



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND

LASTEN TIEDELEIRIEN JA -KERHOJEN KEMIAN KOKEELLISTEN TÖIDEN KEHITTÄMINEN INNOSTAVUUDEN NÄKÖKULMASTA

Niko Kyllönen

Pro gradu -tutkielma

Kemian laitos

Kemian aineenopettajan ja luokanopettajan koulutusohjelma

579/2017

LASTEN TIEDELEIRIEN JA -KERHOJEN KEMIAN KOKEELLISTEN TÖIDEN KEHITTÄMINEN INNOSTAVUUDEN NÄKÖKULMASTA

Developing experimental chemistry work instructions for children science camps and clubs from motivational aspect

Niko Kyllönen

Työn ohjaajat: emeritaprofessori Tuula Pakkanen, yliopistonlehtori Leila Alvila ja yliopistonlehtori Kari Sormunen

Itä-Suomen yliopisto, kemian laitos, Joensuu, 2017

Tiivistelmä

Lasten tiedekerhoissa ja -leireillä tehtävä tiedekasvatustyö on arvokasta suomalaisen tiedeosaamisen vaalimista. Kerhon tai leirin ohjaajalta laadukas tiedekasvatus edellyttää osaamista paitsi pienten lasten pedagogiikasta myös itse opetettavasta tieteenalasta. Erityisesti kemian termistön käytössä ja kemiallisten mekanismien selittämisessä tulee ohjaajan olla tarkkana, jotta lapsille ei muodostuisi virheellisiä käsityksiä. Lisäksi kokeellisten kemian töiden suorittaminen lasten kanssa vaatii ohjaajalta huolellista perehtymistä käytettäviin menetelmiin ja työturvallisuuteen.

Tämä opinnäytetyö on kehittämistutkimus, jonka tavoitteena on kehittää 7–12-vuotiaiden lasten luonnontiedekerhoille ja -leireille soveltuvia kemian työohjeita, joissa käytetään turvallisia kodin keittiökemikaaleja. Työohjeilla halutaan tukea ohjaajia lisäämään lasten kiinnostusta kemiaa kohtaan ja opettamaan kemiaa heidän ikäkaudelle sopivalla tasolla. Kehitettäväksi työohjeiksi valittiin kolme Suomen LUMA-keskuksen Kemianluokka Gadolinin työohjetta (Muovia maidosta, Maitoliima ja Laavalamppu) ja yksi Jippo-tiedekerhon työohje (Kolikon puhdistuspartio).

Tutkimus koostuu kahdesta osasta. Ensimmäisen osan tavoitteena oli tarkastella, miten kemian teoriatieto on tutkimukseen valituissa työohjeissa tuotu esille ja kuinka esitetty teoria näkyy tämän hetkisen tieteellisen tiedon valossa. Työn toisessa osassa luotiin työohjeiden pohjalta videotyöohjeet, joita käytettiin kesän 2017 Kuopion Snellman kesäyliopiston lasten luonnontiedeleirillä. Leirin kemian opettajana toimi tutkimuksen tekijä ja leiriläiset olivat 7–12-vuotiaita. Aineiston keruu tapahtui sähköisillä kyselylomakkeilla lapsilta ja lasten huoltajilta. Huoltajien alkukyselyllä kartoitettiin perheiden taustoja ja odotuksia kemian osuutta kohtaan. Loppukysely tehtiin sekä lapsille että lasten huoltajille ja niillä selvitettiin lasten kokemuksia tehdyistä kemian töistä ja töiden vaikutuksia lasten kiinnostukseen kemiaa kohtaan.

Tutkimuksen päätavoite onnistuttiin saavuttamaan. Lopputuloksena saatiin 7–12-vuotiaille lapsille soveltuva kokeellisen materiaalikemian opetuspaketti. Lapset olivat töistä innostuneita ja he myös kokivat oppineensa kemiaa. Pienillä, käytännössä helposti toteutettavilla, muutoksilla työohjeiden innostavuutta on mahdollista lisätä entistään.

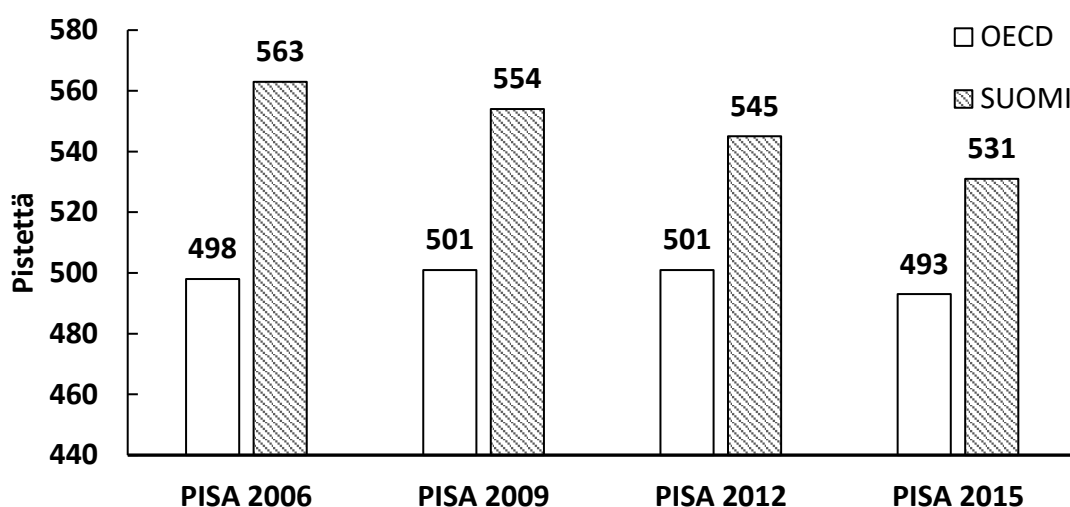
Sisällysluettelo

| | |
|--|----|
| Tiivistelmä | 2 |
| Sisällysluettelo | 3 |
| 1. Johdanto | 4 |
| 1.1. Tiedekasvatuksen taustaa | 4 |
| 1.2. Tiedekasvatus on tiedeosaamisen vahvistamista..... | 5 |
| 1.3. Tiedekerhot ja -leirit non-formaaleina oppimisympäristöinä..... | 6 |
| 2. Tutkimuksessa käytettyjen työhöjden kemiaa..... | 9 |
| 2.1. Muovia maidosta..... | 9 |
| 2.2. Maitoliima..... | 15 |
| 2.3. Laavalamppu | 19 |
| 2.4. Kolikon puhdistuspartio | 22 |
| 3. Tutkimuksen empiirinen toteuttaminen | 27 |
| 3.1. Työhöjden työstäminen leirejä varten | 27 |
| 3.2. Leirit..... | 28 |
| 3.3. Leiriläisten työskentely | 29 |
| 3.4. Aineiston hankinta ja analysointi | 30 |
| 4. Tulokset..... | 32 |
| 4.1. Leiriläisten taustat ja odotukset leiriä kohtaan..... | 32 |
| 4.2. Leiriläisten kokemukset leirin kemian töistä | 35 |
| 4.3. Kemian töiden innostavuus | 37 |
| 5. Pohdinta ja johtopäätökset | 39 |
| 6. Kiitokset | 41 |
| 7. Lähteet..... | 42 |
| 8. Liitteet | 47 |

1. Johdanto

1.1. Tiedekasvatuksen taustaa

Nopeasti muuttuva yhteiskunta tarvitsee motivoituneita tieteen osaajia, joilla on riittävät valmiudet käsitellä tietoa ja ratkaista arjen haasteita. Siksi Suomen opetus- ja kulttuuriministeriön esityksestä hallitus on asettanut tavoitteeksi tehdä Suomesta tiedekasvatuksen kärkimaa vuoteen 2020 mennessä^{1a}. Tavoitteen taustalla vaikuttaa Suomen viimeaikainen sijoittuminen kansainvälisissä PISA-tutkimuksissa (Programme for International Student Assessment), jossa arvioidaan 15-vuotiaiden osaamista matematiikassa, luonnontieteissä ja lukutaidossa. Tutkimuksissa Suomi on kyllä onnistunut säilyttämään paikkansa OECD-vertailumaiden kärjessä, mutta viime vuosikymmeninä pisteet ovat huolestuttavasti laskeneet tutkimuksen jokaisella osa-alueella niin lukutaidossa, matematiikassa kuin luonnontieteissä.^{2a}



Kuva 1. Luonnontieteiden osaamisen keskiarvot Suomessa ja OECD-maissa. Vetteranta, J.; Välijärvi, J.; Ahonen, A.; Hautamäki, J.; Hiltunen, J.; Leino, K.; Lähteinen, S.; Nissinen, K.; Nissinen, V.; Puhakka, E.; Rautopuro, J.; Vainikainen, M. PISA 2015 ensitulosia. Opetus- ja kulttuuriministeriö, 41, s. 34. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-263-436-8>.

Lukutaidon ja matematiikan osalta kehityssuunta on toistaiseksi pysähtynyt, mutta luonnontieteiden osaaminen näyttäisi edelleen hiipuvan (kuva 1). Vuonna 2015 suomalaisten 15-vuotiaiden luonnontiedeosaaminen oli kaikista tutkimukseen osallistuneista maista ja alueista viidenneksi parasta. On kuitenkin huomattava, että testipisteet putosivat 32:lla vuoden 2006 huipputuloksesta.^{2b}

PISA-tulosten pohjalta tehdyt lisäselvitykset toivat esille huolestuttavia viitteitä suomalaisen koulutuksen epätasa-arvoistumisesta. Luku- ja matemaattisten taitojen ohella myös luonnontieteiden osaaminen keskittyy entistä enemmän Etelä-Suomen ja etenkin pääkaupunkiseudun alueelle, sosioekonomisesti vakaisiin kouluihin ja koulujen sisällä yksittäisille oppilaille.^{2c,2d} Myös sukupuolten välillä tasoerot ovat kasvaneet. Vuonna 2015 suomalaisten poikien PISA-tulokset luonnontieteissä vuoteen 2012 verrattuna olivat heikentyneet tyttöjen tuloksia merkittävästi enemmän.^{2e} 19 pisteen ero luonnontieteiden pistemäärissä tyttöjen hyväksi osoittautui OECD-maiden suurimmaksi.^{2f}

PISA-tutkimuksissa on selvitetty myös oppilaiden osaamiseen vaikuttavia tekijöitä. Suomalaisten oppilaiden luonnontieteiden osaamiseen eniten vaikuttavat tekijät liittyvät oppilaiden asenteisiin luonnontieteitä kohtaan. Näitä ovat nuoren arvostus luonnonteollista lähestymistapaa kohtaan, kiinnostuminen laajoista luonnontieteellisistä aiheista, sisäinen opiskelumotivaatio ja luottamus omaan luonnontieteelliseen osaamiseen. Vuoden 2015 PISA-tutkimustulokset kertovatkin karua kieltä: suomalaiset 15-vuotiaat ovat keskimääräistä vähemmän kiinnostuneita luonnontieteiden opiskelusta kuin ikäisensä muissa OECD-maissa.^{2g}

Erytisesti suomalaisten tyttöjen luonnontieteellisen kiinnostuksen kohentamiseksi on löydettävä pian toimivia ratkaisuja. Vaikka suomalaisten tyttöjen osaaminen oli vuoden 2015 PISA-tutkimuksen mukaan maailman huipputasoa, olivat he kuitenkin neljä kertaa vähemmän kiinnostuneita tieteen ja tekniikan asiantuntijuuteen liittyvistä ammateista kuin suomalaiset pojat. Toisaalta suomalaisten poikienkaan kiinnostus tieteen ja tekniikan ammattialoja kohtaan ei ole suurta, vain puolet OECD-maiden keskiarvosta.^{2h}

1.2. Tiedekasvatus on tiedeosaamisen vahvistamista

Suomalaisten nuorten motivaatiota luonnontieteitä kohtaan on lähdetty kohentamaan *tiedekasvatuksen* keinoin. Tiedekasvatuksen määritelmä ei ole kovin tarkka ja termi on laajalti käytössä kattuen kaikki tieteenalat. Yleisimmin tiedekasvatus mielletään luonnontieteen, matematiikan ja teknologian aiheita koskeviksi. Termi nähdään yläkäsitteenä, jonka alle voidaan erikseen avata formaalin, non-formaalin ja informaalin tiedekasvatuksen käsitteet.³

Opetusministeriön virallisen määritelmän mukaan tiedekasvatus tarkoittaa kaikkea tavoitteellista toimintaa, joka vahvistaa *tiedeosaamista*. Tiedeosaaminen on puolestaan formaalin koulutuksen kautta hankittavaa tiedollista ja taidollista perusosaamista, joissa keskeistä on tieteenaloihin liittyvä sisältötiedon hallinta sekä ajattelun ja oppimisen taidot.^{1b} Käytännössä tiedeosaaminen ilmenee yksilön kykynä osallistua tiedonluomisprosessiin niin, että hän aktiivisesti käsittelee ja arvioi uutta tietoa, seuraa tieteen kehitystä ja tekee päätöksiä sekä henkilökohtaisella että yhteiskunnallisella tasolla.^{1c}

Formaali tiedekasvatus ei sisälly Suomen varhaiskasvatussuunnitelman perusteisiin, esi- ja perusopetuksen tai lukion opetussuunnitelmien perusteisiin tuntijaon mukaisena erillisenä oppiaineena.^{1d} Se on pikemminkin opetuksen ja kasvatuksen oppiaineita ja aihekokonaisuuksia tukeva pedagoginen toimintamuoto, jota ohjaavat opetussuunnitelmien perusteiden asettamat oppiainekohtaiset tavoitteet, sisällöt ja toimintaohjeet.^{4,5,6} Formaalia luonnontiedekasvatusta opetussuunnitelmat ohjaavat painottamalla opetuksen kontekstuaalisuutta, tutkivaa oppimista ja kokeellista työskentelyä. Myös opettajien täydennyskoulutus, tieto- ja viestintäteknologian käyttö sekä oppimisympäristöjen kehittäminen on nostettu esille tärkeinä tiedekasvatuksen työalueina.

Tiedekasvatuksen näkyminen koulutyössä riippuu käytännössä paikallisella tasolla tehtävistä päätöksistä. Koulutuksen ja -opetuksen järjestäjät laativat valtakunnallisten ohjeiden pohjalta paikalliset opintokokonaisuudet sekä -jaksot ja integroivat tiede-

kasvatuksen osaksi opetusta. Kouluilla ja opettajilla onkin varsin vapaat kädet siinä, missä määrin he toteuttavat tiedekasvatusta. Koulujen painotusten ja opettajien omien mielenkiinnon kohteiden mukaan tiedekasvatus voi ilmetä jo pienimuotoisesti osana tuntityöskentelyä tai isompina hankkeina kuten retkinä, teemapäivinä tai tiedekilpailuina.^{1e} Yhtä kaikki, eri tiedekasvatusmuotoja yhdistää kasvattajien tietoinen pyrkimys tukea lapsen ja nuoren kokonaisvaltaista kasvua tieteellistä keskustelua seuraavaksi ja tiedostavaksi kansalaiseksi, joka kykenee elinikäisen oppimisen kautta vastaamaan ympäristön asettamiin haasteisiin.^{1f}

1.3. Tiedekerhot ja -leirit non-formaaleina oppimisympäristöinä

Motivaatio oppimiseen saa alkunsa jo ennen kouluikää. Tiedekasvatuksen yhteydessä puhutaan niin sanotusta *ohjatusta tutkimuksellisesta oppimisesta* (Guided Inquiry Learning). Kyseessä on erityisesti varhaistiedekasvatukseen liittyvä sosiokonstruktivistisen oppimiskäsityksen suuntaus, jonka mukaan laadukas lasten tiedekasvatus on korostetusti oppilaslähtöistä ja asialle vihkiytyneen aikuisen ohjaamaa. Lapsi kokee oppimisen iloa, kun hän saa itse aktiivisesti osallistua hänelle tuttuja aiheita käsittelevään toimintaan.^{7,8a,9} Positiiviset kokemukset tieteen parissa muodostavat alustan, joka auttaa lasta rakentamaan abstraktimpaa tieteellistä tietoa myöhemmällä kouluiällä.⁷

Yhä useampi kunta ja kaupunki onkin päättänyt tukea formaalia tiedekasvatusta ja järjestää lapsille ohjattuun tutkimukselliseen oppimiseen kannustavia *luonnontiedekerhoja ja -leirejä*. Luonnontiedekerhot ja -leirit ovat opetussuunnitelmien perusteiden ulkopuolisia eli non-formaaleja oppimisympäristöjä*, joiden toiminta rakentuu koulusta tuttujen luonnonteellisten oppiaineiden ja arkipäiväisten teemojen ympärille. Esi- ja alakouluikäisille suunnattujen leirien ja kerhojen toiminnan tavoitteena on tarjota lapsille tekemisentäyteinen, mutta turvallinen oppimisympäristö, jossa hän rohkaistuu esittämään omakohtaisia kysymyksiä, tekemään havaintoja ja tutkimaan luonnon ilmiöitä ja olioita yhteistoiminnallisesti toistensa ja asiantuntevan ohjaajan kanssa. Työskentelyn aikana kehitetään luonnontieteellisiä ajattelun taitoja, mikä ohjaajan laatiman suunnitelmasta riippuen voi olla joko toiminnan tavoitteiden asettamisen lähtökohta tai osana piilotavoitteita.^{10,8c}

Opetusministeriö on mukana edistämässä tiedekerhojen- ja leirien laatua ja alueellista saatavuutta. Tasa-arvoisen koulutusperiaatteen kuuluu, että tiedekerho- ja leiritoimintaa ohjaavat samat lait, hallinto- ja rahoituskanavat.¹¹ Huomattava osa rahoituksesta järjestyy opetushallituksen valtionavustuskassasta, josta jaetaan rahoitusta eri tiedekasvatushankkeisiin. Valtioavustus on tarkoitettu yleensä käytettäväksi ensisijaisesti toimintakustannuksiin, kuten materiaalimaksuihin.^{1g} Lisärahoitusta ohjaajien palkkoihin, matkakorvauksiin ja muihin menoihin kerho- tai leiritoiminnan organisoijat hankkivat usein yksityisten kanavien kautta kuten apurahasäätiöiltä (esim.

* Fyysisten tiedekerhojen lisäksi on kehitetty informaaliin tiedekasvatukseen kuuluvia virtuaalisia tiedekerhoja, joita käsitellään Jenni Vartiaisen vuonna 2016 ilmestyneessä väitöskirjassa^{8b}

OLVI-säätiö)¹², yhteistyökumppaneilta (esim. vanhempainyhdistykset ja yritykset)^{13,14} tai lasten perheiltä perittävinä osallistumismaksuina¹³.

Monet tiedekerhot ja -leirit ovat osoittautuneet suosituiksi. Toiminta on hajautetusti ympäri Suomen painottuen suurimpiin kaupunkeihin (taulukko 1). Kerhojen ja leirien järjestämisestä vastaavat eri opetus- ja kasvatusalan organisaatiot ja yksityiset tahot, joista osa tarjoaa yleissivistävää koulutusta myös aikuisille. Tiedeteemoja on monenlaisia ja kaiken ikäisille, mutta pääpaino on esi- ja alakouluikäisissä.

Taulukko 1. Esimerkkejä Suomessa vuonna 2017 järjestetyistä luonnontiedekerhoista ja -leireistä.

| Kerhon/leirin nimi | Järjestäjä | Kaupunki/kunta | Sisältökuvaus | Kohderyhmä |
|---|---|---|--|--|
| Lasten kesäyliopiston luonnontiedeleirit | Snellman kesäyliopisto http://snellman-kesayliopisto.fi/ | Kuopio | Tutustutaan tähtitieteen, fysiikan, kemian, biologian, geologian ja hammaslääketieteen innostavaan ja ihmeelliseen maailmaan | 7–12-vuotiaat |
| LUMA-kerho/-leiri (matematiikka, fysiikka, kemia) | Joensuun tiedeseura http://www.tiedeseura.fi/ | Joensuu | Teemoina vuorottelevat matematiikka, fysiikka, kemia ja biologia tarjoten oppia ja elämyksiä. | 8–15-vuotiaat |
| Viikin rikospaikkatutkijat -leiri | Helsingin yliopiston tiedekasvatuskeskus https://www.helsinki.fi/fi/tiedekasvatus | Helsinki | Pohditaan kemia-aiheisia mysteerejä ja ratkotaan erilaisia jännittäviä salapoliisitehtäviä kemian keinoin. | 13–16-vuotiaat |
| Tiedeleiri | Kirsi Puustinen http://tiedekerho.fi/ | Tampere | Ohjelmassa on paljon hauskoja ja elämyksellisiä uusia tiedekokeita. Kaikissa kokeissa on käytössä oikeita tutkijavälineitä. | 7–12-vuotiaat |
| Hoksaus-tiedekerho | Kide Science https://hoksaus.fi/ | 11 eri paikkakuntaa mm. Helsinki, Turku ja Oulu | Painotus on leikkillisessä tieteen oppimisessa tarinoiden ja draaman kautta. | 3–6-vuotiaat. Ikäryhmät ovat vain suosituksia. |

Kerhot järjestetään tyypillisesti yksittäisinä viikonpäivinä lukuvuoden aikana vähintään kuudella kokoontumiskerralla. Tällöin aiheeseen ehditään syventymään ja toisaalta ryhmä oppii työskentelemään yhdessä.¹⁵ Leirit ovat puolestaan 2–5 päivän pituisia, yhden tai useamman teeman sisältäviä kokonaisuuksia, jotka usein ajoittuvat koululaisten loma-ajoihin.

Kokeellinen työskentely korostuu erityisesti kemiaa sisältävissä tiedekerhoissa ja -leireillä. Kokeisiin liittyvien työohjeiden suunnittelu on usein ohjaajan vastuulla. Hän voi laatia työohjeet kokonaan itse tai hyödyntää jo valmiita materiaaleja. Internet on hyvä lähde, josta löytyy runsaasti eri ikäisille sopivia kemian eri osa-alueisiin liittyviä työohjeita (taulukko 2).

Taulukko 2. Esimerkkejä kemian työohjeista, jotka ovat vapaasti kaikkien käytettävissä.

| Työ | Teema | Kohderyhmä | Lähde |
|-----------------------|--|-------------------------------------|---|
| Näkymätön muste | Rikokskemia, hapettuminen, fysikaalinen kemia | Kaikenikäiset | Snellman kesäyliopiston tiedekasvatusmateriaalit https://snellman-instituutti.onedu.fi/zine/12/pdf |
| Kummallinen kananmuna | Hapot, emäkset, neutraloituminen | Kaikenikäiset | Jippo-tiedeverkkolehden työohjeet http://www.ejippo.fi/teemat/tutki-ja-ihmettele-kummallinen-kananmuna |
| Syksyn väriloisto | Värit | Alle kouluikäiset ja alakoululaiset | Jippo-tiedeverkkolehden työohjeet http://www.ejippo.fi/pikku-jipot/syksyn-variloisto |
| Mahamysteeri | Orgaaninen kemia, hiilihydraatit, rasvat ja proteiinit | Yläkoulu, lukio | Kemianluokka Gadolin - työohjeet http://www.kemianluokka.fi/tyoohjeet |

Tiedekerho- ja leiritoiminnan peruskriteerien mukaisesti ohjaajan tulee perehtyä kokeellisten töiden taustalla oleviin teoreettisiin perusteisiin ja integroida tietoa opetukseen lapsiryhmää innostavalla tavalla.⁹ On kuitenkin syytä muistaa, ettei paraskaan suunnitelma voi aina estää yllätyksiä. Ohjaajan on kyettävä refleктоimaan työskentelyä ja reagoimaan nopeasti lasten kulloiseenkin mielentilaan tai tapahtumaan ja näin tehdä työskentelyyn tarvittavia muutoksia.¹⁶

2. Tutkimuksessa käytettyjen työhöjien kemiaa

Suoraan esi- ja alakouluikäisille tarkoitettuja suomalaisia kemian työhöjien on melko vähän ja hajanaisesti tarjolla. Tässä opinnäytetyössä pyritään tukemaan lasten tiedekerhojen ja -leirien toimintaa kehittämällä nykyisiä kemian työhöjien 7–12-vuotiaille lapsille paremmin soveltuviksi.

Kehitettävät työhöjien etsittiin Kemianluokka Gadolinin ja Jippo-tiedeverkkolehden materiaalipankista (<http://www.kemianluokka.fi/tyohohjeet>; <http://www.ejippo.fi/teemat>). Molemmat ovat LUMA-keskus Suomen ylläpitämiä verkkosivustoja, joiden materiaalit ovat vapaasti kaikkien käytettävissä. Jippo-verkkolehden työhöjien on suunnattu 3–12-vuotiaille lapsille ja nuorille. Kemianluokka Gadolin tarjoaa työhöjien puolestaan laajemmalla ikähaarukalla aina alakoulusta lukioon. Useimmat sivustojen työhöjien on kehitetty eri koulu- ja lukiolaisryhmien Helsingin yliopiston tiedekasvatuskeskukseen tekemien toiminnallisten opintokäyntien pohjalta.^{17,18}

Teemaksi valittiin materiaalikemia, koska se on kaikille tuttua arkipäiväisten esineiden kemiaa. Työhöjien valikoituivat Muovia maidosta (liite 1), Maitoliima (liite 2), Laavalamppu (liite 3) ja Kolikon puhdistuspartio (liite 4). Työhöjien kehittämistä varten valituille työhöjien tehtiin perusteellinen sisällönanalyysi¹⁹. Tarkoituksena oli tarkastella, miten kemian teoretieto on työhöjien tuotu esille ja kuinka esitetty teoria näkyy tämänhetkisen tieteellisen tiedon valossa.

2.1. Muovia maidosta

Muovia maidosta -työssä (liite 1) valmistetaan maidosta kaseinimuovia. Työn tavoitteeksi on asetettu, että oppilas oppii arkipäiväisiä kemian ilmiöitä ja teollisten prosessien toimintaa pienessä mittakaavassa sekä ymmärtää muovien kemiallisen rakenteen.

Muovit ja polymeerit määritellään työhöjien seuraavasti:

”Muovit ovat pääasiallisesti polymeerejä. Polymeerit ovat pitkäketjuisia molekyyliä, joissa sama rakenneosastoistuu lukuisia kertoja. Yksi molekyyli voi olla rakentunut 1000–100000 yhteen liittyneestä pienemmästä rakenneosasta eli monomeeristä.”

Määritelmä ei ole täysin yksiselitteinen. Muovien ominaisuuksien kannalta olisi oleellista kertoa myös muovin sisältämistä lisäaineista (taulukko 3). Lisäaineilla saadaan muoville käyttökohteen vaatimia ominaisuuksia, kuten joustavuutta, kestävyyttä ja värejä^{20a}.

Taulukko 3. Muovien yleisimpiä lisäaineita. Mukailten: Brazel, C. S.; Rosen, S. L. *Fundamental principles of polymeric materials*, 3. painos, Wiley, US, 2012, s. 363.

| Lisäaineen tyyppi | Esimerkkejä |
|-------------------|--|
| Vahvike | Grafiittikuidut |
| Täyteaine | Puujauho, kalsiumkarbonaatti |
| Kytkeäaine | Kaksoisfunktionaaliset silaanit |
| Stabiloija | Kinonit |
| Pigmentti | Titaanidioksidi, musta hiili |
| Pehmennin | Ftalaatit |
| Liukastusaine | Steariini |
| Puhallusaine | Pentaani, haihtuvat org. yhdisteet, CCl ₃ F |
| Palosuoja-aine | Fosfori, org. yhdisteet, joissa bromidia tai kloridia |

Muovien koostumuksen tarkka määrittely on tarpeen, jotta vältetään väärinkäsityksiltä²¹. Riskinä voi olla, että muovit ja polymeerit ymmärretään tarkoittavan samaa asiaa tai muovin ominaisuudet käsitetään johtuvan ainoastaan polymeereistä. IUPACin suositusten^{22a,22b,22c} pohjalta tarkempaan määrittelyyn voidaan käyttää:

”Muovi on polymeerien ja eri lisäaineiden seos. Polymeeri on pitkäketjuinen molekyylipainoltaan jättikokoinen makromolekyyli, joka muodostuu toistuvien molekyylipainoltaan pienempien rakennesyksiköiden eli monomeerien liittyessä yhteen kemiallisin sidoksin. Kyseisen kemiallisen reaktion nimi on polymeroituminen.”

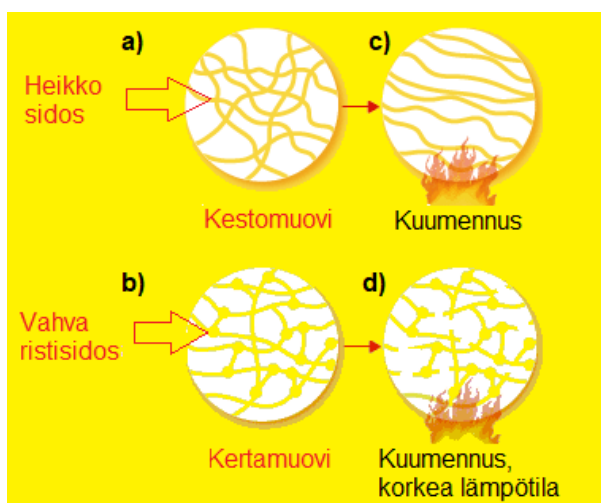
Polymeerit jaetaan työhjeessa luonnonpolymeereihin ja synteettisiin polymeereihin. Esimerkkejä muoveissa käytettävistä biomolekyyleistä on taulukossa 4. Lisäksi on olemassa polymeerejä, joiden käyttökohde on muovien ulkopuolella esimerkiksi kangas- ja paperimateriaalina²³. Biomuovi-termin kanssa tulee olla tarkka, koska sillä voidaan viitata myös *biohajoaviin muoveihin*, jotka sisältävät biopolymeerejä ja/tai synteettisiä polymeerejä.^{24a,23} Kaikki biomuovit eivät siis ole biohajoavia ja toisaalta biohajoavat muovit eivät aina ole biopohjaisia.

Taulukko 4. Esimerkkejä biopolymeereistä ja niiden muovisista käyttökohteista. Kershaw, P. J. *Biodegradable plastics & marine litter*. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya, 2015, s. 16.

| Polymeerin nimi | Alkuperäinen bioaines | Käyttökohteet |
|-----------------|--|---|
| Sellofaani | Selluloosa (esim. puu, puuvilla, hamppu) | Pakkausarkit, teipin pohjaosa, dialyysiletkut |
| Kitosaani | Kitiini | Kudosten korjaus, haavojen hoito, lääkeaineet |
| Rayon | Selluloosa (eli puuhioke) | Ompelulanka |

Synteettisistä polymeereistä polyeteenin kerrotaan työohjeessa olevan maailman käytetyin muovipolymeeri. Euroopassa noin 37 % muoveista on valmistettu polyeteenistä^{24b}. Polyeteenin lisäksi myös monet muut petroolipohjaiset muovit hallitsevat muovimarkkinoita.^{25a, 24c} Polyeteeniä syntetisoidaan additioreaktiolla, jonka mekanismia tarkastellaan muualla kirjallisuudessa^{20b}.

Muoveja itsessään ei ole työohjeessa luokiteltu. Tämä johtunee siitä, että muovit ovat hyvin heterogeeninen ryhmä, minkä vuoksi jaottelu voi olla haasteellista ja viedä jokseenkin paljon tilaa työohjeesta. Monesti jako tehdään tuotetun muovin uudelleenprosessoitavuuden perusteella *kesto-* ja *kertamuoveihin*^{23c,20c}. Prosessoinnissa muovi pyritään muotoilemaan uudelleen lämmityksen ja paineen avulla (kuva 2).



Kuva 2. Kestomuovien ja kertamuovien polymeeriverkoston rakenne (a, b) ennen sulatusta ja (c, d) sulatuksen jälkeen. Mukailten: Plastics. Nobelprize.org. Nobel Media AB 2014. <http://www.nobelprize.org/educational/chemistry/plastics/readmore.html>, linkki tarkistettu 22.10.2017.

Kestomuoveissa eli niin sanotuissa kuluttajamuoveissa polymeeriketjujen väliset sidokset (sidokset 2–5 taulukossa 5) ovat paljon heikompia kuin ketjun monomeereja yhdistävät kovalenttiset sidokset (kuva 2a). Kestomuovien uudelleenprosessointi onnistuukin polymeeriketjuja vaurioittamatta jo matalissa lämpötiloissa (kuva 2c). Sen sijaan kertamuoveja ei voida uudelleenprosessoida, koska niissä polymeereja risteävät sidokset ovat lähes yhtä vahvoja tai jopa vahvempia kuin ketjun sisäiset sidokset (kuva 2b). Tästä johtuen muovin kuumentaminen hajottaa palautumattomasti lopulta myös itse polymeeriketjut (kuva 2d).^{20d}

Taulukko 5. Kemiallisten sidosten katkaisemiseen tarvittavia energioita. Mukailten: Brazel, C. S.; Rosen, S. L. *Fundamental principles of polymeric materials*. 3. painos, Wiley, US, 2012, s. 37.

| Sidostyyppi | Dissosiaatioenergia (kcal/mol) |
|-------------------------|--------------------------------|
| 1. Kovalenttinen sidos | 50–200 |
| 2. Vetysidos | 3–7 |
| 3. Dipoli-dipoli -sidos | 1,5–3 |
| 4. van der Waals -sidos | 0,5–2 |
| 5. Ionisidos | 10–20 |

työohjeessa mainitut ”karvat” eli oligosakkaridiketjut. Kalsiumfosfaattiklusterit puolestaan muodostuvat, kun kaseiinit aggregoituvat negatiivisesti varautuneiden fosfaattiryhmien vetäessä sähköisillä voimilla puoleensa positiivisia kalsiumioneja. Aggregoitumista inhiboi glykolysoidut κ -kaseiinit, jotka kiinnittyvät disulfidisilloilla ja/tai hydrofobisilla voimilla aggregaatin pintaan. Harjamaisen oligosakkaridikerroksen uskotaan toimivan partikkeleita stabiloivana elektrostaattisena ja steerisenä esteenä.^{27e,27f,36}

Kaseiininmuovia valmistetaan joko entsyymaattisesti tai hapon avulla.^{37a} Työohjeessa esitetty menetelmä on hyvin yksinkertainen: lisätään 50–60 °C:en kuumennettuun rasvattomaan maitoon etikkahappoa, väriainetta ja sekoitetaan huolellisesti. Rasvattoman maidon käyttäminen on välttämätöntä lopputuotteen kestävyuden kannalta, koska rasvapisarat voivat jäädä polymeerihuokosiin ja heikentää muovin rakennetta³⁸. Kaseiinin tiedetään kestävän jopa +140 °C:en lämpötiloja^{27g}, mutta hapon vaikutuksesta kaseiinimisellit aggregoituvat nopeasti³⁹:

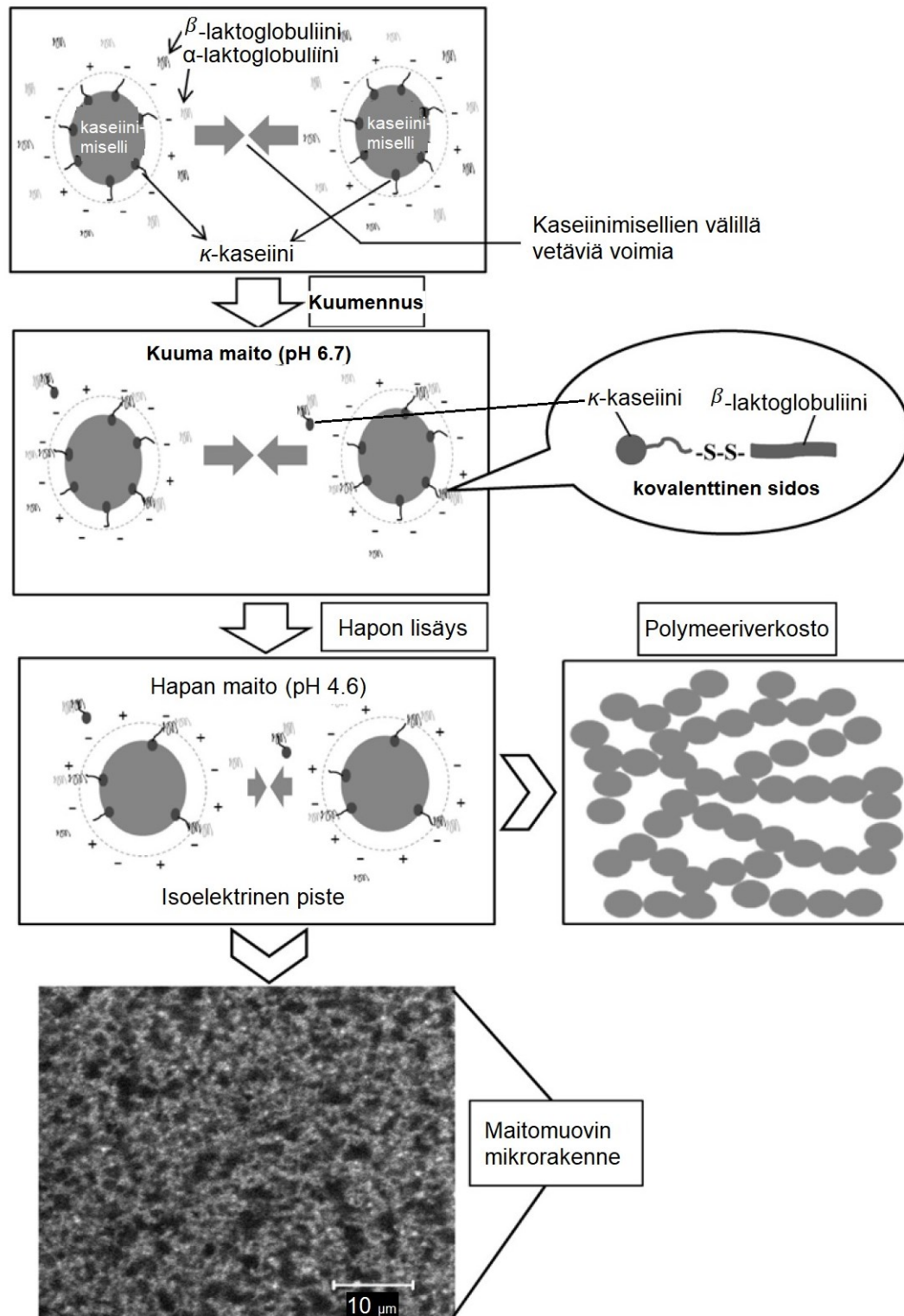
”Kun lämmitettyyn maitoon lisätään happoa, neutraloi hapon positiivisesti varautuneet protonit ensin kaseiinimisellien ”karvojen” negatiiviset varaukset tehden niistä vähemmän vesiliukoisia. Kaseiinimisellit pääsevät nyt lähemmäksi toisiaan. Hapon vaikutuksesta myös misellin rakennetta vahvistaneet kalsiumfosfaatti klusterit vapautuvat misellin sisältä.”

Neutralointiin voidaan käyttää paitsi etikkahappoa myös muita orgaanisia (esimerkiksi maitohappoa) tai epäorgaanisia happoja (esimerkiksi suolahappoa tai rikkihappoa). Etikka on edullista, helposti saatavissa eikä sitä tarvitse laimentaa, kuten vahvoja happoja. Neutraloinnissa pH pyritään laskemaan arvoon 4,6 eli kaseiinin *isoelektroniseen pisteeseen*.^{37a} Isoelektrinen pisteessä kaseiinimisellin negatiiviset varaukset ovat neutraloituneet, misellin rakenne denaturoitunut ja polymeroituminen käynnistynyt.

Toinen osa maidon proteiineista koostuu heraproteiineista. Heraproteiinit eroavat kaseiineista siten, että niillä isoelektrinen piste on korkeampi kuin kaseiineilla (pH 4,6–6,3^{27h}). Näin ollen hapon lisäys denaturoi herkästi myös heraproteiinien rakenteen. Toisaalta kaseiineihin verrattuna heraproteiinit ovat huomattavasti herkempiä kuumentamiselle^{27g,40a}. Syy tähän on se, että heraproteiineissa on useita kysteiini-aminohappoja^{20e,27i}, joiden väliset rikkisillat katkeilevat herkästi jo +30 °C:n lämpötilassa^{40b}. Näin ollen heraproteiinien denaturoituminen käynnistyy oikeastaan jo maidon lämmitysvaiheessa. Tätä ei työohjeessa kuitenkaan tuoda esille, vaan sen sijaan keskitytään denaturoitumisen seurauksiin:

”Denaturoituneiden heraproteiinien rikkoutuneiden rikkisiltojen päät alkavat etsiä uutta paria muodostamaan uuden rikkisillan. Heraproteiinit sitoutuvat rikkisidoksin kaseiinimisellien pinnalle, muodostaen proteiiniverkoston.”

Polymeroitumisessa denaturoituneet heraproteiinit toimivat polymeriverkoston ristikidosten muodostajana kytkeytyessä kaseiineihin ja muihin heraproteiineihin⁴¹. Näin käyttäytyy esimerkiksi β -laktoglobuliini, jonka polymeroitumismekanismi on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Maidon kuumentamisen ja pH:n laskun vaikutusmekanismi maidon kaseiinien ja heraproteiinien välisiin vuorovaikutuksiin. Mukailten: Mahomud, M. S.; Katsuno, N.; Nishizu, T. Role of whey protein-casein complexes on yoghurt texture. *Rev. Agric Sci.*, 2017, 5, s. 3.

Kaseiinit ja heraproteiinit ovat muiden proteiinien tapaan monifunktionaalisia molekyyliä, joten maidon proteiinien polymeroituminen voidaan luokitella polykondensaatioksi eli askelpolymeroitumiseksi. Askelpolymeroitumiselle on tyypillistä, että saman monomeerin eri funktionaaliset ryhmät osallistuvat polymeroitumiseen samanaikaisesti ja polymeeriverkosto muodostuu ilman erillisen ristsidoksen muodostajaa. Reaktion sivutuotteena muodostuu usein pieni molekyyliyhdiste, tyypillisesti vesi. Lisätietoa askelpolymeroitumisen reaktiomekanismista ja kinetiikasta on saatavilla kirjallisuudesta.^{20d}

”Muovista tehtiin nappeja, joiden vahvuutena oli vähäinen paloherkkyys, mutta haasteena heikko kosteuden kestävyys.”

Tällä työohje viittaa kaseiinimuovin kykyyn absorboida herkästi vettä. Veteen se liukenee kuitenkin huonosti, jollei liuottimena käytetä emästä tai suolaliuosta^{20e,42}. Nappien lisäksi kaseiinimuovista on valmistettu esimerkiksi koruja, koristeita ja muita pieniä käyttöesineitä.^{26,43a} Kosteudenkestävyyttä voidaan lisätä poolittomilla lisäaineilla, kuten öljyllä, vahalla tai monoasetyloiduilla hiilivedyillä. Polyolipohjaisilla lisäaineilla (esimerkiksi glyserolilla ja sorbitolilla) puolestaan saadaan kaseiinimuovista kestävämpää ja joustavampaa materiaalia muun muassa tekstiiliteollisuuden tarpeisiin.^{43b}

2.2. Maitoliima

Maitoliima-työssä (liite 2) valmistetaan maidosta omatekoista liimaa.

Liima on materiaali, joka levitettynä kappaleiden pintaan kiinnittää eli liimaa kappaleet toisiinsa^{44a}. Ihminen on käyttänyt liimoja jo muinaisen Egyptin ajoista lähtien. Tuolloin liimat valmistettiin eläin- ja kasvipärisistä raaka-aineista, kuten kananmunasta, verestä, luista ja kasvikuiduista. Liimojen käyttö pysyi kuitenkin suhteellisen maltillisena vielä tuhansien vuosien ajan. Liimat yleistyivät merkittävästi vasta keskiajalla, jolloin niitä ryhdyttiin hyödyntämään suuremmissa määrin huonekalujen rakentamisessa. Liimateollisuus sysähti käyntiin 1700-luvun puolella välin ja tuotanto kasvoi nopeasti aina 1900-luvulle asti, kun muovi-, epoksi-, silikonipohjaiset ja muut synteettiset liimat alkoivat vallata markkinoita.⁴⁵

Nykyisin liimoja valmistetaan moniin eri käyttökohteisiin. Esimerkiksi kirjekuori, tapetti, laastari ja kaakeli eivät hyvin todennäköisesti toimisi ilman liimoja. Liimattavat kappaleet voivat olla keveitä, raskaita tai valmistettu aivan eri materiaaleista.^{44b} Käytännössä ero eri liimojen välillä havaitaan liimauksen eli *adheesion* vahvuudessa ja kovettumisnopeudessa. Kuten työohjeessa kerrotaan:

”Liimojen kuivumisajat ovat muun muassa erilaiset. Pikaliima kuivuu sekunneissa ja jotkin epoksiliimat tarvitsevat useamman vuorokauden kuivumiseen.”

Liima koostuu polymeereistä ja lisäaineista, jotka kovettuessaan sitoutuvat substraatin pintaan kemiallisten ja fysikaalisten vuorovaikutusten seurauksena. Toisin kuin mekaani-

nen kiinnitin, esimerkiksi niitti tai naula, liimalla on kyky jakaa voimat koko rajapinnan alueelle ja näin kohdistaa kuormitus tasaisesti molempiin kappaleisiin.^{44c}

Liimojen valmistajien ja käyttäjien olisi hyvä osata liimojen toiminnan taustalla oleva teoria. Kaikenkattavaa teoriaa ei ole olemassa, sillä liiman toimintamekanismi riippuu useista tekijöistä, muun muassa kiinnitettävien kappaleiden pintaominaisuuksista ja käyttöolosuhteista. Kokonaisvaltainen selitys liiman toiminnalle rakentuu makro-, mikro- ja nanomittakaavan *adheesioteorioista*, jotka eivät ole toisiaan poissulkevia. Ebnesajjadin (2014) teoksen^{44d} pohjalta tässä yhteydessä käsitellään viisi tärkeintä teoriaa:

- Mekaaninen teoria
- Elektrostaattinen teoria
- Diffuusioteoria
- Kostutusteoria
- Kemiallinen sitoutumisteoria

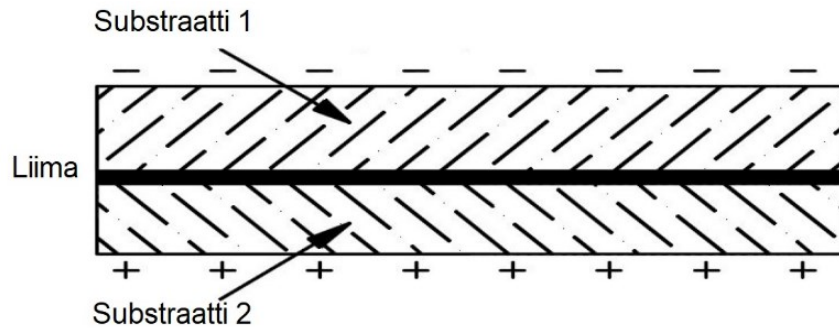
Teorioiden oletuksena on, että substraatin pinta on puhdas. Todellisuudessa monet epäpuhtaudet, kuten ilman happi, voivat sitoutua liiman ja substraatin väliin ja heikentää adheesiota happimolekyylien välisillä, adheesiovuorovaikutuksia heikommilla, *koheesiovuorovaikutuksilla*^{44e}.

Mekaaninen teoria soveltuu karkeapintaisille kappaleille, joissa liima tunkeutuu substraattipinnan reikiin, onkaloihin ja muihin pinnan epätasaisuuksiin (kuva 5). Liima syrjäyttää kuoppiin juuttuneen ilman ja kovettuu huokosiin muodostaen kappaleita yhteen kytkevän ”mekaanisen ankkurin”. Rosoisuus lisää liiman ja kappaleen välistä kosketuspinta-alaa, jolloin yhä useampi atomi ja molekyyli pääsee osallistumaan rajapinnan vuorovaikutuksiin ja näin osaltaan tekemään adheesiosta voimakkaamman. Toisaalta myös sileät pinnat voivat liimautua yhteen, joten on selvää, ettei mekaaninen teoria voi yksistään selittää adheesiota.^{44d}



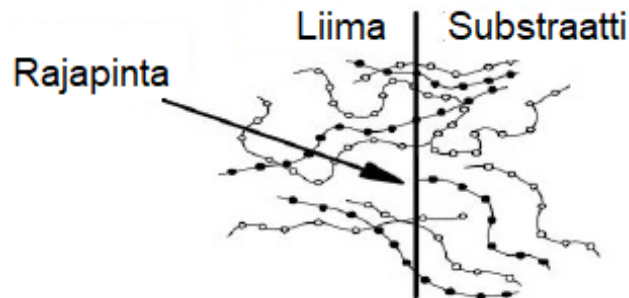
Kuva 5. Mekaaninen adheesio. Ungureanu, D.; Taranu, N.; Lupasteanu, V., et al. The adhesion theories applied to adhesively bonded joints of fiber reinforced polymer composite elements. *Bull. Polytech. Inst. Jassy, Constr. Archit Sect.*, **2016**, 62, s. 39.

Elektrostaattinen teoria esittää, että liima sitoutuu substraattiin sähköstaattisten vetovoimien ansiosta (kuva 6). Teoria olettaa elektronien siirtyvän liiman ja substraatin pintamolekyylien välillä johtuen elektronivyörokenteiden erilaisuudesta. Muodostuneet varaukset järjestäytyvät kahdeksi varauskerrokseksi. Teoriaa käytetään erityisesti selittäessä polymeeripohjaisen liiman ja metallin välistä adheesiota.^{44d}



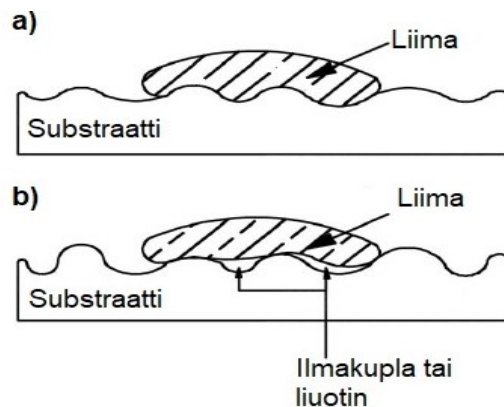
Kuva 6. Elektrostaattinen adheesio. Ungureanu, D.; Taranu, N.; Lupasteanu, V., et al. The adhesion theories applied to adhesively bonded joints of fiber reinforced polymer composite elements. *Bull. Polytech. Inst. Jassy, Constr. Archit Sect.*, **2016**, 62, s. 40.

Diffuusioteoria näkee adheesio johtuvan molekyylien siirtymisestä liiman ja kappaleen välillä. Teoria pätee pääasiassa, kun sekä liiman että kappaleen pinta koostuvat sopivan kokoisista polymeeriketjuista, jotka mahtuvat liikkumaan toistensa lomaan (kuva 7). Diffuusioteoria päteekin, kun liima imeytetään polymeeripohjaiseen substraattiin pehmentämällä liima lämmön avulla tai haihduttamalla liiman liuotin.^{44d}



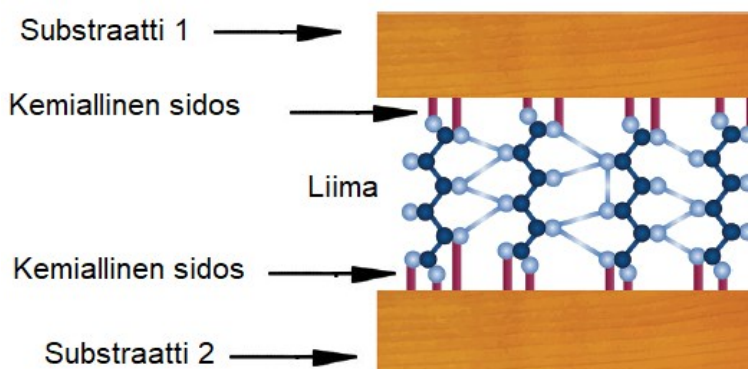
Kuva 7. Diffuusioadheesio. Ungureanu, D.; Taranu, N.; Lupasteanu, V., et al. The adhesion theories applied to adhesively bonded joints of fiber reinforced polymer composite elements. *Bull. Polytech. Inst. Jassy, Constr. Archit Sect.*, **2016**, 62, s. 41.

Kostutusteoria (Wetting Theory) perustelee adheesio liiman ja kiinteän materiaalin molekyylien välisillä van der Waals vuorovaikutuksilla. Teoria on voimassa pitkälti tilanteissa, joissa liiman pintajännitys on pienempi kuin substraatin kriittinen pintajännitys^{44f}. Rosoisella alustalla hyvän kostutuksen omaava liima ilmenee liiman kykyä täyttää pinnan epätasaisuuDET (kuva 8).^{44d}



Kuva 8. Kostutusadheesio periaate rosoisella pinnalla. (a) Hyvä kostutus. (b) Heikko kostutus. Ungureanu, D.; Taranu, N.; Lupasteanu, V., et al. The adhesion theories applied to adhesively bonded joints of fiber reinforced polymer composite elements. *Bull. Polytech. Inst. Jassy, Constr. Archit Sect.*, **2016**, 62, s. 42.

Kemiallinen sitoutumisteoria ottaa huomioon liimapintaan muodostuvat ioni- ja vetysidokset sekä kovalenttiset sidokset (kuva 9). Nämä sidokset vahvistavat liimausta huomattavasti, sillä ne ovat paljon vahvempia kuin van der Waals vuorovaikutukset (taulukko 5). Teorialla voidaan selittää esimerkiksi epoksiliimojen kiinnittyminen selluloosapintaan. Tällöin epoksiryhmien ja selluloosan hydroksyyliiryhmien välille muodostuu vahvoja kovalenttisia sidoksia.^{44d}

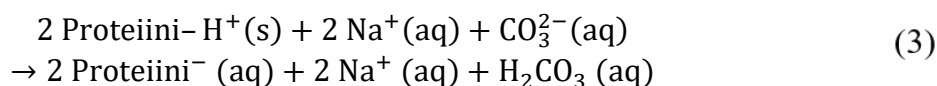
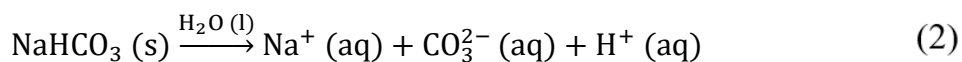
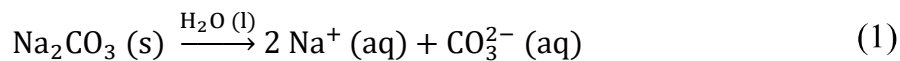


Kuva 9. Adheesio kemiallisilla sidoksilla. Mukaillen: Ülker, O. Wood adhesives and bonding theory kirjassa Rudawska, A. (toim.) Adhesives - Applications and Properties, 1. painos, InTech, Rijeka, 2016, s. 275.

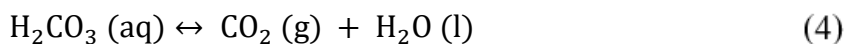
Maitoliima-työssä (liite 2) liiman valmistus perustuu maidon proteiinien herkkyyteen reagoida pH:n muutoksille. Työ sopii erinomaisesti Muovia maidosta -työn (liite 1) jatkoksi, sillä töiden teoriat limittyvät toistensa kanssa:

”Lisättäessä maitoon etikkaa, maidon proteiinit denaturoituvat, eli muuttavat muotoaan, ja kiinnittyvät toisiinsa. Kun kiinteän aineen joukkoon laitetaan ruokasoodaa ja vettä, se neutraloituu ja tulee jälleen nestemäiseksi, jolloin sitä voidaan käyttää liimana.”

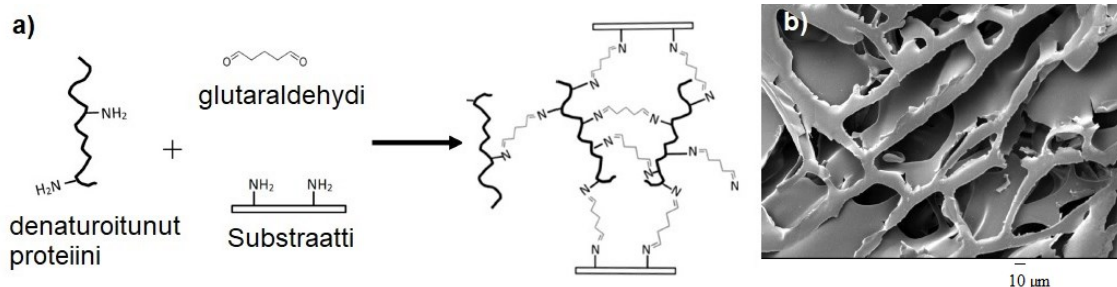
Ruokasooda on yleinen emäksinen nostatusaine, joka koostuu natriumkarbonaatista (Na_2CO_3) ja natriumvetykarbonaatista (NaHCO_3)⁴⁶. Natriumkarbonaatti on turvallinen ja helposti saatavilla oleva reagenssi, jonka tilalla on joskus käytetty ammoniakkia ja ureaa^{47a}. Natriumkarbonaattia on helppo käyttää, sillä se liukenee veteen helposti (reaktiot 1 ja 2) ja reagoi lähes välittömästi hapolla denaturoituneiden proteiini-aggregaattien kanssa muodostaen hiilihappoa (reaktio 3).



Reaktiossa 3 on kyseessä neutraloitumisreaktio, koska siinä happo (proteiini) luovuttaa protonin emäkselle (karbonaatti-ioni) ja lopputuotteena syntyy (proteiini)suolaa sekä vettä. Hiilihappo hajoaa nopeasti hiilidioksidiksi ja vedeksi reaktioyhtälön 4 mukaisesti. Reaktio on käytännössä yksisuuntainen, koska avoimessa astiassa hiilidioksidin poistuminen siirtää tasapainoa reaktiotuotteiden puolelle.



Kuten Muovia maidosta -työn teoriatarkastelussa (2.1) jo todettiin, suurin osa maidon proteiineista on kaseiinia^{27a}. Valmistettu liima koostuukin pääasiassa kaseiinin natriumsuolasta eli *natriumkaseinaatista*. Proteiinit toimivat adheesiosta vastaavina polymeereinä, jotka kiinnitetään substraatin pintaan kuumentamalla tai haihuttamalla vesi pois.^{47b} Adheesiota voidaan vahvistaa painamalla kappaleita tiukasti yhteen ja lisäämällä liimaan sidosaineita, kuten glutaraldehydiä^{47b,48} (kuva 10).



Kuva 10. (a) Kaseiiniliiman adheesiosta glutaraldehydillä substraatin pintaan. **(b)** Pyyhkäisyelektronimikroskooppikuva glutaraldehydi-kaseiiniliimauksesta. Mukailten: Guo, M.; Wang, G. Milk protein polymer and its application in environmentally safe adhesives. *Polymers-basel.*, **2016**, *8*, s. 6; Ghosh, A.; Ali, M. A.; Dias, G. J. Effect of cross-linking on microstructure and physical performance of casein protein. *Biomacromolecules*. **2009**, *10*, s. 1687.

Viime vuosisadan puolella välin kaseiiniliimoja käytettiin lentokoneosien liimaamiseen, kunnes ne synteettiset komposiittiliimat korvasivat ne⁴⁹. Nykyisin kaseinaatin käyttö keskittyy kevyempien puumateriaalien liimauksen ja pulloetikettien kiinnitykseen. Kaseinaatti vettyy helposti, joten pullojen etikettien irrottaminen voidaan suorittaa turvallisesti vedellä ilman lisäaineita. Kaupoissa kaseinaattia myydään säilöntäsyistä pääasiassa jauheena, josta liima on helposti valmistettavissa liuottamalla jauhe suoraan veteen.^{47a}

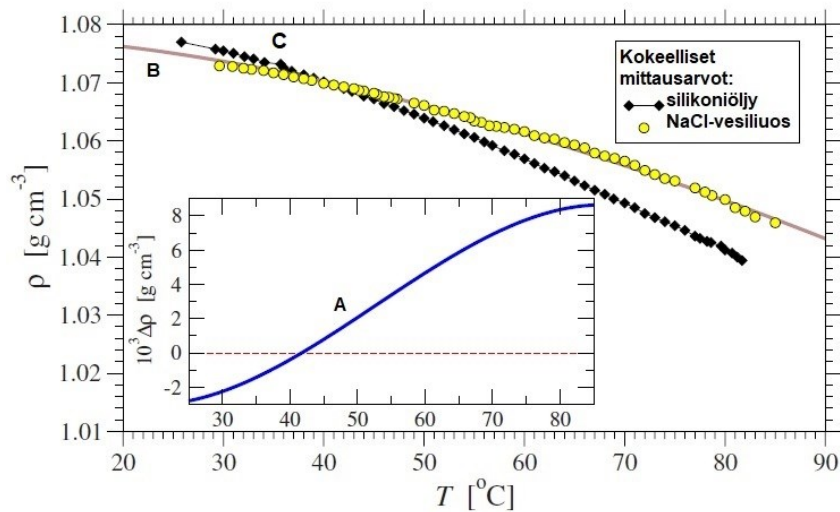
2.3. Laavalamppu

Laavalamppu on ”näyttölaite”, jonka patentoi britannialainen Edward Craven-Walker vuonna 1963^{50a}. Sittenmin laite on tuottanut iloa ja ihmetystä monen kodin sisustusesineenä. Työohje (liite 3) kuvailee laitetta seuraavasti:

”Lamppu koostuu kahdesta osasta; varsinaisesta lampusta ja lasisesta säiliöstä, joka sisältää tyypillisesti nestettä (usein öljy) ja vaha.”

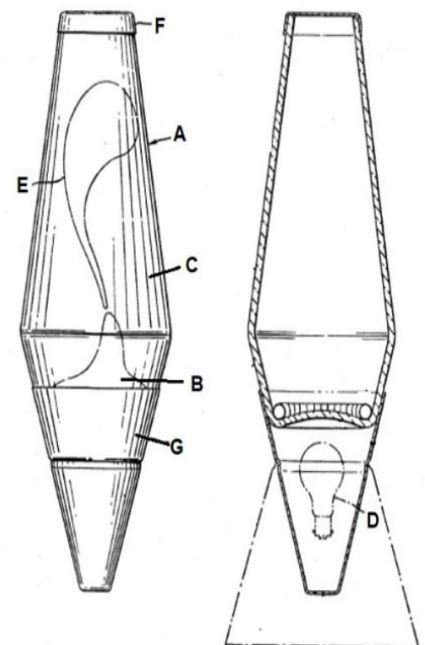
Tässä kohtaa työohje astuu kuitenkin harhaan, sillä öljy ja vaha ovat molemmat poolittomia yhdisteitä, jotka liukenevat helposti keskenään. Craven-Walkerin^{50b} mukaan käytettävät nesteet eivät saisi liueta tai reagoida keskenään. Ensimmäisen komponentin tulee olla poolista, kuten vesi^{50b,51b}, ja toisen pooliton, esimerkiksi mineraaliöljy, paraffiini^{50b} tai raskas silikonipohjainen polymeeri^{51b}. Laitteen toiminnan kannalta on oleellista, että nesteiden tiheydet kohtaavat toisensa käytettävällä lämpötila-alueella^{51b}.

Tiheys-lämpötilakäyrien leikkauspistettä voidaan siirtää joko kasvattamalla veden lämpölaajenemiskerrointa, esimerkiksi propyleeniglykolilla^{50b} tai liuottamalla veteen pieni määrä tiheyttä kasvattavaa suolaa^{51b}. Esimerkki tiheyden asettamisesta natriumkloridivesiliuoksen avulla on esitetty kuvassa 11.



Kuva 11. (A) Kokeellisiin mittausravoihin perustuva NaCl-vesiliuoksen ja silikoniöljyn tiheysero-lämpötila-käyrä. (B) Teoreettinen NaCl-vesiliuoksen tiheys-lämpötila-käyrä. (C) Kokeellinen silikoniöljyn tiheys-lämpötila-käyrä. Käyrän A nollakohdasta ja käyrien B ja C leikkauspisteestä nähdään, että NaCl-vesiliuoksen (konsentraatio: 100 g/kg tislattua vettä) ja silikoniöljyn (poly(dimetyyli-metyyli-fenylyli-siloksaani)) tiheydet ovat yhtä suuret noin +41 °C:ssa. Mukailleen: Gyure, B.; Janosi, I. M. Basics of lava-lamp convection. *Phys. Rev. E. Stat. Nonlin. Soft Matter Phys.* **2009**, *80*, s. 2.

Laavalampun toimintaa voidaan tarkastella Craven-Walkerin alkuperäinen piirroksen avulla (kuva 12). Komponentit suljetaan läpinäkyvään tai läpikuultavaan säiliöön (A), jossa ne muodostavat kaksi rajapinnan erottamaa homogeenista olomuoto-alueetta eli *faasia*. Kyseessä on *heterogeeninen seos*, jossa raskaampi komponentti (B) jää kevyemmän komponentin (C) alle. Kun seosta kuumennetaan lasisen säiliön alta hehkulampulla (D), alimmaisesta komponentin tiheys alkaa pikkuhiljaa pienemään. Riittävän korkeassa lämpötilassa nesteiden tiheydet ovat yhtä suuret, minkä jälkeen alimmainen neste alkaa hiljalleen virtaamaan eri kokoisina pisaroina (E) kohti ilmatiivistä korkkia (F). Pinnalle pääsevät pisarat jäähtyvät, niiden tiheys kasvaa ja ne vajoavat takaisin pohjaan (G). Pohjalla lamppu lämmittää nesteen uudestaan ja ”laavan” kierto jatkuu.^{50b}



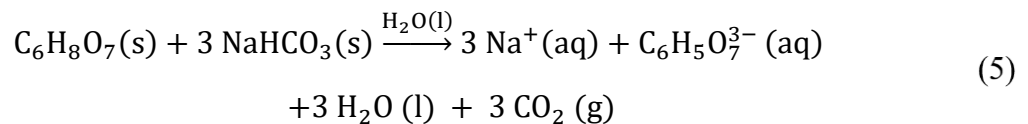
Kuva 12. Laavalampun rakenne. Walker, E. C. *US Pat*, 3570156, **1971**. s. 1.

Laavalamppu -työssä (liite 3) astiaa ei lämmitetä, mutta vastaavanlainen ilmiö saadaan aikaiseksi poretableteilla. Työn suoritus on yksinkertainen:

”Täytä mittalasista ¼ väriainetta sisältävällä vedellä. Täytä ¾ mittalasista ruokaöljyllä. Jaa poretabletti kahteen osaan ja pudota yksi osa kerrallaan pulloon. Odota kuplimisen loppumista ennen uusien palojen pudottamista.”

Laavalamppu voidaan tehdä mihin tahansa läpinäkyvä tai läpikuultavaa astiaan riippuen tutkimustavoitteesta. Esimerkiksi Clark et al. (2011)⁵² käytti kapeaa lasista viinipulloa havainnoidakseen faasien rajapinnan optisia ominaisuuksia. Työturvallisuuden kannalta on tärkeää muistaa olla sulkematta astiaa liian tiiviisti, sillä muuten astian sisälle voi muodostua vaarallisen suuri paine.

Poretabletit, kuten monet suun kautta nautittavat lääkkeet ja lisäravinteet^{53,54}, sisältävät orgaanisia happoja, natriumbikarbonaattia (NaHCO₃) ja käyttötarkoitukseen sopivia lisäaineita. Kun tabletti liukenee veteen, natriumbikarbonaatti reagoi tabletin happojen kanssa happo-emäs-reaktiossa muodostaen hiilidioksidikaasua. Usein poretabletit sisältävät sitruunahappoa (C₆H₈O₇), jonka sitruunainen aromi on helppo tunnistaa⁵⁴:



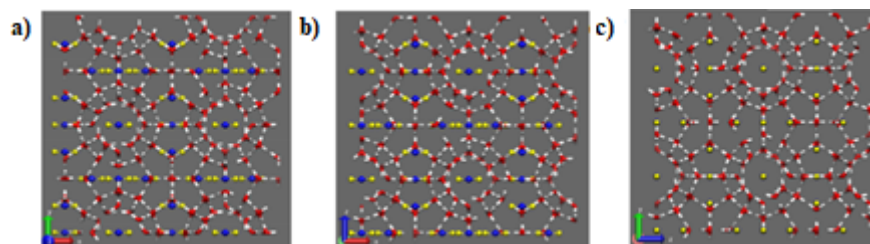
Reaktio tapahtuu vesifaasissa. Työohjeen mukaan vesi on öljyä raskaampaa ja jää siksi alimmaiseksi:

”Rasvan ja veden järjestys dekantterilasissa perustuu aineiden tiheyteen. Näistä rasvan tiheys on noin 0,8–0,9 kg/l ja veden 1 kg/l.”

Toisaalta hiilidioksidi on vettä ja öljyä paljon kevyempää, minkä vuoksi hiilidioksidi nousee laavamaisina kaasukuplina öljykerroksen läpi. Jos astia on riittävän hyvin suljettu, osa hiilidioksidista palaa takaisin nesteeseen jatkamaan kiertoa. Sama työohjeen sanoin:

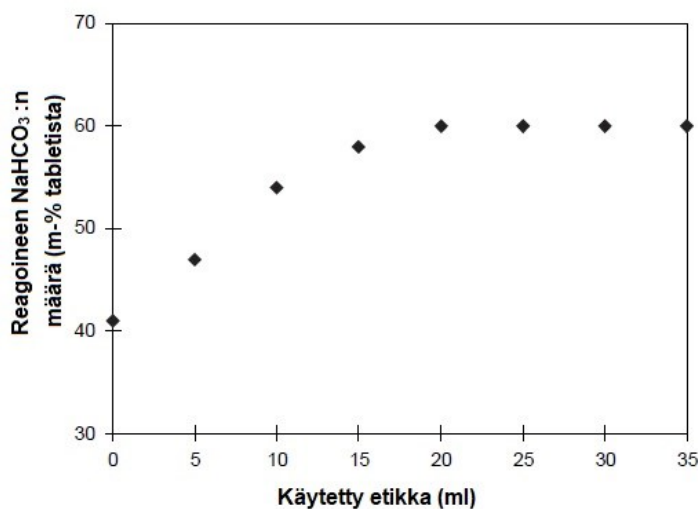
”Hiilidioksidikuplat kiinnittyvät vesimolekyyleihin kuljettaen niitä öljykerroksen halki. Lopulta kuplat rikkoutuvat, ja vesi pyrkii takaisin astian pohjalle.”

Vaikka hiilidioksidi on pooliton molekyyli, on sillä silti sähköiset osittaisvaraukset, joilla se kykenee muodostamaan vetysidoksia vesimolekyylien ja vesiliukoisten väriaineiden kanssa. Nämä *hydraatit* ovat hyvin pieniä (nanometrejä) ja lyhytikäisiä (nanosekunteja), minkä vuoksi kokeellisen tutkimuksen sijaan niiden rakennetta ja toimintaa pyritään ymmärtämään pitkälti tietokoneavusteisen molekyyylimallituksen keinoin (kuva 13).⁵⁵



Kuva 13. Tietokonemalli hiilidioksidihydraatista (a) x-y-tasossa, (b) x-z-tasossa ja (c) z-y-tasossa. H₂O:ssa O on punainen ja H valkoinen. CO₂:ssa C on sininen ja O keltainen. Míguez, J. M.; Conde, M. M.; Torr , J., et al. Molecular dynamics simulation of CO₂ hydrates: Prediction of three phase coexistence line. *J. Chem. Physics.* **2015**, *142*, s. 124505-3

Jotkut poretabletit, esimerkiksi Alka-Seltzer™-särkylääkkeiden⁵³, on huomattu sisältävän ylimäärin natriumbikarbonaattia. Näin ollen kuplinta voi nopeutua ja/tai reaktioaika pidentyä, jos veden sijasta käytetään vesi-happoliuosta. Esimerkiksi jo 4,5 % etikka-happoliuoksella on hiilidioksidin muodostumista saatu lisättyä jopa 20 % (kuva 14). Tältä osin Laavalamppu-työ olisi laajennettavissa vertailututkimukseksi: valmistetaan kaksi laavalamppua, toinen vedellä ja toinen etikalla ja tarkkaillaan, kumpi poreilee enemmän.



Kuva 14. Reagoineen natriumbikarbonaatin määrä poretabletin kokonaismassasta käytetyn laimean (4,5%) etikkahapon tilavuuden funktiona. Mukailten: Chen, Y.; Yaung, J. Alka-seltzer fizzing-determination of percent by mass of NaHCO₃ in Alka-seltzer tablets. An undergraduate general chemistry experiment. *J. Chem. Educ.*, **2002**, 79, s. 849.

Laavalamppu on hieno koriste-esine, mutta soveltuu myös luonnontieteellisten ilmiöiden mallinnusvälineeksi. Oikeaa lämmitettävää laavalamppua on käytetty muun muassa magmavirtausten, lämpökonvektion ja optisten laitteiden mallintamisessa^{56,51c,52}. Kemian näkökulmasta porekäyttöinen laavalamppu soveltuu parhaiten aineiden liukoisuuden, poolisuuden ja tiheyden tarkasteluun.

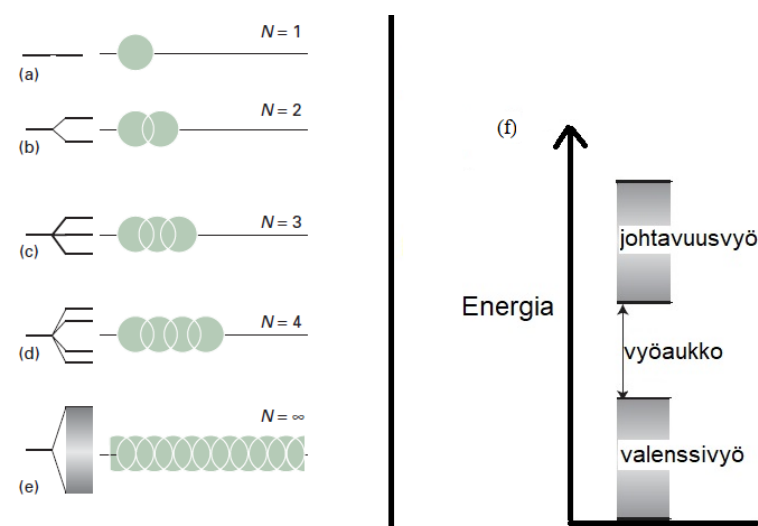
2.4. Kolikon puhdistuspartio

Kolikon puhdistuspartio -työssä (liite 4) tutkitaan metallien ominaisuuksia kuparikolikojen avulla. Työ jakautuu kahteen vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa opetellaan puhdistamaan kuparikolikkoja kemian keinoin ja toisessa tarkastellaan puhdistettujen kolikkojen reagoitokykyä huoneilman kanssa.

Metallit ovat materiaaleja, joiden fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia ihminen on hyödyntänyt jo esihistoriallisista ajoista asti. Arkeologisissa kaivauksissa on löydetty muun muassa tuhansia vuosia vanhoja metallisia työkaluja, koruja, aseita ja kodin tarvikkeita.^{57a} Yleisesti metalleilla tarkoitetaan ”*kaikkia läpinäkymättömiä, korkeissa lämpötiloissa sulavia, taipuisia ja usein kiiltäviä materiaaleja, jotka ovat hyviä sähkön- ja lämmönjohteita, muodostavat kationeja luovuttamalla elektroneja ja tuottavat oksideja ja hydroksideja*”⁵⁸. Seuraavaksi käymme läpi näitä metallien ominaisuuksia tarkastelemalla kiinteän metallin hilarakennetta.

Hilassa metalliatomit ovat kiinnittyneet toisiinsa *metallisidoksella*. Metallisidos muodostuu, kun metalliatomit luovuttavat valenssielektroninsa yhteiseen elektronipilveen, johon syntyneet positiivisesti varautuneet metalli-ionit jäävät ”kellumaan”. Metallikationien välillä on sähköinen hylkivä vuorovaikutus, mutta kationit pysyvät tiukasti yhdessä voimakkaasti negatiivisesti varautuneen elektronipilven sähköisten vetovoimien vaikutuksesta. Lopputuloksena metallikationit ovat järjestäytyneet lähekkäin tiiveimpään avaruudelliseen rakenteeseen. Rakenteen säännöllisyys tuo yhdelle metalliatomille useita naapuriatomeja (yleensä 8–12), mistä johtuen metallit ovat monesti hyvin **tiheitä**, **läpinäkymättömiä** ja **heijastavia**. Koska elektronit pääsevät liikkumaan hilassa vapaasti, monet metallit ovat **helposti muokattavia**, mutta riittävän voimakkaan iskun alla **hauraita**. Vahva metallisidos selittää myös metallien **korkean sulamispisteen** ja liikkuvat elektronit **lämmönjohtavuuden**.⁵⁹

Metallien erinomainen sähkönjohtokyky on yhtä lailla selitettävissä hilan suurella elektronitiheydellä, mutta syvällisempi ymmärrys saadaan *elektronivyöteorian* avulla. Teorian lähtökohdaksi on käsitys *orbitaaleista*^{60a}, atomin elektronien sallituista energiatiloista. Orbitaaleja havainnollistetaan kuvassa 15.



Kuva 15. (a–e) Molekyyliorbitaalien muodostuminen N kappaaleesta atomeja. **(f)** Kun N lähestyy ääretöntä, energialtaan ylimmät atomiorbitaalit muodostavat kaksi jatkuvaa molekyyliorbitaalivyötä. Metalleilla vyöaukko on häviävän pieni. Mukailleen: Atkins, P.; De Paula, J. *Physical chemistry*, 9. painos, W. H. Freeman and Co, New York, **2010**, ss. 720–722.

Kun N kappaletta atomeja asetetaan jonoon yhtä suurin välimatkoin muodostamaan keskenään kemiallisia sidoksia, sidokseen osallistuvat atomiorbitaalit peittävät toisiaan muodostaen lineaarikombinaationa N kappaletta molekyyliorbitaaleja, joista alimmat ovat luonteeltaan sitovia ja ylimmät hajottavia (kuva 15 a–d). Koska metallihilassa atomien määrä on äärettömän suuri, metallisidoksen syntyessä samanenergiset atomiorbitaalit muodostavat molekyyliorbitaalivyön, jossa yksittäisiä orbitaaleja ei voida enää erottaa toisistaan (kuva 15e). Energialtaan ylimpien molekyyliorbitaalivyöiden, valenssivyö ja johtavuusvyö (kuva 15f), elektronimiehitys ja vyöaukon suuruus määräävät aineen sähkönjohtavuusominaisuudet: onko aine metalli, puolijohde vai eriste.^{61a}

Valenssivyöllä elektronien liikettä rajoittaa atomiydinten sähköiset vetovoimat, kun taas johtavuusvyöllä elektronit pääsevät liikkumaan vapaasti. Aine johtaakin sähköä vain, jos elektroneilla on riittävästi energiaa päästä väliin jäävän energia-alueen eli *vyöaukon* yli johtavuusvyölle. Koska metalleissa vyöaukko on hyvin pieni ja toisinaan valenssivyö ja johtavuusvyö voivat peittää toisiaan (esim. magnesiumilla), vyöaukon ylitys onnistuu jo pienelläkin lämpöenergialla heti absoluuttisen nollapisteen yläpuolella.^{61b} Elektronin palatessa ylemmältä orbitaalilta alemmalle orbitaalille vapautuu sähkömagneettista säteilyä, mikä puolestaan selittää metallien optiset ominaisuudet, kuten värin ja kiiltävyyden.^{61c}

Elektronivyöteorian pohjalta Chemical Royal Society on asettanutkin metallien tieteelliseksi määritelmäksi: ”*Materiaali, jonka korkein miehitetty energiavyö on vain osittain täytetty elektroneilla.*”^{60b} Huomattavaa on, että metallien sähkönjohtavuus pienenee lämpötilan noustessa. Tämä johtuu siitä, että lämpöenergia saa elektronit lopulta törmäämään toisiinsa ja metallikationeihin niin kiivaasti, että välillä ne eksyvät pois metallihilan läpi kulkevalta radaltaan.^{61b}

Yksi varhaisin ihmisen käyttöönottamista metalleista on kupari (Cu).^{57a} Luonnossa kupari esiintyy sitoutuneena erilaisiin mineraaleihin, joista mainittakoon kupriitti (CuO₂), kupariikiisu (CuFeS₂), azuriitti (2 CuCO₃ · Cu(OH)₂), kalkoliitti (CuS₂) ja malakiitti (2CuCO₃ · Cu(OH)₂).^{62a} Maalouhoksesta kupari puhdistetaan eri fysikaalisin ja kemiallisin menetelmin riippuen malmin koostumuksesta. Lisätietoa kuparin erotusmenetelmistä on saatavilla kirjallisuudesta^{62a,57b}.

Nykyisin metallien ominaisuuksia osataan muokata valmistamalla metallien seoksia eli *lejeerinkejä*. Arkipäivän lejeeringeistä yksi tunnetuin on kuparikolikko. Euroopan rahaunionin hyväksymä 5 sentin kolikko (kuva 16) koostuu kuparin lisäksi teräksestä.⁶³ Teräs itsessään koostuu raudasta ja pienestä määrästä hiiltä (noin 0,1–2,0 m-%)^{57c}. Rautaa käytetään lisäämään kolikon kestävyyttä ja alentamaan kolikon valmistuskustannuksia. Lisäksi raudan magneettisuus mahdollistaa kolikon teknisen tunnistamisen magneettikentän avulla⁶⁴.

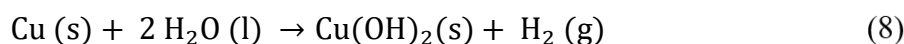
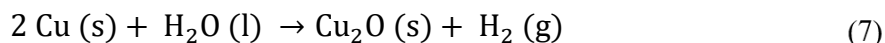
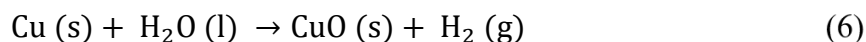


Kuva 16. Nykyisen eurovaluutan 5 sentin kolikon tekniset tiedot. Mukaillen: European Central Bank. The euro bank notes and coins, s. 5, saatavilla: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/euroleafleten.pdf?c3b62449c42a5811541b40fc8ac06e68>, linkki tarkistettu 01.11.2017.

Kuparille on ominaista tummaa ajansaatossa. Työohjeen mukaan tummuminen on seurausta kuparin ja ilman hapen välisestä kemiallisesta reaktiosta:

”Vanhat kolikot olivat likaisia, sillä ne ovat ajan saatossa reagoineet ilmassa olevan hapen kanssa. Kuparissa olevat pienen pienet hiukkaset, joita kutsutaan atomeiksi, reagoivat hapen atomien kanssa. Tämän seurauksena syntyy uusi yhdiste, jota kutsutaan kuparioksidiksi.”

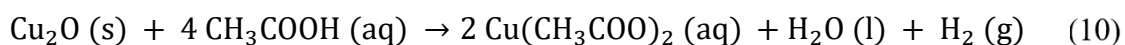
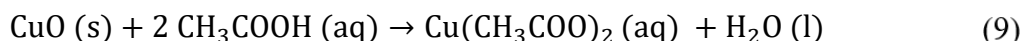
Metallien elektrokemiallisen jännityssarjan⁶⁵ avulla voidaan osoittaa, ettei ilman happi niinkään suoraan sitoudu metallin pintaan vaan tarvitaan myös kosteutta. Happi diffundoituu metallipinnan vesipisaroihin ja aktivoi vesimolekyylit vastaanottamaan kuparihilan elektroneja^{66a}. Ilman kosteudesta, pH:sta, lämpötilasta, happipitoisuudesta ja muiden ionien läsnäolosta riippuen kolikon pinnalla tapahtuu lukemattomia sähkökemiallisia kennoreaktioita, joiden spontaanisuus voidaan osoittaa laskemalla kyseisten reaktioiden Gibbsin energiat ja potentiaaliarvot^{66b}. Näiden lopputuloksena kuparipintaan muodostuu tumma kuparioksidien ja -hydroksidien peite, jossa kupari esiintyy joko hapetusasteilla +2 (reaktiot 6 ja 8) tai +1 (reaktio 7)^{67b}:



Työohjeen kolikot puhdistetaan kastamalla kolikot lievästi happamassa natriumkloridiliuoksessa:

”Sekoita kulhossa suola ja viinietikka. Kun suola on liuennut viinietikkaan (eli et näe enää suolakiteitä) upota kuparikolikko puoliksi kulhoon noin 10 sekunnin ajaksi. Mitä näet?”

Seoksen kuparia puhdistava vaikutus perustuu viinietikan sisältämän etikkahapon (CH₃COOH) kykyyn muodostaa kupari(I)oksidin ja kupari(II)oksidin kanssa vesiliukoista kupariasetaattia. Mahdolliset reaktiot ovat^{67b}

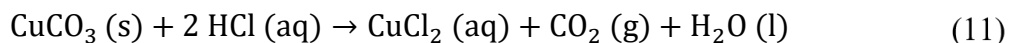


Tarkastelemalla reaktioyhtälöiden (9) ja (10) hapetusasteita huomataan, ettei reaktioissa tapahdu elektronien siirtymistä. Vedettömän etikkahapon on todettukin poistavan kuparioksidin metallisen kuparin päältä ilman, että pinnan alapuolinen kupari hapettuu^{67b}. Työohjeen mukaan jo normaali 10 % etikkahappokin antaa erinomaisen puhdistustuloksen:

”Viinietikan ja suolan liuos on happo, jossa kuparikolikot kirkastuvat. Hapen atomit irtoavat ja jäljelle jäävät taas vain kuparin omat atomit.”

Suolan eli natriumkloridin (NaCl) vaikutusmekanismista ei sen sijaan ole yksiselitteistä tutkimustietoa. Yleisesti ottaen kloridi-ionien on havaittu kiihdyttävän ilman, kosteuden ja kuparin välisiä reaktioita lisäten kupari(I)oksidin ja kupari(II)oksidin

muodostumista⁶⁸. Tämän käsityksen mukaan natriumkloridi toimii siis elektrolyytinä, joka tehostaa kuparikollikkojen puhdistumista lisäämällä reaktioihin (9) ja (10) tarvittavien kuparioksidilähtöaineiden määrää. Osa klorideista arvellaan osallistuvan korroosioon myös lähtöaineena reagoimalla ilman hiilidioksidin vaikutuksesta muodostuneiden kuparikarbonaattien kanssa helposti liukenevaksi kupari(II)kloridiksi⁶⁸. Teoriassa hapan natriumkloridin vesiliuos käyttäytyy kuten suolahappo^{62b} (reaktio 11).



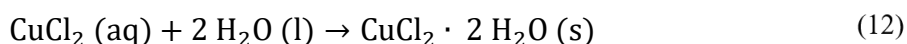
Työn viimeistä tutkimusta varten kolikon annetaan kuivua:

”Anna kolikoiden kuivua tunti ja tarkastele sen jälkeen muutoksia. Mitä kolikoille on tapahtunut?”

Kuivumisen aikana huuhtomattoman kolikon pinnalle syntyvä värikäs kerros on nimeltään *patina*. Patinaa käytetään yleisnimenä kaikille kuparien ja kuparilejeerinkien pintaan kiteytyville, yleensä vihertäville suolayhdisteille, jotka muodostuvat metallin altistuessa ilmalle.⁶⁹ Työohjeessa kerrotaan, että veden ja etikan haihtuessa kuparipinta voi reagoida natriumkloridin ja ilman hapen kanssa muodostaen malakiitti-patinaa:

”Jos kolikoiden pintaa ei huuhdota, kupariatomit reagoivat hapen ja pinnalle jääneen suolan kanssa muodostaen malakiitiksi kutsuttua yhdistettä. Malakiitti on väritään sinivihreää.”

Malakiitti on kuparikarbonaatin ja kuparihydroksidin seos ($2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$)^{62c}, minkä vuoksi työohjeeseen pitäisi tarkentaa, että malakiitin muodostumiseen tarvitaan myös hiilidioksidia. Hiilidioksidin lisäksi monet muut ilman sisältämät kaasut ja hiukkaset pystyvät muodostamaan värillisiä kuparisuoloja. Oman värivivahteensa antavat muun muassa ruskeat tai mustat kuparioksidit (reaktiot 6–7), sinertävät hydroksidit (reaktio 8) ja vihreät sulfaatit^{62d}. Muodostuneet yhdisteet voivat edelleen sitoa itseensä vettä ja muodostaa värikkäitä niukkaliukoisia hydraatteja. Esimerkiksi reaktiossa 12 muodostunut kupari(II)kloridi voi kiteytyä sinivihreäksi dihydraatiksi^{62b}:



Kaiken tämän teoreettisen pohdinnan keskellä on oleellista pitää mielessä, että kolikot ovat maksuvälineitä. Kiertäessään kädestä käteen ne altistuvat lukemattomille ihon epäpuhtauksille, kuten suoloille, kosteudelle, proteiineille ja jopa bakteereille⁷⁰. Myös nämä voivat kerääntyä kolikon pinnalle ja heikentää kuparin luonnollista hohtoa.

3. Tutkimuksen empiirinen toteuttaminen

Tämän opinnäytetyön tutkimustehtävänä oli selvittää, miten kemian opettamista voidaan kehittää 7–12-vuotiaiden lasten luonnontiedekerhojen ja -leirien kontekstissa. Tutkimuskohteeksi valittiin kerhoissa ja leireillä käytettävät kemian kokeelliset työohjeet. Tutkimuskysymykseksi asetettiin, miten innostuneita lapset olivat tehdyistä kemian töistä, mikä heitä innosti ja mitä lapset kokivat oppineensa työskentelyn aikana.

3.1. Työohjeiden työstäminen leirejä varten

Työohjeina käytettiin Kemianluokka Gadolinin ja Jippo-tiedeverkkolehden materiaali-pankin (<http://www.kemianluokka.fi/tyoohjeet>; <http://www.ejippo.fi/teemat>) työohjeita: Muovia maidosta (liite 1), Maitoliima (liite 2), Laavalamppu (liite 3) ja Kolikon puhdistuspartio (liite 4). Työohjeet muutettiin soveltuvien osien videoformaattiin, sillä aikaisemmissa tutkimuksissa video-ohjeiden on todettu lyhentävän kokeelliseen työskentelyyn kuluvaan aikaan verrattuna perinteisen paperisen manuaalin käyttöön.⁷¹ Tällä haluttiin säästää aikaa leiriläisten tekemille havainnoille ja ilmiöiden kemiallisen taustojen pohtimiseen.

Työohjeiden videointi suoritettiin Itä-Suomen yliopiston kemian laitoksen tutkimuslaboratoriossa. Videot tallennettiin digitaalisella kameralla ja muokattiin Wondershare Filmora™ editointiohjelmalla^A. Kemiallisten ilmiöiden mikrotason rakenteita ja dynamiikkaa visualisoitiin erilaisten animaatioiden avulla. Animaatioiden suunnittelussa pyrittiin huomioimaan sekä lasten ikätason ymmärrys kemiasta että kemian teoreettisen tiedon täsmällisyys soveltaen Kent & Wardin vuonna 1984 ilmestynyttä kirjaa ”Uteliias tutkija”⁷². Pedagogisesti toimivat videoanimaatiot on havaittu tehokkaiksi apuvälineiksi muun muassa orgaanisen kemian opetuksessa⁷³.

Videoinnin aikana työohjeisiin otettiin mukaan alkuperäisistä työohjeista poikkeavia elementtejä. Esimerkiksi laavalamppua tarkasteltiin iPadin tai matkapuhelimen valossa ja kuparikolikosta tutkittiin sähkönjohtavuutta ja magneettisuutta. Lisäksi Muovia maidosta -työ nimettiin Maitomuoviksi ja Kolikon puhdistuspartio Kuparikolikoksi. Valmiit videot ovat nähtävissä alla olevista Youtube-linkkeistä. Työohjeet on esitetty myös kuvakollaaseina liitteessä 5.

Maitomuovi: <https://urly.fi/QBP>

Maitoliima: <https://urly.fi/QBQ>

Laavalamppu: <https://urly.fi/QBR>

Kuparikolikko: <https://urly.fi/QTJ>

^A <https://filmora.wondershare.net/video-editor/> linkki tarkistettu 01.11.2017.

3.2. Leirit

Työohjeita testattiin kesäkuussa 2017 järjestetyillä 7–12-vuotiaiden lasten luonnontiedeleireillä. Leirien organisoinnina toimi Snellman kesäyliopisto Kuopiossa¹², jonka vastuulla oli leirien markkinointi, tiedotus ja ilmoittautumisten vastaanottaminen. Leirejä oli kaikkiaan kolme, joista kaksi ensimmäistä (Luonnontiedeleiri 1 ja 2) olivat viisipäiväisiä ja viimeinen leiri (Ympäristötutkijat toimeen!) oli juhannusaaton vuoksi päivän verran lyhyempi. Leiriviikkojen aikataulut ovat nähtävissä liitteessä 6.

Tiedeopetusta oli kello [REDACTED] välisenä aikana yhteensä neljä tuntia. Leiriviikko sisälsi kemian lisäksi tähtitiedettä, fysiikkaa, biologiaa, geologiaa ja hammaslääketiedettä. Työskentely eri tieteenalojen parissa tapahtui asiantuntijoina toimivien alan opiskelijoiden tai tutkijoiden johdolla. Leiripäivä sisälsi pääasiassa vain yhtä tieteenalaa, mutta aikataulusyistä osa opetuksesta jouduttiin hajauttamaan kahdelle päivälle. Kemian kohdalla näin kävi kerran ensimmäisen leiriviikon aikana (liite 8). Tutkimukselle tällä ei arvioitu olevan juurikaan merkitystä, sillä leirille osallistui kaikkiaan 120 lasta.

Viikon alussa kemian leiriläiset jaettiin noin 15 lapsen ryhmiin ja jokaisella ryhmällä oli 2–3 apuohjaajaa. Apuohjaajat eivät osallistuneet sisältöopetukseen vaan avustivat pääohjaajaa käytännön asioissa esimerkiksi laboratoriotakkien sovittamisessa ja siivoamisessa. Leiripäivät alkoivat ja päättyivät aina kokoontumisella Tukikohdassa, jonne lapset saivat tulla jo klo [REDACTED] alkaen. Tukikohta ja opetustilat (kuva 17) sijaitsivat Itä-Suomen yliopiston Kuopion kampuksella Savilahdessa.

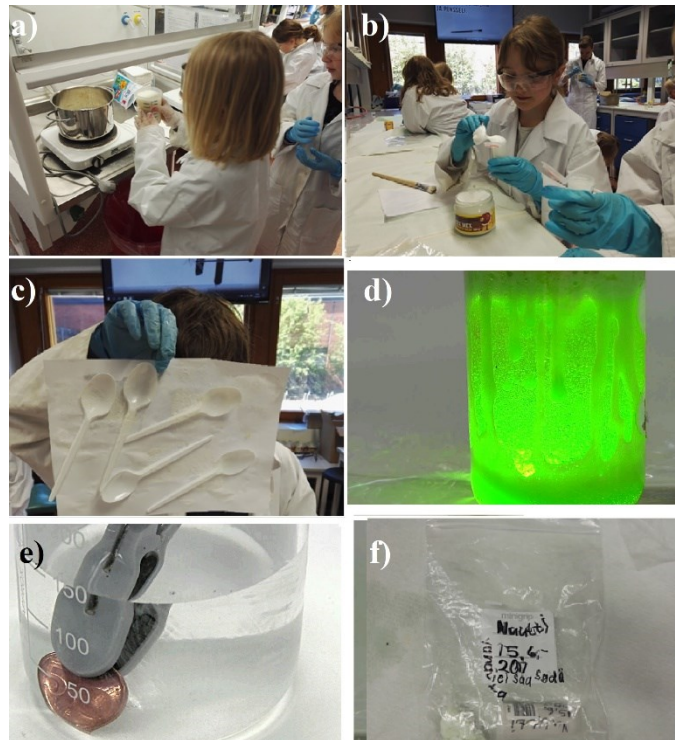


Kuva 17. Luonnontiedeleirin kemian opetustila.

3.3. Leiriläisten työskentely

Kemian osuuden pääohjaajana toimi tämän tutkimuksen tekijä, jolloin välttyttiin tulkinnallisilta väärinymmärryksiltä työohjeiden suunnittelun ja toteutuksen välillä. Tutkimuksen luotettavuutta haluttiin parantaa tekemällä työt jokaisen ryhmän kanssa samassa järjestyksessä. Ensimmäisenä leiriläiset tekivät maitomuovia, josta oli luontevaa jatkaa maitoliiman valmistamiseen. Tästä siirryttiin lounastauolle, jonka jälkeen rakennettiin laavalamppuja ja tutkittiin metallien ominaisuuksia kuparikolikojen avulla.

Yhteistoiminnallisen oppimisen, ryhmähallinnan ja tarvikkeiden riittävyyden kannalta nähtiin tarpeelliseksi jakaa leiriläiset työpareiksi (parittomalla osallistujamäärällä muodostettiin yksi kolmen hengen ryhmä). Jokaiselle parille oli varattu lähes täsmälleen samannäköiset setit tarvikkeita ja kemikaaleja kuin työohjeessa näkyi. Esimerkiksi maitomuoviin jokainen pari haki opettajan karrystä itselleen oman maitopurkin, väkiviinaetikkapullon, väriaineen ja muut tarvikkeet. Opetuksessa edettiin vaiheittain, jotta kaikki leiriläiset pysyisivät mukana ja ymmärtäisivät eri työvaiheiden merkityksen. Työohjeita leiriläiset saivat seurata isolta televisionäytöltä (kuva 17 ja kuva 18b). Pääohjaaja pysäytti videon kohdissa, joissa työskentely oli tarkoitus aloittaa tai joissa leiriläisten tuli tehdä havaintoja tai ennusteita.



Kuva 18. Leiriläisten työskentelyä (a) Maitomuovin, (b-c) Maitoliiman, (d) Laavalampun, (e) ja Kuparikolikon parissa. (f) Omat työt sai viedä pussissa kotiin.

Leiriläiset sopivat työnjaosta keskenään. Toinen parista saattoi esimerkiksi mitata maitoa, kun toinen kävi kaatamassa maidon vetokaapin kattilaan (kuva 18a). Valmistamiaan tuotteita leiriläiset keksivät soveltaa mitä mielenkiintoisimmilla tavoilla (kuva 18c). Päivän aikana he pääsivät näkemään myös, miltä laavalamppu näyttää pimeässä iPadin valossa (kuva 18d) ja mitä 5 sentin kolikolle tapahtuu suola-etikkaliuoksessa (kuva 18e). Päivän päätteeksi leiriläiset saivat halutessaan viedä työnsä tulokset kotiin (kuva 18b ja f).

3.4. Aineiston hankinta ja analysointi

Tutkimusaineisto kerättiin sähköisillä e-kyselylomakkeilla, joihin leiriläiset ja huoltajat vastasivat anonyymisti. Huoltajille lähetetyssä alkukyselyssä (liite 7) pyrittiin saamaan tietoa leiriläisten ja heidän huoltajiensa taustoista ja odotuksista leirin kemian osuutta kohtaan. Loppukyselyt tehtiin sekä lapsille (liite 8) että huoltajille (liite 9). Loppukyselyiden päätarkoituksena oli selvittää lasten kokemuksia tehdyistä kemian töistä: mikä töissä sai heidät innostumaan ja mitkä asiat töissä vaativat vielä kehittelyä.

Kyselyt luotiin Itä-Suomen yliopiston käytössä olevan Eduix e-lomakejärjestelmällä^B. Kysymykset muotoiltiin mahdollisimman yksiselitteisesti kohdistumaan leirin kemian osuuteen sekä sen aikana tehtyihin kemian töihin. Huoltajille kyselyt lähetettiin sähköpostitse Snellman kesäyliopiston kautta (liite 10). Alkukyselyn ensimmäinen vastauspyyntö lähetettiin noin kaksi viikkoa ja muistutusviesti muutamaa päivää ennen leirin alkua. Linkki loppukyselyyn lähetettiin jokaisen leiripäivän päätteeksi ja vastausaikaa annettiin kaksi viikkoa. Muistutusviestin loppukyselyyn vastaamisesta vanhemmat saivat noin viikkoa ennen kyselyn sulkeutumista.

Leiriläiset vastasivat palautekyselyyn Itä-Suomen yliopiston Soveltavan kasvatustieteen ja opettajakoulutuksen osastolta lainatuilla iPadeilla (kuva 19). Aikaa vastaamiseen varattiin jokaisen leiripäivän opetuksen lopusta 10–15 minuuttia. Ryhmän apuohjaajat avustivat leiriläisiä iPadien teknisessä käytössä. Tutkimuksen tekijä antoi lyhyen alkuohjeistuksen kyselyn täyttämiseen ja vetäytyi tämän jälkeen sivuun antaakseen vastausrauhan.



Kuva 19. Leiriläiset vastasivat loppukyselyyn iPadeilla.

Avoimet vastaukset analysoitiin ja luokiteltiin sisällön perusteella. Luokittelussa vastaukset ryhmiteltiin sen mukaan, mitkä aiheet aineistossa toistuivat. Jos henkilö antoi samaan kysymykseen useamman kuin yhden vastauksen, nämä tulkittiin yksittäisiksi vastauksiksi ja luokiteltiin erikseen. Esimerkiksi vastaus ”tietojenkäsittelytiede ja lääketiede” luokiteltiin kahteen ryhmään ja otannan kokoa kasvatettiin yhdellä.

^B <https://e-lomake.fi/web/?fwd=bG9tYWtlL2tvdGkucGhw>

Huoltajien koulutustaustojen osalta luokittelun tiedettiin jo etukäteen tapahtuvan tieteenalakohtaisiin ryhmiin. Sen sijaan lasten kokeellisista töistä antamien palautteiden luokitteluun osattiin valita sopivat ryhmät vasta aineiston analyysivaiheessa, kun oli selvillä mitkä tekijät lisäsivät ja jotka toisaalta vähensivät lasten kiinnostusta kemiaa kohtaan. Lasten oppimat asiat luokiteltiin kokeellisiin työskentelytaitoihin, kemian teorian tietoon ja tiedon soveltamistaitoihin.

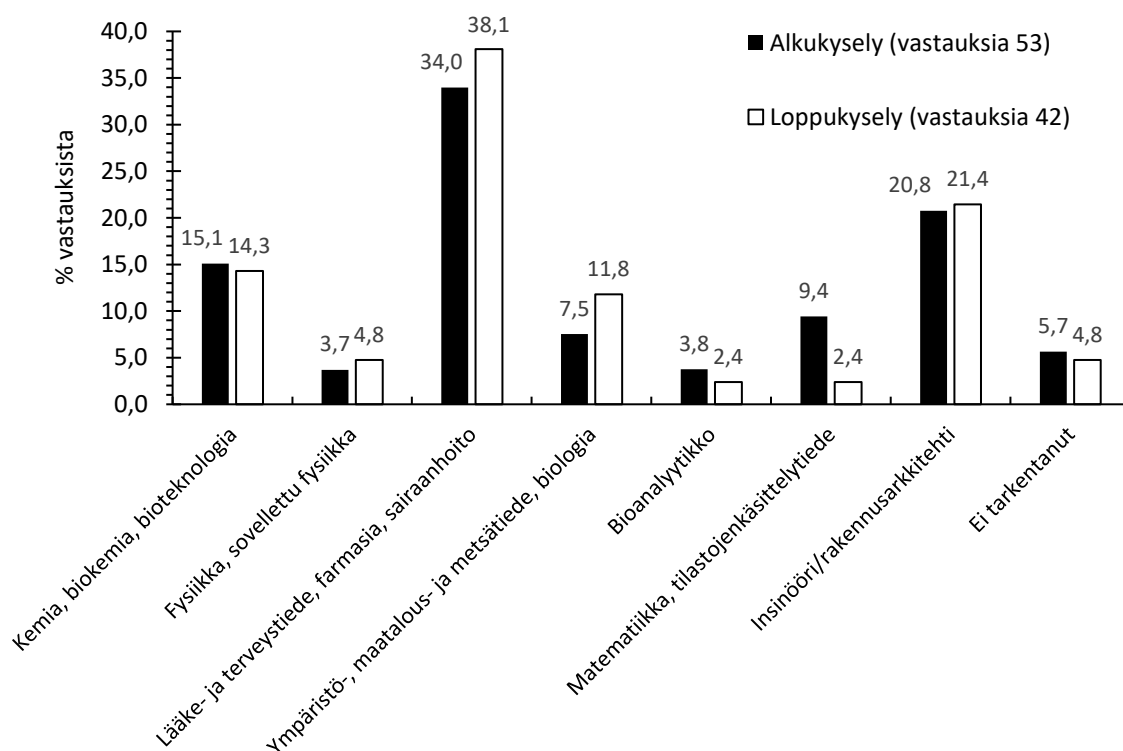
4. Tulokset

4.1. Leiriläisten taustat ja odotukset leiriä kohtaan

Alkukyselyyn vastasi vain 54 % tutkimukseen osallistuneiden 117:n leiriläisen huoltajasta (liite 11), minkä vuoksi lasten ikä- ja sukupuolijakauma päätettiin selvittää lasten loppukyselyn aineiston avulla (liite 12). Tulosten mukaan suurin osa eli noin 82 % leiriläisistä kuului nuorimpaan 7–9-vuotiaiden ikäluokkaan, josta noin 42 % ilmoitti olevansa 8-vuotias. Tyttöjä ja poikia leirillä oli lähes yhtä paljon: tyttöjä 57 ja poikia 60. Huoltajien alkukyselyn aineiston (liite 11) analyysissä selvisi, että lähes kolmannes lapsista (73 %) oli osallistumassa tiedeleirin tai -kerhon kemian toimintaan ensimmäistä kertaa.

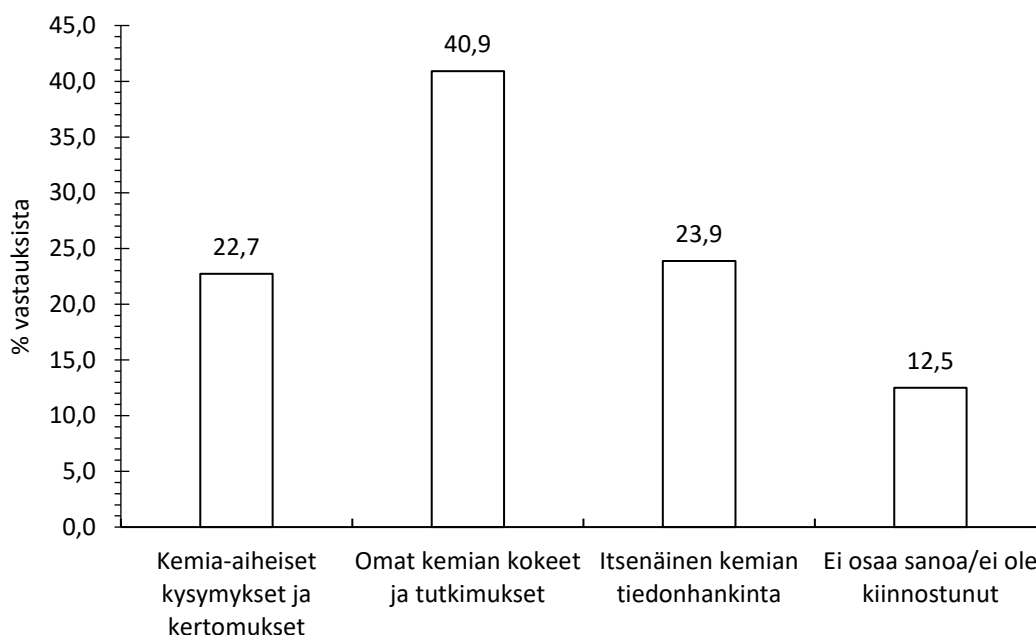
Lasten perhetaustasta eli huoltajien iästä, sukupuolesta ja koulutustaustasta saatiin tietoa sekä huoltajan alkukyselyllä (liite 11) että loppukyselyllä (liite 13). Alkukyselyyn vastasi 63 ja loppukyselyyn 45 huoltajaa. Kyselyissä keskimäärin 45 % huoltajista ilmoitti iäkseen 30–39-vuotta ja lähes yhtä suuri osuus (noin 50 %) edusti 40–49-vuotiaiden ikäluokkaa. Huoltajien sukupuolijakaumassa ei ollut suurta eroa alku- ja loppukyselyiden välillä ja molemmissa kyselyissä naiset olivat miehiä aktiivisempia vastaajia (alkukysely 94 %; loppukysely 89 %).

Kysymykseen ”Onko sinulla tai puolisoillasi luonnontieteellistä tai teknisen alan taustaa?” valtaosa huoltajista vastasi myöntävästi (alkukysely 65 %; loppukysely 71 %). Lähes jokainen ”kyllä”-vastauksen antaneista tarkensi vastaustaan (kuva 20).



Kuva 20. Tutkimuksessa mukana olleiden luonnontieteellisen tai teknisen taustan omaavien huoltajien osaamisen jakaantuminen eri tieteenaloille.

Alkukyselyn (liite 11) puolesta välin huoltajaa pyydettiin kuvailemaan, millä tavoin lapsi oli osoittanut kiinnostusta kemiaa kohtaan tiedeleirien ja -kerhojen ulkopuolella. Vastaukset luokiteltiin lasten osoittamien toimintatapojen mukaisesti kolmeen ryhmään. Ryhmien kvalitatiivinen tarkastelu on esitetty kuvassa 21.



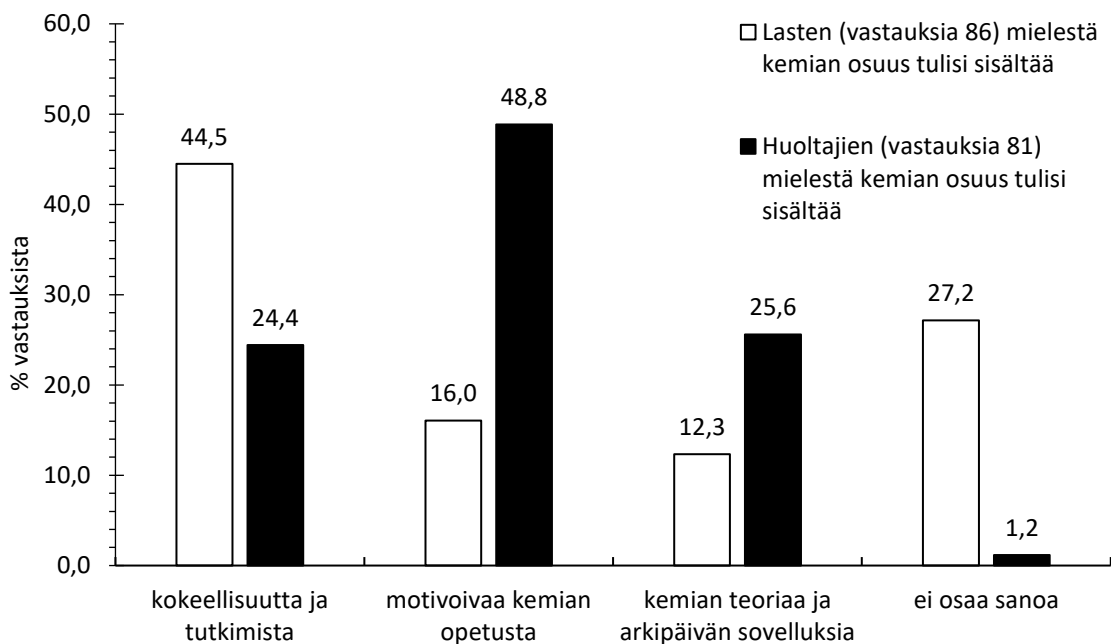
Kuva 21. Lasten kiinnostuksen näkyminen kemiaa kohtaan tiedeleirien ja -kerhojen ulkopuolella ennen tutkimusta (vastauksia 88).

Suurin osa eli 40,9 % huoltajista kertoi lapsen omista pienistä kemian kokeiluista ja tutkimuksista. Noin neljännes huoltajista kertoi lapsensa kyselleen tai ilmaisseen muuten suullisesti kiinnostuksensa kemiaa kohtaan. Noin yksi neljännes lapsista oli tietoa kemiasta erilaisten informaalien kanavien kautta, kuten videoista, tv-ohjelmista, kirjoista, lehdistä, tiedevierailuista ja peleistä.

”Keskustellaan aina kysymysten herätessä kemiallisista reaktioista.” (Huoltaja 6)

”Kokeilee mielellään itse tehdä ”limaa” tai muovailuvahaa kotiaineista, katsoo videoista oppia kuinka niitä tehdään” (Huoltaja 5)

Alkukyselyn viimeisenä kysymyksenä huoltajaa pyydettiin kertomaan omista ja lapsensa odotuksista luonnontiedeleirin kemian osuutta kohtaan. Lähes puolet (44 %) huoltajista kertoi lapsensa ensisijaiseksi toiveeksi, että leirillä saisi itse tehdä kemian kokeita ja tutkimuksia (kuva 22).



Kuva 22. Lasten ja huoltajien odotukset tiedeleirin kemian osuutta kohtaan.

Huoltajallekin kemian toiminnallisuus oli tärkeää (24,4 %), mutta sitäkin useampi huoltaja (48,8 %) toivoi kemian opetuksen lisäävän lapsen kiinnostusta kemiaa kohtaan. Myös 16 % lapsista odotti kemian päivää positiivisin ennakko-odotuksin.

”Toivomme, että kiinnostus kemiaan heräisi mm. tulevaisuuden opiskelua varten.” (Huoltaja 51)

”Odottaa jännityksellä mitä tuleman pitää. Tekemistä ja oppimista.” (Huoltaja 57)

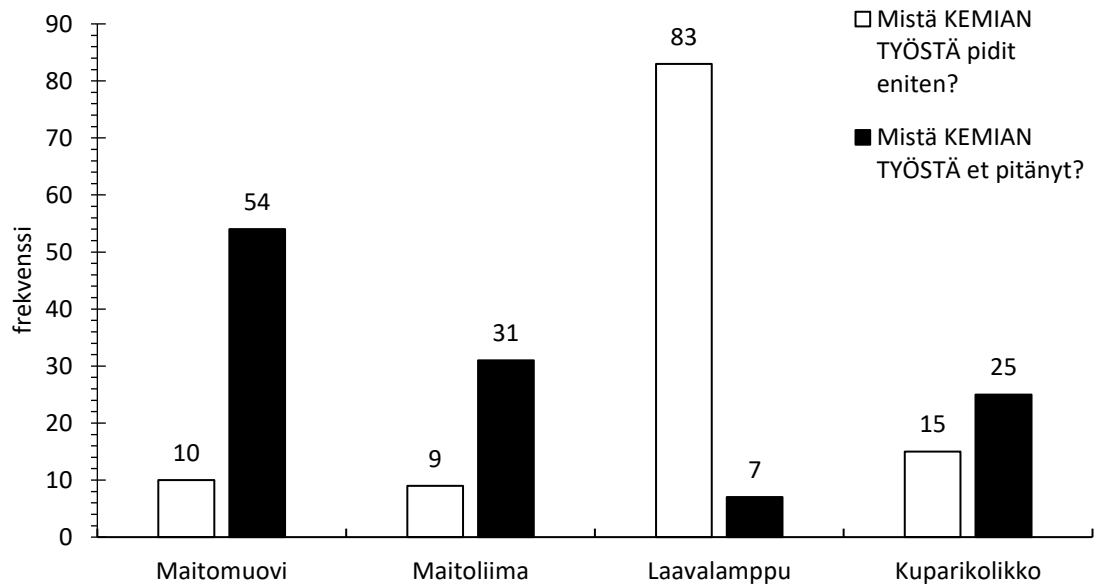
Toisaalta noin neljännes huoltajista laski eduksi, jos lapsi oppisi jotain myös itse oppiaineesta, kuten mitä kemia on (Huoltaja 35) ja miten kemia näyttäytyy arjessa (Huoltaja 33). Osa lapsista oli aidosti tulossa hakemaan selityksiä heitä askarruttaviin luonnontieteellisiin kysymyksiin:

”(Odottaa oppivansa) miksi konetiskiaineet erityisen vaarallisia, miksi limakalvoja ei pestä saippualla, miksi on happamuudensäätöaineita ruuissa, miten hiiva ja sooda ja leivinjauhe eroaa ja miksi niitä käytetään, miksi kananmuna paistuu valkoiseksi ja jauheliha ruskeaksi.” (Huoltaja 20)

”Että mitä kemia on?” (Huoltaja 43)

4.2. Leiriläisten kokemukset leirin kemian töistä

Loppukyselyssä (liite 8) leiriläistä pyydettiin kertomaan perusteluineen, mistä leiripäivän aikana tehdyistä kemian töistä hän piti eniten ja mistä työstä vähiten. Liitteen 12 kyselyaineiston mukaan suurinta suosiota nautti Laavalamppu (kuva 23). Sen sijaan muut työt eivät onnistuneet pääsemään läheskään Laavalampun tasolle.



Kuva 23. Leiriläisten kokemukset leirillä tehdyistä kemian töistä. N = 117.

Leiriläisten mielestä parasta Laavalampussa oli itsenäinen työskentely ja työn hauska lopputulos. Muut työt saivat Laavalamppua paljon enemmän negatiivista palautetta johtuen muun muassa epämiellyttävästä etikan hajusta ja/tai lopputuotteen heikosta laadusta. Maitomuovi koettiin hyödyttömäksi toisin kuin Maitoliima tai Kuparikolikko. Leiriläisten palautetta voidaan tarkastella kolmesta eri näkökulmasta: työskentely, työn lopputulos ja työn hyödyllisyys (taulukko 6).

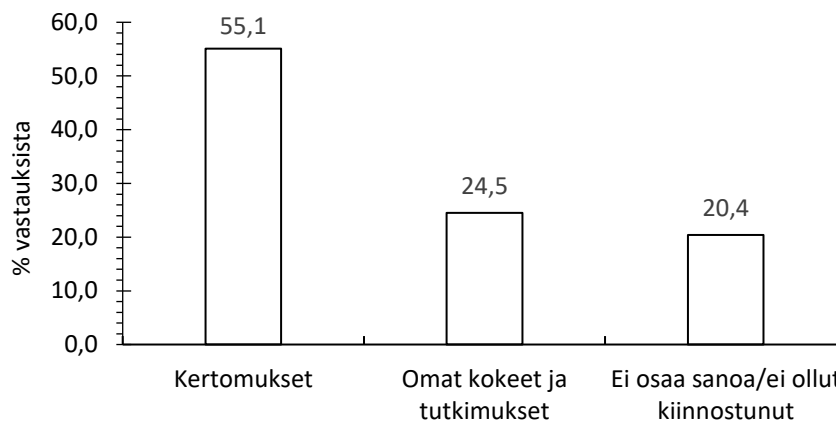
Taulukko 6. Esimerkkejä leiriläisten palautteista luokiteltuna eri näkökulmiin.

| Kysymys: | Miksi pidit työstä? | | | Miksi et pitänyt työstä? | | |
|---------------|--|----------------------------------|--|--|--|-----------------------------|
| | Näkökulma: | Työskentely | Lopputulokset | Hyöty | Työskentely | Lopputulokset |
| Laavalamppu | <i>Kivaa tekemistä.</i> | <i>Näytti ihanalta.</i> | - | <i>Tiesin, miten se tehtiin jo ennestään.</i> | <i>Se haisi.</i> | - |
| Maitomuovi | <i>Monimutkanen.</i> | <i>Kun maidosta tuli muovia.</i> | <i>On kiva oppia uusia asioita, kuten muovin valmistusta.</i> | <i>Etikka haisee. Siinä kesti pitkään! Olin tehnyt sen jo. Se sotki.</i> | <i>Siitä tuli purua. Ällöttävää. Se tuntui oudolta. Koska se ei muuttunut miksikään.</i> | <i>Sillä ei tee mitään.</i> |
| Maitoliima | <i>Minä ja kaverini opin tekemään liimaa.</i> | <i>Se tuli yli.</i> | <i>Sitä voi käyttää tekemään kelvollisia juttuja:)</i> | <i>Ei ollut moni mutkasta. Se oli hankala Kädet meni tahmeaksi. Vähän tylsä.</i> | <i>Ällöä. Ei toiminut kunnolla. Se kaatui. Pahanhajuinen.</i> | - |
| Kuparikolikko | <i>Hauskinta. Siinä tehtiin sähköjuttuja. Teimme sähköä. Sai olla enemmän tiedenainen.</i> | <i>Kiiiiiillosta.</i> | <i>--- rannalta löytyy monesti kolikoita jotka ovat haalistuneet. . Sitä voi ehkä käyttää kaupassa. Kun nyt tiedän miten kiillottaa kolikoita.</i> | <i>Oli tylsää. Etikka haisi todella pahalta.</i> | <i>Se kolikko haisi kokeen lopussa.</i> | - |

Taulukon 6 näkökulmien mukainen aineiston luokittelu auttoi töiden kehitystarpeiden tunnistamisessa. Työohjeiden kehittämisehdotuksia tarkastellaan tämän tutkielman pohdintaosiossa.

4.3. Kemian töiden innostavuus

Kysymykseen ”Oliko lapsesi innostunut KEMIAN OSUUDESTA?” 43 loppukyselyyn vastanneista 45:stä huoltajasta vastasi myöntävästi (liite 13). Innostuksen ilmenemistavat on esitetty kuvassa 24.



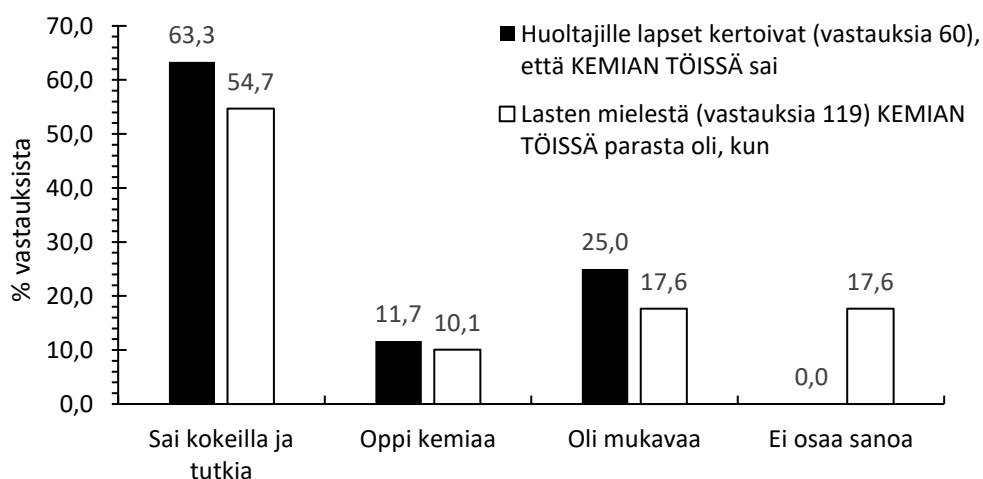
Kuva 24. Lasten innostuminen kemian osuudesta leirin jälkeen huoltajien kertomana. Vastauksia 49.

Kotona lapset kertoivat leirin kemiankokeista huoltajien mukaan innostuneesti ja seikkaperäisesti. Osa lapsista aikoi kokeilla töiden toimivuutta uudestaan.

”Kemia oli yksi leirin suosikeista. Kemian töistä puhuttiin kotona useana päivänä.” (Huoltaja 70)

”Intona kertoi kaikki ja halusi toistaa työt kotona.” (Huoltaja 99)

Lasten loppukyselyssä kysyttiin, mikä kemian töiden tekemisessä oli leiriläisen mielestä parasta. Samaa selvitettiin, joskin hieman epäsuorasti, huoltajien loppukyselyssä kysymällä ”Mitä lapsesi kertoi KEMIAN TÖISTÄ?” Tarkoituksena oli verrata lasten ja huoltajien vastauksia keskenään ja tarkastella, olivatko lasten näkemykset mahdollisesti muuttuneet kemian leiripäivän jälkeen lapsen palattua leiriltä kotiin. Aineistoanalyysin tulosten mukaan huoltajien ja lasten vastaukset ovat keskenään samassa linjassa (kuva 25).

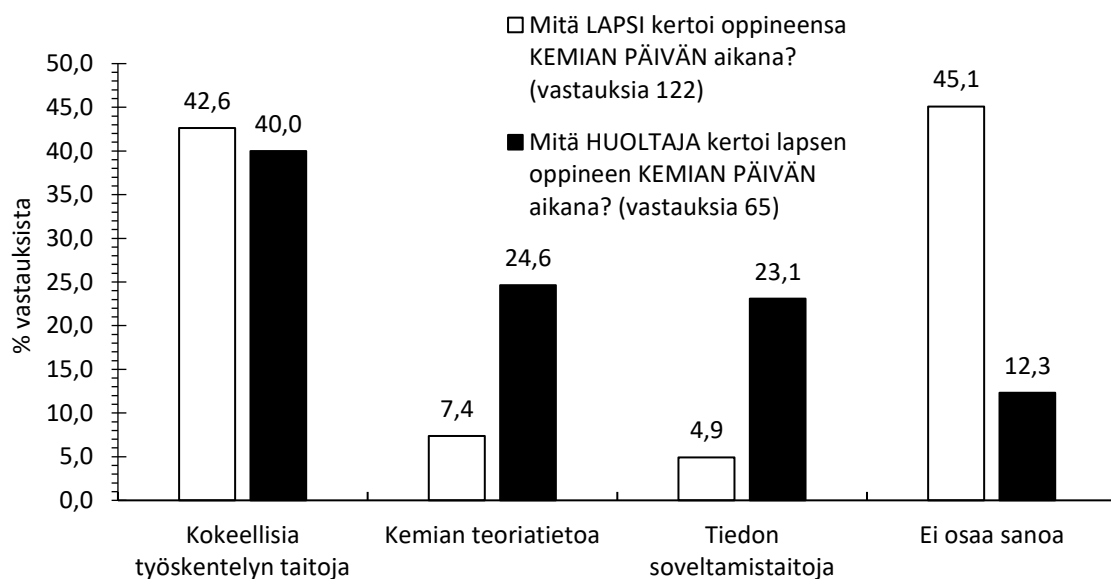


Kuva 25. Leiriläisten kokemukset kemian töiden tekemisestä.

Kuvan 25 mukaan lasten mielestä töissä parasta oli, että niitä sai tehdä itse. Innostus säilyi tai jopa hieman lisääntyi lapsen päästyä kertomaan leirin kulusta huoltajilleen. Epäonnistuneitakin kokeita aiottiin kokeilla kotona:

”Maitomuovi oli kuulemma näistä tylsin, kun oli kolmen hengen ryhmässä ja sitä tuli ihan kauhean vähän. Aikoo kuulemma tehdä paremman erän kotona.” (Huoltaja 67)

Noin 10 % vastausten lukumäärästä kertoo, että lapset myös kokivat myös oppineensa jotain (kuva 25). Mutta mitä ja missä määrin lapset kokivat oppineensa selvitetiin kysymällä leiriläisiltä ”Mitä opit KEMIAN PÄIVÄN aikana?” ja huoltajilta ”Mitä lapsesi oppi KEMIAN PÄIVÄN aikana?” Tulokset ovat kuvassa 26.



Kuva 26. Leiriläisten oppiminen eri näkökulmista.

Lasten ja huoltajien vastausten perusteella voidaan arvioida, että eniten eli noin 40 % kemian päivän aikana opittiin kokeellisia työskentelytaitoja. Moni leiriläisistä koki oppineensa, kuinka tietty kemian työ suoritetaan:

”Opin tekemään maitomuovia ja maitoliimaa” (Lapsi 2)

”Että osaan tehdä itse laavalampun” (Lapsi 61)

Lähes puolet leiriläisistä ei kuitenkaan vielä loppukyselyn aikana osannut eritellä oppimaansa. Huoltajat sen sijaan tunnistivat lasten oppimia asioita herkemmin, mikä näkyy kuvassa 26 vastaamattomien lasten osuuden jakaantumisena teoreettisen tiedon ja soveltamistaitoihin. Eräs huoltaja kertoi uskovansa ymmärryksen kehittyvän ajan saatossa:

”Luulen että oppi syvenee, kun (lapsi) pohdiskelee asioita vielä mielessään, tulee lisää vastaavia asioita ja ihmetyksiä vastaan eli oletettavasti muistaa asioita liittävää tulevaisuudessa uuteen näkemäänsä ja kokemaansa. Avointa mieltä ja ihmetystä.” (Huoltaja 72)

5. Pohdinta ja johtopäätökset

Tämä opinnäytetyö on kehittämistutkimus, jonka tavoitteena on kehittää 7–12-vuotiaiden lasten luonnontiedekerhoille ja -leireille soveltuvia kemian työohjeita. Tulosten mukaan töiden suunnittelun lähtökohdaksi on otettava sekä leiriläisten että heidän huoltajiensa odotukset. Usein lapset toivovat töiden olevan toiminnallisia sisältäen paljon itse tekemistä, kokeilua ja testailua. Huoltajien mielestä töiden tulisi olla myös opettavaisia ja vahvistaa lapsen kiinnostusta luonnontieteitä kohtaan. Tutkimuksen alkukyselyssä esiin nousseita lasten ja huoltajien odotuksia ei tämän tutkimuksen työohjeiden suunnittelussa kuitenkaan voitu ottaa täysimääräisesti huomioon, sillä viimeiset leiri-ilmoittautumiset tapahtuivat vasta kahta viikkoa ennen leirin alkua.

Huoltajien ja lasten loppukyselyaineistojen perusteella kehitettyjen kemian töiden todettiin innostavan lapsia. Toisaalta lasten luonnontieteellisen tai teknisen taustan omaavat huoltajat ovat hyvinkin voineet toimia lasta kannustavina malleina ja tukea lasten kiinnostumisen kehittymistä. Jatkotutkimuksissa lasten taustojen vaikutusta leirin kemian töiden innostavuuteen voitaisiin tutkia yhdistämällä alku- ja loppukyselyiden yksittäiset vastaukset erillisten tutkimuskoodien avulla.

Tehdyt kemian työt saivat leiriläisiltä eniten kiitosta itsenäisen työskentelyn määrästä ja hauskuudesta. Sen sijaan leiriläiset toivoivat miellyttävämpiä työskentelyolosuhteita ja käyttökelpoisempia lopputuotteita. Leiriläisten palautteen perusteella taulukkoon 7 on koottu ehdotuksia, kuinka töitä tulisi kehittää.

Taulukko 7. Kehittämisehdotuksia valmistetuille työohjeille eri näkökulmista.

| Näkökulma: | Työskentely | Lopputulos | Hyöty |
|---------------|---|---|--|
| Laavalamppu | Vaihtoehtoja laavalamppuastioille esim. läpinäkyvä vs. läpikuultava vs. läpinäky-mätön, purkki vs. pullo. | Vaihdetaan aromikas vitamiinitabletti hajusteettomaan poretablettiin | Pohditaan, kuinka paljon tehdyllä laavalampulla voidaan säästää rahaa verrattuna kaupalliseen laavalamppuun ja miten öljy vaikuttaa vesistöihin. |
| Maitomuovi | Kokeillaan etikan sijasta vähemmän haisevaa happoa esimerkiksi sitruunahappoa.; Nopeutetaan työskentelyä esim. lisäämällä lämpölevyjen määrää. | Parannetaan lopputuotteen kestävyyttä huolellisemmalla huuhtelulla.; Lisätään reagenssien määrää, jotta muovia on riittävästi kaikille. | Mietitään maitomuovin mahdollisia sovelluksia ja käyttöä rajoittavia ominaisuuksia. |
| Maitoliima | Käytetään suurempaa astiaa ja kestävämpää sekoitinta. | Vältetään vaahtoutumista ja tutkitaan adheesion voimakkuutta eri maitomuovin, veden ja leivin jauheen määrillä. | Keksitään lisää käyttökohteita liimalle. |
| Kuparikolikko | Lyhennetään työohjetta esim. jätetään kuparin sähköisten ja magneettiset ominaisuuksien tutkiminen pois.; Kastetaan kolikkoa etikassa vain puoleksi.; Demonstroidaan messinkisen kolikon valmistus. | Huuhdellaan kiillotettu kolikko huolellisesti ja/tai suljetaan heti minigrip-pussiin. | Pohditaan, millä muilla menetelmillä erilaisia metalliesineitä voidaan puhdistaa. |

Työskennellessään leiriläiset oppivat ymmärtämään kemiaa myös tieteenä, kuten mitä kemia on, millaisia ominaisuuksia aineilla on ja miten kemia voi näkyä arkipäivässä. Opitut asiat voivat syventyä, kun vain leiriläisille annetaan riittävästi aikaa uuden tiedon prosessoinnille. Mielenkiintoista olisikin tutkia lasten tiedollisten käsitysten muuttumista tehdyistä töistä pidemmällä aikavälillä esimerkiksi yhtä tai kahta kuukautta leirin päättymisen jälkeen lähetettävällä kyselyllä. Luotettavaa tietoa leiriläisten tiedeosaamisen kehittämisestä saataisiin kuitenkin vain PISA-tutkimuksen kaltaisilla standardoiduilla testeillä.

6. Kiitokset

Ensimmäiset kiitokseni haluan omistaa työni ohjaajille emeritaprofessori Tuula Pakkaselle ja yliopistonlehtorille Leila Alvilalle kemian laitokselta sekä yliopistonlehtori Kari Sormuselle Soveltavan kasvatustieteen ja opettajakoulutuksen osastolta. Heidän laadukkaan, pitkäjänteisen ohjaustyön ansiosta opinnäytetyön lopputuloksesta tuli eheä, sopivan laaja kokonaisuus. Kiitokset myös erikoislaboratoriomestari Päivi Inkiselle opastuksesta laboratoriossa työohjeiden työstämisen aikana sekä tutkijatohtori Jari Kukkoselle aineiston keräämisessä käytettyjen iPadien lainaamisesta.

Kuopioon suuntaan kiitokset menevät Snellman kesäyliopiston rehtori Soili Meklinille ja opetussuunnittelija Riikka Asikaiselle. He mahdollistivat aineiston keräämisen lasten luonnontiedeleirien yhteydessä. Suurin kiitos kuuluu kuitenkin leiriläisille ja heidän huoltajille. Ilman heitä tämä tutkimus olisi jäänyt kokonaan toteutumatta.

7. Lähteet

1. Maijala, R., Kaurismaa, E., Aki, T. Suomi tiedekasvatuksessa maailman kärkeen 2020. Ehdotus lasten ja nuorten tiedekasvatuksen kehittämiseksi, Opetus- ja kulttuuriministeriö, **2014**, *14*, a) s. 1 - 104, b) s. 13, c) s. 67, d) s. 8, e) ss. 12 - 24, f) s. 8 - 9, g) s. 14 - 16.
2. Vetteranta, J., Välijärvi, J., Ahonen, A., Hautamäki, J., Hiltunen, J., Leino, K., Lähteinen, S., Nissinen, K., Nissinen, V., Puhakka, E., Routapuro, J., Vainikainen, M.-P. PISA 2015 ensituloksia, **2016**, *41*, a) s. 1 - 104, b) ss. 20 - 40, c) s. 57 - 61, d) 94 - 95, e) s. 93, f) ss. 22 - 48, g) ss. 77 - 88, h) s. 96.
3. Kesler, M. Tiedekasvatuksen määritelmä ja laatu teoksessa Tiede- ja teknologiakasvatus. Laatua asiantuntevasta kerhotoiminnasta. Laadukkaan kerho- ja harrastetoiminnan kehittäminen, 1. painos, Kehittämiskeskus Opinkirjo ja Suomen opetus- ja kulttuuriministeriö, Ylöjärvi, **2015**, s. 12 - 13.
4. Opetushallitus. Esiopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014, Juvenes Print - Suomen Yliopistopaino Oy, Tampere, **2016**, 3. muutettu painos, s. 239 - 242.
5. Opetushallitus. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014, 4. painos, Next Print Oy, Helsinki, **2016**, *96*, ss. 379 - 398.
6. Opetushallitus. Lukion opetussuunnitelman perusteet 2015, 1. painos, Next Print Oy, **2015**, *48*, ss. 140 - 160.
7. Trundle, K. Teaching Science During the Early Childhood Years, Natl. Geogr. Mag., **2010**, *1*, ss. 3 - 4.
8. Vartiainen, J. Kehittämistutkimus: Pienten lasten tutkimuksellisen luonnontieteiden opiskelun edistäminen tiedekerho-ympäristössä, väitöskirja Helsingin yliopisto, Helsinki, **2016**, a) s. 24 - 25, b) 109 - 156, c) s. 26 - 35, urn:ISBN:978-951-51-2658-0 <http://hdl.handle.net/10138/168314>.
9. Kenttälä, M. Kerhotoiminnan laadun takana on pedagogisesti ajatteleva ohjaaja teoksessa Tiede- ja teknologiakasvatus. Laatua asiantuntevasta kerhotoiminnasta. Laadukkaan kerho- ja harrastetoiminnan kehittäminen, 1. painos, Kehittämiskeskus Opinkirjo ja Suomen opetus- ja kulttuuriministeriö, Ylöjärvi, **2015**, s. 28 - 32.
10. Kesler, M. Päämääränä tietojen ja taitojen kehittäminen teoksessa Tiede- ja teknologiakasvatus. Laatua asiantuntevasta kerhotoiminnasta. Laadukkaan kerho- ja harrastetoiminnan kehittäminen, 1. painos, Kehittämiskeskus Opinkirjo ja Suomen opetus- ja kulttuuriministeriö, Ylöjärvi, **2015**, s. 14 - 16.
11. Kesler, M. Tiedekerhotoiminnan laatu teoksessa Tiede- ja teknologiakasvatus. Laatua asiantuntevasta kerhotoiminnasta. Laadukkaan kerho- ja harrastetoiminnan kehittäminen, 1. painos, Kehittämiskeskus Opinkirjo ja Suomen opetus- ja kulttuuriministeriö, Ylöjärvi, **2015**, s. 23.
12. Snellman kesäyliopisto - Lasten yliopisto <http://snellmankesayliopisto.fi/lasten-yliopisto>, linkki tarkistettu 01.11.2017.
13. Kaasinen, A. Koulun vanhempainyhdistys tiedekerhon järjestäjänä teoksessa Tiede- ja teknologiakasvatus. Laatua asiantuntevasta kerhotoiminnasta. Laadukkaan kerho- ja harrastetoiminnan kehittäminen, 1. painos, Kehittämiskeskus Opinkirjo ja Suomen opetus- ja kulttuuriministeriö, Ylöjärvi, **2015** s. 37.

14. Kesler, M., Kenttälä, M. Toimijoiden yhteistyö teoksessa Tiede- ja teknologiakasvatus. Laatua asiantuntevasta kerhotoiminnasta. Laadukkaan kerho- ja harrastetoiminnan kehittäminen, Kehittämiskeskus Opinkirjo ja Suomen opetus- ja kulttuuriministeriö, 1. painos, Ylöjärvi, **2015**, s. 57.
15. Kesler, M., Kenttälä, M. Kerhotoiminnan tavoitteiden asettaminen ja kerhon kesto teoksessa Tiede- ja teknologiakasvatus. Laatua asiantuntevasta kerhotoiminnasta. Laadukkaan kerho- ja harrastetoiminnan kehittäminen, Kehittämiskeskus Opinkirjo ja Suomen opetus- ja kulttuuriministeriö, 1. painos, Ylöjärvi, **2015**, s. 40.
16. Kenttälä, M. Kerhotoiminnan laadun takana on pedagogisesti ajatteleva ohjaaja teoksessa Tiede- ja teknologiakasvatus. Laatua asiantuntevasta kerhotoiminnasta. Laadukkaan kerho- ja harrastetoiminnan kehittäminen, Kehittämiskeskus Opinkirjo ja Suomen opetus- ja kulttuuriministeriö, 1. painos, Ylöjärvi, **2015**, s. 30.
17. Helsingin yliopisto. Kemianluokka Gadolin.
<https://www.helsinki.fi/fi/tiedekasvatus/opettajille/opetusryhmien-vierailut-tiedeluokkiin/kemianluokka-gadolin>.
18. Helsingin yliopisto. Opettajille ja ohjaajille. <http://www.ejippo.fi/about/opettajille-ja-ohjaajille>, linkki tarkistettu 01.11.2017.
19. Eskola, J., Suoranta, J. Johdatus laadulliseen tutkimukseen, 1. painos, Vastapaino, Tampere, **1998**, s. 83.
20. Brazel, C. S., Rosen, S. L. Fundamental principles of polymeric materials, 3. painos, Wiley, US, **2012** a) s. 363 - 373, b) s. 146 - 149, b) s. 11 - 12, c) s. 37, d) s. 132 - 143, e) s. 59.
21. Barke, H.-D., Hazari, A., Yitbarek, S. Misconceptions in chemistry, 1. painos, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, **2009**, s. 41 - 43.
22. Jones, R. G., Wilks, E. S., Jost, J. W., Metanomski, W. V., Kahovec, J., Hess, M., Stepto, R., Kitayama, T., Jenkins, A. D., Kratochvil, P. Compendium of polymer terminology and nomenclature: IUPAC recommendations 2008, 1. painos, Royal Society of Chemistry, Cambridge, **2009**, a) s. 3, b) s. 16, c) s. 191.
23. Kershaw, P. J. Biodegradable plastics & marine litter, 1. painos, United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya, **2015**, a) s. 11, b) s. 9 - 11, c) s. 9.
24. PlasticsEurope, Plastic - the Facts 2016: An analysis of European plastics production, demand and waste data, **2016**, a) s. 4, b) s. 24, c) s. 18 - 19, saatavilla: http://www.plasticseurope.org/documents/document/20161014113313-plastics_the_facts_2016_final_version.pdf, linkki tarkistettu 01.11.2017.
25. Andrady, A. L., Neal, M. A. Applications and societal benefits of plastics, *Philos. T. R. Soc. B.* **2009**, 364, s. 1977 - 1978.
26. Kristiina, K. Sarvis - Suomalaisen muoviteollisuuden uranuurtaja, *Tekniikan Waiheita*, **2004**, 4, s. 40 - 56.
27. Dupont, D., Croguennec, T., Brodtkorb, A., Kouaouci, R. Quantitation of proteins in milk and milk products teoksessa McSweeney, P. L. H., Fox, P. F. (toim.) *Advanced Dairy Chemistry: Volume 1A; Proteins: Basic Aspects*, 4. painos, Springer US, Boston, MA, **2013**, a) s. 89, b) s. 65 - 68, c) s. 431 - 434, d) s. 442 - 450, e) s. 135 - 155, f) s. 135 - 155, g) s. 49, h) s. 100, i) s. 59.
28. de Kruijff, C. G., Huppertz, T., Urban, V. S., Petukhov, A. V. Casein micelles and their internal structure, *Adv. Colloid. Interfac.*, **2012**, 171 - 172, a) s. 40 - 41, b) s. 36 - 52.

29. Schmidt, D. G. Association of caseins and casein micelle structure teoksessa Fox, P. F. (toim.) *Developments in Dairy Chemistry*, 1. painos, Barking, UK, **1982**, ss. 61 - 86.
30. Schmidt, D. G. Colloidal aspects of casein, *Neth. Milk Dairy J-Ne.*, **1980**, *34*, s. 42 - 64.
31. Hristov, P., Mitkov, I., Sirakova, D., Mehandgiiski, I., Radoslavov, G. Measurement of casein micelle size in raw dairy cattle milk by dynamic light scattering teoksessa Gigli, I. (toim.) *Milk Proteins - From Structure to Biological Properties and Health Aspects*, Edited Volume, InTech, Rijeka, **2016**, s. 19 - 32.
32. De, C. The structure of casein micelles: a review of small-angle scattering data, *J. Appl. Crystallogr.*, **2014**, *47*, a) s. 1479 - 1489, b) s. 1488.
33. Walstra, P. Casein sub-micelles: do they exist? *Int. Dairy J.*, **1999**, *9*, s. 189 - 192.
34. Horne, D. S. Casein micelles as hard spheres: limitations of the model in acidified gel formation, *Colloid Surface A.*, **2003**, *213*, s. 255 - 263.
35. Huppertz, T., Gazi, I., Luyten, H., Nieuwenhuijse, H., Alting, A., Schokker, E. Hydration of casein micelles and caseinates: Implications for casein micelle structure, *Int. Dairy J.*, **2017**, *74*, s. 1 - 11.
36. Burgoyne, R., Duncan, J. Secretion of milk proteins, *J. Mammary Gland Biol.*, **1998**, *3*, s. 275-286.
37. Sawale, P. D., Kalyankar, S. D., Pawshe, R. D., Sarode, A. R., Khedkar, C. D. Casein and caseinate: Methods of manufacture teoksessa Caballero, B., Finglas, P., Toldra, F. (toim.) *Encyclopedia of Food and Health* Academic Press, Oxford, **2015**, a) s. 677 - 678, b) s. 680 - 681.
38. Perreault, V., Turcotte, O., Morin, P., Pouliot, Y., Britten, M. Combined effect of denatured whey protein concentrate level and fat level in milk on rennet gel properties, *Int. Dairy J.*, **2016**, *55*, s. 1 - 9.
39. Moitzi, C., Menzel, A., Schurtenberger, P., Stradner, A. The pH induced sol-gel transition in skim milk revisited. A detailed study using time-resolved light and x-ray scattering experiments, *Langmuir*, **2011**, *27*, s. 2195 - 2203.
40. Wijayanti, H. B., Bansal, N., Deeth, H. C. Stability of whey proteins during thermal processing: A review, *Compr. Rev. Food Sci. F.*, **2014**, *13*, a) s. 1235 - 1251, b) s. 1236.
41. Mahomud, M. S., Katsuno, N., Nishizu, T. Role of whey protein-casein complexes on yoghurt texture, *Rev. Agric. Sci.*, **2017**, *5*, s. 1 - 4.
42. de Kruif, C., Anema, S. G., Zhu, C., Havea, P., Coker, C. Water holding capacity and swelling of casein hydrogels, *Food Hydrocolloid.*, **2015**, *44*, s. 6.
43. Audic, J.-L., Chaufer, B., Daufin, G. Non-food applications of milk components and dairy co-products: A review, *Lait*, **2003**, *83*, a) s. 424, b) s. 422 - 423.
44. Ebnesajjad, S., Landrock, A. H. *Adhesives technology handbook*, 3. painos, William Andrew, US, **2015**, a) s. 1, b) s. 3, c) s. 2, d) ss. 5 - 13, e) s. 44, f) s. 19 - 34.
45. Bearing Specialists Association. History of Adhesives <http://www.bsahome.org/archive/html/escreports/HistoryofAdhesives.pdf>, linkki tarkistettu 01.11.2017.

46. Andrea P., Ruokasoodan ihmeet (toim.) Saarinen J., 2. painos, Willow Tree Press, Helsinki, **2005**, s. 3, saatavilla: http://jarisaarinen.pp.fi/ltalukemista/soo_ihm.pdf, tarkistettu 24.11.2017.
47. Guo, M., Wang, G. Milk protein polymer and its application in environmentally safe adhesives, *Polymers-basel*, **2016**, 8, a) s. 6, b) s. 5 - 6.
48. Ghosh, A., Ali, M. A., Dias, G. J. Effect of cross-linking on microstructure and physical performance of casein protein, *Biomacromolecules*, **2009**, 10, s. 1681 - 1688.
49. Müller, U., Müller, H., Teischinger, A. Durability of wood Adhesives in 50 year old aircraft and glider constructions, *Wood Res-Slovakia*, **2004**, 49, s. 146 - 158.
50. Walker, E. C. *US Pat*, 3570156, **1971**, a) s. 1 - 3, b) s. 2.
51. Gyure, B., Janosi, I. M. Basics of lava-lamp convection, *Phys. Rev. E. Stat. Nonlin. Soft Matter Phys.*, **2009**, 80, a) s. 2, b) s. 2 - 3, c) s. 3 - 6.
52. Clark, T. A. Lava lamp optics, *Appl. Optics.*, **2011**, 50, s. 16 - 20.
53. Chen, Y.-H., Yaung, J.-F. Alka-seltzer fizzing-determination of percent by mass of NaHCO₃ in Alka-seltzer tablets. An undergraduate general chemistry experiment, *J. Chem. Educ.*, **2002**, 79, s. 848.
54. İpci, K., Öktemer, T., Birdane, L., Altıntoprak, N., Bayar Muluk, N., Passali, D., Lopatin, A., Bellussi, L., Mladina, R., Pawankar, R., Cingi, C. Effervescent tablets: a safe and practical delivery system for drug administration, *ENT Updates*, **2016**, 6, s. 47.
55. Míguez, J. M., Conde, M. M., Torrè, J.-P., Blas, F. J., Piñeiro, M. M., Vega, C. Molecular dynamics simulation of CO₂ hydrates: Prediction of three phase coexistence line, *J. Chem. Physics*, **2015**, 142, s. **142505-1 - 142505-11**.
56. Tolley, S. G., Richmond, S. D. Use of the Lava® Lamp as an analogy in the geoscience classroom, *JGE*, **2003**, 51, s. 217 - 220.
57. Chapter 4: Discovering Metals - A Historical Overview teoksessa Reardon, A. C. (toim.) Metallurgy for the non-metallurgist, 2. painos, ASM International, Materials Park, Ohio, **2011**, a) s. 73 - 76, b) ss. 76 - 77, c) s. 78.
58. Merriam-Webster, Metal, <https://www.merriam-webster.com/dictionary/metal>, linkki tarkistettu 01.11.2017.
59. Structure of metal and alloys teoksessa Reardon, A. C. (toim.) Metallurgy for the non-metallurgist, 2. painos, ASM International, Materials Park, Ohio, **2011**, s. 16 - 18.
60. Definitions of scientific terms teoksessa Rumble, J. R. (toim.) CRC Handbook of chemistry & physics, 98. painos (Internet versio 2018), CRC Press/Taylor & Francis, Boca Raton, FL, **2017** a) s. 2-58, b) s. 2-57.
61. Atkins, P., De Paula, J. Physical chemistry, 9. painos, W. H. Freeman and Co, New York, **2010**, a) ss. 720 - 721, b) ss. 720 - 722, c) ss. 724 - 727.
62. Patnaik, P. Handbook of inorganic chemicals, 1. painos, McGraw-Hill, New York, **2003**, a) s. 254 - 255, b) ss. 262 - 263, c) s. 253, d) 306 - 315.
63. European Central Bank, The euro bank notes and coins, s. 5, saatavilla: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/euroleafleten.pdf?c3b62449c42a5811541b40fc8ac06e68>, linkki tarkistettu 01.11.2017.
64. Bolen, R. K. *US Pat*, 5509521, **1996**, s. 1 - 13.

65. Vanýsek, P. Electrochemical series teoksessa Rumble, J. R. (toim.) CRC Handbook of chemistry & physics, 98. painos (Internet versio 2018), CRC Press/Taylor & Francis, Boca Raton, FL, **2017**, ss. 5-77 - 5-83.
66. Stansbury, E. E., Buchanan, R. A. Fundamentals of electrochemical corrosion, 1. painos, ASM International, Materials Park, Ohio, **2000**, a) s. 5 - 18. b) G640 - G643.
67. Chavez, K. L., Hess, D. W. A novel method of etching copper oxide using acetic acid, *J. Electrochem. Soc.*, **2001**, 148, s. g640 - g643.
68. Chen, Z. Y.; Persson, D.; Samie, F., Zakipour, S., Leygraf, C. Effect of Carbon Dioxide on Sodium Chloride-Induced Atmospheric Corrosion of Copper, *J. Electrochem. Soc.*, **2005**, 152, s. B502 - B511.
69. Appendix 1: Glossary teoksessa Reardon, A. C. (toim.) Metallurgy for the non-metallurgist, 2. painos, ASM International, Materials Park, Ohio, **2011**, s. 450.
70. Vriesekoop, F., Chen, J., Oldaker, J., Besnard, F., Smith, R., Leversha, W., Smith-Arnold, C., Worrall, J., Rufay, E., Yuan, Q., Liang, H., Scannell, A., Russell, C. Dirty money: A matter of bacterial survival, adherence, and toxicity, *Microorganisms*, **2016**, 4, s. 1 - 12.
71. Burewicz, A., Miranowicz, N. Effectiveness of multimedia laboratory instruction. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 2006, 71,
72. Sevelius, I. (suom.) Utelias tutkija: Fysiikka, kemia ja biologia, käännös teoksen Tyler, J. (toim.) Book of Science kappaleesta Chisholm, J., Johnson, M., Kemia, 2. suomennettu painos, Helsinki, 1987, ss. 50 - 96.
73. Virtanen, H. Animaatiot orgaanisen kemian opetuksessa, diplomityö, Tampere yliopisto, **2014**, saatavilla: <http://dspace.cc.tut.fi/dpub/handle/123456789/22409>, linkki tarkistettu 03.11.2017.

8. Liitteet

Liite 1. Muovia maidosta -työohje

Liite 2. Maitoliima-työohje

Liite 3. Laavalamppu-työohje

Liite 4. Kolikon puhdistuspartio -työohje

Liite 5. Videotyöohjeet kuvakollaasina

Liite 6. Snellman kesäyliopiston kesän 2017 Kuopion luonnontiedeleirien aikataulut

Liite 7. Alkukysely huoltajille

Liite 8. Loppukysely leiriläisille

Liite 9. Loppukysely huoltajille

Liite 10. Huoltajille lähetetyt sähköpostiviestit

Liite 11. Huoltajien vastaukset alkukyselyyn

Liite 12. Leiriläisten vastaukset loppukyselyyn

Liite 13. Huoltajien vastaukset loppukyselyyn

Liite 1. Muovia maidosta -työohje



Kemianluokka
Gadolin

Kemian opetuksen keskus
Helsingin yliopisto
Muovia maidosta
Opettajan ohje

MUOVIA MAIDOSTA

KOHDERYHMÄ: Työ voidaan tehdä kaikenikäisien kanssa. Teorian laajuus riippuu ryhmän tasosta/iästä. Alakoululaisille muovin valmistusta tehdessä puhutaan verkottumisesta ja muovin verkottuneesta rakenteesta yleisellä tasolla, eikä teoriaan mennä kovin syvälle. Yläkoululaisten kanssa käydään läpi polymerisoinnin idea eli monomeereistä tulee polymeerejä. Lukiotasolla katsotaan miten kaseiini verkottuu ja miten se muodostaa polymeerejä, molekyyli- ja sidos-tasolla. Alakoululaisille opettaja lämmittää maidon valmiiksi.

KESTO: 20 min – 45min, riippuen teorian laajuudesta ja ryhmän koosta.

MOTIVOINTI: Haluat tehdä ystävällesi lahjan muttet keksi mistä sen valmistaisit. Tässä ohje miten voit tehdä esimerkiksi korun tai jääkaappimagneetin maidosta!

TAVOITE: Arkipäiväisten kemian ilmiöiden ymmärtäminen ja teollisten prosessien hahmottaminen pienessä mittakaavassa. Muovien kemiallisen rakenteen ymmärtäminen.

AVAINSANAT: Arkikemia – Proteiinit – Denaturoituminen – Polymeerit – Happamuus

Suomen ensimmäinen muovitehdas aloitti toimintansa 1921 Tampereella. Muovi, jota tehdas tuotti, valmistettiin maidosta. Muovista tehtiin nappeja, joiden vahvuutena oli vähäinen paloherkkyys, mutta haasteena heikko kosteuden kestävyys.

Kaseiinimuovin syrjäyttivät lopulta 1950–1960 -luvulla markkinoille tulleet synteettiset kestumuovit.

TAUSTAA

Muovi on pikkuhiljaa hivuttautunut arkenne korvaamattomaksi apulaiseksi. Se on kevyttä, edullista, miellyttävän tuntuista ja mahdollista käyttää lähes missä tarkoituksessa vain.

Muovit ovat pääasiallisesti polymeerejä. Polymeerit ovat pitkäketjuisia molekyyliä, joissa sama rakenneosastoistuu lukuisia kertoja. Yksi molekyyli voi olla rakentunut 1000 – 100000 yhteen liittyneestä pienemmästä rakenneosasta eli monomeeristä. Polymeerit voidaan jakaa luonnonpolymeereihin sekä synteettisiin polymeereihin. Luonnonpolymeereistä esimerkkinä ovat tärkkelys, sarveisaineet ja DNA. Synteettisiin luetaan teollisuusvalmisteiset polymeerit esimerkiksi polyeteeni, joka on maailman käytetyin synteettinen polymeeri. Polyeteeniä käytetään mm. muovipusseissa.



Työssä valmistettu kaseiinimuovi tehdään maidon proteiineista. Proteiinit ovat polymeerejä, jotka koostuvat aminohapoista. Maidon proteiineja voidaan muokata mm. lämmön ja hapon avulla. Lämpö muokkaa eli denaturoi, maidon heraproteiinien rakennetta ja happo saa kaseiiniproteiinit kiinnittymään toisiinsa heraproteiinisilloilla. Näin syntyy proteiiniverkosto, joka kuivuuksaan kovettuu kaseiinimuoviksi.

Nyt opit valmistamaan erästä muovilaatua kotikonstein!

Tiesitkö: Kun proteiini denaturoituu, sen kolmiulotteinen rakenne muuttuu ja proteiini menettää biologisen aktiivisuutensa. Tuttu reaktio proteiinien denaturoitumisesta on kananmunan keittäminen. Siinä lämpö muokkaa kananmunan proteiinien rakennetta niin, että alun perin nestemäinen kananmuna muuttuu kiinteäksi.

ENNAKKOKYSYMYKSIÄ

Mitä esineitä muovista valmistetaan?

Miksi mainitsemasi tuotteet valmistetaan juuri muovista?

Millainen aine muovi on?

Mistä raaka-aineista muovi teollisuudessa tehdään?

REAGENSIT

- ♦ Rasvatonta maitoa
- ♦ Etikkaa

TYÖTURVALLISUUS
Käytä suojalaseja ja -takkia.

Etikka on happo, eli syövyttävä aine, huuhtelee roiskeet runsaalla vedellä.

TARVIKKEET

- ♦ Pieni kattila tai muu kuumennusta kestävä astia
- ♦ Elintarvikeväriä
- ♦ Kertakäyttölusikka
- ♦ Lämpömittari ja mittalasi



TYÖOHJE

Laita kattilaan 200 ml maitoa. Jos tahdot värillistä muovia, lisää elintarvikeväriä. Lämmitä maito varovasti 50 - 60°C:een. (Jos lämpötila nousee yli 60 asteen, maito "palaa" nopeasti pohjaan!) Kun maito on lämmintä, nosta liuos keittolevyltä, lisää maidon sekaan 10 ml:aa etikkaa ja sekoita maitoa.

Mitä huomaat tapahtuvan?

Nosta lusikkaan tarttunut muovi paperin päälle ja muotoile haluamasi muotoiseksi. Voit liimata esineesi taakse magneetin, jolloin sinulla on hieno jääkaappimagneetti!

KOONTI KYSYMYKSIÄ:

Milloin maidolle tapahtuu itsestään samantyyppinen reaktio jossa maitoon muodostuu ns. klimppejä?

Maidon vanhetessa maitoon alkaa kertyä maitohappoa, kun maitohappobakteerit hajottavat laktoosia. pH:n laskiessa proteiinien

Miksi happo muuttaa kaseiinimisellien vesiliukoisuutta?

Happo neutraloi kaseiinimisellien negatiivisen varauksen, jolloin ne eivät enää vuorovaikuta veden kanssa ja proteiinit erottuivat maidosta omaan faasiin.

Mitä ihmisen proteiineille tapahtuu jos kehon lämpötila nousee liian korkeaksi?

Korkea kuume on ihmisille vaarallista, yli 42 asteen lämpötilassa ihmisen proteiinit alkavat denaturoitua.

TYÖN KEMIALLINEN SELITYS

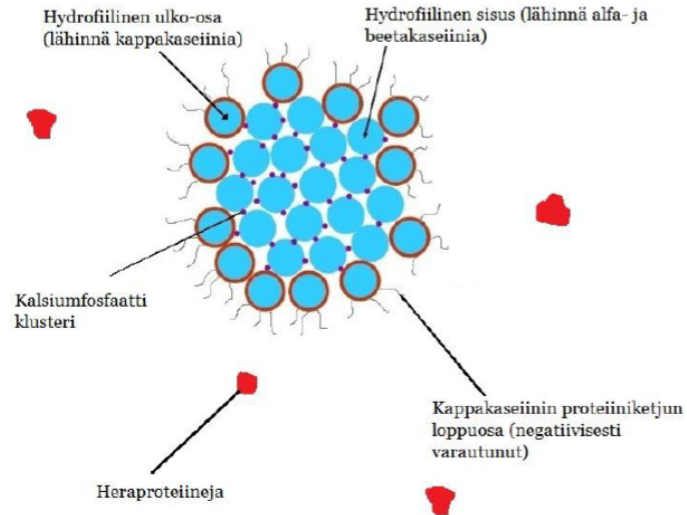
Maitomuovin teoriasta on väitelty viime vuosikymmeninä tiedeyhteisössä paljon. Uusimpien tutkimuksien mukaan teoria työn takana olisi seuraava:

Maidossa on kahdenlaisia proteiineja, kaseiiniproteiineja (n.80%) ja heraproteiineja (n.20%) . Proteiinit ovat aminohappojen muodostamia pitkiä ketjuja, joissa saattaa olla 100 – 100 000 aminohappoa liittyneenä toisiinsa. Erilaisia aminohappoja on 20 erilaista.

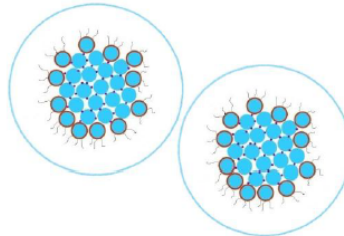
Kaseiiniproteiineja on neljää erilaista: α_1 -kaseiinia, α_2 -kaseiinia, β -kaseiinia ja κ -kaseiinia.



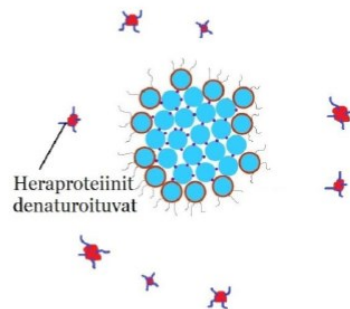
Kaseiinit ovat järjestäytyneet miselleiksi, niin, että misellin sisäosissa on pääosin hydrofobisia (eli rasvaliukoisia) α_1 -, α_2 -, β -kaseiinia ja misellin pinnalla hydrofiilista (eli vesiliuoista) κ -kaseiinia. Avaruudellista muotoa pitää yllä kalsiumfosfaatti klusterit.



κ -kaseiini aminohappoketjun negatiivisesti varautuneet loppuosat "roikkuvat" misellin ulkopuolella. Nämä negatiivisesti varautuneet "karvat" tekevät kaseinimiselleistä vesiliukoisia. Varauksen johdosta kaseinimisellit hylkivät toisiaan. Maidossa nämä misellit ovat vesimolekyylien ympäröimänä.

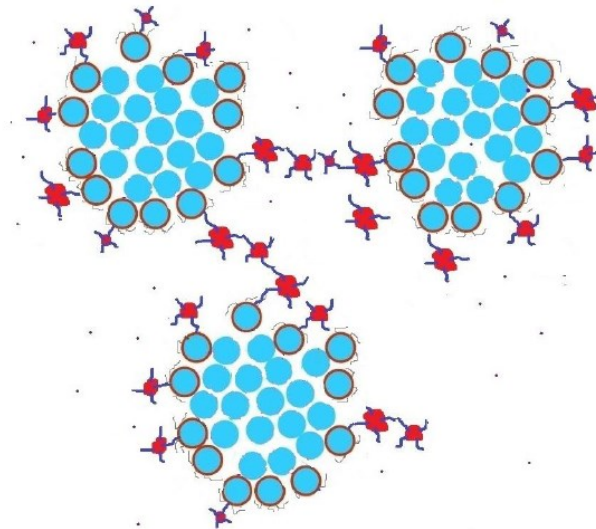


Maidossa on myös heraproteiineja; betalaktoglobuliinia, alfalaktalbumiinia ja immunoglobuliinia, sekä erilaisia entsyymejä. Maitoa lämmittäessä heraproteiinit denaturoituvat, eli niiden avaruudellinen muoto rikkoontuu. Tällöin proteiinin kolmiulotteista rakennetta pitäneet vetysidokset katkeavat ja rikkisillat avautuvat.



Kun lämmitettyyn maitoon lisätään happoa, neutraloi hapon positiivisesti varautuneet protonit ensin kaseiinimisellien "karvojen" negatiiviset varaukset tehden niistä vähemmän vesiliukoisia. Kaseiinimisellit pääsevät nyt lähemmäksi toisiaan. Hapon vaikutuksesta myös misellin rakennetta vahvistaneet kalsiumfosfaatti klusterit vapautuvat misellin sisältä.

Denaturoituneiden heraproteiinien rikkoutuneiden rikkisiltojen päät alkavat etsiä uutta paria muodostamaan uuden rikkisillan. Heraproteiinit sitoutuvat rikkisidoksin kaseiinimisellien pinnalle, muodostaen proteiiniverkoston.



Mitä enemmän heraproteiineja sitoutuu kaseiinimisellien välille rikkisilloin, sitä vahvempaa kaseiinimuovia syntyy. Juustot ovat rakentuneet samantapaisesta proteiiniverkostosta. Itseasiassa maitomuovi on juustoa!

Liite 2. Maitoliima-työohje



Kemianluokka
Gadolin

Kemian opetuksen keskus
Helsingin yliopisto
Maitoliima
Opettajan ohje

MAITOLIIMA

KOHDERYHMÄ: Työ soveltuu kaikille luokka-asteille. Vanhempien oppilaiden kanssa työn kemiaa voi käydä tarkemmin läpi kuin nuorempien oppilaiden kanssa. Alakouluikäisten kanssa opettaja lämmittää maidon.

KESTO: Työn teoriaosion, mahdollisten alkuvalmistelujen ja siivousten lisäksi työn suoritukseen menee noin 15 minuuttia aikaa.

MOTIVAATIO: Haluat askarrella kotona mutta liima on kuivunut eikä sitä voi enää käyttää. Miten voit tehdä nopeasti uutta liimaa keittiöstä löytyvillä tarvikkeilla?

TAVOITE: Työn tavoitteena on kiinnostua arkipäivän kemiasta. Työn ohessa voi käsitellä esimerkiksi maitoon, liimoihin, erilaisiin orgaanisiin yhdisteisiin ja reaktioihin (denaturointi, neutralointi, polymerointi) liittyvää teoriaa. Työhön liittyen voidaan myös käsitellä teollisia prosesseja ja kestäväää kehitystä.

AVAINSANAT: Arkikemia – maito – liima – denaturointi – neutralointi

VINKKEJÄ: Voit käyttää tuoreen maidon sijasta myös maitojauhetta. Mittaa 1 ruokalusikallinen maitojauhetta 50 ml:an kuumaa vettä ja sekoita. (Hanasta saatava kuuma vesi on riittävän kuumaa.)

POHDITTAVAKSI ENNEN TYÖTÄ:

Mitä maito on?

Miten maitoa käsitellään ennen kaupan hyllyille saapumistaan?

Miten liimat toimivat?

Miksi erilaisiin pintoihin käytetään erilaisia liimoja?

Selvitä, miten liimoja valmistetaan.

TAUSTAA

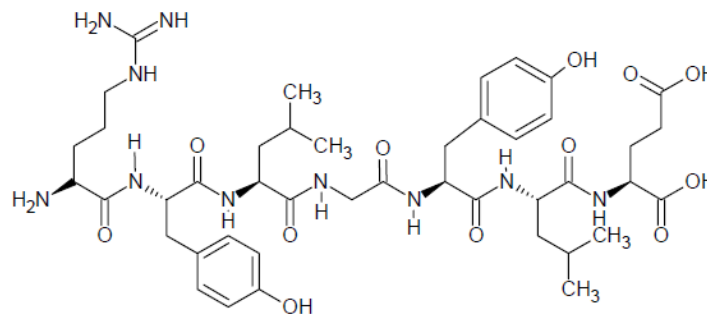
Maito koostuu vedestä, rasvasta, sokereista (mm. laktoosi), proteiineista (mm. kaseiini) sekä vitamiineista ja kivennäisaineista.



Lisättäessä maitoon etikkaa, maidon proteiinit denaturoituvat, eli muuttavat muotoaan, ja kiinnittyvät toisiinsa. Kun kiinteän aineen joukkoon laitetaan ruokasoodaa ja vettä, se neutraloituu ja tulee jälleen nestemäiseksi, jolloin sitä voidaan käyttää liimana.

Maidosta tehtyä liimaa sanotaan kaseiiniliimaksi. Kaseiiniliimaa osattiin valmistaa ja käyttää jo muinaisessa Egyptissä. Kaseiiniliima ja muut eloperäiset liimat ovatkin vanhimpia liimoja. Kaseiiniliimaa on käytetty 1930–1950-luvuilla puurakenteisten lentokoneiden osien liimauksessa. Siitä kuitenkin luovuttiin pilaantumisen ja vettymisen vuoksi. Kaseiiniliimalla voi liimata esimerkiksi paperia ja puuta.

Kaseiiniproteiineja on eri tyyppisiä. Alla on kuvattu alfa-kaseiinin rakenne. Eri kaseiinimolekyylien liittyessä yhteen muodostuu polymeerejä.



AINEET

- ♻️ Rasvatonta maitoa
- ♻️ Etikkaa
- ♻️ Ruokasoodaa
- ♻️ Vettä

TARVIKKEET

- ♻️ Mittalasi
- ♻️ Keitinlasi
- ♻️ Kangaspala ja suppilo
- ♻️ Teelusikka
- ♻️ Haarukka
- ♻️ Korkillinen pieni säilytysastia

TYÖTURVALLISUUS JA JÄTTEIDEN LAJITTELU

Käytä työtä tehdessä
laboratoriotakkia ja suojalaseja.

Maitoliiman voi lajitella seka- tai
biojätteeseen.



TYÖOHJE

Lämmitä maito noin 40 asteiseksi (Opettaja lämmittää maidon valmiiksi alakoululaisille)

Mittaa 50 ml lämmintä maitoa mittalasilla ja kaada maito mittalasista pieneen keitinlasiin.

Lisää maitoon yksi teelusikallinen etikkaa ja sekoita!

Mitä havaitset maidolle tapahtuvan?

Anna maidon seistä 2-3 minuuttia.

Mitä maidolle nyt tapahtuu?

Erota kiinteä massa nesteestä suodattamalla maito kangasharson läpi. Nesteen voi kaataa viemäriin.

Kaavi harsoon jäänyt kiinteä massa lusikalla takaisin käyttämäsi keitinlasiin.

Lisää jäljelle jääneen kiinteän massan sekaan 2 tl ruokasoodaa ja 3 tl vettä. Sekoita kunnolla haarukalla kunnes liuos on tasaista!

Jos liimassa on isoja klimppejä, lisää varovasti ruokasoodaa. Jos liima on kovin paksua, lisää varovasti vettä.

Mitä havaitsit, kun seokseen lisättiin ruokasoodaa?

Kaada valmistunut liima säilytysastiaan. Laita korkki kiinni.

Kirjoita pienelle paperille nimesi, maitoliimaa ja parasta ennen päivämäärä.

Liima säilyy jääkaapissa muutaman päivän. Voit laskea parasta ennen päivämäärän lisäämällä tästä päivästä 2 päivää.

Liimaa lopuksi tekemäsi etiketti säilytysastian kylkeen käyttämällä valmistamaasi liimaa.

POHDITTAVAKSI TYÖN JÄLKEEN

Miksi maitoliima pitää säilyttää jääkaapissa?

Mihin käyttäisit valmistamaasi liimaa?

Mitä muita tuotteita tiedät maidosta valmistettavan?

LISÄTIETOA OPETTAJALLE

Maidosta tehtyä **liimaa** sanotaan kaseiiniliimaksi. Eloperäisten liimojen lisäksi eri käyttötarkoituksia varten on valmistettu myös synteettisiä liimoja, joilla on erilaisia ominaisuuksia. Liimojen kuivumisajat ovat muun muassa erilaiset. Pikaliima kuivuu sekunneissa ja jotkin epoksiliimat tarvitsevat useamman vuorokauden kuivumiseen. Pikaliimojen toiminta perustuu fysikaaliseen muutokseen, kuivumiseen, ja epoksiliimojen toiminta kemialliseen reaktioon.

Kaseiini on yksi **maidon** proteiineista. Maidossa on myös heraproteiineja ja entsyymejä, kuten lipoproteiinilipaasia, joka pilkkoo maidon rasvan glyseroliksi ja vapaiksi rasvahapoiksi. Vapaat rasvahapot aiheuttavat maitoon sivumakua. Pastöroinnilla saadaan laskettua maidon entsyymien aktiivisuutta. Pastörointi myös vähentää maidossa olevien mikrobien määrää. Pastörointia voimakkaampi kuumennus, UHT-käsittely (iskukuumennus) tappaa maidon mikrobit.

Kun proteiini **denaturoituu**, sen rakenne hajoaa ja biologinen aktiivisuus katoaa. Proteiini voi denaturoitua kuumennuksen tai pH:n laskun seurauksena. Esimerkiksi lisättäessä hapanta etikkaa maitoon, sen pH laskee, ja maidon proteiinit denaturoituvat.

Ruokasoodaa lisättäessä etikan ja maidon joukkoon, seos **neutraloituu**. Reaktion aikana vapautuva kaasu on hiilidioksidia, joka näkyy kuplimisena.

Maidon kaseiinit muodostavat **polymeerejä**. Polymeeri on molekyyli, joka koostuu useasta toisiinsa liittyneestä molekyylistä.

Liite 3. Laavalamppu-työohje



Kemianluokka
Gadolin

Kemian opetuksen keskus
Helsingin yliopisto
Demonstraatio - Laavalamppu
Opettajan ohje

LAVALAMPPU

KOHDERYHMÄ: Alakouluun kurssille aineet ympärillämme ja yläkouluun kurssille elollinen luonto ja yhteiskunta, kun jätetään poolisuuden käsite pois. Lukiossa kurssille KE1 ja KE2.

KESTO: 5 – 10 min.

MOTIVAATIO: Ala- ja yläkoulu: Lukio: Miksi rasva ja vesi eivät liukene toisiinsa?

TAVOITE: Näyttävä demonstraatio herättää ajatuksia aineiden luonteesta.

VINKKEJÄ: Laava lamppu on hyvä demonstraatio ennen saippuan valmistusta. Demonstraatioon voidaan liittää poolisten ja poolittomien aineiden mallinnusta, joten ilmiön ymmärrys syvenyy. Esimerkiksi vesimolekyylin ja yksinkertaisien hiilivetyjen piirtämistä. Mallinnusta suositellaan etenkin KE2 kurssille.

AVAINSANAT: Vesi – Rasva – Hiilivedyt – Poolisuus – Liukoisuus – Kaasut - Arkikemia

Laavalampun on alun perin kehittänyt britannialainen Edward Craven-Walker vuonna 1963. Lamppu oli kehittämissaikanaan erittäin suosittu sisustusväline ja sen suosio on taas kasvanut viimevuosina.

Lamppu koostuu kahdesta osasta; varsinaisesta lampusta ja lasisesta säiliöstä, joka sisältää tyypillisesti nestettä (usein öljy) ja vaha. Lampun tuottama lämpö kuumentaa säiliön pohjalla olevaa vaha, kunnes sen tiheys alittaa nesteen tiheyden ja nousee ylös. Säiliön yläosassa vaha taas jäähtyy, jolloin sen tiheys kasvaa ja se laskeutuu takaisin lampun pohjalle.



POHDITTAVAKSI ENNEN TYÖTÄ

Mitä tapahtuu kun rasvaa ja vettä sekoitetaan keskenään? Miksi?

Rasva ja vesi eivät liukene toisiinsa, seoksessa on siis kaksi eri faasia. Liukeneminen perustuu aineiden poolisuuteen; rasva on pooliton ja vesi taas poolinen aine.

Kumpi aineista tulee dekantterilasissa olemaan alimmaisessa faasissa? Miksi?

Rasvan ja veden järjestys dekantterilasissa perustuu aineiden tiheyteen. Näistä rasvan tiheys on noin 0,8-0,9 kg/l ja veden 1 kg/l. Koska vesi on tiheämpää, on se alemmassa faasissa.



REAGENSIT JA TARVIKKEET

- ♻️ Iso dekanterilasi, mittalasi tms.
- ♻️ Elintarvikeväri
- ♻️ Ruokaöljy
- ♻️ Vesi
- ♻️ Poretabletti

TYÖTURVALLISUUS JA JÄTTEIDEN KÄSITTELY

Laboratoriotakki ja -lasit.

Kerää käytetty öljy pulloon ja hävitä sekajätteen mukana.

TYÖOHJE

Täytä mittalasista $\frac{1}{4}$ väriainetta sisältävällä vedellä

Täytä $\frac{3}{4}$ mittalasista ruokaöljyllä

Jaaa poretabletti kahteen osaan ja pudota yksi osa kerrallaan pulloon. Odota kuplimisen loppumista ennen uusien palojen pudottamista.

VIDEO TYÖSTÄ: <http://vimeo.com/48358998#>

POHDITTAVAKSI TYÖN JÄLKEEN

Kumpaan faasiin elintarvikeväri liukenee? Miksi?

Elintarvikeväri on poolista ainetta, siis se liukenee veteen, eli alempaan faasiin.

Miten lampussa havaittava laava syntyy? Miksi se nousee aluksi kohti lampun pintaa, mutta palaa lopuksi pohjaan?

Öljykerroksessa havaittava värillinen ja nouseva "laava" muodostuu, kun poretabletti reagoi elintarvikevärillä värjätyyn veteen kanssa. Reaktiossa muodostuu hiilidioksidia. Hiilidioksidikuplat kiinnittyvät vesimolekyyleihin kuljettaen niitä öljykerroksen halki. Lopulta kuplat rikkoutuvat, ja vesi pyrkii takaisin astian pohjalle.

Mitä eroa on kaupasta ostettavan laavalampun ja tekemäsi laavalampun kemiassa?

Liite 4. Kolikon puhdistuspartio -työohje

Tutki ja ihmettele: Kolikon puhdistuspartio

Jippo löysi Hippopotamuksen ullakolta kasan vanhoja ja likaisia kuparikolikoita. Mitenköhän niistä saisi taas kiiltäviä ja uudenveroisia?



Jipon tiedekirjassa oli oiva niksi kuparikolikoiden puhdistamiseen. Jipon ohjeiden avulla sinäkin voit puhdistaa kodin kuparit hienon kiiltäviksi!

Tarvitset:

vanhoja kuparikolikoita tai muita kupariesineitä
lasikulhon tai laakean lasiastian
1/4 kuppia viinietikkaa
1 tl suolaa
talouspaperin kolikkojen kuivattamiseen

Ohjeet:

1. Sekoita kulhossa suola ja viinietikka.
2. Kun suola on liennut viinietikkaan (eli et näe enää suolakiteitä) upota kuparikolikko puoliksi kulhoon noin 10 sekunnin ajaksi. Mitä näet?
3. Laita sitten kaikki kolikot kulhoon. Ole tarkkana, sillä voit ensimmäisten sekuntien aikana nähdä, miten väri muuttuu.
4. Anna kolikoiden olla kulhossa vielä 5 minuuttia ja nosta sitten puolet kolikoista talouspaperin päälle kuivumaan.
5. Ota loputkin kolikot pois ja huuhtelee ne hyvin vedellä. Laita huuhdellut kolikot kuivumaan toisen talouspaperipalan päälle ja kirjoita viereen "huuhdellut".
6. Anna kolikoiden kuivua tunti ja tarkastele sen jälkeen muutoksia. Mitä kolikoille on tapahtunut? Ovatko huuhdellut kolikot samanlaisia kuin huuhtelemattomat?

Miksi näin tapahtuu?

Vanhat kolikot olivat likaisia, sillä ne ovat ajan saatossa reagoineet ilmassa olevan hapen kanssa. Kuparissa olevat pienet hiukkaset, joita kutsutaan atomeiksi, reagoivat hapen atomien kanssa. Tämän seurauksena syntyy uusi yhdiste*, jota kutsutaan kuparioksidiksi.






Kuparioksidi puolestaan hajoaa hapossa. Viinietikan ja suolan liuos on happo, jossa kuparikolikot kirkastuvat. Hapen atomit irtoavat ja jäljelle jäävät taas vain kuparin omat atomit.

Jos kolikoiden pintaa ei huuhdota, kupariatomit reagoivat hapen ja pinnalle jääneen suolan kanssa muodostaen malakiitiksi kutsuttua yhdistettä. Malakiitti on väritään sinivihreää.

Yhdiste* syntyy silloin kun kahdesta tai useammasta alkuaineesta syntyy kemiallisessa reaktiossa jotain uutta ainetta. Esimerkiksi juuri hapen ja kuparin reagoiminen keskenään on kemiallinen reaktio, jossa syntyy kuparioksidia.

Liite 5. Videotyöohjeet kuvakollaasina

Luetaan alhaalta ylöspäin

| | | | |
|---|--|--|---|
| Työ: Maitomuovi | Työ: Maitoliima | Työ: Laavalamppu | Työ: Kuparikolikko |
| Tiestitkö, että... | Aineet. | Tutki vettä ja öljyä | Mitkä esineet on tehty metallista? |
| ...muovia on melkein kaikkialla. |  VALKOISTA MAITOMUOVIA | ja rakenna kiva esine. |  ESIMERKIKSI KOLIKOT. |
| Monta muovi-esinettä löydät? |  LEIVINJAUHETTA | Tee työ parin kanssa. | Osaatko nimetä metalleja? |
| Mitä haittaa liiasta muovista on? | Tarvikkeet. | Aineet. | Esim. rauta ja kupari ovat metalleja. |
| Ympäristölle ystävällistä muovia voit tehdä itse. |  PURKKI JA KORKKI |  ÖLJYÄ VÄRIAINETTA PORETABLETTI | Mitä rauta- ja kupariesineitä tiedät? |

JATKUU SEURAAVALLA SIVULLA

JATKOA EDELLISELTÄ SIVULTA

| | | | |
|---|---|--|---|
| <p> Miten?</p> | <p>ISO LUSIKKA.</p>  | <p> Tarvikkeet.</p> |  <p>ESIM. 5 SENTIN KOLIKOSSA ON RAUTAA JA KUPARIA.</p> |
| <p> Tutkitaan!</p> | <p> Työohjeet.</p> |  <p>PURKKI JA KANSI.</p> | <p> Millaisia ominaisuuksia metalleilla on?</p> |
| <p>Tee työ parin kanssa.</p> | <p> Työohjeet.</p> | <p> Työohjeet.</p> | <p> Tutkitaan!</p> |
| <p> Aineet.</p> |  <p>TIPUTA MAITOMUOVI PURKKIIN.</p> |  <p>OTA HIEMAN VETTÄ.</p> | <p> Tee työt parin kanssa.</p> |
|  <p>RASVATONTA MAITOA YHTÄ VÄRIÄ, SAMAA VÄRI KAIKILLA JA ETIKKAA</p> |  <p>LISÄÄ HIEMAN VETTÄ POHJALLE.</p> |  <p>TIPUTA VETEEN 3 PISARAA VÄRIÄ.</p> | <p> Tutkimus 1</p> |
| <p> Tarvikkeet.</p> |  <p>LISÄÄ LUSIKALLINEN LEIVINJAUHETTA.</p> |  <p>SEKOITA VÄRI VAROVASTI.</p> | <p> Tarvikkeet.</p> |













JATKUU SEURAAVALLA SIVULLA

JATKOA EDELLISELTÄ SIVULTA

| | | | |
|--|---|--|---|
| <p> Miten?</p> | <p>ISO LUSIKKA.</p>  | <p> Tarvikkeet.</p> |  <p>ESIM. 5 SENTIN KOLIKOSSA ON RAUTAA JA KUPARIA.</p> |
| <p> Tutkitaan!</p> | <p> Työohjeet.</p> |  <p>PURKKI JA KANSI.</p> | <p> Millaisia ominaisuuksia metalleilla on?</p> |
| <p>Tee työ parin kanssa.</p> | <p> Työohjeet.</p> | <p> Työohjeet.</p> | <p> Tutkitaan!</p> |
| <p> Aineet.</p> |  <p>TIPUTA MAITOMUOVI PURKKIIN.</p> |  <p>OTA HIEMAN VETTÄ.</p> | <p> Tee työt parin kanssa.</p> |
|  <p>RASVA TONTA MAITOA YHTÄ VÄRIÄ. SAMAN VÄRI KAIKILLA JA ETIKKAA</p> |  <p>LISÄÄ HIEMAN VETTÄ POHJALLE.</p> |  <p>TIPUTA VETEEN 3 PISARAA VÄRIÄ.</p> | <p> Tutkimus 1</p> |
| <p> Tarvikkeet.</p> |  <p>LISÄÄ LUSIKALLINEN LEIVINJAUHETTA.</p> |  <p>SEKOITA VÄRI VAROVASTI.</p> | <p> Tarvikkeet.</p> |

JATKUU SEURAAVALLA SIVULLA

JATKOA EDELLISELTÄ SIVULTA

| | | | |
|---|---|--|--|
|  <p>PALA FOLIOTA</p> |  <p>SEKOITA LUSIKALLA.</p> |  <p>OTA ÖLJYPULLO.</p> |  <p>5 SENTIN KOLIKKO. EI MUUTA.</p> |
|  <p>ISO LUSIKKA</p> |  <p>HAJOTA KLIMPIT TAHNAKSI.</p> |  <p>KAADA ÖLJYÄ PURKKIIN NOIN PUOLILLEEN.</p> | <p> Työohjeet.</p> |
|  <p>SUODATINPUSSI</p> |  <p>OS KLIMPIT EIVÄT HAJOA, LISÄÄ LUSIKALLINEN LEIVINJAUHETTA.</p> |  <p>KATSO PURKKIIN.</p> | <p> Katso kolikkoa eri suunnista.</p> |
|  <p>PIENI JA ISO LASI.</p> |  <p>TARVITTAESSA LISÄÄ TOINEN.</p> | <p> Mitä tapahtuu?</p> | <p> Mitä näet?</p> |
|  <p>NÄETKÖ ISOSSA LASISSA LUVUN 400?</p> |  <p>VÄLMIS LIIMA ON TAHNA, EI KLIMPEJÄ.</p> |  <p>ÖLJY JA VESI MUODOSTAVAT KAKSI KERROSTA.</p> |  <p>KOLIKKO ON RUSKEA JA KIILTÄÄ.</p> |
| <p>Opettajan vetokaapissa on...</p> |  <p>SULJE PURKKI.</p> |  <p>ÖLJY JA VESI MUODOSTAVAT KAKSI KERROSTA.</p> | <p> Kokeile kolikkoa.</p> |



JATKUU SEURAAVALLA SIVULLA

JATKOA EDELLISELTÄ SIVULTA

| | | | |
|--|---|--|--|
|  <p>TIPUTA MAITTOON 3 PISARAA VÄRIÄ</p> |  <p>LEVITÄ LIIMAA PENSSELILLÄ PAPERIN PÄÄLLE.</p> | <p> Mitä näet?</p> |  <p>PUNAINEN VALKOINEN JA MUSTA JOHTO</p> |
|  <p>SEKOITA VÄROVASTI LUSIKALLA.</p> |  <p>TAITA PAPERI LIIMAPINTAA VASTEN</p> |  <p>TABLETISTA VAPAUTUU KAASUKUPLIA!</p> |  <p>NELJÄ KLIPSÄ</p> |
|  <p>KAADA PIENEEN LASIIN 50 ML ETIKKAA.</p> | <p> Voiko paperia edelleen käyttää?</p> |  <p>TABLETISTA VAPAUTUU KAASUKUPLIA!</p> |  <p>LAMPPU</p> |
|  <p>SULJE ETIKKA-ASTIA FOLIOLLA.</p> | <p> Tutkitaan!</p> |  <p>SULJE PURKKI HIEMAN RAOLLEEN.</p> |  <p>PARISTO</p> |
|  <p>KAADA MAITOSI KATTILAAN.</p> |  <p>KOKEILE PIIRTÄÄ TAI KIRJOITTA PAPERILLE.</p> | <p> Miksi purkki suljettiin?</p> |  <p>A MAITOMUOVIA.</p> |
|  <p>LAITA LÄMPÖLEVY PÄÄLLE.</p> |  |  <p>KORKKI HIDASTAA KAASUN VAPAUTUMISTA.</p> | <p> Työohjeet.</p> |

JATKUU SEURAAVALLA SIVULLA

JATKOA EDELLISELTÄ SIVULTA

| | | | |
|---|---|---|---|
|  <p>LAITETAAN MITTARI KATTILAAN.</p> | <p> Anna liiman kuivua pari tuntia</p> | <p> Miksi purkkia ei saa sulkea kokonaan?</p> |  <p>OTA MUSTA JOHTO JA KAKSI KLIPSIÄ.</p> |
| <p> Seurataan lämpötilaa.</p> | <p> ja kokeile aukaista paperi.</p> |  <p>ISO MÄÄRÄ KAASUA VOI RIKKOA PURKIN.</p> |  <p>KYTKE KLIPSI JOHDON PÄÄHÄN</p> |
| <p> Älä pidä mittaria ihan pohjassa.</p> | <p> Liimaa riittää myös parillesi.</p> | <p> Mitä seuraavaksi?</p> |  <p>LAITA TOINEN KLIPSI JOHDON TOISEEN PÄÄHÄN.</p> |
| <p> Sekoitetaan varovasti lusikalla.</p> | <p> Saat viedä liiman kotiisi.</p> |  <p>OTA PUHELIN, JOSSA ON TASKULAMPPU.</p> |  <p>OTA PUNAINEN JOHTO JA YKSI KLIPSI.</p> |
| <p> Levy sammutetaan, kun lämpötila on 50!</p> | <p> Mitä muuta liimaisit?</p> |  <p>LAITA LAMPPU PÄÄLLE.</p> |  <p>KYTKE KLIPSI JOHDON PÄÄHÄN.</p> |
|  | <p>LOPPU</p> |  <p>KÄÄNNÄ VALO YLÖSPÄIN.</p> |  <p>KYTKE KLIPSI JOHDON PÄÄHÄN.</p> |

JATKUU SEURAAVALLA SIVULLA

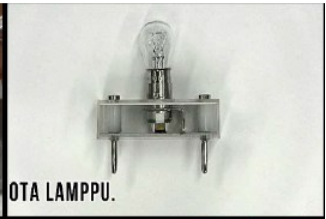
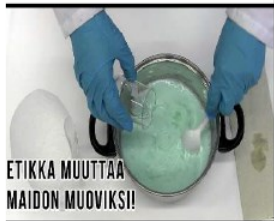
JATKOA EDELLISELTÄ SIVULTA



| Parin kanssa...



| Mitä tapahtuu?



| Sammuta
huoneen valot.



| Miltä purkki
näyttää?



| Mitä esine
muistuttaa?



JATKUU SEURAAVALLA SIVULLA

JATKOA EDELLISELTÄ SIVULTA



JATKUU SEURAAVALLA SIVULLA

JATKOA EDELLISELTÄ SIVULTA

| |
|--|
| <p> Mitä maitomuovista voi tehdä?</p> |
| <p> Tutkitaan!</p> |
|  <p>LAITA MAITOMUOVI PAPERIN PÄÄLLE.</p> |
|  <p>MUOTOILE MUOVIA.</p> |
|  <p>APUNA VOIT KÄYTTÄÄ MUOTTIA.</p> |
| <p> Millaisen esineen teit?</p> |

| | |
|---|---|
|  <p>KAADA ÖLJY HITAASTI SUPPILON LAPI PULLOON.</p> |  <p>LAITA VALKOINEN JOHTO MAITOMUOVIN TOISEEN REUNAAAN.</p> |
|  <p>ÄLÄ KAADA VÄRIÄ.</p> | <p> Palaako lamppu?</p> |
| <p> Öljystä voit tehdä uuden laavalampun.</p> |  |
| <p> Entä vesi?</p> | <p> Johtaako muovi sähköä?</p> |
|  <p>KAADA VESI ALTAASEEN.</p> | <p> Kerää tarvikkeet.</p> |
|  <p>PESÄ PURKKI PESUVAINEELLA JA HARJALLA.</p> |  <p>POIROT JOHDOT MAITOMUOVISTA.</p> |

JATKUU SEURAAVALLA SIVULLA

JATKOA EDELLISELTÄ SIVULTA

| |
|---|
|  <p>LAITA MUOVI TAKAISIN PUSSIIN. SÄILYTÄ JÄÄKAAPISSA.</p> |
|  <p>KIRJOITA PUSSIIN NIMI, PÄIVÄ JA EI SAA SYÖDÄ.</p> |
| <p> Muovin voit viedä kotiin.</p> |
| <p> Mitä muuta tekisit muovista?</p> |
| <p> Miksi etikka muuttaa maidon muoviksi?</p> |
|  <p>MAIDOSSA ON PLEVEN PIENIÄ AINEITA JONKA ETIKKA TARRAA TOISIINSA.</p> |

| | |
|--|--|
|  <p>PESE PURKKI PESUAINEEILLA JA HARJALLA.</p> |  <p>ROTA JOHDOT LAMPUSTA.</p> |
|  <p>MUISTA PESTÄ MYÖS ULKOA.</p> | <p> Tutkimus 3</p> |
|  <p>KUIVAA PURKKI PAPERILLA.</p> | <p> Tarvikkeet.</p> |
| <p>LOPPU</p> |  <p>5 SENTIN KOLIKKO</p> |
| |  <p>MAGNEETTI</p> |
| | <p> Työhjeet.</p> |

JATKUU SEURAAVALLA SIVULLA

JATKOA EDELLISELTÄ SIVULTA

...JATKOA.



SANOtaan, että RAUTA ON MAGNEETTINEN AINE.

| Onko muovi magneettinen aine?

| Tutkitaan!



SIIRÄ MAGNEETTI HITAASTI KOHTI MAITOMUOVIA.

| Vetikö magneetti muovia?

| Onko muovi magneettinen aine?

| Tutkimus 4

| Aineet.



SUOLAA LUSIKKA ETIKKAA

| Etikka haisee.

| Vältä etikan hengittämistä.

| Tarvikkeet.



PYYKKIPOIKA
KAKSI TUMMAA 5 SENTIN KOLIKKOA
KIRKAS SINKKINAULA



JA PIENI LASI

| Työohjeet.



OTA PUOLI LASIA ETIKKAA.



ISÄÄ ETIKKAAN LUSIKALLINEN SUOLAA.



SEKOITA VÄROVASTI LUSIKALLA.

JATKUU...

JATKUU SEURAAVALLA SIVULLA

JATKOA EDELLISELTÄ SIVULTA

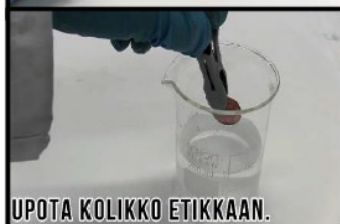
...JATKOA.



ETIKKA SAA OLLA SAMEAA.



NIPISTÄ KOLIKKO PYYKKIPOIKAAN.



UPOTA KOLIKKO ETIKKAAN.



ODOTA HETKI.



OTA KOLIKKO POIS LIUKSESTA.

|Miltä kolikko näyttää?



KOLIKKO ON KIRKKAAMPI KUIN ALUSSA.

|Vertaa kolikkoon, joka ei ollut etikassa.

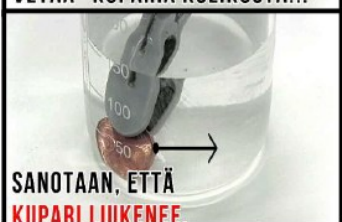


ETIKASSA OLLUT KOLIKKO ON KIRKKAAMPI.

|Mitä etikka teki kolikolle?



ETIKKA ON AINE, JOLLA ON KYKY "VETÄÄ" KUPARIA KOLIKOSTA...



SANOTAAN, ETTÄ KIIIPARI IIUKENEF

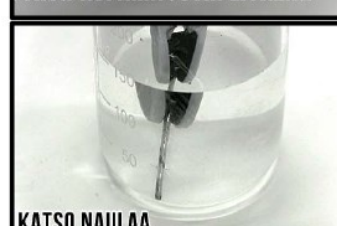
| Jätä kolikko kuivumaan pöydälle.

| Voit käydä katsomassa sitä myöhemmin.

| Entä naula?



UPOTA NAULA ETIKKAAN, JOHON KUPARIA JUURI LIUKENI.



KATSO NAULAA.

| Mitä tapahtuu?

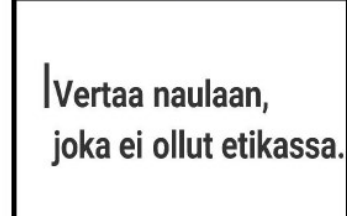
JATKUU...

JATKUU SEURAAVALLA SIVULLA

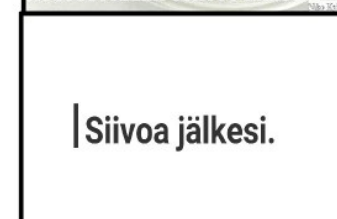
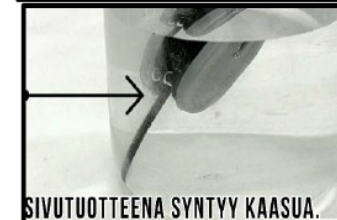
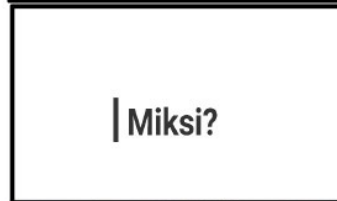
JATKOA EDELLISELTÄ SIVULTA



...JATKOA.



NOI AN LÖYDÄ...



LOPPU

Liite 6. Snellman kesäyliopiston kesän 2017 Kuopion luonnontiedeleirien aikataulut

Luonnontiedeleiri 1

| Aika | Alfa | Beeta | Gamma |
|------|------|-------|-------|
|------|------|-------|-------|

**Tämä sisältö on
piilotettu
turvallisuussyistä.**

Luonnontiedeleiri 2

| Aika | Alfa | Beeta | Gamma |
|------|------|-------|-------|
|------|------|-------|-------|

**Tämä sisältö on
piilotettu
turvallisuussyistä.**

Ympäristötutkijat toimeen!

| Aika | Alfa | Beeta |
|------|------|-------|
|------|------|-------|

**Tämä sisältö on
piilotettu
turvallisuussyistä.**

Liite 7. Alkukysely huoltajille



Kemian tiedeleirien ja -kerhojen kokeellisten töiden kehittäminen oppimisen ja innostavuuden näkökulmasta

ALKUKYSELY HUOLTAJILLE

Olen FM Niko Kyllönen ja teen pro gradu -opinnäytetyötä lasten tiedeleirien ja -kerhojen kemian kokeellisten töiden kehittämisestä Itä-Suomen yliopiston Joensuun kemian laitoksella. Tällä lyhyellä e-lomakkeella kerään nimetöntä taustatietoa lapsista, jotka osallistuvat Snellman kesäyliopiston kesän 2017 kemian opetukseen. Vastaamalla kysymyksiin autat tekemään töistä entistä kiinnostavampia ja opettavaisempia.

Aikaa vastaamiseen menee noin 5 minuuttia. Viimeinen vastausmahdollisuus on leirin ensimmäinen päivä klo 8. Yksi vastauslomake kohdistuu yhteen lapseen. Lomakkeen lähettämisen jälkeen voit vastata kysymyksiin uudella lomakkeella toisen lapsen kohdalta. Kaikki vastaukset ovat yhtä arvokkaita.

Leirin aikana tulen keräämään nimetöntä palautetta myös lapseltasi. Jos haluat kieltää tietojen keräämisen tai sinulla on kysyttävää tutkimuksesta, voit lähettää sähköpostia osoitteeseen [REDACTED]

| | | | | | | | |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Lapsen ikä vuosina | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

| | |
|------------------|-----------------------------|
| Lapsen sukupuoli | <input type="radio"/> Tyttö |
| | <input type="radio"/> Poika |

| | |
|-----------------------------|----------------------------------|
| Huoltajan ikäluokka vuosina | <input type="radio"/> alle 29 |
| | <input type="radio"/> 30 - 39 |
| | <input type="radio"/> 40 - 49 |
| | <input type="radio"/> 50 - 59 |
| | <input type="radio"/> 60 tai yli |

| | |
|---------------------|------------------------------|
| Huoltajan sukupuoli | <input type="radio"/> Nainen |
| | <input type="radio"/> Mies |

| | |
|---|-----------------------------|
| Onko sinulla tai puolisoillasi luonnontieteellistä tai teknisen alan taustaa? | <input type="radio"/> Kyllä |
| | <input type="radio"/> Ei |

Tarkenna vastaustasi edelliseen kysymykseen.

| |
|--|
| |
|--|

| | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Ensimmäinen | Toinen | Kolmas tai useampi |
| Kuinka mones kerta tämä on, kun lapsesi osallistuu tiedeleirin tai -kerhon KEMIAN toimintaan? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Millä tavoin lapsesi on osoittanut kiinnostusta KEMIAA kohtaan tiedeleirien ja -kerhojen ulkopuolella esim. koulussa tai kotona?

| |
|--|
| |
|--|

Mitä odotuksia/toiveita LAPSELLASI on tämän tiedeleirin/-kerhon KEMIAN osuutta kohtaan?

| |
|--|
| |
|--|

TIETOJEN LÄHETYS

Tallenna

Kaunis kiitos vastauksestasi!

Liite 8. Loppukysely leiriläisille



Kemian tiedeleirien ja -kerhojen kokeellisten töiden kehittäminen oppimisen ja innostavuuden näkökulmasta

LOPPUKYSELY LAPSILLE

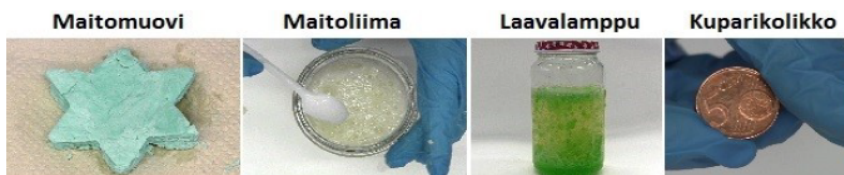
Näiden kysymysten tarkoituksena on kuulla sinun mielipidettäsi tämän päivän kemian töistä. Vastauksiasi käytetään tekemään töistä entistä kiinnostavampia.

Vastattuasi kysymyksiin saat pienen yllätyksen.

- Kerro ikäsi.**
- 7 vuotta
 - 8 vuotta
 - 9 vuotta
 - 10 vuotta
 - 11 vuotta
 - 12 vuotta
 - 13 vuotta

- Oletko tyttö vai poika?**
- Tyttö Poika

Päivän aikana tekemäsi työt olivat



- Mistä KEMIAN TYÖSTÄ pidit eniten? Valitse yksi vaihtoehto.**
- Maitomuovi
 - Maitoliima
 - Laavalamppu
 - Kuparikolikko

Miksi pidit siitä?

- Mistä KEMIAN TYÖSTÄ et pitänyt? Valitse yksi vaihtoehto.**
- Maitomuovi
 - Maitoliima
 - Laavalamppu
 - Kuparikolikko

Miksi et pitänyt siitä?

Mikä KEMIAN TÖIDEN TEKEMISESSÄ oli parasta?

Mitä opit KEMIAN PÄIVÄN aikana?

TIETOJEN LÄHETYS

Tallenna

Liite 9. Loppukysely huoltajille



Kemian tiedeleirien ja -kerhojen kokeellisten töiden kehittäminen oppimisen ja innostavuuden näkökulmasta

LOPPUKYSELY HUOLTAJILLE

Olen FM Niko Kyllönen ja teen pro gradu -opinnäytetyötä lasten tiedeleirien ja -kerhojen kemian kokeellisten töiden kehittämisestä Itä-Suomen yliopiston Joensuun kemian laitoksella. Tällä lyhyellä e-lomakkeella kerään nimetöntä palautetta Snellman kesäyliopiston kesän 2017 kemian opetuksesta. Vastaamalla kysymyksiin autat tekemään töistä entistä kiinnostavampia ja opettavaisempia.

Aikaa vastaamiseen menee noin 5 minuuttia. Vastausaikaa on kaksi viikkoa lomakkeen vastaanottamisesta. Yksi vastauslomake kohdistuu yhteen lapseen. Lomakkeen lähettämisen jälkeen voit vastata kysymyksiin uudella lomakkeella toisen lapsen kohdalta. Kaikki vastaukset ovat yhtä arvokkaita.

Leirin aikana kerään nimetöntä palautetta myös lapseltasi. Jos haluat kieltää tietojen käyttämisen tai sinulla on kysyttävää tutkimuksesta, voit lähettää sähköpostia osoitteeseen [REDACTED]

| | | | | | | | |
|---|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Lapsen ikä vuosina | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Lapsen sukupuoli | <input type="radio"/> Tyttö <input type="radio"/> Poika | | | | | | |
| Huoltajan ikäluokka vuosina | <input type="radio"/> alle 29 <input type="radio"/> 30 - 39 <input type="radio"/> 40 - 49 <input type="radio"/> 50 - 59 <input type="radio"/> 60 tai yli | | | | | | |
| Huoltajan sukupuoli | <input type="radio"/> Nainen <input type="radio"/> Mies | | | | | | |
| Onko sinulla tai puolisoillasi luonnontieteellistä tai teknisen alan taustaa? | <input type="radio"/> Kyllä <input type="radio"/> Ei | | | | | | |
| Tarkenna vastaustasi edelliseen kysymykseen. | | | | | | | |
| <input type="text"/> | | | | | | | |

Päivän aikana lapsesi valmisti maitomuovia, maitoliimaa ja laavalampun sekä tutki kuparikolikkoja.



| | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| Oliko lapsesi innostunut KEMIAN OSUUDESTA? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="text"/> |
| Mitä lapsesi oppi KEMIAN PÄIVÄN aikana? | <input type="text"/> | | |

TIETOJEN LÄHETYS

Tallenna

Kaunis kiitos vastauksestasi!

Liite 10. Huoltajille lähetetyt sähköpostiviestit

Lähetetty: perjantai 9. kesäkuuta 2017 21:00

Aihe: Muistutus: alkukysely lasten tiedeleirien ja -kerhojen kemian kokeellisten töiden kehittämisestä

Hyvä Snellman kesäyliopiston kesän 2017 toimintaan osallistuvan lapsen huoltaja.

Olen lasten yliopiston kemian opettaja ja teen pro gradu -opinnäytetyötä lasten tiedeleirien ja -kerhojen kemian kokeellisten töiden kehittämisestä Itä-Suomen yliopiston Joensuun kemian laitoksella. Haluaisin muistuttaa sinua vastaamaan ohessa olevaan noin 5 minuutin alkukyselyyn. Viimeinen vastausmahdollisuus on leirin ensimmäinen päivä klo 8. Vastaamalla kysymyksiin autat tekemään kemian töistä entistä kiinnostavampia ja opettavaisempia.

Linkki kyselyyn: <https://urly.fi/MEv>

Kaunis kiitos osallistumisestasi!

Aurinkoisin kesäterveisin,
Niko Kyllönen
FM, Matemaattisten aineiden (kemian, fysiikka) ja luokanopettajan koulutuksen opiskelija
Joensuu

Lähetetty: maanantai 12. kesäkuuta 2017 7:08

Lähetetty: maanantai 12. kesäkuuta 2017 7:08

Vastaanottaja: Niko Kyllönen

Aihe: Vielä ehdit: alkukysely lasten tiedeleirien ja -kerhojen kemian kokeellisten töiden kehittämisestä

Hei!

Vielä ehdit vastaamaan alla olevaan kyselyyn. Vastaathan viimeistään **tiistaina 13.6. klo 8.**

Linkki kyselyyn: <https://urly.fi/MEv>

Ystävällisin terveisin,
Niko Kyllönen

Hyvä Snellman kesäyliopiston kesän 2017 toimintaan osallistuneen lapsen huoltaja.

Olen lasten yliopiston kemian opettaja ja teen pro gradu -opinnäytetyötä lasten tiedeleirien ja -kerhojen kemian kokeellisten töiden kehittämisestä Itä-Suomen yliopiston Joensuun kemian laitoksella. Pyydän sinua vastaamaan ohessa olevaan noin 5 minuutin **loppukyselyyn 27.6.** mennessä. Vastaamalla kysymyksiin autat tekemään kemian töistä entistä kiinnostavampia ja opettavaisempia.

Linkki kyselyyn:

<https://urly.fi/MWZ>

Kaunis kiitos osallistumisestasi jo etukäteen!

Aurinkoisin kesäterveisin,

Niko Kyllönen
FM, Matemaattisten aineiden (kemian, fysiikka) ja luokanopettajan koulutuksen opiskelija

Joensuu

Lähetetty: maanantai 26. kesäkuuta 2017 14:54

Lähetetty: maanantai 26. kesäkuuta 2017 14:54

Vastaanottaja: Niko Kyllönen

Aihe: Vielä ehdit vastata loppukyselyyn lasten kemian kokeellisten töiden kehittämisestä

Hei!

Lähetän alla olevan viestin muistutuksena lasten kesäyliopiston loppukyselystä. Tämä viesti on aiheeton, mikäli olet jo ehtinyt vastaamaan kyselyyn. Jos vastaaminen kesäpuuhissa on kuitenkin päässyt unohtumaan, aikaa on vielä mainiosti 😊

Liite 11. Huoltajien vastaukset alkukyselyyn

| Koodi | Lapsen ikä vuosina | Lapsen sukupuoli | Huoltajan ikäluokka vuosina | Huoltajan sukupuoli | Onko sinulla tai puolisoollasi luonnontieteellistä tai teknistä alan taustaa? | Tarkenna vastaustasi edelliseen kysymykseen. |
|-------|--------------------|------------------|-----------------------------|---------------------|---|--|
| 1 | | | | | | Tämä sisältö on piilotettu yksityistietojen vuoksi. |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |
| 13 | | | | | | |
| 14 | | | | | | |
| 15 | | | | | | |
| 16 | | | | | | |
| 17 | | | | | | |
| 18 | | | | | | |
| 19 | | | | | | |
| 20 | | | | | | |
| 21 | | | | | | |
| 22 | | | | | | |
| 23 | | | | | | |
| 24 | | | | | | |
| 25 | | | | | | |
| 26 | | | | | | |
| 27 | | | | | | |
| 28 | | | | | | |
| 29 | | | | | | |
| 30 | | | | | | |
| 31 | | | | | | |
| 32 | | | | | | |
| 33 | | | | | | |
| 34 | | | | | | |

Tämä sisältö on pilotettu yksityistietojen vuoksi.

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

Koodi

**Kuinka mones
kerta tämä on,
kun lapsesi
osallistuu
tiedeirin tai -
kerhon KEMIAN
toimintaan?**

**Millä tavoin lapsesi on osoittanut kiinnostusta KEMIAA kohtaan tieedeirien ja -
kerhojen ulkopuolella esim. koulussa tai kotona?**

| | | |
|----|--------------------|---|
| 1 | Toinen | - kertomalla kotona tiedeleirillä tehdyistä töistä - kyselemällä eri aineiden koostumuksesta ja reaktioista |
| 2 | Ensimmäinen | Haluaa tehdä kokeita ja esim. Heurekassa innostuu kemian jutuista kovasti. |
| 3 | Ensimmäinen | Lapsi on halunnut tehdä mm. punakaaliliuoksia kotona. Hän on katsonut useita tiedeohjelmia telkkarista. |
| 4 | Ensimmäinen | Tällä hetkellä kiinnostunut alkuaineista, pelaa kännykkäsovelluksella kemia-aiheista peliä. |
| 5 | Toinen | Kokeilee mielellään itse tehdä "limaa" tai muovailuvahaa kotiaineista, katsoo videoista oppia kuinka niitä tehdään |
| 6 | Ensimmäinen | Tykkää pienistä kemian kokeista. Meillä on ollut "syötävän kemian" koelaatikko, ostettu luonnontieteellisestä museosta. KEskustellaan aina kysymysten herätessä kemiallisista reaktioista. |
| 7 | Toinen | Innostus kemiallisiin testeihin. Kotona tehty "syötävän kemian" tehtäviä jotka hankittu luonnontieteellisestä museosta. |
| 8 | Ensimmäinen | Kyselemällä. Lukemalla aiheesta. Tutkimalla omatoimisesti. |
| 9 | Ensimmäinen | Hän oma ihan innoissaan tulivuorilaboratorioista ja muista lasten "koejutuista@ |
| 10 | Ensimmäinen | On kiinnostunut tekemään kokeita. |
| 11 | Ensimmäinen | Meillä on kotona lapsen toiveesta setti, jolla lapsi on tehnyt kimallelaavalampun, liituja ja geodin. Lisäksi Youtube-videoista (lapsi puhuu myös englantia, joten katsottavaa on) löytyy toisinaan jotain kivoja pikku kokeita. Esim. limaa (slime) on yritetty keittiössä valmistaa. |
| 12 | Toinen | - |
| 13 | Ensimmäinen | Kemialliset reaktiot kiinnostavat. Videoita on katsottu netistä Youtube palvelusta. |
| 14 | Ensimmäinen | Miettinyt aineiden olomuotoja ja käyttäytymistä, halunnut tehdä muutamia kokeita kaupasta hankitulla kemistisetillä |
| 15 | Ensimmäinen | On kiinnostunut sekoittelemaan eri aineita |
| 16 | Ensimmäinen | On tehty jonkun verran kemian aiheisia pelejä. |
| 17 | Toinen | Ei juuri lainkaan. |
| 18 | Ensimmäinen | Yleisesti kiinnostus luonnontieteisiin: avaruus, luonto ja biologia, kivet, miten laitteet toimivat, miten ihmiskeho toimii. Koulussa 2. luokalla ympäristöoppi mieliaine. |
| 19 | Ensimmäinen | Hänellä on kotona pieni tiedehuone, jossa ajoittain tekee seoksia. |
| 20 | Toinen | lähinnä biokemiaa (miksi konetiskiaineet erityisen vaarallisia, miksi limakalvoja ei pestä saippualla, miksi on happamuudensäätöaineita ruuissa, miten hiiva ja sooda ja leivinjauhe eroaa ja miksi niitä käytetään, miksi kananmuna paistuu valkoiseksi ja jauheliha ruskeaksi), lueskelee lasten tiedeuutisia lehdistä ajoittain, tehnyt tai suunnitellut tekevänsä joitain "taikatemppuja" eräästä opuksesta, koulusta ei ole kuulunut erityistä |
| 21 | Ensimmäinen | Ei ole mitään erityistä mieleenpainuvaa kokemusta aiheesta. Tarkoitus on tulla oppimaan ja kokemaan jotain ihan uutta ja ihmeellistä. |
| 22 | Kolmas tai useampi | Rakentelee "pommeja" ja tekee kemiallisia temppuja. |
| 23 | Ensimmäinen | Leiristä ollut koulussa puhetta ja lapsi ilmoitti heti haluavansa. En kyllä tiedä mitä on kerrottu. |
| 24 | Ensimmäinen | Kotona on sellaisia lasten kemiankokeita, joita olemme tehneet yhdessä mielellään. |
| 25 | Toinen | Katselee Youtubesta erilaisia videoita, joissa tehdään kemiallisia kokeita, ja kertoo niistä innoissaan. |
| 26 | Ensimmäinen | Isoveljen kanssa katsoo Youtubesta videoita ja kuuntelee veljen kertomuksia aikaisemman kerhon kokeiluista. |
| 27 | Toinen | Tutkii erilaisia kemian asioita kotona ja luonnossa. |
| 28 | Ensimmäinen | Erilaiset aineiden sekoittamiset ja reaktiot kiinnostavat, kuten kananmuna etikkaan pariaksi päiväksi jne., leivinjauhoon vettä yms... |
| 29 | Ensimmäinen | Kemian temput ja ilmiöt kiinnostavat kotona, lapsi haluaisi olla tiedenainen. |
| 30 | Ensimmäinen | Kotona on tehty eri aineilla sekoituksia ja katsottu mitä niistä tulee. |
| 31 | Ensimmäinen | Ei mitenkään |
| 32 | Ensimmäinen | Tykkää kokeista ja tiedeohjelmista. |
| 33 | Ensimmäinen | Sekoittelee aineita ja ruoka-aineita keskenään ja katsoo mitä tapahtuu. |
| 34 | Ensimmäinen | Lapsi on vielä sen verran pieni, että on vasta hiljattain alkanut kiinnostumaan luonnonilmiöistä ja niiden syistä |
| 35 | Ensimmäinen | On kiinnostunut, mistä erilaiset materiaalit koostuu, esim. mitä muovi tai savi on ja miten niitä tehdään. Lisäksi on kiinnostunut esim. veden eri olomuodoista, vaikka se lienee enemmän fysiikan asiaa. |
| 36 | Ensimmäinen | Kotona kokeita mm. leivinjauheella, vedellä ja elintarvikëveäreillä |
| 37 | Ensimmäinen | On kiinnostunut erilaisista luonnon ilmiöistä, pitää matematiikasta, haaveilee eläinlääkäriin ammatista :) |
| 38 | Ensimmäinen | Ei juurikaan. |
| 39 | Ensimmäinen | Kiinnostunut kemian tempuista esim. halunnut ostaa niitä käsittelevän kirjan. |
| 40 | Kolmas tai useampi | Lapsen suurin pettymys oli, kun hän ekaluokkalaisena tajusi, että kemia alkaa koulussa vasta paljon myöhemmin. Lukee paljon lasten tiedekirjoja. |
| 41 | Toinen | Pienempänä lapsi tykkäsi touhuta koeputkien kanssa. Ensimmäisen leirin jälkeen lapsi teki kotona joitakin kemian kokeita leiriltä saamansa monisteen ohjeiden mukaan. |

| | | |
|---|--|--|
| 42 | Ensimmäinen | Kaikenlaiset ilmiöt ja reaktiot kiinnostavat. Lukee mielellään isosiskolle tulevaa Tiede-lehteä |
| 43 | Ensimmäinen | Varsinaisen kemian suhteen on edetty kokeilevalla mentaliteetilla: esim. miten maitotilikka käyttäytyy kivennäisvedessä. Koulussa ei vielä juuri kemiaa taida olla. |
| 44 | Toinen | hänellä ei ole koulussa kemiaa. ei ole erityisen kiinnostunut. |
| 45 | Toinen | koko ajan. on tehnyt paljon kokeita kotona soodalla ja leivinjauheella ja on hyvin kiinnostunut kemian ilmiöistä. |
| 46 | Toinen | Lasten pieni kemisti-sarjat ovat kiinnostuneet. |
| 47 | Ensimmäinen | Ei oleellisesti olekaan, mutta on yleensä kaikesta kiinnostunut. |
| 48 | Toinen | Nefflixin sarja Project mc2 sekä siihen liittyvät hahmonuket ovat erittäin suosittuja tyttöjen keskuudessa. Ehkä siitä on myös tullut innostus leikkiä tiedenaista ja tehdä esimerkiksi eri aineiden sekoituksia kotona. |
| 49 | Ensimmäinen | Tv:n tiededokumenteista kiinnostunut, kiinnostunut eri ilmiöistä, esim. aineen olomuodoista jne. |
| 50 | Toinen | - |
| 51 | Ensimmäinen | Ei erityisesti |
| 52 | Ensimmäinen | Leikkikemistin vehkeet on, joilla on tehnyt jotain venyviä limoja siskonsa kanssa. |
| 53 | Ensimmäinen | Ei ole tutustunut varsinaisesti kemiaan eikä täten ole osoittanut sanottavaa kiinnostusta. |
| 54 | Ensimmäinen | Kyselemällä ja lukemalla aiheesta. |
| 55 | Ensimmäinen | Kylppärileikeissä saippuan kanssa "läträtessä". Tekevät kokeita. |
| 56 | Ensimmäinen | On todella kiinnostunut tekemään kokeita, sotkemaan aineita keskenään jne. |
| 57 | Ensimmäinen | Poikani on aina ollut erittäin kiinnostunut kaikesta luontoon ja ympäristöön liittyvistä ilmiöistä ja asioista. |
| 58 | Ensimmäinen | Kiinnostunut tutkimisesta ja kokeiden tekemisestä. |
| 59 | Ensimmäinen | erilaisia lapsille suunnattuja tehtäväpaketteja on kokeiltu |
| 60 | Ensimmäinen | Alga science 101 experiment -laatikon kokeita on kotosalla tehnyt aiemmin. |
| 61 | Kolmas tai useampi | Haluaa tehdä "soodaetikakokeen" kotona |
| 62 | Ensimmäinen | uteliaisuus |
| 63 | Ensimmäinen | Kiinnostunut kemian "kokeista". Jatsonut videoita Youtubesta. |
| Koodi | | |
| Mitä odotuksia/toiveita SINULLA on tämän tiedeleirin/-kerhon KEMIAN osuutta kohtaan? | | |
| 1 | - mahdollisimman paljon lasten itse tekemiä kokeita | |
| 2 | Lapseni pääsee tekemään innostavia ja opettavaisia juttuja käytännössä. | |
| 3 | Kiinnostuksen herättämistä/lisäämistä kemiaa kohtaan, myös arkista kemiaa (miksi öljy ja vesi ei sekoitu jne.) kohtaan | |
| 4 | Lapsi pääsee tekemisen kautta oppimaan perusasioita kemiasta. | |
| 5 | Toivottavasti lapsi innostuu ja kiinnostuu tutkittavista asioista, ja oppii jotain mitä voi kokeilla kotonakin. | |
| 6 | Lapsen innostus kemiaa kohtaan vaan lisääntyy! | |
| 7 | Lapsen innostus kemiaan yhä lisääntyy. | |
| 8 | Ikätasoista, mutta sopivasti haastavaa. Ei liian itsestään selviä asioita. | |
| 9 | Että osuus on innostava ja kiinnostava lapsille. Ettei luennoita ja selitetä, vaan päästään tekemään ja kokeilemaan. Että opettaja pn lapsilähtöinen ja opetuksesta halutaan tehdä nimenomaan lapsille innostavaa. | |
| 10 | Mielenkiintoinen lapselle, ehkä juuri jotain kokeita joita lapsi voi itse tehdä. | |
| 11 | Ehkä tuon orastavan innostuksen tukeminen näyttämällä mitä kaikkea kivaa on mahdollista kemian opeilla tehdä. Myös kokkailu on kiinnostavaa, joten siinä voisi ehkä sitoa tätä tiedettä arkeen miten kemiaa hyödynnetään keittiössäkkin. | |
| 12 | Avattaisi arkisia asioita kemian kautta. | |
| 13 | Perustietoa kemiasta. | |
| 14 | Ruokitaan lapsen kiinnostusta kemiaan, esim. asiolla/ilmiöillä, jotka liittyvät normaaliin elinympäristöömme | |
| 15 | Käytännön tekemistä, leikin omaista | |
| 16 | Oppisi perus-asioita kemiasta. Saisi kemiaan kiinnostus. | |
| 17 | Pääasia on, että lapsi pääsee leirillä näkemään erilaisia osa-alueita. Lapsen mielenkiinnon herättäminen lapselle lähellä olevilla asioilla. | |
| 18 | Että lapselle jäisi positiivinen kokemus alasta ja ehkä kiinnostuskin alaa kohtaan. | |
| 19 | Mukavaa yhdessä oloa uusien tuttavien kanssa kuitenkin oppien uusia asioita. | |
| 20 | kemian maailman avartamista, peruskäsitteitä | |
| 21 | Että lapsi oppii ymmärtämään mistä puhutaan kun ko. aihetta käsitellään. Mitä se on ja missä yhteyksissä kemiallisia asioita on, syntyy, synnytetään, tulee huomioon ottaa. | |
| 22 | Lasten näkökulma huomioitava. Se mikä on aikuisen mielestä mielenkiintoista ei välttämättä kiinnosta lasta. | |
| 23 | Lapsen kiinnostus kasvaisi kouluakin ajatellen | |
| 24 | Toivon, että leiri antaa yleistä innostusta tutkimustyöhön ja luonnon tutkimukseen. Poikani on hyvin kiinnostunut, miten asiat toimii tai miten asiat tapahtuu. Toivon myös, että hän oppisi etsimään tietoa itsenäisesti esim. netistä. | |
| 25 | Avoimin mielin. Toivon lapseni saavan lisää kiinnostusta ja vahvistavan käsitystä, ettei kemia ole tylsää. | |

| | |
|--------------|--|
| 26 | Avoimin mielin. Toivon saavan innostusta kemiaa kohtaan. |
| 27 | Monipuolisia juttuja lapsen tasolla |
| 28 | Rohkeat kokeilua lapsille, uusia elämyksiä. |
| 29 | Kiinnostuksen vahvistaminen, elämykset. Ehkä jotain jota voi kokeilla kotonakin? |
| 30 | Saada lapselle oppimisen iloa. |
| 31 | Lapsi oppisi jotain oikeasti hyödyllistä sillä hän on erittäin utelias ja oppivainem |
| 32 | Että heräisi mielenkiinto ja tulisi hyviä oivalluksia tieden parissa. |
| 33 | Inspiroi lasta huomaamaan, kuinka kemian ilmiöt ovat osa arkipäivää. |
| 34 | Innostaa lasta oppimaan uutta ja ymmärtämään miten maailma toimii |
| 35 | Mahdollisimman käytännön läheistä opetusta niin että lapsi pääsee itse mahd. paljon tekemään asioita, sekoittamaan aineita ja kokemaan kemiallisia reaktioita tms. Lisäksi muutoutuisi jonkinlainen käsitys siitä, mitä kemia oppiaineena tarkoittaa jatkoa ajatellen. |
| 36 | Toivon, että lapsella herää kiinnostus kemiaa tai muita luonnontieteitä kohtaan. |
| 37 | Ei oikeastaan odotuksia, tärkeintä on kiinnostuksen vahvistaminen, iloisen oppimisen idea! |
| 38 | Hauskaa kokeellista oivallusta asioiden taustoista. |
| 39 | Viihdyttävää, mutta samalla opettavaista. |
| 40 | Viihdyttävää, mutta opettavaista. |
| 41 | Toivon että kemian osuus valoittaisi ihan tavallisia, arkipäiväisiä kemian ilmiöitä. |
| 42 | Toiminnallista ja havainnollistavaa kemiaa, elämyksiä ja oivalluksia siitä, mitä kemia voi olla. |
| 43 | Turvallista ja innostavaa, ja lapsenehtoista ajanvietettä kemian ihmeiden parissa. |
| 44 | Selittää perusilmiöitä ja kertoa jotain jännittävää kemiasta (missä yllättävissä paikoissa lapset tötmää kemiaa) |
| 45 | Kertoa jollain ymmärrettävällä tavalla ilmiöiden nimet ja sanoittaa kemian termein, mitä tehdään. |
| 46 | Kiinnostava leiri, kuten aiemminkin. |
| 47 | Isosisarukset ovat olleet kesäyliopistossa ja kertoneet pikkuveljelle kemiakokeistakin. |
| 48 | On hienoa että tyttärellä on positiivinen innostus kemiaa kohtaan, joten toivon että tämä säilyisi ja ehkä vielä vahvistuisi kun pääsee tekemään kaikkea uutta. |
| 49 | Lapsen ikätasolle sopivia, mutta tarpeeksi haastavia asioita, oman oivalluksen ja ymmärtämisen tukemista, "tutkijan mielenlaadun" kehittymistä... |
| 50 | Toivon sen härtävävän lapsen kiinnostuksen luonnontieteisiin |
| 51 | Toivomme, että kiinnostus kemiaan heräisi mm. tulevaisuuden opiskelua varten. |
| 52 | - |
| 53 | Leikin varjolla tutustumista aihepiiriin |
| 54 | Lapselle elämyksiä ja kokemuksia. |
| 55 | Että lapset saisivat itse tehdä käsillensä jotain konkreettista (ei vaarallista/haitallista), labratakit päällä ja suojalasit silmillä. |
| 56 | Avoimin mielin |
| 57 | Uusien asioiden ja niiden syy-seuraus-suhteiden ymmärtämistä ja oppimista. Kiinnostuksen herääminen ko. alaan. |
| 58 | Oppii ymmärtämään mistä kemiassa kyse ja saa tehdä kokeita, leiri antaa hyvää kokemusta ja sen perusteella voi miettiä kiinnostaako kemian opiskelu. |
| 59 | mielenkiintoista ja innostavaa oppimista tekemällä ja leikkimällä |
| 60 | Että lapsi pääsee itse tekemään ja kokeilemaan uusia juttuja, ja pohditaan myös selityksiä lapselle sopivalla tasolla. |
| 61 | Toivon että lapseni oppisi käsittelemään aineita turvallisesti ja saisi itsevarmuutta aineiden käsittelyyn. |
| 62 | lapsi saa tietoa alasta ikätasollaan |
| 63 | Lapsi pääsisi kokeilemaan ihan itse. |
| | |
| Koodi | Mitä odotuksia/toiveita LAPSELLASI on tämän tiedeleirin/-kerhon KEMIAN osuutta kohtaan? |
| 1 | - hauskoja ja yllättäviä reaktioita |
| 2 | Käytännön kokeita. |
| 3 | Lapsi toivoo "puffauttavia" (=räjähtäviä) kokeita! :) |
| 4 | Itse tehtävät kokeet. |
| 5 | Kaikenlainen omin käsin sekoittelu ja lässiminen on mielipuuhaa, sellaista haluaisi päästä tekemään |
| 6 | Tärkeintä on päästä itse sekoittelemaan aineksia ja näkemään muutokset. |
| 7 | Itse tekeminen, syy-seuraussuhteen ymmärtäminen. Värikkäät ja limaiset asiat ovat POP :-) |
| 8 | Kokeita, testejä, elämyksiä, jotain mitä voi itekin tehdä (pipetointi tms) |
| 9 | Odottaa tosi innostuneena, odottaa nimenomaan itse tehtäviä kokeita |
| 10 | että saa leikkiä tiedemiestä |
| 11 | Lapsi ei ehkä osaisi toivoa mitään, jos puhuttaisiin vain kemiasta? |
| 12 | - |
| 13 | Lapsi pääsisi itse kokeilemaan miten eri aineet reagoivat keskenään. |

| | |
|----|---|
| 14 | Ei ole tullut esille erityisesti kemiaan liittyviä ennakko-odotuksia. |
| 15 | Hän on kiinnostunut kaikesta uudesta ja pienistäkin käytännön oivalluksista |
| 16 | Opettajien läsnäoleminen aidoisti mukana. Tasapuolinen kohtelu oppilaille. |
| 17 | Ei kuulemma mitään erityistä, jotakin jännittävää kuulemma haluaisi. |
| 18 | Lapsi odottaa erityisesti geologian osuutta, ei varmaan ole oikein osannut ajatella mitä kemiaan kuuluu. |
| 19 | Oppia uutta ja tehdä kokeita. |
| 20 | yllä mainittuja biokemian kysymyksiä sekä niitä komeita reaktiotemppeja varmaankin |
| 21 | Saada käsitys kemiasta, mitä se on ja mitä sillä tehdään. Miten se näyttäytyy arjessamme, mitä siitä on tehty ja missä yhteyksissä. |
| 22 | Erilaisten kokeiden ja temppujen tekemistä :) |
| 23 | Uusien asioiden oppimista. Hän olettaa sekoittavansa eri aineita yhteen. |
| 24 | Ei osaa vielä eritellä mitään erityisesti. |
| 25 | Odottaa jänniä kokeiluja. |
| 26 | Uteliaana odottelee, ei odotuksia. |
| 27 | Halu oppia paljon kaikkea uutta. |
| 28 | Kertoi, että haluaa tehdä sotkuja... eli sekoitella eri aineita keskenään ja katsoa mitä tapahtuu... |
| 29 | Ällölima tms. ainakin :) |
| 30 | ? |
| 31 | Ei mitään |
| 32 | Erilaiset kokeet kiinnostavat. |
| 33 | En ole kysynyt. |
| 34 | Nähdä jotain kiinnostavaa ja uutta |
| 35 | Ei osaa eritellä kun ei aivan ymmärrä, mitä kemia on. |
| 36 | Lapsi odottaa erilaisten kokeiden tekemistä. |
| 37 | Hän sanoi, että häntä kiinnostaa paljon leirin aihe ja se kuullostaa hauskalta ja kivalta, ei muita toiveita. |
| 38 | Hän ei ymmärrä mitä sanalla kemia tarkoitetaan. Ei erityisiä odotuksia. |
| 39 | Lapsi toivoo mahdollisimman paljon erilaisia kemian "kokeita" eli toiminnallista kemiaa. |
| 40 | Lapsi toivoo paljon "kokeita". Suosikkeina norsun hammastahna, kola & mentos sekä punakaalimehu. |
| 41 | Luulenpa että kaikenlaiset kemialliset kokeet reaktioineen ovat kemian osuuden kohokohtia. |
| 42 | Ei taida osata vielä odottaa oikein mitään... |
| 43 | "Että mitä kemia on?" |
| 44 | ei mitään |
| 45 | Että teette jotain jota kuohuu :) |
| 46 | Ei odotuksia. |
| 47 | En usko, että yhtään mitään erityistä. |
| 48 | - |
| 49 | - |
| 50 | - |
| 51 | En osaa sanoa. |
| 52 | Odottaa kovasti, että pääsisivät tekemään slimeä. |
| 53 | Ei osaa odottaa mitään, kun ei oikein tiedä, mitä voisi olla tulossa. |
| 54 | Oppia lisää ja päästä tekemään "kemiallisia kokeita". |
| 55 | Haluaa tehdä "litkuja" ja toivoo, että saisi sen mukaansa kotiin päivän lopussa. Odottaa huomista kemiapäivää innolla! |
| 56 | Kiva päästä tekemään kokeita |
| 57 | Odottaa jännityksellä mitä tuleman pitää. Tekemistä ja oppimista. |
| 58 | Kokeiden tekemistä. |
| 59 | ei erityisiä |
| 60 | Ei oikein tiedä. |
| 61 | Toivoo ettei käsiteltäisi myrkkyjä, että se olisi kiinnostavaa ja uutta. |
| 62 | mielekäsät tekemistä |
| 63 | Pääsee tekemään itse. |

Liite 12. Leiriläisten vastaukset loppukyselyyn

| Koodi | Kerro ikäsi. | Oletko tyttö vai poika? |
|-------|--------------|-------------------------|
| 1 | 8 | Tyttö |
| 2 | 10 | Tyttö |
| 3 | 10 | Tyttö |
| 4 | 9 | Tyttö |
| 5 | 7 | Poika |
| 6 | 8 | Poika |
| 7 | 9 | Tyttö |
| 8 | 8 | Poika |
| 9 | 9 | Tyttö |
| 10 | 7 | Poika |
| 11 | 9 | Tyttö |
| 12 | 8 | Tyttö |
| 13 | 7 | Tyttö |
| 14 | 8 | Tyttö |
| 15 | 9 | Tyttö |
| 16 | 11 | Poika |
| 17 | 12 | Poika |
| 18 | 8 | Tyttö |
| 19 | 8 | Poika |
| 20 | 9 | Tyttö |
| 21 | 7 | Tyttö |
| 22 | 9 | Tyttö |
| 23 | 8 | Poika |
| 24 | 9 | Poika |
| 25 | 7 | Poika |
| 26 | 7 | Tyttö |
| 27 | 7 | Poika |
| 28 | 8 | Tyttö |
| 29 | 8 | Poika |
| 30 | 7 | Tyttö |
| 31 | 11 | Poika |
| 32 | 7 | Tyttö |
| 33 | 9 | Tyttö |
| 34 | 8 | Poika |
| 35 | 8 | Poika |
| 36 | 11 | Tyttö |
| 37 | 9 | Poika |
| 38 | 12 | Poika |
| 39 | 8 | Tyttö |
| 40 | 10 | Tyttö |
| 41 | 9 | Tyttö |
| 42 | 9 | Tyttö |
| 43 | 7 | Tyttö |
| 44 | 7 | Poika |
| 45 | 9 | Poika |
| 46 | 10 | Poika |
| 47 | 10 | Poika |
| 48 | 11 | Poika |
| 49 | 9 | Poika |

| | | |
|-----|----|-------|
| 50 | 9 | Poika |
| 51 | 7 | Poika |
| 52 | 8 | Poika |
| 53 | 7 | Poika |
| 54 | 7 | Poika |
| 55 | 8 | Poika |
| 56 | 8 | Tyttö |
| 57 | 9 | Tyttö |
| 58 | 8 | Poika |
| 59 | 8 | Poika |
| 60 | 9 | Tyttö |
| 61 | 9 | Tyttö |
| 62 | 8 | Poika |
| 63 | 8 | Poika |
| 64 | 8 | Poika |
| 65 | 9 | Poika |
| 66 | 9 | Tyttö |
| 67 | 9 | Tyttö |
| 68 | 9 | Tyttö |
| 69 | 8 | Tyttö |
| 70 | 7 | Poika |
| 71 | 9 | Tyttö |
| 72 | 8 | Tyttö |
| 73 | 10 | Poika |
| 74 | 11 | Poika |
| 75 | 7 | Poika |
| 76 | 11 | Poika |
| 77 | 9 | Tyttö |
| 78 | 8 | Poika |
| 79 | 8 | Tyttö |
| 80 | 7 | Tyttö |
| 81 | 9 | Poika |
| 82 | 7 | Poika |
| 83 | 8 | Poika |
| 84 | 9 | Poika |
| 85 | 8 | Poika |
| 86 | 7 | Tyttö |
| 87 | 8 | Poika |
| 88 | 8 | Poika |
| 89 | 10 | Poika |
| 90 | 9 | Poika |
| 91 | 12 | Tyttö |
| 92 | 12 | Tyttö |
| 93 | 11 | Poika |
| 94 | 9 | Tyttö |
| 95 | 9 | Poika |
| 96 | 10 | Tyttö |
| 97 | 7 | Tyttö |
| 98 | 7 | Poika |
| 99 | 8 | Tyttö |
| 100 | 8 | Tyttö |
| 101 | 8 | Poika |
| 102 | 7 | Poika |
| 103 | 9 | Tyttö |

| | | | |
|--------------|---|----|---|
| 104 | | 7 | Tyttö |
| 105 | | 8 | Poika |
| 106 | | 9 | Poika |
| 107 | | 8 | Poika |
| 108 | | 8 | Tyttö |
| 109 | | 8 | Tyttö |
| 110 | | 11 | Tyttö |
| 111 | | 9 | Poika |
| 112 | | 10 | Tyttö |
| 113 | | 8 | Tyttö |
| 114 | | 8 | Tyttö |
| 115 | | 9 | Poika |
| 116 | | 8 | Tyttö |
| 117 | | 8 | Tyttö |
| | | | |
| Koodi | Mistä KEMIAN TYÖSTÄ pidit eniten? Valitse yksi vaihtoehto. | | Miksi pidit siitä? |
| 1 | kuparikolikko | | Oli hauskinta |
| 2 | maitomuovi | | Koska se oli minun mielestä kiva tehdä. |
| 3 | laavalamppu | | Koska se oli kiinnostavaa tehdä. |
| 4 | laavalamppu | | Koska se olinnätti |
| 5 | kuparikolikko | | tapahtui kaikkia sähköjuttuja. |
| 6 | laavalamppu | | se oli siisti |
| 7 | laavalamppu | | koska se oli paras |
| 8 | laavalamppu | | Koska se oli hinoin työ ja muut olivat ällöjä (paisi kupari kolikko työ) |
| 9 | laavalamppu | | Koska se näytti ihanalta |
| 10 | laavalamppu | | Koska Valot |
| 11 | laavalamppu | | Koska se näytti hienolle ja oli kiva rakentaa |
| 12 | laavalamppu | | Koska se kupli. |
| 13 | kuparikolikko | | se oli niin kivaa |
| 14 | laavalamppu | | Se oli mielenkiintoisin ja hauskin |
| 15 | laavalamppu | | Se näytti hienolta |
| 16 | kuparikolikko | | koska siinä oli sähkö juttuja |
| 17 | laavalamppu | | Se oli hauskaa. |
| 18 | laavalamppu | | Se oli hauskaa |
| 19 | maitomuovi | | Oli moni mutkanen. |
| 20 | maitoliima | | Sitä voi käyttää tekemään käyttökelpoisia juttuja:) |
| 21 | laavalamppu | | Seolikiinnostavaajauskaa |
| 22 | kuparikolikko | | pidin kuparikolikosta eniten koska rannalta jöytyy monesti kolikoita jotka ova haalistuneet |
| 23 | maitoliima | | Se oli kivaa |
| 24 | laavalamppu | | Koska oli hauska nähdä mitä tapahtuu kun tiputaa poretabletin öljyyn. |
| 25 | kuparikolikko | | Teimme sähköä |
| 26 | laavalamppu | | Oli tosi hassua. Nähdä kun laavalamppu vähän niinkuin poreili. :-D |
| 27 | laavalamppu | | koska se. onhieno |
| 28 | laavalamppu | | en tiedä ja kaikki oli kivaa. |
| 29 | laavalamppu | | Koska saitehdä ja sekoittaa aineita |

| | | |
|----|---------------|--|
| 30 | laavalamppu | Koska sai tehdä kaikkea uutta |
| 31 | kuparikolikko | Kiiiiiiiiiiiiiiilosta |
| 32 | maitoliima | Minä ja kaverini opin tekemään liimaa |
| 33 | laavalamppu | Koska se oli hieno |
| 34 | laavalamppu | Koska se oli hieno |
| 35 | kuparikolikko | koska se on pro |
| 36 | laavalamppu | Koska se oli hieno ja sitä oli kiva tehdä. |
| 37 | laavalamppu | Se oli jännä |
| 38 | laavalamppu | Koska se näytti hienolle, kun pistin poretabletin purkkiin ja se alkoi toimia! :) |
| 39 | kuparikolikko | koska sitä voi ehkä käyttää kaupassa |
| 40 | maitoliima | En ollut tehnyt sitä koskaan aiemmin ja se oli helppo ja kiva tehdä. |
| 41 | laavalamppu | se oli hauskaa ja ymmärsin sen tarkoituksen.mutta sinulla oli hienempi |
| 42 | laavalamppu | olen aina halunnut laavalampun |
| 43 | laavalamppu | se oli hieno ja sitä oli kiva tehdä |
| 44 | maitomuovi | Seoli löllöä Koska seolikiva |
| 45 | kuparikolikko | |
| 46 | laavalamppu | Se oli niin hienoa |
| 47 | laavalamppu | No se näytti niin hienolta |
| 48 | laavalamppu | se oli hienon näköinen |
| 49 | laavalamppu | Se näytti hienolta |
| 50 | kuparikolikko | kun nyt tiedän miten kiillottaa kolikoita |
| 51 | laavalamppu | Entiä |
| 52 | laavalamppu | |
| 53 | laavalamppu | koska |
| 54 | maitoliima | Koska se oli vaan kiva |
| 55 | laavalamppu | |
| 56 | laavalamppu | Laavalampun tekeminen oli tosi hauskaa |
| 57 | maitomuovi | on kiva oppia uusia asioita. Kuten muovin valmistusta |
| 58 | laavalamppu | Koska siellä tehdään kokeita |
| 59 | laavalamppu | Koska se oli paras kun pystyi tekemään ilmiöitä. |
| 60 | laavalamppu | se oli vaan kiva |
| 61 | laavalamppu | Koska sen tekeminen oli kivaa ja se näytti siistiltä!! |
| 62 | laavalamppu | Se oli kivaa. Siihen tuli kuplia. |
| 63 | laavalamppu | Koska mulla on oikeus pitää siitä |
| 64 | laavalamppu | siksi!!!!!! |
| 65 | laavalamppu | Se oli hauskaa!!!!!!!!!!!! |
| 66 | laavalamppu | se oli kiinnostavinta |
| 67 | laavalamppu | Koska se oli hieno |
| 68 | laavalamppu | Koska se näytti hienolta |
| 69 | laavalamppu | Ei ollut etikkaa. |
| 70 | maitomuovi | kun maidosta tuli muovia |
| 71 | laavalamppu | Koska siinä ei käytetty etikkaa |
| 72 | kuparikolikko | Koska sai olla enemmän tiebe nainen |
| 73 | laavalamppu | Koska se oli kivaa |
| 74 | maitoliima | koska en ollut tehnyt sitä ennen |
| 75 | laavalamppu | En tiedä |

| | | |
|-----|---------------|---|
| 76 | laavalamppu | Se oli jännää |
| 77 | laavalamppu | Se oli kivaa tekemistä |
| 78 | laavalamppu | Se oli jännää |
| 79 | maitomuovi | Koska sen tekeminen oli kivaa! |
| 80 | maitomuovi | Koska sen tekeminen oli kivaa |
| 81 | laavalamppu | se ihaisut |
| 82 | laavalamppu | tänään oli kivaa |
| 83 | laavalamppu | Kuplia |
| 84 | laavalamppu | Koska siinä käytettiin poretabletteja |
| 85 | laavalamppu | se oli niin kivaa koska siinä sai käyttää pädiä siinä sai käyttää pädiä . |
| 86 | laavalamppu | paljon tekemistä |
| 87 | laavalamppu | Koska saatintiputaa poretabletit |
| 88 | laavalamppu | Siinä näyti kivalta kun porisi tapieti. |
| 89 | laavalamppu | Se oli siisti |
| 90 | laavalamppu | Se oli jännää |
| 91 | laavalamppu | Olin nähnyt diy laavalampun youtubessa ja halusin tehdä sen ja täällä se onnistui |
| 92 | laavalamppu | Se oli kivempi eikä haisunut niin pahalta kuin muut |
| 93 | kuparikolikko | Koska siinä käytettiin sähköä. |
| 94 | laavalamppu | siinä oppi uusia asioita mutta siinä pitäisi minun mielestä olla jokin ratkaisu millä tavalla se pysyisi pidempään laavalamppuna. Mutta kaikki työt olivat erittäin kivoja. |
| 95 | maitoliima | En oikeastaan teidä. |
| 96 | maitomuovi | En ole varma. Oli mukavaa kun sen sai kotiin. Sitä on kiva muovaila! |
| 97 | laavalamppu | Hieno oli |
| 98 | laavalamppu | Oli tod mukava |
| 99 | maitomuovi | se oli tosi kivaa ja hauskaa. |
| 100 | laavalamppu | pidin laavalampusta siksi, että lopputulos oli tosi hieno! |
| 101 | maitomuovi | Se oli mukavaaseS |
| 102 | laavalamppu | Siisti ja kiva tehdä |
| 103 | laavalamppu | Neon kauniita ja pidän siitä |
| 104 | laavalamppu | Hienoa olli |
| 105 | laavalamppu | Koska se oli hauskaa |
| 106 | laavalamppu | tosi cool |
| 107 | maitoliima | Koska se tuli yli |
| 108 | laavalamppu | Sen pystyi moutoilemaan ja käyttämään omaa luovuutta |
| 109 | kuparikolikko | oli hauska |
| 110 | laavalamppu | Kaikki oli kivoja töitä mutta tykkäsin eniten laavalampusta koska se oli tosi kiinostava ja hauska |
| 111 | laavalamppu | Koska se oli vain paras. |
| 112 | laavalamppu | Koska oli hauskaa kun laavalamppu kuohusi ja se näytti hienolta |
| 113 | laavalamppu | koska se oli niin monipuolista |
| 114 | laavalamppu | Se oli ihanaa jonkin takia tai en tiedä mikä on kivointa mutta ehkä se |

| | | |
|--------------|---|--|
| 115 | kuparikolikko | Se oli niin hienoo |
| 116 | laavalamppu | Koska se näytti hienolta |
| 117 | maitoliima | Koska se on todella iso osa minun petsopin talo projektia. |
| | | |
| Koodi | Mistä KEMIAN TYÖSTÄ et pitänyt? Valitse yksi vaihtoehto. | Miksi et pitänyt siitä? |
| 1 | maitomuovi | Siitä tuli purua |
| 2 | maitoliima | Koska se oli tosi ällöttävää. |
| 3 | maitoliima | Koska se ei toiminut kunnolla. |
| 4 | maitomuovi | Koska se sotki |
| 5 | maitomuovi | koska se haisi. |
| 6 | maitomuovi | tuli huono olo |
| 7 | maitomuovi | se oli ärsyttävää |
| 8 | maitomuovi | Koska kaikki maitomuovi työt olivat ällöjä |
| 9 | maitomuovi | Koska se haisi pahalta |
| 10 | maitomuovi | Etikka haisee |
| 11 | maitoliima | Koska se ei toiminut kunnolla |
| 12 | maitomuovi | Koska se haisi |
| 13 | maitomuovi | se oli outoa |
| 14 | maitoliima | Muut olivat mielenkiintoisempia |
| 15 | maitomuovi | Koska olen tehnyt sitä aiemmin ja se alkoi haista pahalta |
| 16 | maitomuovi | se oli ällöttävä |
| 17 | maitomuovi | Liian iljettävää. |
| 18 | maitomuovi | Se oli ällöä |
| 19 | maitoliima | Ei ollut moni mutkasta. |
| 20 | kuparikolikko | Koska en ymmärtänyt siitä oikein mitään9 |
| 21 | maitomuovi | Seoliällötävää |
| 22 | maitomuovi | en pitänyt maito muovista koska se särkyi nopeasti |
| 23 | kuparikolikko | Oli tylsää |
| 24 | maitoliima | En vain pitänyt siitä. |
| 25 | maitoliima | Rikoimme työmme |
| 26 | maitomuovi | Ällöttävän tuntuista. <3 |
| 27 | maitomuovi | koska. seei muuttunut miksikään |
| 28 | maitomuovi | en pidä etikasta |
| 29 | maitomuovi | En pitänyt siksi siitä |
| 30 | maitoliima | En tiedä |
| 31 | maitoliima | Se ei toiminut |
| 32 | laavalamppu | Se oli tosi tylsää |
| 33 | kuparikolikko | Se haisi |
| 34 | maitoliima | Koska se ei toiminut |
| 35 | laavalamppu | en kerro |
| 36 | kuparikolikko | Se haisi. |
| 37 | kuparikolikko | Se haisi pahalle |
| 38 | maitoliima | Koska se ei toiminut. :(|
| 39 | maitomuovi | koska se epäonnistui |
| 40 | kuparikolikko | Tykkäsin siitä vähiten, koska se oli vähän tylsää. |
| 41 | maitomuovi | siis pidin siitä mutta se haisi pahalle |
| 42 | kuparikolikko | se haisi |

| | | |
|----|---------------|---|
| 43 | maitoliima | hhhgfdsaduii |
| 44 | maitoliima | Koska se oli pahan hajuinen |
| 45 | maitomuovi | |
| 46 | maitomuovi | En tiedä |
| 47 | maitomuovi | Se haisi |
| 48 | maitoliima | se oli hankala |
| 49 | maitomuovi | Se oli aika ällöttävä työ |
| 50 | maitomuovi | sillä ei tee mitään |
| 51 | maitomuovi | Ällöttävää |
| 52 | maitomuovi | se oli jirmu hieno |
| 53 | kuparikolikko | kolikon phdistus |
| 54 | kuparikolikko | Koska se oli tylsä |
| 55 | maitomuovi | Siksi. |
| 56 | kuparikolikko | Pöö |
| 57 | kuparikolikko | pöö |
| 58 | kuparikolikko | En tiedä |
| 59 | maitomuovi | Kun siinä kesti pitkään! |
| 60 | kuparikolikko | se oli tylsää |
| 61 | kuparikolikko | Tiesin asiat ennestään. |
| 62 | maitomuovi | Koska se oli ällöttävää |
| 63 | maitoliima | Se oli ällöttävää |
| 64 | maitoliima | siksi |
| 65 | maitoliima | En tiedä |
| 66 | maitomuovi | siellä haisi etikka |
| 67 | kuparikolikko | Koska se haisee |
| 68 | maitomuovi | Koska se haisi |
| 69 | maitoliima | Ällöä |
| 70 | kuparikolikko | koska mä oon tyhmä |
| 71 | maitomuovi | Koska se oli ällöttävää tehdä |
| 72 | maitomuovi | Koska se haisi oksennukseilta |
| 73 | maitoliima | Entiedä |
| 74 | maitomuovi | olin tehnyt sen jo |
| 75 | maitomuovi | Haisi pahalle |
| 76 | maitoliima | Se oli vähän tylsää |
| 77 | maitomuovi | Maitomuovi näytti SUPER ! Ällöä |
| 78 | maitomuovi | Se haisi |
| 79 | laavalamppu | Koska en tykännyt sen tekemisestä |
| 80 | laavalamppu | Kkoska en pitänyt työstäni |
| 81 | laavalamppu | sehaisi |
| 82 | maitoliima | kädet meni tahmeaksi |
| 83 | maitoliima | On tylsä |
| 84 | kuparikolikko | |
| 85 | maitomuovi | koska se haisi hirveeltä. |
| 86 | maitomuovi | haisi pahle |
| 87 | maitoliima | Koska se oli ärsyttäväitsee |
| 88 | maitomuovi | Se tuntui oudolta. |
| 89 | maitomuovi | Pahan hajun taki |
| 90 | maitoliima | Liian monimutkaista |
| 91 | maitomuovi | se haisi pahalta |
| 92 | kuparikolikko | Etiikka haisi todella pahalta |
| 93 | maitoliima | Oli vähän tylsä |
| 94 | kuparikolikko | siinä ei ollut minun mielestä mitään kinnostavaa. |
| 95 | kuparikolikko | Se kolikko haisi kokeen lopussa. |

| | | |
|--------------|--|---|
| 96 | laavalamppu | Se oli tylsää, kun sitä testattiin valon kanssa. Tiesin miten se tehtiin jo ennestään. |
| 97 | maitomuovi | Haisi |
| 98 | maitoliima | En ite tiää? Ehkä jonkun syyn takia |
| 99 | laavalamppu | pitilisiä poretabletteja. |
| 100 | maitomuovi | en pitänyt maitomuovista siksi, että se oli ällöttävää! |
| 101 | maitomuovi | Koska se haisi! |
| 102 | maitomuovi | Ällöä ja haisi |
| 103 | maitomuovi | Se haisee pahalle ja se ei muovaudu |
| 104 | maitomuovi | Koska mai |
| 105 | kuparikolikko | Koska se oli tylsä |
| 106 | maitoliima | en vaan tykännyt |
| 107 | kuparikolikko | Koska se oli liian helppoa |
| 108 | kuparikolikko | Koska se haisi |
| 109 | maitomuovi | sitkeä ällö |
| 110 | maitomuovi | Maitomuovi oli hauska mutta se ei ollut hirveän kiinnostavaa hommaa mutta oli sekin ihan ok |
| 111 | maitoliima | Koska en vain pitänyt siitä. |
| 112 | maitomuovi | Koska se haisi ja tuntui ällöttävältä. |
| 113 | maitoliima | koska ne muut oli sitä paljon kivempia |
| 114 | kuparikolikko | Se oli vähän lyhyt |
| 115 | maitoliima | Pidin kaikista |
| 116 | maitoliima | Se kaatui |
| 117 | kuparikolikko | Se ei ollut niin kiinnostava |
| | | |
| Koodi | Mikä KEMIAN TÖIDEN TEKEMISESSÄ oli parasta? | Mitä opit KEMIAN PÄIVÄN aikana? |
| 1 | Se oli hauskaa | Kaikenlaista |
| 2 | Koska sai tutkia ja tehdä. | Opin tekemään maitomuovia ja maitoliimaa |
| 3 | Leikkiä laavalampulla. | Että kuparikolikon voi kiillottaa. |
| 4 | Parasta oli kun teimme laavalapun | Tekemaan eri asiota |
| 5 | kolikko, kun siitä tuli sähköä. | kolikko johdattaa sähköä, miten tehdään liimaa |
| 6 | se kun sai käyttää väreijä | etä ei saa syödä mitään |
| 7 | en tiedä | en tiedä |
| 8 | Kun sai itse tutkia asioita | En tiedä! |
| 9 | Siitä että ne työt näytti hienolta | Vaikka mitä |
| 10 | Kun sai oman rahan | Etikka haisee ja metallit johtaa sähköä |
| 11 | Kun sai tehdä kaverin kanssn | Kaikkea |
| 12 | Ku sai pistää pastilleja laavalamppuun. | Miten rahoja voi putsata. |
| 13 | kaiki | kaikkea |
| 14 | Ryhmätyö | Uusia asioita |
| 15 | Se oli hauskaa | Kaikkea hauskaa |
| 16 | rento meininki | kaikkea |
| 17 | Mukava ope. | Tekemään laavalampun |
| 18 | En tiedä | Ne jutut mitä me tehtiin |
| 19 | Se oli jännittävää | Kaikkea |
| 20 | Että sai kokea asioita mitä ei voi kokea kotona | Opin kaikkea |
| 21 | Laavalamppu | Liiman |
| 22 | jaaa | puhdistamaan itse kolikon |

| | | |
|----|---|--|
| 23 | Maito muovi | Maito muovi |
| 24 | Se oli hauskaa. | Opin tekemään maitomuovia. |
| 25 | hienot värit | Kemia on tärkeää ilman sitä ei olisi varmaankaan esm spray maalia. |
| 26 | Nähdä miten hassuja juttuja. Ihminen voi tehdä. :-) | Että monella tavalla voi tehdä eri asioita. ;-) |
| 27 | laava lampun tekeminen. | tekemään uusia asioita |
| 28 | pari työ ja kun sain uuden ystävän | että etikka haisee pahalle |
| 29 | Laavalamppu | Muovijutun |
| 30 | Laavalamppu | Uusia asioita |
| 31 | Lopputulos | Paljon |
| 32 | No siinä oppi paljon | Vähän kaikenlaista |
| 33 | Pari työskentely | Pari työskentelyä |
| 34 | Kokeilla uutta | Kaikenlaista |
| 35 | kemia | siistejä juttuja 2CFKDF:@ |
| 36 | Niissä oppi uutta. | Opin tekemään maitoliimaa ja kuparikolin. |
| 37 | Kokeileminen | Opin oppimaan |
| 38 | Se kun tapahtui joku kemiallinen reaktio. :D | Mitenkä tehdä erilaisia temppuja ja kokeita!!! XD |
| 39 | koska oppi uusia asioita | että melkein kaikki on mahdollista |
| 40 | Saimme tehdä työt itsenäisesti ja parin kanssa. | Miten tehdä itse liimaa |
| 41 | tarvikkeitten hakeminen | elämän hienoisuuden |
| 42 | en tiedä | kaikkea |
| 43 | kaikki | opin tekemään niitä töitä |
| 44 | - | - |
| 45 | A | En mitää |
| 46 | Laavalamppu | Laavalampun |
| 47 | Lopputulos | No se että öljy ja vesi ei sekottunu |
| 48 | aineiden sekoitus | että maidosta voi tehdä liimaa |
| 49 | Sa työskennellä parin kanssa | Jotain |
| 50 | kun sai yhdistellä aineita | miten kiillotetaan |
| 51 | Laavalamppu | En mitään |
| 52 | sai tehdä kavrinsä | jotain |
| 53 | laavalamppu | diedettä |
| 54 | Se öljyjuttu | Että tosta noin vaan voi tehdä liimaa |
| 55 | Laavalampun. | Monia asioita. |
| 56 | Siinä sai tehdä aineilla kaikkea kivaa | Mitä aineista voi tehdä |
| 57 | siinä tehdään kokeita | kaikista aiheista mitä ainakin vähä |
| 58 | Koska siellä voi sekoittaa eri aineita | Maito-muovia |
| 59 | Kun ne oli hyviä . | Kun ne on teknisiä. |
| 60 | sai sekottaa eri aineita | vähän kaikenlaista |
| 61 | Sai tehdä kaikkea kivaa ja tutustua kemiaan! | Että osaan tehdä itse laavalampun. |
| 62 | Laavalamppu | Tehä asioita |
| 63 | En tiä | En mitään |
| 64 | mitä!!! | häh? |
| 65 | Laavalamppu | Kaikkea |
| 66 | laavalampun katseleminen | laavalampun voi tehdä itse |
| 67 | En tiedä | Laavalampun voi tehdä itse |
| 68 | Lisätä kupliva tabletti laava lampun | Opin aivan hirveästi |
| 69 | Oppi | Kemiaa |
| 70 | en mä tiä | en mä tiä |
| 71 | Ei mikään | En mitään |

| | | |
|-----|---|---|
| 72 | En osaa sanoa mutta ei ainakaan maitomuovi tai liima | Kaikenlaista |
| 73 | Entiedä | Entiedä |
| 74 | en tiedä | maitoliiman tekemis ohjeen |
| 75 | Pore tabletin tiputtaminen | Kaiken mitä tehtiin |
| 76 | ? | ? |
| 77 | Kiva ope ja kivat työt | Opin kaikke kivaa kuten miten tehdä itse laavalamppu |
| 78 | Se että ne oli jännä | Miten tehdä laava lamppu |
| 79 | Maito muovin | Kaikkea! |
| 80 | Maitomuovi | Kaikkea |
| 81 | se että oli jännää | mite tehdä laava lamppu |
| 82 | laavalamppu | miten kemian töitä tehdään |
| 83 | Laavalamppu | Opin tekemään laavalampun ja maitoliimaa. |
| 84 | Että sai tehdä ite | Miten tehdä liimaa; |
| 85 | maitoliima | laava lampun tekeminen |
| 86 | kaiki | uusia asioita |
| 87 | Itsetekeminen | Enmitään |
| 88 | Laava lampu. | Uusija asi oita |
| 89 | Kun laavalamppuun laitettiin pore tabletti | Vaikka mita |
| 90 | Että koki uutta jännää | Kaikenlasita |
| 91 | oppiminen | miten eri kemikaalit toimii |
| 92 | Rauhallisuus ja reaktiot | Että voi tehdä erikoisia asioita ja että asiat voi olla tylsiä |
| 93 | Tutkiminen ja se ettei mikään ollut valmista. | Maitomuovi. |
| 94 | sai tehdä töitä itse. | kaikkea uutta (suurimmaksi osaksi) |
| 95 | Maitoliima. | Rauta johtaa sähköä. |
| 96 | Se on jännittävää. | Sen miten tehdään maitoliimaa ja puhdistetaan kolikoita. |
| 97 | Laavalamppu | Että poretabletissa on muuta kuin vitamiineja |
| 98 | Laava lamppu oli kyllä kiva | En oikein mitään vaan yhden asian laava lampun |
| 99 | se kunsai tehdä itse. | että muovia voitehdä itse |
| 100 | laavalamppu oli parasta | opin,että kolikko johdattaa sähköä |
| 101 | Se että homma oli mukavaa | Maito muovin |
| 102 | Laavalampu | maibom voi tehdä liimaa |
| 103 | Se oli mielen kiintoainetta juttu en tiennyt siitäniin paljoakaan | Ihan läheskaiken |
| 104 | En tiedä | LI |
| 105 | Kunsaitehdä ite | en tiää |
| 106 | oli kivaa | miten tehdä eism liimaa... |
| 107 | Se oli hauska | Maito liima |
| 108 | Kaikki | Pesemään kolikon , tekemään muovia , valmistamaan liimaa ja laavalampun |
| 109 | hauskuus | lampun ilman pistorasiaa |
| 110 | KAIKKI KOSKA NO KAIKKI OLI KIVAA | Kaikkea koska tänään on ollut tosi kiva päivä |
| 111 | Kaikki | Kaikkea |
| 112 | Oli kivaa saada tehdä töitä parin kanssa | Kuinka tehdä itse liimaa , muovia , laavalampun ja puhdistaa kolikon |
| 113 | no koska oppi uutta | kaiken laista |
| 114 | Laava lampun tekeminen ja sekin oli kivaa kun sai olla parin kanssa | Kaikkea t:aada |

| | | |
|-----|---------------------------------------|--|
| 115 | Kuparikolikko | Laavalamppsa opin uutta että se poreilee |
| 116 | Se oli kivaa | Paljon kaiken laista |
| 117 | Se että sai tehdä sen kaverin kanssa. | Kaikenlaista |

Liite 13. Huoltajien vastaukset loppukyselyyn

| Koodi | Lapsen ikä vuosina | Lapsen sukupuoli | Huoltajan ikäluokka vuosina | Huoltajan sukupuoli | |
|-------|--|------------------|-----------------------------|---------------------|--|
| 64 | Tämä sisältö on piilotettu yksityistietojen vuoksi. | | | | |
| 65 | | | | | |
| 66 | | | | | |
| 67 | | | | | |
| 68 | | | | | |
| 69 | | | | | |
| 70 | | | | | |
| 71 | | | | | |
| 72 | | | | | |
| 73 | | | | | |
| 74 | | | | | |
| 75 | | | | | |
| 76 | | | | | |
| 77 | | | | | |
| 78 | | | | | |
| 79 | | | | | |
| 80 | | | | | |
| 81 | | | | | |
| 82 | | | | | |
| 83 | | | | | |
| 84 | | | | | |
| 85 | | | | | |
| 86 | | | | | |
| 87 | | | | | |
| 88 | | | | | |
| 89 | | | | | |
| 90 | | | | | |
| 91 | | | | | |
| 92 | | | | | |
| 93 | | | | | |
| 94 | | | | | |
| 95 | | | | | |
| 96 | | | | | |
| 97 | | | | | |
| 98 | | | | | |
| 99 | | | | | |
| 100 | | | | | |
| 101 | | | | | |
| 102 | | | | | |
| 103 | | | | | |
| 104 | | | | | |
| 105 | | | | | |
| 106 | | | | | |
| 107 | | | | | |
| 108 | | | | | |

| |
|-------------------|
| |
| Koo di |
| 64 |
| 65 |
| 66 |
| 67 |
| 68 |
| 69 |
| 70 |
| 71 |
| 72 |
| 73 |
| 74 |
| 75 |
| 76 |
| 77 |
| 78 |
| 79 |
| 80 |
| 81 |
| 82 |
| 83 |
| 84 |
| 85 |
| 86 |
| 87 |
| 88 |
| 89 |
| 90 |
| 91 |
| 92 |
| 93 |
| 94 |
| 95 |
| 96 |
| 97 |
| 98 |
| 99 |
| 100 |
| 101 |

**Tämä sisältö on piilotettu yksityistietojen
vuoksi.**

| | | | | |
|--------------|---|--|--|--|
| 102 | Tämä sisältö on piilotettu yksityistietojen vuoksi. | | | |
| 103 | | | | |
| 104 | | | | |
| 105 | | | | |
| 106 | | | | |
| 107 | | | | |
| 108 | | | | |
| Koodi | Mitä lapsesi kertoi KEMIAN TÖISTÄ? | | | |
| 64 | Hän kertoi töistä hyvin seikkaperäisesti ja halusi esitellä ja toistaa tehtäviä kotona | | | |
| 65 | Kertoi kolikosta ja etikasta ja suolasta. | | | |
| 66 | Lapsi kertoi, että leirillä oli tehty muovia ja että siihen oli tarvittu mm. etikkaa. Murrosiän "oireisiin" kuulunee, ettei hän kyseltäessäkään kovin paljoa avautunut leiripäivien kulusta tai sisällöstä, vaikka tyytyväiseltä leiriin vaikuttikin. Se huomioiden kemian opetus oli ilmeisesti tehnyt vaikutuksen: neljännen leiripäivän iltana lapsi puhui paljonkin kemian opetuksen vetäjästä, miten mukava, innostava ja itsekin aiheesta innostunut hän oli. Itse kemiakin oli ollut kiinnostavaa. Laavalampun teko kävi ilmi - onneksi - ennen kuin ehdin juoda itse tai juottaa muille Bonaqua-pullon sisältöä. Ehdin jo kysyä lapselta juoko hän loppuun leiriltä tuomansa pullon kun kävikin ilmi että sisältö on parasta jättää nauttimatta sisäisesti :) | | | |
| 67 | Lapsi kertoi kaikista näistä. Halusi heti mennä ostamaan tarvikkeet laavalamppuun (vitamiiniporettabletteja). Kolikot esitteli myös. Maitomuovi oli kuulemma näistä tylsin, kun oli kolmen hengen ryhmässä ja sitä tuli ihan kauhean vähän. Aikoo kuulemma tehdä paremman erän kotona. | | | |
| 68 | Lapsi kertoi tarkasti, kuinka nämä oli valmistettu. Haluaisi tehdä laavalampun myös kotona. | | | |
| 69 | Kotonakin kokeiltiin heti kolikon kirkastamista. Liimat ja muovit olivat haisseet pahalle :) Laavalamppu oli ollut jännä. | | | |
| 70 | Kertoi, miten maitomuovia ja laavalamppu tehdään. | | | |
| 71 | Lapsi kertoi, että oli puhdistanut kolikoita. | | | |
| 72 | Yleensäkin että oli mielenkiintoista. Maitomuovi tuotteet esitteli mitä oli tehnyt. Ei erityisemmin käsitelty asiaa. Maitoliima piirustuksen näytti myös, mutta itselle jäi loppu tarinointi epäselväksi (mihin, mitä, hyöty, haitta). Laavalamppu oli mielenkiintoinen, muisti kertoa kaikki ainesosat ja katsottiin, miten se valon päällä toimii - ja toimihan se. Kuparikolikkokin oli näytettävä, kertoi mitä oli tehty sekä aineet, vertailuna otettiin kotoa vastaava kolikko. Kokonaisuudessaan siis kertoi mitä oli tehty ja mieleenpainuvia asioita. | | | |
| 73 | Muisteli mukavia kokeita laboratoriossa. mm Kerrosjuoman tekemistä. | | | |
| 74 | Hän kertoi valmistaneensa parin kanssa liimaa, ryhmän kanssa ekologista muovia ja laavalampusta. Hän kertoi töissä menneen sen verran kauan ettei välipalaa ehditty syömään. | | | |
| 75 | Oli innostunut ja kertoi lähinnä laavalampun valmistuksesta. Kertoi valmistaneensa liimaa mutta ei muistanut miten sitä valmistettiin. Maitomuovi on edelleen jääkaapissa kylmenemässä. Vaikka suuresti ei tullutkaan keskustelua, oli selkeästi innostunut asiasta. | | | |
| 76 | Hän kertoi maitomuovin ja maitoliiman tekemisestä. | | | |
| 77 | Kertoi innoissaan miten kolikko puhdistui ja naula likaantui. Kommentoi että osa töistä oli pahanhajuisia (etikka?). | | | |

| | |
|-----|--|
| 78 | Etikka haisee pahalle, tuotteita ei saa syödä, kertoi mitä aineita laitettiin mihinkin |
| 79 | Kiva päivä. Kuparikolikkoa ei tutkittu. |
| 80 | Mielenkiintoisia ja ainesosat luetteli, esitteli innolla. |
| 81 | Etikka haisi pahalle. |
| 82 | Kertoi tehneensä maitoliimaa ja maitomuovia, muttei halunnut tuoda kotiin koska alkavat haista pahalle. Teki kotona oman laavalampun. Kertoi kuinka kuparikolikkoa voi puhdistaa suola-etikkaliuoksella. Osallistui leirille myös viime kesänä, joten 3 ensin mainittua olivat ainakin jollainlaisilla tutut. |
| 83 | Siellä piti ottaa sitä, no mis se oli, ja tehti no tämmöstä... Kaksi tiettyä ainetta, en muista nimiä... laavalamppuun ainakin tarvii öljyä ja vitamiineja ja taskulampun. Maitoliimasta tykkäsi eniten, kuparikolikosta vähiten. |
| 84 | Aina kertoi suunnilleen mitä tehty |
| 85 | Laavalamppu oli paras näistä- kertoi aika yksityiskohtaisesti miten se valmistettiin. Maitoliimaa ei halunnut tuoda kotiin mukanaan sen hajun takia.. |
| 86 | Oli kivaa olla labrassa |
| 87 | Hän kertoi, mitä olivat tehneet. Laavalamppu oli kivoin juttu ja kuparikolikko tylsin. |
| 88 | Kertoi maitomuovista ja siitä, että osa töistä tehtiin tallenteiden avulla. |
| 89 | Oli aivan innoissaan! Halusi kertoa kaikille yksityiskohtaisesti kaikista kokeista ja esitellä tuotoksia. Edelleen pari viikkoa leirin jälkeen, muistelee kemian tunteja ja eilen, kun tuttuni kysyi häneltä, mikä oli hauskin aine yliopiston leirillä, vastasi kemia. Hän on kotona ja kyläillessäni kirkastunut kolikoita ja haaveilee että tekisimme laavalampun ja odottaa jo ensi kesän kurssia! |
| 90 | Maitomuovia toi kotiin. Laavalampun teko oli kiinnostanut. Pystyi nimeämään mitä saineita oli tarvittu sen tekemiseen |
| 91 | Piti tehtävistä, ei selitellyt enempää, mutta kotona etsi tarvikkeita erinäisiin kokeisiin. |
| 92 | Mitä oli tehnyt |
| 93 | Oli erittäin kiinnostavaa ja innostavaa. Tykkäsi kovasti. |
| 94 | Muovin tekemisestä oli puhetta ja laavalampusta |
| 95 | Lapsi kertoi, että teki muovia ja se sekoitetaan mm. Maitoa ja etikkaa ja jotain muutakin, kotoa ei muistettu. Liiman teosta ei taidettu muistaa kertoa meille, vaikka nyt kysyttäessä muisti. Laavalamppu oli erityisen kiva tehtävä ja kotiin tuodusta öljystä puhuttiin paljon. Viisisenttisen puhdistaminen oli ollut erityisen jännittävää ja toki sekin, että puhdistetaan rahan sai itselleen. |
| 96 | esitteli kuparikolikkoa, kertoi osaavansa tehdä muovia ja liimaa |
| 97 | Että töissä tehtiin maitomuovia ja omatekoista liimaa ja ne toimivat. |
| 98 | Eryteisesti laavalampun tekeminen oli mieluista, koska sen sai tehdä itse ja sen tulosta pystyi seuraamaan. Myös maitomuovin teko oli ollut mukavaa. |
| 99 | Sain kaikista töistä yksityiskohtaisen selonteon. |
| 100 | Kertoi mitä olivat tehneet. Innostunut tehdyistä töistä. |
| 101 | Esitteli liiman ja maitomuovin |
| 102 | Hän kertoi, että liiman tekeminen oli jännää. |
| 103 | Innokas oli tekemään lisää maitoliimaa sekä muovi kiinnosti. Laavalamppua oltiin kokeiltu kotona ja kuparikolikkoa tutkimisesta ei maininnut mitään. |
| 104 | Että ne olivat mielenkiintoisia ja että pikkusiskon korvaan oli räiskynyt liimaa. |
| 105 | Laavalamppu ja maitomuovi olit mielenkiintoisimmat. Kolikosta en muista, että olisi kerrottu. |
| 106 | Kuparikolikkoa ei tutkittu. Maitoliimaa ei tehnyt pahan hajun takia. laavalamppu oli hauska. |
| 107 | Selvitti tehneensä näitä. |
| 108 | Mitä kaikkea tekeminen sisälsi |
| | |

| Koodi | Oliko lapsesi innostunut KEMIAN OSUUDESTA? | Kuinka se näkyi? |
|--------------|---|---|
| 64 | Kyllä | Hän odotti 2. kemian osuutta |
| 65 | Kyllä | |
| 66 | Kyllä | kts edellä |
| 67 | Kyllä | Kertoi siitä pitkät pätkät ja halusi tehdä niitä kotona |
| 68 | Kyllä | Lapsi kertoi innokkaana, mitä oli tehty ja että se oli mukavaa. |
| 69 | Kyllä | Kertumuksena päivästä |
| 70 | Kyllä | Kemia oli yksi leirin suosikeista. Kemian töistä puhuttiin kotona useana päivänä. |
| 71 | Kyllä | Hän aikoi puhdistaa meidän kaikki kolikot. |
| 72 | Kyllä | Puheripulina |
| 73 | Kyllä | kertoi monesti kokeista ja siitä miten hienoa oli olla labrassa |
| 74 | Kyllä | selostuksesta |
| 75 | Kyllä | |
| 76 | Kyllä | Ihmetteli, kuinka maidosta voi tehdä muovia ja liimaa. Valkoinen takki ja lasit olivat myös mieleenpainuva juttu. |
| 77 | Kyllä | Ilman kysymystä miten päivä sujui, tuli pitkä selitys siitä mitä tehtiin. |
| 78 | Kyllä | Kertoi mitä tehtiin |
| 79 | Kyllä | |
| 80 | Kyllä | Tiesi ainesosat ja oli kuunnellut vinkit, innostuneena kertoi asiasta. |
| 81 | Kyllä | Odotti kovasti, mutta ehkä pettyi hieman tehtäviin. Sisko oli kehunut oman leirinsä kemian osuutta. |
| 82 | Kyllä | Halusi tehdä "juttuja" kotona |
| 83 | Kyllä | Puhetavasta |
| 84 | Kyllä | Kertoili ja näytti mitä tehty |
| 85 | Kyllä | |
| 86 | Kyllä | Innostuksesta. |
| 87 | Kyllä | Tehtiin laavalamppu myös kotona |
| 88 | Kyllä | |
| 89 | Kyllä | Ks. edellinen vastaus, superinnostunut! |
| 90 | Kyllä | |
| 91 | Kyllä | Kts. edellinen |
| 92 | Kyllä | Kertomalla ja halulla kokeilla samaa kotona |

| | | |
|--------------|---|---|
| 93 | Kyllä | Kertoi innostuneesti ja tarkasti kotona mitä olivat tehneet. |
| 94 | Kyllä | Kertoi innokkaana päivän kulusta jokaiselle perheenjäsenelle erikseen |
| 95 | Kyllä | Tästä osuudesta kerrottiin ilman erillistä kysymystä ja muisti vielä illalla melko hyvin päivä tapahtumat. Osuudesta puhuttiin innostuneesti ja öljystä haluttiin kotonakin tehdä laavamaa puu. |
| 96 | Kyllä | innostuneesta kertomisesta |
| 97 | Kyllä | Puhui päivän jälkeen tehdyistä töistä |
| 98 | Kyllä | |
| 99 | Kyllä | Intona kertoi kaikki ja halusi toistaa työt kotona. |
| 100 | Kyllä | Kertoi silmät kiiluen, mitä olivat tehneet ja haluaa kokeilla samoja juttuja kotonakin (sikäli kun mahdollista) |
| 101 | Kyllä | Kertoi että oli kiva päivä |
| 102 | Ei | |
| 103 | Kyllä | |
| 104 | Kyllä | meillä on tehty paljon sooda ja leivin jauhekokeita |
| 105 | Kyllä | oli halukas niitä asioita kotonakin kokeilla |
| 106 | Ei | |
| 107 | Kyllä | |
| 108 | Kyllä | |
| | | |
| Koodi | Mitä lapsesi oppi KEMIAN PÄIVÄN aikana? | |
| 64 | Mm. erilaisia reaktioita ja seosten valmistamista | |
| 65 | Että eri aineita yhdistelemällä voi tulla toisia aineita. | |
| 66 | Tämä jäi vähän auki lapsen vähäpuheisuuden takia. Kemian osuus oli tehnyt kuitenkin ilmiselvästi vaikutuksen ja lapsi miettikin että miksei koulussa voi olla enemmän itse tekemistä eikä vaan kirjoista pönttämistä. | |
| 67 | Ei osannut mitään tehdyistä töistä aiemmin, joten paljon! | |
| 68 | Lapsi ajattelee asian konkreettisesti, oppi tekemään yllämainittuja asioita. Toivottavasti syntyi myös jonkinlainen kuva siitä, mitä kemia on, ja yleisemmin innostus luonnontieteisiin. | |
| 69 | Sitä, että myös kotona voi arkisillakin aineilla tehdä mukavia ja erikoisia asioita. | |
| 70 | Aineiden ominaisuuksista | |
| 71 | Että aineita sekoittamalla saa tehtyä uusia aineita ja ihmeitä. | |
| 72 | Luulen että oppi syvenee, kun asioita pohdiskelee vielä mielessään, tulee lisää vastaavia asioita ja ihmetyksiä vastaan eli oletettavasti muistaa asioita liittää tulevaisuudessa uuteen näkemäänsä ja kokemaansa. Avointa mieltä ja ihmetystä. | |
| 73 | hahmottamaan maailmaa uudella tavalla | |
| 74 | Että muovi on yleensä luonnolle huono asia, mutta luontoystävällistäkin muovia voi valmistaa. Liimaakin voi valmistaa itse. | |

| | |
|-----|--|
| 75 | - "olivat teknisiä juttuja" - aikoo kokeilla laavalampun tekemistä kotonakin |
| 76 | Äidin näkökulmasta katsottuna hän oppi varmaan siitä, kuinka eri aineista yhdistelemällä saa aikaa uusia juttuja sekä aineiden huolellista käsittelyä sekä suojautumisen vaatteilla ja lasella, mikä on tärkeä juttu. Hän osoitti myös kiinnostusta äidin kemian opiskelua kohtaan ja kyseli kesätyöstäni silloisen [REDACTED] |
| 77 | Oppi, että kemian aineet haisee pahalle :) ja että sekoittamalla eri aineita voi tulla uusia koostumuksia ja että kolikon saa pesemättä puhtaaksi. |
| 78 | - |
| 79 | Kemiallisia reaktioita. |
| 80 | Uusia asioita mitenkä tehdä muovia,sekoitella aineita. Rohkeutta kokeilla. |
| 81 | Maitomuovin tekeminen oli kivointa päivän aikana. |
| 82 | Kuparin puhdistuksesta. Osasi selittää miksi öljy ja vesi-elintarvikeväriäseos "eivät sekoitu" |
| 83 | Ehkä 7v sitä, että kemia on olemassa. |
| 84 | PH -asioita ainakin |
| 85 | Varmastikin parasta oli juurikin tuo itse tekeminen ja ihmetys & innostus, |
| 86 | Miten kolikoita kiillotetaan. |
| 87 | Kaikkia päivän aikana tehtyjä töitä voi tehdä myös kotona. Erilaiset aineet voi vaikuttaa toisiin aineisiin ja reagoida tietyllä tavalla. |
| 88 | En osaa sanoa. |
| 89 | Varmaan aivan kaiken tiedon imi itseensä, koska kertoo asioista edelleen ja osaa soveltaa oppimaansa. Innostui todella kemiasta, kiitos! |
| 90 | ? |
| 91 | Miten pussi pamautetaan soodaseoksella |
| 92 | Varmaankin kaiken mitä on opetettu |
| 93 | Mistä aineista voidaan valmistaa muovia ja liimaa sekä laavalampun. Miten aineet vaikuttavat ja esim. kolikon väri muuttui. |
| 94 | Tutuista aineista voi tehdä jotain ihan uutta |
| 95 | Ennen kaikkea oli kiva kokeilla asioita ja kotiin tullessa taisi muistaa myös reaktioiden nimiä. Kokeilu oli ollut kivaa ja hän oli ymmärtänyt asiat hyvin. Lapsen sanojen mukaan hän oppi kaikki jutut : Mutta siis taso oli sopiva ja tehtävät motivoiva. |
| 96 | syntyi jonkinlainen käsitys kemiallisista prosesseista ja siitä, miten erilaisia aineita tehdään |
| 97 | Aineita voi muuttaa toisiksi aineiksi. |
| 98 | Tavallisia aineita yhdistämällä voi syntyä uusia mielenkiintoisia juttuja. |
| 99 | Eri aineita yhdistämällä tulee uutta ainetta. |
| 100 | Tiedollista oppimista minun vaikea arvioida. Sen sijaan, oppi, että kemia ja luonnontieteet yleisemminkin ovat mukavaa ja mielenkiintoista. |
| 101 | Laavalampun |
| 102 | Piti vähiten kemiasta, koska muut osallistujat olivat saaneet tehdä enemmän juttuja kuin hän.... |
| 103 | En tiedä varmasti |
| 104 | Että liima tahraa tuhan |
| 105 | Miten maidosta voi tehdä eri asioita. |
| 106 | Miten tehdä laavalamppu kotona ja kolikoita. |
| 107 | Lastani pelottaa käsitellä "myrkyllisiä" aineita. Tästä ei valitettu. |
| 108 | Yleisiä asioita kemiasta |