirinaattityön ideana on ensin valmistaa aspiriinin ja kaliumkarbonaatin välisellä reaktiolla kaliumsuola, johon lisätään kuparisulfaattia. Työssä

muodostuu sinertävä massa, joka on kupariaspirinaattia. (Rantaniitty 2021.) Työ valittiin sen haasteellisuuden vuoksi.

Jätevedenpuhdistustyö valikoitui jätevedenpuhdistuslaitosvierailun ja kestävän kehityksen teeman inspiroimana. Kurssin aikana oppilaat käyvät vedenpuhdistamolla ja tutustuvat laitoksen biologis-kemialliseen puhdistusprosessiin. Työssä käytetään multaa ja erilaisia keittiöstä saatavia aineita jäteveden valmistamiseen. Jätevedestä siivilöidään kaikki kiinteät kappaleet pois ja lisätään kalsiumoksidia muuttamaan sitä emäksiseksi. Alunaa lisätään saostamaan jätevesi, jolloin päälle muodostuu osittain puhdistettua vettä. Puhdistusta tehostetaan vielä hiekkasuodattamalla, jolloin vesi hieman kirkastuu. (LUMA-keskus 2014.)

5.2 Ohjeiden sisältö

Työohjeet sisältävät työn teorian, tarvittavat tarvikkeet ja reagenssit, työturvallisuudesta kertovan taulukon sekä työnsuoritus osion. Ohjeissa on näiden lisäksi kysymyksiä liittyen työn suoritukseen ja havainnointiin.

Salmiakki ja kupariaspirinaatti -laboratoriotöissä pyydetään laskemaan saantoprosentti. Tähän on annettu kaava, jolla oppilaat pystyvät helposti laskemaan teoreettisen saannon ja vertaamaan sitä työn jälkeä punnitusta aineesta saatuun painoon.

6 Laboriotöiden esittely

Opinnäytetyöhön suunniteltiin ja toteutettiin yhdeksän laboriotyötä, joista esitellään kolme. Esiteltävillä töillä on keskenään erilaiset teoriapohjat ja työvaiheet. Teoriaosuuksissa on reaktioyhtälöitä ja taustatietoa niiden käytöstä teollisuudessa, mikä myös vaikutti esiteltävien töiden valintaan. Jokaisesta työstä kerrotaan niiden teoriaa, työn suoritusta ja miksi työt on tehty.

6.1 Biopolttoaine

Laboriotyön tarkoituksena on esittää oppilaille, miten kestävän kehityksen tavoitteita pystytään ottamaan käytäntöön. Työssä opitaan biopolttoaineen erilaisista raaka-aineista, millaisella reaktiolla polttoaine voidaan valmistaa sekä laboriorivälineiden käyttöä.

Teoria

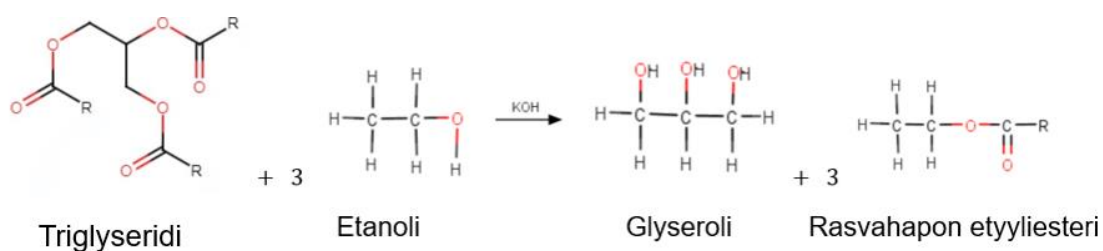
Biopolttoaineella tarkoitetaan eloperäisistä raaka-aineista tuotettua nestemäistä polttoainetta, jota käytetään fossiilisten polttoaineiden tilalla liikenteessä ja energiantuotannossa. Biopolttoaineet jaetaan ensimmäiseen ja toiseen sukupolveen, jotka eroavat toisistaan käytetyissä raaka-aineissa.

Ensimmäisen sukupolven biopolttoaineet voidaan jakaa kahdeksi ryhmäksi: bioetanoliksi ja biodieseliksi. Bioetanolia valmistetaan sokeri- ja tärkkelyspitoisista kasveista käymisreaktion avulla ja biodieseliä öljypitoisista kasveista ja bioraaka-aineista vaihtoesteröintireaktiolla. (Motiva 2023.)

Toisen sukupolven biopolttoaineet valmistetaan selluloosasta ja jätteistä. Tämän sukupolven polttoaineet vähentävät päästöjä tehokkaammin ja ovat ominaisuuksiltaan korkealaatuisempaa kuin ensimmäisen sukupolven biopolttoaineet. (Motiva 2023.)

Biodieselin valmistus tapahtuu vaihtoesteröintireaktiolla. Vaihtoesteröinti on reaktio, jossa esteri muuttuu toiseksi esteriksi. Lähtöaineena oleva esteri on triglyseridi. Triglyseridit ovat rasvamolekyylejä, joita esiintyy rasvanlähteissä, kuten öljyissä ja voissa. Niiden rakenne on muodostunut glyserolista ja kolmesta siihen esterisidoksella liittyneestä rasvahaposta R1, R2 ja R3 (Kuva 3). (Graham 2014.)

Katalyytin tehtävänä on nopeuttaa reaktiota. Katalyyttinä toimii vahva emäs, kuten natriumhydroksidi (NaOH) tai kaliumhydroksidi (KOH). Biodieseliä voidaan valmistaa metanolista, jolloin vaihtoesteröinnin tuloksena triglyseridistä muodostuu rasvahapon metyyliestereitä (FAME) tai etanolista, jolloin muodostuu rasvahapon etyyliestereitä (FAEE). (Adnan ym. 2017; Burges Clifford n.d.)



Kuva 3. Triglyseridin ja etanolin välinen vaihtoesteröintireaktio, jossa katalyyttinä on kaliumhydroksidi.

Työn suoritus (Biodiesel education 2017.)

Laboratoriotyössä valmistetaan ensin katalyyttiä sisältävä etanoliliuos:

1. Kaliumhydroksidia (KOH) punnitaan 2 g.
2. Etanolia punnitaan 40 g ja lisätään katalyytin joukkoon.
3. Liuosta sekoitetaan magneettisekoittimella, kunnes KOH-rakeet ovat lienneet kokonaan.

Liuoksen valmistuksen jälkeen punnitaan 100 g rypsiöljyä ja kuumennetaan se 60 °C:een. Kun öljy on kumentunut, lisätään 2/3 etanoli/KOH-liuosta ja astian päälle laitetaan folio, jotta etanoli ei haihtuisi.

Seosta sekoitetaan magneettisekoittimella 60 min pitäen lämpötilaa 60 °C:ssa. Sekoituksen jälkeen seos kaadetaan erotussuppiloon ja sinne lisätään vielä loput etanoli/KOH-liuoksesta. Yhdisteen annetaan erottua rauhassa muodostaen kaksi faasia: biopolttoaineen ja glyserolin (Kuva 4).



Kuva 4. Biopolttoaineen valmistuksen aikana tapahtuva glyserolin ja valmiin polttoaineen erottuminen.

Jätteiden hävittäminen

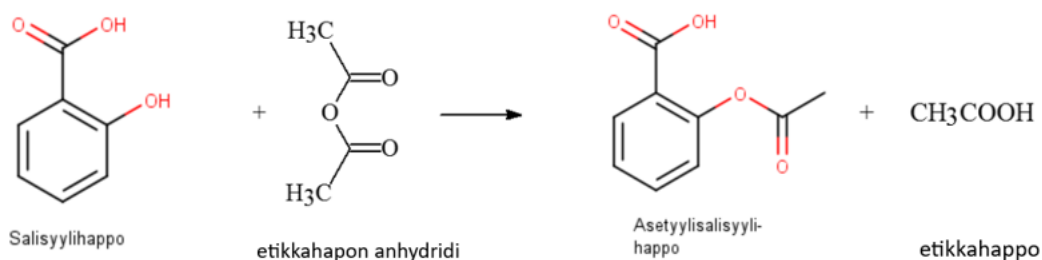
Syntyneet jätteet hävitetään ongelmajätteenä.

6.2 Kupariaspirinaatti

Kupariaspirinaatin valmistuksessa harjoitellaan erilaisten reaktioiden muodostumista. Työn tarkoituksena on demonstroida erilaisia kemiallisia reaktioita lääkeaineen valmistuksessa. Työssä käydään läpi aspiriinin ja kupariaspirinaatin teoriaa, kuvaillaan eri reaktioiden muodostumista reaktioyhtälöiden avulla sekä lopuksi lasketaan aineen saantoprosentti teoreettisen ja todellisen saannon avulla.

Teoria

Aspiriini eli asetyylisalisyylihappo käytetään tulehduskipulääkkeenä erilaisten kiputilojen hoitoon. Aspiriini on salisyylihapon ja etikkahappoanhydridin esteri. Reaktiossa salisyylihapon hydroksyyli-ryhmä reagoi etikkahapon anhydridimolekyylin kanssa muodostaen aspiriinia ja etikkahappoa (Kuva 5).



Kuva 5. Salisyylihapon ja etikkahapon anhydridin reaktio muodostaen aspiriinia ja etikkahappoa.

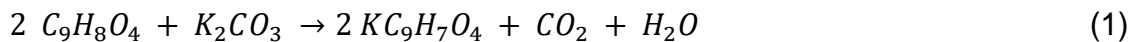
Kupariaspirinaatti eli dikuparitetra-asetyylisalisylaatti on tutkinnallinen lääkeyhdiste, jota on tutkittu nivelreuman ja toisen sukupolven lääkeyhdisteissä eläimillä ja ihmisillä. Kupariaspirinaatin on havaittu vaikuttavan paremmin nivelreuman hoidossa kuin aspiriinin. (Rantaniitty 2021.)

Kupariaspirinaatti kuuluu kompleksiyhdisteisiin, joka tarkoittaa, että yhdisteen keskusatomina on positiivisesti varautunut kupariatomi ja sitä ympäröi neljä asetyylisalisyyliatommolekyyliä (Kuva 7). Kompleksiyhdisteiden teho perustuu niiden ympärille muodostuviin molekyyleihin, atomeihin tai ioneihin eli ligandeihin. Ligandit muuttavat lääkeaineiden liukoisuutta ja parantaa vaikuttavien aineiden läpäisykykyä ihmisen tai eläimen kudoksiin. (Rantaniitty 2021.)

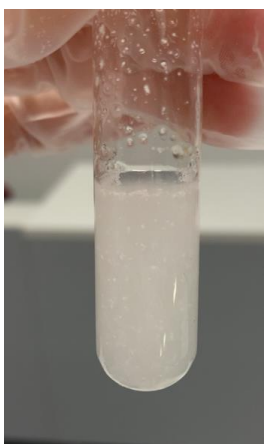
Työn suoritus (Rantaniitty 2021.)

Työssä asetyylisalisyylihappotabletti murskataan, kaadetaan koeputkeen ja lisätään 5 ml vettä. Liuosta sekoitetaan kääntelemällä koeputkea ja siihen

lisätään 0,3 g kaliumkarbonaattia. Kaliumkarbonaatti ja asetyylisalisyylihappo reagoivat keskenään muodostaen kaliumsuolan eli kaliumasetyylisalisylaatin sekä sivutuotteena vettä ja hiilidioksidia (Kaava 1).

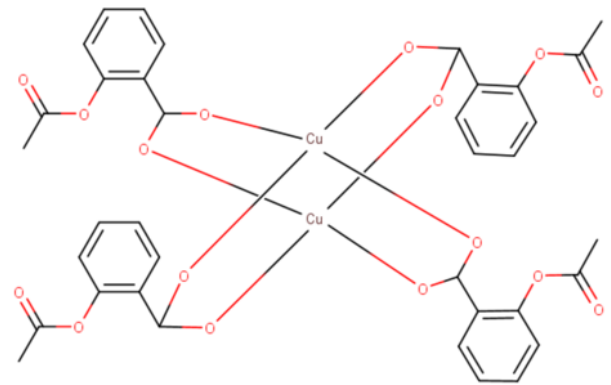
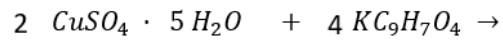


Kuvassa 6 pystyy näkemään reaktiossa syntyvät hiilidioksidikuplat. Reaktiossa syntynyt sakka suodatetaan pois.



Kuva 6. Aspiiriinin ja kaliumkarbonaatin välinen reaktio, jossa muodostuu kaliumsuola, hiilidioksidia ja vettä. Kuvassa hiilidioksidin pystyy havaitsemaan kuplina.

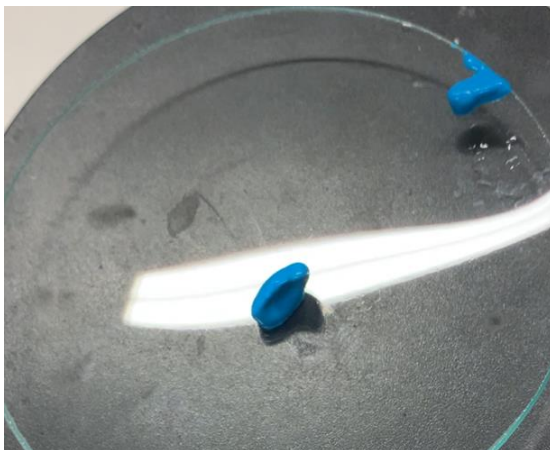
Toista reaktiota varten 0,5 g kidevedellistä kuparisulfaattia liuotetaan 5 ml vettä ja kuumennetaan vesihauteessa liukenemisen nopeuttamiseksi. Kaadetaan 1/3 kuumennetusta kuparisulfaattiliuoksesta suodatetun kaliumsuolan joukkoon. Liuokset reagoivat keskenään ja muodostavat kupariaspirinaatin eli dikuparitetra-asetyylisalisylaatin (Kuva 7).



Kuparispirinaatti eli
dikuparietra-asetyyლისისლატი

Kuva 7. Kidevedellisen kuparisulfaatin ja kaliumsuolan reaktio muodostaen kuparispirinaattia eli dikuparietra-asetyyლისისლაattia.

Kaliumasetyyლისისლაatin eli kaliumsuolan ja kuparisulfaatin reaktiosta muodostuu vahtomainen ja sininen kuparispirinaatti (Kuva 8), joka lopuksi punnitaan.



Kuva 8. Kuparispirinaattia

Jätteiden hävittäminen

Syntyneet jätteet hävitetään ongelmajätteenä.

Saantoprosentin laskukaava

Yhdisteen teoreettinen saanto lasketaan alla olevan kaavan mukaan ja sitä verrataan todelliseen saantoon:

Asetyyლისისყილიჰონი მoolimassa $M = 180,15 \text{ g/mol}$

Asetyyლისისყილიჰონი massa $m = 500 \text{ mg}$

კალიუმიკარბონატი მoolimassa $M = 138,21 \text{ g/mol}$

Laske asetyyლისისყილიჰონი ja კალიუმიკარბონატი ainemäärä n .

$$\text{Ainemäärä } (n) = \frac{\text{massa } (m)}{\text{moolimassa } (M)}$$

Asetyyლისისყილიჰონი ainemäärä = _____ mol

კალიუმიკარბონატი ainemäärä = _____ mol

Rajoittava tekijä on asetyyლისისყილიჰონი, koska sitä tarvittaisiin kaksinkertaisesti კალიუმიკარბონატიin verrattuna, mutta sitä on kuitenkin vähemmän.

კიდევედელი კუპარისულფატი მoolimassa $M = 249,7 \text{ g/mol}$

კიდევედელი კუპარისულფატი ainemäärä = _____ mol

Tasapainotetun reaktioyhtälön mukaan

$n(\text{asetyyლისისყილიჰონი}) = n(\text{კალიუმიწონი}) = \text{_____ mol}$

კალიუმიწონი on rajoittava tekijä, koska tasapainotetun reaktioyhtälön mukaan კალიუმიწონი tarvittaisiin kaksinkertaisesti კუპარისულფატიin nähden, mutta sitä on kuitenkin vähemmän.

კუპარიასპირინატი ainemäärä = $\frac{1}{4} n(\text{კალიუმიწონი}) = \text{_____ mol}$

კუპარიასპირინატი მoolimassa $M = 843,68 \text{ g/mol}$

Laske kupariaspirinaatin massa $m = \underline{\hspace{2cm}}$ g

Laske saanto%:

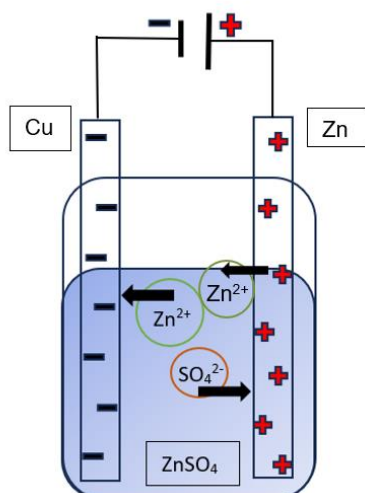
$$Saanto = \frac{\text{Aspiriinin todellinen massa}}{\text{Aspiriinin teoreettinen massa}} * 100 \%$$

6.3 Metallin pinnoittaminen elektrolyyttisesti

Laboratoriotyö on sähkökemiallinen harjoitus, jossa tarkoituksena on pinnoittaa kuparilevy elektrolyyttisesti sinkillä. Työssä havainnoidaan pinnoittamisen onnistuminen. Työssä esitetään elektrolyysin teoriaa, valmistetaan elektrolyysiliuos sekä elektrolyysikenno.

Teoria

Elektrolyysi tarkoittaa pakotettua sähkökemiallista hapettumis-pelkistymisreaktiota, jossa reaktio tapahtuu sähkövirran avulla. Elektrolyysillä voidaan pinnoittaa metalliesineitä toisella metallilla, puhdistaa esineitä ja valmistaa alkuaineita. Metalleja pystytään pinnoittamaan esimerkiksi sinkillä, kuparilla, nikkellillä tai kromilla. Pinnoituksessa tuotoksena syntyvä metallikerros on erittäin ohut ja pinnoiteaineena käytetyn metallin epäjalous antaa metallille myös sähkökemiallisen suojan. Pinnoitteen vaurioituessa syntyy galvaaninen pari, jossa pinnoite aine on syöpyvänä anodina ja suojattava metalli on katodina. Metallipäällystämistä käytetään yleensä, jos metalli halutaan suojata ruostumiselta. (Hänninen ym. 2018, 171–172, 410.)



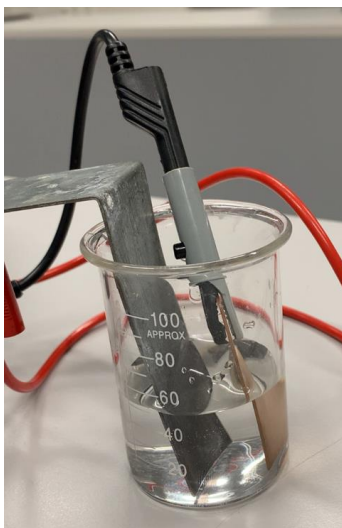
Kuva 9. Elektrolyttinen reaktio, jossa elektrolyttinä on sinkkisulfaatti, katodina kupari ja anodina sinkkielektrodi.

Elektrolyysissä elektrodit ovat suoloja sisältävässä liuoksessa ja niihin johdetaan sähkövirtaa. Sähkövirran ansiosta suolan positiiviset sinkki-ionit eli kationit pelkistyvät negatiivisen elektrodin eli katodin pinnalle (Kuva 9). (Hänninen ym. 2018, 148, 171.)

Työn suoritus (IS-VET 2006)

Työssä käytetään katodina kuparilevyä, joka pinnoitetaan sinkillä ja anodina käytetään sinkkielektrodia. Kuparilevy puhdistetaan ensin harjaamalla sitä teräsvillalla ja sen jälkeen upottamalla levy etanoliin. Puhdistuksen jälkeen valmistetaan elektrolyttiliuos:

1. Mitataan 50 ml vettä 100 ml:n dekanterilasiin.
2. Lisätään 1 tl sinkkisulfaattia (ZnSO_4) veden joukkoon.
3. Sekoitetaan, kunnes sinkkisulfaatti oli kokonaan liennut.



Kuva 10. Työssä käytettävä elektrolyysikkenno.

Elektrolyysikennoa varten hauenleukojen + -napa liitetään sinkkielektrodiin ja -napa kuparilevyyn. Elektrodi ja kuparilevy upotetaan elektrolyysiliuokseen niin etteivät ne koske toisiinsa (Kuva 10). Johdot liitetään virtalähteeseen ja kytketään päälle käyttäen 2 V jännitettä.



Kuva 11. Kuparilevy, johon on muodostunut sinkkipinta elektrolyyttisesti.

Virran annetaan olla päällä noin tunnin verran, jolloin sinkkipinta on ehtinyt muodostua kuparin pinnalle. Kuvassa 11 näkyy, kuinka tumma sinkkipinnoite on kiinnittynyt kuparilevyn pinnalle.

Jätteiden hävittäminen

Syntyneet jätteet hävitetään ongelmajätteenä.

7 Lopuksi

Työn lähtökohtana oli kestävän kehityksen teema, jota tuotiin esille, sillä se on Salon kaupungin teemana tänä vuonna ja ajankohtainen aihe. Opinnäytetyössä yhdistettiin Agenda 2030 -tavoitteet biomuovin ja biopolttoaineen valmistuksen ja jätevedenpuhdistuksen laboratoriotöihin.

Työturvallisuusosioista tuli kattava kokonaisuus, joka käsitteli aiheita kemikaalilainsäädännöstä jätteenkäsittelyyn. Turvallisuus on tärkein asia, joka työn kulussa tulee ottaa huomioon.

Opinnäytetyön tekeminen oli mielekästä ja osaamisalueeni kemian laboratoriotöiden suunnittelussa ja ohjeiden tekemisessä kasvoi valtavasti.

Tavoitteena oli tuottaa yhdeksän laboratoriotyötä ja tavoite saavutettiin.

Ymmärsin myös paremmin, miten ohjeet kannattaa koota ja miten eri tavoilla taulukoiden ja käytetyn fontin avulla ohjeita voidaan selkeyttää.

Tulevaisuudessa laboratoriotöistä voisi kehittää vielä vähän haastavampia esimerkiksi kehittämällä vaikeustasoltaan vaativampia töitä ja yhdistelemällä töitä yhdeksi suuremmaksi aihealueeksi sekä valmistamalla erilaisia arkipäiväisessä elämässä käytettyjä tuotteita.

Lähteet

- Adnan, A.; Danish, M.; Mukhtar, H.; Mumtaz, M. & Rashid, U. 2017. Biodiesel production through chemical and biochemical transesterification: trends, technicalities, and future perspectives. *Clean energy for sustainable development*. Vol. 4, No 15, 465–485. Viitattu 31.01.2024. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128054239000156>.
- Biomuovia tärkkeyksestä 2021. Kemiaoluokka Gadolin. Helsinki: Helsingin yliopisto. Viitattu 01.12.2023. <https://www.helsinki.fi/assets/drupal/2022-12/Biomuovia%20t%C3%A4rkkelyksest%C3%A4%20opettajan%20ohje.pdf>.
- Burges Clifford, C. The reaction of biodiesel: Transesterification. Oppimateriaali. Luonnontieteiden laitos. Philadelphia: Pennsylvaniaan yliopisto. Viitattu 31.01.2024. <https://www.e-education.psu.edu/egee439/node/684>.
- European chemicals agency 2023. CLP-asetus tutuksi. Viitattu 04.02.2024. <https://echa.europa.eu/fi/regulations/clp/understanding-clp>.
- European chemicals agency 2023. REACH-asetus tutuksi. Viitattu 04.02.2024. <https://echa.europa.eu/fi/regulations/reach/understanding-reach>.
- Graham, R. 2014. Lipids and disorders of lipoprotein metabolism. *Clinical biochemistry: Metabolic and clinical aspects*. No 34, 702–736. Viitattu 04.01.2024. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780702051401000377>.
- Hänninen, H.; Karppinen, M.; Leskelä, M. & Pohjakallio, M. 2018. *Tekniikan kemia*. 14., uudistettu painos. Helsinki: Edita Publishing Oy.
- Ilmiömäinen, ilmiömäistä, ilmiömäisesti (2024). Opetushallitus. Viitattu 15.02.2024. <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/ilmiomainen-ilmioimaista-ilmiomaisesti>.
- IS-VET 2006. Metallin pinnoittaminen elektrolyttisesti. Opetuspaikka. Viitattu 02.01.2024. <https://opetuspaikka.isvet.fi/home/54-kemia/54-1-fysikaalinen->

kemia/54-1-4-kemialliset-reaktiot/54-1-4-3-elektrolyysi/54-1-4-3-1-2-metallin-pinnoittaminen-elektrolyyttisesti.

Jätteiden käsittely. Aalto yliopisto. Viitattu 03.01.2024.

https://www.aalto.fi/sites/g/files/flghsv161/files/2018-06/jatteiden_kerays_ja_kierratys.pdf.

Karttunen, I. & Simonen, T. 2011. Orgaanisen kemian synteesimenetelmät ja mikrokemialliset työtavat. 2., korjattu painos. Helsinki: Opetushallitus.

Kemia. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014. E-perusteet. Viitattu 04.02.2024.

<https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/perusopetus/419550/oppiaineet/466347>.

Kemikaalien varoitusmerkit 2023. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. Viitattu 15.02.2024. <https://tukes.fi/kemikaalit/clp-luokitus-merkinnat-ja-pakkaaminen/kemikaalien-merkinnat/varoitusmerkit#65ba09eb>.

Kestävän kehityksen globaali toimintaohjelma Agenda 2030 2023.

Kestäväkehitys.fi. Viitattu 13.12.2023. <https://kestavakehitys.fi/agenda-2030>.

Kestävän kehityksen suunnitelma 2023–2024. Hermannin koulu 2023. Viitattu 03.01.2024.

Käyttöturvallisuustiedote 2023. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. Viitattu 04.01.2024.

<https://tukes.fi/kemikaalit/reach/kayttoturvallisuustiedote#1d56dbb9>.

Lab 5 - Transesterification of vegetable oil and alcohol to produce ethyl esters (Biodiesel) 23.03.2017. Biodiesel education. Viitattu 05.12.2023.

<https://www.youtube.com/watch?v=rriidwVGmmy4>.

Heinonen, P.; Liljeblad, A.; Luukko, P. & Turpeenoja, L. 2023. Mooli 6, KE 6 Kemiallinen tasapaino. 1., painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Otava.

Mitä on kestävä kehitys? 2023. Ympäristöministeriö. Viitattu 02.01.2024.

<https://ym.fi/mita-on-kestava-kehitys>.

Nestemäiset biopolttoaineet. 2023. Motiva. Viitattu 30.01.2024.

https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/bioenergia/nestemaiset_biopolttoaineet.

Paperikromatografia kasvien lehdistä 2015. Helsingin yliopiston biologian didaktiikan aineen- ja luokanopettajan koulutuksen taustamateriaalia. Helsinki: Helsingin yliopisto. Viitattu 13.12.2023.

<https://blogs.helsinki.fi/biologianainedidaktikka/paperikromatografia-kasvien-lehdista/>.

Pienkemikaali- ja laboratoriojätteet. Fortum. Viitattu 03.01.2024.

https://www.fortum.fi/sites/default/files/documents/pienkemikaali_laboratoriojatteet-230118-screen.pdf.

Rantaniitty, T. 2021. Kupariaspirinaatin valmistus. Kemianluokka Gadolin.

Helsinki: Helsingin yliopisto. Viitattu 01.12.2023.

<https://www.helsinki.fi/assets/drupal/2022-12/Kupariaspirinaatin%20valmistus%20opettajan%20ohje.pdf>.

Saippuan valmistus 2021. Kemianluokka Gadolin. Helsinki: Helsingin yliopisto.

Viitattu 03.12.2024. <https://www.helsinki.fi/assets/drupal/2022-12/Saippuan%20valmistus%20opettajan%20ohje.pdf>.

Salmiakin valmistus- happo-emäs reaktio. Kemiaa aineenopettajille demonstraatiot 2017. Kemian tutkinto-ohjelma. Oulu: Oulun yliopisto. Viitattu 05.12.2023. <https://kemiandemot.wordpress.com/2017/04/02/salmiakin-valmistus-happo-emas-reaktio/>.

Salon perusopetuksen kestävän kehityksen suunnitelma 2020. Salon kaupunki.

Viitattu 03.01.2024. <https://salo.fi/wp-content/uploads/2020/05/Salon-perusopetuksen-kest%C3%A4v%C3%A4n-kehityksen-suunnitelma.pdf>.

Suojakäsineet 2023. Työterveyslaitos. Viitattu 16.11.2023.

<https://www.ttl.fi/teemat/tyoturvallisuus/henkilonsuojaimet/suojainten-valinta-ja-kaytto/suojakasineet>.

Suojavaatetus 2023. Työterveyslaitos. Viitattu 16.11.2023.

<https://www.ttl.fi/teemat/tyoturvallisuus/henkilonsuojaimet/suojainten-valinta-ja-kaytto/suojavaatetus>.

Työohje: Jäteveden puhdistus 08.07.2014. LUMA-keskus Suomi. Viitattu 05.12.2023. <https://www.youtube.com/watch?v=qH-GIMb5TUU&t=51s>.

United Nations 2015: Transforming our world: the 2030 Agenda for sustainable development. Viitattu 03.02.2024. <https://sdgs.un.org/2030agenda>.

Vaarallisten kemikaalien käsittely ja varastointi 2021. Opas. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. Viitattu 04.01.2024. <https://tukes.fi/vaarallisten-kemikaalien-kasittely-ja-varastointi>.

Biomuovin valmistus tärkkelyksestä

Teoria

Biomuovi on biohajoavaa tai biopohjaista materiaalia, jossa fossiilisten raaka-aineiden sijasta käytetään luonnossa esiintyviä uusiutuvia raaka-aineita. Biomuoveja valmistetaan muovien tavalla rakentamalla monomeereistä polymeerejä katalyyttien avulla. Polymeerejä pystytään tuottamaan mm. glyseriinistä, laktoosista, rasvahapoista sekä glukoosista, jolloin biomuovin raaka-aineina voidaan käyttää sokeria, tärkkelystä tai kasveista tuotettua öljyä.

Tärkkelys on hiilihydraatti, joka koostuu n. 2500 glukoosimolekyylistä eli se on polysakkaridi. Tärkkelys on kierteinen polymeereihin muodostuvien vetysidoksien takia. Sen rakenne on joko suoraketjuista amyloosia tai haaroittunutta amylopektiiniä. Biomuovien tuotantoon käytetään maissilajikkeita, jotka tuottavat vain amyloosia.

Mihin tärkkelystä käytetään?



Tarvikkeet:

- 100 ml mittalasi
- 250 ml dekantterilasi
- 100 ml dekantterilasi
- Keittolevy
- Lasisauva
- Elintarvikeväriä
- Petrialja
- Pipettejä

Reagenssit:

- Maissitärkkelys
- 0,1 M NaOH-liuos
- 0,1 M HCl-liuos
- Glyseroli

Työturvallisuus:

Reagenssi	Ominaisuudet	Varoitusmerkit	Huomioitavaa	Jätteiden käsittely
Suolahappo (HCl)	Vahva happo pH=1	Syövyttävä: 	Kemikaalia käsiteltäessä käytettävä suojahanskoja, -takia sekä -laseja Jos hengitetty → Vie raittiiseen ilmaan	Jätteet hävitetään ongelmajätteenä
Natriumhydroksidi (NaOH)	Vahva emäs pH=14	Syövyttävä: 	Jos ainetta on roiskunut iholle tai silmään → Huuhtele runsaalla vedellä Jos ainetta on nielty → Huuhto suu runsaalla vedellä	
Glyseroli	Geelimäinen neste Triglyseridin rakenneosa	-	Epävarmoissa tilanteissa tai jos oireet eivät loppu, on mentävä lääkäriin	

Työn suoritus:

- Punnitse n. 3 g maissitärkkelystä 250 ml dekantterilasiin ja mittaa mittalasiin 20 ml vettä ja sekoita se maissitärkkelyksen joukkoon.
Millaiselta seos näyttää?
- Lisää pipetin avulla 3 ml HCl-liuosta sekä 2 ml glyserolia.
Mikä on suolahapon tehtävä? Entä glyserolin?

3. Värjää seos elintarvikevärillä.
4. Keitä seosta keittolevyllä n. 10 min ja sekoita sitä koko ajan, jotta maissitärkkelys ei pala pohjaan.
5. Lisää 3 ml NaOH-liuosta ja sekoita hyvin.
Miksi NaOH:ia lisättiin?
6. Kaada seos petrimaljalle. Voit lisätä hieman vettä astiaan, jotta kaikki massa saadaan pois.
7. Anna muovimassan kuivua muutama päivä petrimaljalla.
Millainen valmis tuote on? Kuvaile sen ominaisuuksia:

Miten valmistettu biomuovi hävitetään?

Mitä eroa on biopohjaisella ja biohajoavalla muovilla?

Mitä tuotteita tärkkelyksestä tehdystä biomuovista voidaan valmistaa?

Liite 1

Lähteet:

Muoviteollisuus ry. Biomuovit. <https://www.plastics.fi/bio/>

Heinonen, P.; Luukko, P.; Liljebald, A. & Turpeenoja, L. 2022. Mooli 4. Otava.

IS-VET. Käyttöturvallisuustiedote: Suolahappo. 2021.

<https://www.isvet.fi/ckeditor/plugins/fileman/Uploads/turvallisuustiedotteet/Suolahappo.pdf>

IS-VET. Käyttöturvallisuustiedote: Natriumhydroksidi. 2019.

<https://www.isvet.fi/ckeditor/plugins/fileman/Uploads/turvallisuustiedotteet/Natriumhydroksidi.pdf>

IS-VET. Käyttöturvallisuustiedote: Glyseroli. 2019.

<https://www.isvet.fi/ckeditor/plugins/fileman/Uploads/turvallisuustiedotteet/Glyseroli.pdf>

Erilaiset reaktiot

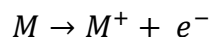
Teoria:

Työn tarkoituksena on demonstroida erilaisia kemiallisia reaktioita käyttämällä eri liuoksia.

Neutraloitumisreaktio on hapon ja emäksen välinen reaktio, jossa muodostuu suolaa ja vettä. Hapot pystyvät luovuttamaan vetyionin H^+ ja emäkset luovuttavat hydroksidi-ionin OH^- ja reagoidessaan ne muodostavat vettä. Suolat muodostuvat positiivisesta metalli-ionista ja negatiivisesta epämetalli-ionista. Suolat ovat rakenteeltaan kiteisiä ja niiden rakenne pysyy koossa ionisidosten avulla. Koska suolat ovat ioniyhdisteitä ne johtavat myös sähköä.

Hapetus-pelkistysreaktio tarkoittaa elektronien siirtymistä toiselle aineelle. Hapettumisessa aine luovuttaa elektronin ja muodostaa positiivisen ionin. Pelkistymisessä aine vastaanottaa elektronin muodostaen negatiivisen ionin.

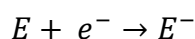
Hapettuminen:



, jossa

M= metalli

Pelkistyminen:



, jossa

E= epämetalli

Saostumisreaktiossa vesiliukoiset ionit yhdistyvät ja muodostava yhdisteen. Yhdiste ei liukene, jolloin se näkyy saostumana.

Hajoamisreaktiossa katalyyttinä toimiva aine hajottaa siihen lisättävän kemikaalin.

Tarvikkeet:

- Kennolevy




Liite 2

- Raaka peruna
- Pipettejä
- pH-paperi








Reagenssit:

- Magnesiumnauha
- 1 M Suolahappo
- 0,1 M Kuparisulfaatti
- 30 % Vetyperoksidi
- 0,1 M Fenoliftaleiini
- 0,1 M Natriumkarbonaatti
- 0,1 M Natriumkloridi
- Hopeanitraatti



Työturvallisuus:

Kemikaali	Ominaisuudet	Varoitusmerkit	Huomioitavaa	Jätteiden käsittely
Suolahappo (HCl)	Vahva happo pH=14	Syövyttävä: 	Käsitellessä käytettävä suojahanskoja, -takia sekä -laseja. Jos hengitetty	Jätteet hävitettävä ongelmajätteenä
Kuparisulfaatti	Kiteinen Väritään sininen	Syövyttävä:  Muu vaara:  -vakavasti silmiä vaurioittava Ympäristölle vaarallinen:	Jos hengitetty → Vie raittiiseen ilmaan Jos ainetta on roiskunut iholle tai silmään → Huuhtelee runsaalla vedellä Jos ainetta on nielty → Huuhdo	

Liite 2

			suu runsaalla vedellä	
Vetyperoksidi	Nestemäinen Väritön	Syövyttävä:  Muu vaara:  -vakavasti silmiä vaurioittava	Epävarmoissa tilanteissa tai jos oireet eivät lopu, on mentävä lääkäriin	
Fenoliftaleiini	Käytetään väriaineena	Syttyvä:  Krooninen terveyshaitta:  Muu vaara:  -Silmiä ärsyttävä		
Natriumkarbonaatti	Sooda Käytetään happamuuden-säätöaineena	Muu vaara:  -Silmiä ärsyttävä		

Liite 2

Natriumkloridi (NaCl)	Ruokasuola	-		
Hopeanitraatti	Hajuton, väritön	Syövyttävä:  Ympäristölle vaarallinen: 		

Työn suoritus:

Jokainen reaktiotyyppi tehdään aina kahteen kennoon.

Listaa taulukkoon reaktiotyyppi, joka kuvastaa parhaiten havainnoimaasi:

Neutraloitumisreaktio**Saostumisreaktio****Hapettumis-pelkistysreaktio****Hajoamisreaktio**

Kirjoita myös reaktioyhtälöt

Liuokset	Työn suoritus	Reaktiotyyppi	Havainnot	Reaktioyhtälö
1.Natriumkloridi + Hopeanitraatti	Pipetoi kennon pohjalle muutama tippa natriumkloridiliuosta ja lisää muutama tippa hopeanitraattiliuosta			

Liite 2

2.Kuparisulfaatti + Magnesiumnauha	Pipetoi kuparisulfaattiliuosta kennon puoliväliin saakka ja lisää pala magnesiumnauhaa			
3.Natriumkarbonaatti + fenoliftaleiini + suolahappo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pipetoi natriumkarbonaattiliuosta kennon puoliväliin saakka. 2. Lisää yksi tippa fenoliftaleiiniliuosta. 3. Mittaa pH paperin avulla. 4. Lisää suolahappoa tippa kerrallaan, kunnes liuksen väri vaihtuu. 5. Mittaa pH. 		<p>Mikä on fenoliftaleiinin lisäyksen tarkoitus?</p> <p>Mikä pH oli alussa?</p> <p>Entä lopussa?</p>	

Liite 2

4.Vetyperoksidi + peruna	1. Pipetoi kennon puoliväliin vetyperoksidia. 2. Leikkaa pieni pala perunasta ja lisää se kennoon.		Mitä perunalle alkaa tapahtua? Mikä vaikuttaa tähän? Toimiiko koe keitetyllä perunalla? Perustele.	
--------------------------	---	--	---	--

Lähteet:

IS-VET. Käyttöturvallisuustiedote: Kuparisulfaatti. 2019

[https://www.isvet.fi/ckeditor/plugins/fileman/Uploads/turvallisuustiedotteet/Kupari\(II\)sulfaatti.pdf](https://www.isvet.fi/ckeditor/plugins/fileman/Uploads/turvallisuustiedotteet/Kupari(II)sulfaatti.pdf)

IS-VET. Käyttöturvallisuustiedote: Suolahappo. 2021

<https://www.isvet.fi/ckeditor/plugins/fileman/Uploads/turvallisuustiedotteet/Suolahappo.pdf>

IS-VET. Käyttöturvallisuustiedote: Vetyperoksidi. 2019

<https://www.isvet.fi/ckeditor/plugins/fileman/Uploads/turvallisuustiedotteet/Vetyperoksidi.pdf>

IS-VET. Käyttöturvallisuustiedote: Fenoliftaleiini. 2018

<https://www.isvet.fi/ckeditor/plugins/fileman/Uploads/turvallisuustiedotteet/Fenoliftaleiini,%20liuos.pdf>

IS-VET. Käyttöturvallisuustiedote: Natriumkarbonaatti. 2019

<https://www.isvet.fi/ckeditor/plugins/fileman/Uploads/turvallisuustiedotteet/Natriumkarbonaatti-10-hydr..pdf>

Liite 2

IS-VET. Käyttöturvallisuustiedote: Natriumkloridi. 2017

<https://www.isvet.fi/ckeditor/plugins/fileman/Uploads/turvallisuustiedotteet/Natriumkloridi.pdf>

IS-VET. Käyttöturvallisuustiedote: Hopeanitraatti. 2020

<https://www.isvet.fi/ckeditor/plugins/fileman/Uploads/turvallisuustiedotteet/Hopeanitraatti.pdf>

Suolat ja neutraloituminen. Langinkosken koulu.

<https://peda.net/kotka/perusopetus/langinkosken-koulu/oppiaineet2/kemia/8-luokka-luonnos/tyl/suolat>

Jäteveden puhdistus

Teoria

Jätevedenpuhdistus on tärkeä prosessi, jossa poistetaan vedestä fosfori ja typpi. Puhdistettu jätevesi lasketaan mereen, jossa puhdistamaton vesi aiheuttaisi runsasta rehevöitymistä. Jäteveden puhdistus on monivaiheinen menetelmä, jossa käytetään mekaanista, biologista sekä kemiallista puhdistusta. Jätevedessä olevista haitallisista aineista pystytään puhdistamaan 95 %.

Mekaanisessa puhdistuksessa jätevedestä poistetaan siivilöimällä kaikki kiinteä aines, kuten hiekka.

Kemiallisessa puhdistuksessa vedestä poistetaan saostamalla fosfori ja joskus myös typpi. Kemiallinen puhdistus voidaan tehdä ennen tai jälkeen biologisen puhdistuksen. Puhdistuksen tehtäessä ennen, saostuksessa käytetään rautapohjaista kemikaalia ja biologisen puhdistuksen jälkeen tehtävässä kemiallisessa puhdistuksessa käytetään alumiinipohjaista kemikaalia. Rautapohjaisina kemikaaleina käytetään ferro- tai ferrisulfaatteja ja alumiinipohjaisina alumiinisulfaattia tai polyalumiinikloridia.

Biologisessa puhdistuksessa hyödynnetään bakteereita. Prosessissa vesi ilmastetaan, jolloin muodostuu ilmakuplia, joita bakteerit käyttävät kasvaakseen. Tämän avulla syntyy aktiivilietettä ja bakteerit alkavat kuluttaa jäteveden eloperäistä ainetta muodostaen samalla typpikaasua. Tämän jälkeen vesi ohjataan jälkiselkeytimeen, jossa liete vajoaa altaan pohjalle ja puhdas vesi jää altaan pinnalle.

Metallipitoisten saostuskemikaalien käytön sijasta voidaan myös käyttää orgaanisia polymeerejä sisältäviä kemikaaleja, jotka on valmistettu tärkkelyksestä ja kitiinistä. Niiden etuina ovat mm. raskasmetallittomuus ja biohajoavuus, joiden ansiosta syntyvää lietettä voidaan käyttää helpommin lannoitteena.

Puhdistettu jätevesi lasketaan mereen ja sitä käytetään myös maatalousvetenä. Tulevaisuudessa jätevedestä pystytään poistamaan viruksia sekä mikromuovia.

Tarvikkeet

- 2 kpl 500 ml dekantterilaseja
- Pullo
- Suodatinpaperi
- Kumilenkki
- Siivilä
- pH-paperi



Reagenssit

- Maitojauhe

Liite 3

- Kuivahiiva
- Kaakaojauhe
- Multaa
- Talouspaperi
- Kalsiumoksidi
- Aluna
- 3:ssa eri raekoossa olevaa hiekkaa

Työturvallisuus

Kemikaali	Ominaisuudet	Varoitusmerkit	Huomioitavaa	Jätteiden käsittely
Kalsiumoksidi	Emäs Valkoinen kiteinen yhdiste	Syövyttävä:  Muu vaara:  -vakavasti silmiä vaurioittava	Kemikaalia käsiteltäessä käytettävä suojahanskoja, -takkia sekä -laseja Jos hengitetty → Vie räittäiseen ilmaan Jos ainetta on roiskunut iholle tai silmään → Huuhtelee runsaalla vedellä Jos ainetta on nielty → Huuhto suu runsaalla vedellä Epävarmoissa tilanteissa tai jos oireet eivät lopu, on mentävä lääkäriin	Jätteet käsitellään ongelmajätteenä
Aluna	Tappaa bakteereita tehokkaasti	-		

Työn suoritus:

1. Mittaa dekanterilasiin 300 ml vettä
2. Lisää ja sekoita veteen 1 tl maitojauhetta, kaakaojauhetta ja kuivahiivaa sekä kourallinen multaa.
3. Silppua talouspaperi ja lisää se seoksen joukkoon.
4. Siivilöi seos toiseen dekanterilasiin.
5. Lisää 0,5 rkl kalsiumoksidia ja sekoita
6. Mittaa pH
pH=
7. Lisää 1 rkl alunaa ja sekoita
8. Mittaa pH
pH=
Mikä vaikutus alunalla oli liuoksen pH:seen?

Mitä alkaa tapahtua alunan lisäyksen jälkeen?

9. Anna alunan vaikuttaa n. 20 min.
10. Valmista hiekkasuodatin laittamalla suodatinpaperi kiinni pullon suuhun kumilenkillä. Lisää pulloon ensin hienoa hiekkaa sitten keskikokoista ja lopuksi suurinta raekoko. Testaa suodattimen toimivuus hanavedellä.
11. Kaada osa jätevedestä suodattimen läpi
Vertaa jätevettä ja suodatettua vettä:

Toimiiko hiekkasuodatin?**Minkä väristä puhdistettu vesi on?****Mitkä työn vaiheet vastasivat puhdistusvaiheita? (Kemiallinen, mekaaninen)****Lähteet:**

IS-VET. Käyttöturvallisuustiedote: Kalsiumoksidi. 2021

<https://www.isvet.fi/ckeditor/plugins/fileman/Uploads/turvallisuustiedotteet/Kalsiumoksid.pdf>

Tamro. Käyttöturvallisuustiedote: Aluna. 2018

Jätevedenpuhdistusprosessi. Helsingin seudun ympäristöpalvelut

<https://www.hsy.fi/vesi-ja-viemarit/jatevedenpuhdistusprosessi-lyhyesti/>

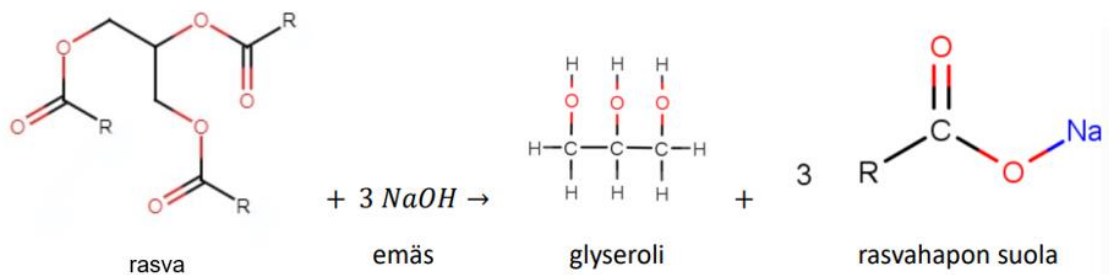
Saippuan valmistus

Teoria:

Saippuaa valmistetaan rasvahaposta natriumhydroksidin eli lipeän avulla. Saippuoiminen on reaktio, jossa rasva hydrolysoituu glyseroliksi sekä rasvahapoiksi, joista rasvahapot neutralisoituvat natriumhydroksidin vaikutuksesta, jolloin syntyy rasvahappojen suoloja eli saippuaa.

Rasvat ovat glyserolin ja 3 rasvahapon estereitä. Rasvahapot voivat olla tyydyttyneitä, tyydyttymättömiä tai monityydyttymättömiä. Tyydyttyneissä rasvoissa on ainoastaan yksinkertaisia sidoksia hiiliatomien väleillä, tyydyttymättömissä yksi kaksoissidos ja monityydyttymättömissä kaksi tai useampi kaksoissidos. Rasvat liukenevat hyvin poolittomiin aineisiin, kuten bensiiniin.

Reaktioyhtälö:




Tarvikkeet:

- 100 ml dekantterilasi
- Lasisauva
- Vaaka
- Keittolevy
- Lämpömittari
- pH-paperia
- Muotti saippualle
- (eteerinen öljy, väriaine, mausteet)

Reagenssit:

- 30 % NaOH-liuos
- Kookosrasva

Työturvallisuus:

Reagenssi	Ominaisuudet	Varoitusmerkit	Huomioitavaa	Jätteen käsittely
Natriumhydroksidi (NaOH)	Vahva emäs	Syövyttävä: 	Käsitellessä käytettävä suojahanskoja, -takkia sekä -laseja. Jos hengitetty → Vie raittiiseen ilmaan Jos ainetta on roiskunut iholle tai silmään → Huuhtelee runsaalla vedellä Jos ainetta on nieltä → Huuhdo suu runsaalla vedellä Epävarmoissa tilanteissa tai jos oireet eivät lopu, on mentävä lääkäriin	Jätteet hävitetään ongelmajätteenä.

Työn suoritus:

1. Punnitse n. 50 g kookosrasvaa.
2. Sulata rasva 100 ml dekantterilasissa keittolevyllä.
3. Mittaa lämpötila. Lämpötila pyritään pitämään 40–50 °C eikä se saa mennä yli 60 °C.

4. Kun lämpötila on 40–50 °C, lisää 28 ml 30 % NaOH-liuosta. Seoksen voi ottaa pois keitinlevyltä ja seurata lämpötilaa.

Miten NaOH vaikuttaa seoksen koostumukseen?

5. Sekoita seosta hyvin n. 20–30 min, kunnes se näyttää löysältä puurolta.
6. Mittaa seoksen pH.
pH=
7. Lisää seokseen eteerinen öljy, väriaineet ja haluamasi mausteet ja sekoita.
8. Kaada seos muotteihin kuivumaan, muutamaksi päiväksi.
9. Ota valmiit saippuat pois muoteista ja irrota pala saippuasta, joka liotetaan pieneen määrään vettä. Mittaa pH-paperilla saippuan vahvuus.

Milloin saippuan pH on sopiva sen käytölle? Miksi?

Mihin saippuan pesuteho perustuu?

Milloin saippua on keksitty? Ja mitä raaka-aineita sen valmistamiseen käytettiin?

Lähteet:

Rasvat. Peda.net.

<https://peda.net/orivesi/perusopetus/yhteiskoulu/oppiaineet/kemia/anne-valjakka/9-ravintoaineet/valkuaisaineet3/rasvat>

IS-VET. Käyttöturvallisuustiedote: Natriumhydroksidi. 2019.

<https://www.isvet.fi/ckeditor/plugins/fileman/Uploads/turvallisuustiedotteet/Natriumhydroksidi.pdf>

Salmiakki titraamalla

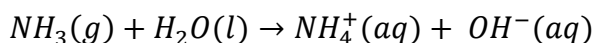
Teoria:

Salmiakki on lakritsimakeinen, joka sisältää ammoniumkloridia. Ammoniumkloridi (NH_4Cl) on valkoinen jauhe ja pistävän makuinen. Sitä käytetään makeisten valmistuksen lisäksi mm. lannoitteissa. Makeisissa salmiakkia saa olla 70 g/kg. Runsas salmiakkia sisältävien makeisten nauttiminen aiheuttaa kohonnutta verenpainetta.

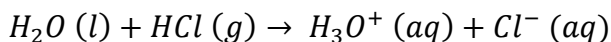
Emäs on aine, joka pystyy vastaanottamaan protonin ja happo pystyy luovuttamaan protonin. Neutralointireaktiossa happo siis luovuttaa emäkselle protonin neutraloiden yhdisteen.

Neutralointireaktiossa happojen ja emästen voimakkuus määrittää tuleeko tuotteesta hapanta, emäksistä vai neutraalia. Ammoniakin ja suolahapon reaktiossa ammoniakki on heikko emäs ja suolahappo on vahva happo. Tällöin liuksesta tulee hieman hapanta.

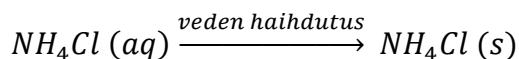
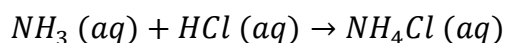
Ammoniakin reaktio vedessä muodostaen emäksisen liuoksen:



Suolahapon reaktio vedessä muodostaa happaman liuoksen:



Ammoniakin ja suolahapon reaktio muodostuu ammoniumkloridia eli salmiakkia:



Tarvikkeet:





- 100 ml Erlenmeyer
- Byretti
- Statiivi
- Suppilo
- Suodatinpaperi
- Keittolevy
- pH-paperia
- Haihdutusmalja

Liite 5

Reagenssit:

- 1M Ammoniakki (NH₃)
- 1M Suolahappo (HCl)
- BTS-indikaattori
- Aktiivihili

Työturvallisuus:

Reagenssi	Ominaisuudet	Varoitusmerkki	Huomioitavaa	Jätteiden käsittely
Ammoniakki (NH ₃)	Pistävän hajuinen emäs	<p>Syövyttävä:</p>  <p>Muu vaara:</p>  <p>-vaurioittaa vakavasti silmiä</p> <p>Ympäristölle vaarallinen:</p> 	<p>Käsitellessä käytettävä suojahanskoja, -takkia sekä -laseja.</p> <p>Jos hengitetty →Vie raittiiseen ilmaan</p> <p>Jos ainetta on roiskunut iholle tai silmään →Huuhtele runsaalla vedellä</p> <p>Jos ainetta on nielty →Huuhto suu runsaalla vedellä</p>	Jätteet käsitellään ongelmajätteenä niille varattuihin astioihin.
Suolahappo (HCl)	Vahva happo	<p>Syövyttävä</p> 	<p>Epävarmoissa tilanteissa tai jos oireet eivät lopu, on mentävä lääkäriin</p>	
BTS-indikaattori	Väriaine	Saattaa värjätä ihoa tai materiaaleja		
Aktiivihili	Rakeinen	-		

Työn suoritus:

1. Mittaa 100 ml:n erlenmyeriin 10 ml ammoniakkia ja lisää 3 tippaa BTS-indikaattoria.
2. Mittaa byrettiin n. 10 ml suolahappoa.
3. Avaa byretin hanaa hieman, jotta suolahappoa tulee pisaroittain.
4. Kun liuoksen väri muuttuu vaaleansiniseksi, sulje byretin hana. **Huom.** **Liikuta pulloa pyörivällä liikkeellä pöydän päällä, jotta huomaat värimuunnoksen**
Kuinka monta ml suolahappoa kului?
5. Lisää liuokseen n. 0,5 tl aktiivihiiltä ja suodata seos haihdutusmaljaan
Miten hiilen lisääminen vaikuttaa liuokseen?
6. Haihduta vesi keittolevyllä.
Millaista tuote on?
7. Raaputa salmiakki pois haihdutusmaljasta paperille ja punnitse
Massa= _____ g
8. Laske teoreettinen ja todellinen saanto % ohessa olevan kaavan avulla:

Salmiakkin teoreettinen saanto lasketaan alla olevan kaavan avulla. Laskussa saanto lasketaan käyttämällä suolahapon ainemäärää, koska se on reaktiossa rajoittava tekijä.

Salmiakkin teoreettinen saanto:

Laske suolahapon massa, kun sen tiheys $\rho = 1,03 \text{ g/ml}$

$$\text{tiheys } (\rho) = \frac{\text{massa } (m)}{\text{tilavuus } (V)}$$

Suolahapon ainemäärä lasketaan kaavalla:

$$\text{ainemäärä } (n) = \frac{\text{massa } (m)}{\text{moolimassa } (M)}$$

Suolahapon moolimassa= 36,458 g/mol

Liite 5

Ainemäärän yksikkö on mol.

Reaktioyhtälöstä huomataan, että suolahapon ainemäärä on sama kuin salmiakin ainemäärä, jolloin saadaan:

$n(\text{suolahappo}) = n(\text{salmiakki}) = \underline{\hspace{2cm}}$ mol.

Salmiakin moolimassa = 53,492 g/mol

Laske salmiakin teoreettinen massa:

$$m(\text{salmiakki}) =$$

Todellinen saanto:

$$\text{Todellinen saanto} = \frac{\text{Punnittu massa}}{\text{Laskettu massa}} * 100$$

Mikä asiat vaikuttavat saantoon? Miksi oikea saanto ei ollut sama kuin teoreettinen?

Lähteet:

Ammoniumkloridi. Chemwatch.

<https://chemwatch.net/fi/resource-center/ammonium-chloride/>

Kemia. Keski-Uudenmaan koulutusyhtymä.

https://pinja.keuda.fi/pluginfile.php/683689/mod_resource/content/6/Hapot%20ja%20em%C3%A4kset%204.4.18.pdf

IS-VET. Käyttöturvallisuustiedote: Aktiivihiihi. 2020.

<https://www.isvet.fi/ckeditor/plugins/fileman/Uploads/turvallisuustiedotteet/aktiivihiihi.pdf>

IS-VET. Käyttöturvallisuustiedote: Bromitymolisini. 2017.

<https://www.isvet.fi/ckeditor/plugins/fileman/Uploads/turvallisuustiedotteet/Bromitymolisini.pdf>

IS-VET. Käyttöturvallisuustiedote: Ammoniakki. 2019.

<https://www.isvet.fi/ckeditor/plugins/fileman/Uploads/turvallisuustiedotteet/Ammoniakki.pdf>

IS-VET. Käyttöturvallisuustiedote: Suolahappo. 2021.

<https://www.isvet.fi/ckeditor/plugins/fileman/Uploads/turvallisuustiedotteet/Suolahappo.pdf>

Värien erotus kasveista

Teoria:

Työn tarkoituksena on tutkia kasvien eri värien erottumista paperikromatografian avulla. Työssä ensin valmistetaan kahdenlaista klorofylliuutetta ja sen jälkeen erotellaan värit paperikromatografiaa käyttäen.

Paperikromatografia on erottamistapa, jossa hyödynnetään kapillaari-ilmiötä. Liuotin kulkee paperia pitkin ja tutkittavat yhdisteet erottuvat niiden eri liikkumisnopeuksien takia.

Kasvien soluissa ole viherhiukkanen eli kloroplasti säilöö lehtivihreää ja muita väriaineita, ja aiheuttaa kasvien vihreän värin. Ruska-aikana lehtivihreä eli klorofylli pilkkoutuu ja sen ravintoaineet varastoituvat kylmän kauden ajaksi kasvin silmuihin ja oksien kärkiin, jolloin muut väriaineet, ksantofillit, näyttäytyvät lehdissä punaisen sävyisinä.

Eri väriaineilla on kromatografiassa eri liikkumisnopeudet ja eri aineita voidaan tunnistaa liikutun matkan avulla. Arvona käytettävä hidastustekijä R_f saadaan jakamalla väriaineen kulkema matka liuottimen kulkemalla matkalla.

$$R_f = \frac{\text{Väriaineen kulkema matka}}{\text{Liuottimen kulkema matka}}$$







Tarvikkeet:

- Huhmare + hierrin
- Suppilo
- Suodatinpaperi
- Statiivi
- 100 ml mittalasi
- 4 kpl koeputkia
- Koeputkiteline
- Sakset
- Vesiliukoisia tusseja
- Erotussuppilo
- Kasveja (lehtiä, kukkia, pinaattia, marjoja yms.)

Reagenssit:

- Etanoli
- Heksaani
- Vesi

Työturvallisuus:

Kemikaali	Ominaisuudet	Varoitusmerkit	Huomioitavaa	Jätteiden käsittely
Etanoli	Alkoholi	Syttyvä:  Muu vaara:  -vakavasti silmiä vaurioittava	Kemikaalia käsiteltäessä käytettävä suojahanskoja, -takkia sekä -laseja Jos hengitetty → Vie raittiiseen ilmaan Jos ainetta on roiskunut iholle tai silmään	Jätteet lajitellaan ongelmajätteenä
Heksaani	Väritön neste Käsittely vetokaapissa	Syttyvä:  Muu vaara:  -vakavasti silmiä vaurioittava Ympäristölle vaarallinen:  Krooninen terveyshaitta 	→Huuhtelee runsaalla vedellä Jos ainetta on nieltä →Huuhto suu runsaalla vedellä Epävarmoissa tilanteissa tai jos oireet eivät lopu, on mentävä lääkäriin	

Työn suoritus:

Valmistetaan ensin klorofylliute:

1. Silppua osa kasveista huumareeseen ja lisää 20 ml etanolia.
2. Murskaa kasvit hiertämällä

3. Suodata murske koeputkeen.

Kromatografinen työ:

1. Leikkaa suodatinpaperista 3 kpl ohuita 2 cm x 20 cm liuskoja ja merkkää 4 cm alareunasta tussilla piste. Tee näin vielä muille suodatinpapereille eri värisillä tusseilla.
2. Leikkaa vielä yksi liuska, johon merkataan pipetillä piste klorofylliutteella 4 cm paperin alareunasta. **Anna pisteen kuivua.**
3. Pipetoi 3 koeputkeen 3 ml vettä.
4. Pipetoi **vetokaapissa** neljanteen koeputkeen 3 ml heksaania
5. Upota liuskojen merkityt päät veteen ja klorofylliutteella merkattu heksaaniin. Huom! Pisteet eivät saa olla nestepinnan alapuolella. Anna liuottimen kulkea max 1 cm yläreunasta.
Mitä alkaa tapahtua?

6. Laske viivoittimen avulla kasvien värien R_f -arvo
Mikä R_f -arvo oli?

Mitä eri väriaineita kasvit sisälsivät?

Vertaa lukuja näihin arvoihin:

Klorofylli a = 0,60
Klorofylli b = 0,50
Karotenoidit = 0,95
Ksantofyllit = 0,35

Lähteet:

IS-VET. Käyttöturvallisuustiedote: Heksaani. 2019.

<https://www.isvet.fi/ckeditor/plugins/fileman/Uploads/turvallisuustiedotteet/Heksaani.pdf>

IS-VET. Käyttöturvallisuustiedote: Etanoli. 2021.

<https://www.isvet.fi/ckeditor/plugins/fileman/Uploads/turvallisuustiedotteet/Etanoli.pdf>

Liite 6

Paperikromatografia kasvien lehdistä. Helsingin Yliopisto. 2015.

<https://blogs.helsinki.fi/biologianainedidaktiikka/paperikromatografia-kasvien-lehdista/>

Ruska- jokavuotinen ilmiö. Puuproffa.

<https://puuproffa.fi/vanhaa-viisautta/ruska-jokavuotinen-ilmio/>