

*Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)*

Teemakokonaisuudessa Kemiaa (12 tuntia) perehdytään erilaisiin kemiaan liittyviin asioihin, kuten turvallisuuteen, erotusmenetelmiin, mittaamiseen, aineiden tiheyteen, happamuuteen, elintarvikekemiaan ja veden ominaisuuksiin. Jokaisella tunnilla tehdään yksi tai useampi kokeellinen työ. Lisäksi materiaalissa on esitetty joitakin ideoita ja pohdintakysymyksiä teeman käsittelyn tueksi.

Kokonaisuuden on koonnut: Merike Kesler

Muista aina työskennellessäsi turvallisuus. Varmista ennen työskentelyn aloittamista, että kaikki välineet, aineet ja tarvikkeet sopivat kohderyhmällesi. Vaikka useat työohjeet ovatkin helppoja, ne on tarkoitettu aikuisten ohjaajien käyttöön. Lasten ja nuorten työskentelyä on aina valvottava, eikä Opinkirjo ota vastuuta työskentelyn aikana sattuneista tapaturmista.

Tuntien aihepiirit:

1. [Varoitusmerkkeihin tutustuminen](#)
2. [Erotusmenetelmät](#)
3. [Mittaaminen](#)
4. [Nesteiden tiheys](#)
5. [Nesteiden tiheys, osa 2](#)
6. [Hiilidioksidi](#)
7. [Happamuus](#)
8. [Happojen vaikutus](#)
9. [Elintarvikkeiden tutkiminen](#)
10. [Kemiaa keittiössä](#)
11. [Veden ominaisuudet](#)
12. [Veden ominaisuudet, osa 2](#)

*Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)*

## Tunti 1: Varoitusmerkkeihin tutustuminen

- Varoitusmerkit tutuksi
- Opettaja voi koota erilaisia pakkauksia, jossa on varoitusmerkkejä
  - oppilaat tutkivat pakkauksia ja yhdessä mietitään, mistä vaarasta mikäkin merkki varoittaa
  - perehdytään myös sellaisiin varoitusmerkkeihin, joita ei pakkauksissa tullut esille
  - katso lisätietoja varoitusmerkeistä [Tukesin sivuilta](#)

*Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)*

## Tunti 2: Erotusmenetelmät

- Kysymyksiä pohdittavaksi:
  - mitä eroa on puhtaalla aineella ja seoksella? Miettikää esimerkkejä molemmista.
  - millaisia seoksia olet tänään käsitellyt tai syönyt?
  - millaisia menetelmiä seoksen sisältämien eri aineiden erotukseen olet käyttänyt arkielämässä?
  
- Erotusmenetelmien kokeileminen
  - Katso [Opettajan ohje: Sekoitetaan seoksia](#)
  
- Kromatografia (yhdisteiden erotusmenetelmä)
  - Katso [Oppilaan ohje: Värien arvoitus – salaisuuden jäljille kromatografian avulla](#)

*Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)*

## Opettajan ohje: Sekoitetaan seoksia

Lähde: Luonnon-tiedekerhon ABC-vihkonen vetäjille. 2002.

Mitä tarvitaan:

- lasi-, muovi- tai pahvipurkkeja/mukeja
- lusikoita - erilaisia erotusvälineitä: siivilöitä, harsokangasta, suodatinpaperia, suppiloita, magneetti, ym.
- erilaisia seoksiin tarvittavia aineita kuten vehnä jauhoja, herneitä, lunta, hiekkaa, kahvijauhetta, suolaa, sokeria, kiviä, teelehtiä, rautajauhetta, perunajauhoja ym.

Miten tehdään:

1. Oppilaat valmistavat pareittain seoksen (seoksia) kahdesta aineesta (esim. perunajauhoherne seos, jauho-kauranryyniseos, hiekka-lumiseos, suola-hiekkaseos, hiekkarautajauheseos) ja miettivät tämän jälkeen, miten seoksen aineet saa erotettua toisistaan.
2. Ennen erottamistyötä pari esittää suunnitelmansa opettajalle ja muille oppilaille (samalla voidaan arvioida yhdessä, onko menetelmä sopiva).
3. Lopuksi kukin pari selittää erotustyön suorittamisen ja tulokset muille oppilaille.

Mikä on tehtävän idea:

Monet aineet, joita arkielämässä kutsutaan puhtaiksi aineiksi, ovat tarkasti ottaen seoksia. Hyvä esimerkki on kraanavesi. Se on seos, joka veden lisäksi sisältää mm. erilaisia liuennetta suoloja sekä ilmasta liuennetta kaasuja. Puhtaita aineita ovat vain alkuaineet, kuten kupari ja hiili, ja puhtaat kemialliset yhdisteet, esimerkiksi puhdistettu vesi. Seos sisältää vähintään kahta puhdasta ainetta. Esimerkiksi ilma on kaasuseos, joka sisältää pääasiassa typpeä ja happea.

Kirjallisuuslähteitä: Vakkilainen, Kirsi-Maria. 2001. Iloa tutkimisesta. Opetushallitus ja Taloudellinen Tiedotustoimisto. Porvoo.

*Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käytä sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)*

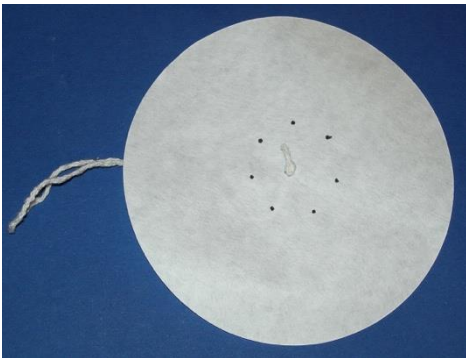
## Oppilaan ohje: Värien arvoitus – salaisuuden jäljille kromatografian avulla

Mitä tarvitaan:

- vesiliukoisia tussikyniä
- puuvillalankaa tai muuta hyvin vettä imevää lankaa
- suodatinpaperia tai kahvinsuodattimia
- muki
- sakset

Miten tehdään:

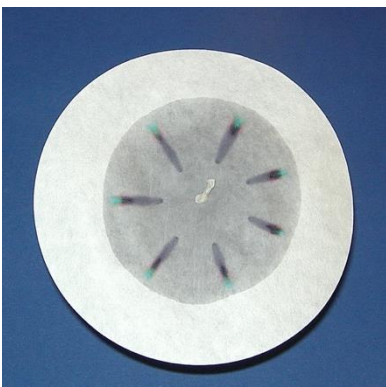
1. Täytä lasi puoleen saakka vedellä.
2. Leikkaa narusta mukiin korkeuden pituinen pätkä.
3. Leikkaa suodatinpaperista ympyränmuotoinen kiekko.
4. Tee suodatinpaperin keskikohtaan pieni reikä narua varten.
5. Tee keskipisteestä n. 2 cm etäisyydelle pisteitä väritusseilla (kuva 1).
6. Kiinnitä narun toinen pää solmun avulla paperiin ja nosta kiekko vesilasin päälle niin, että narun toinen pää uppoa veteen (kuva 2).
7. Anna veden imeytyä narua pitkin paperiin, kunnes väripisteet leviävät (kuvat 3 ja 4).



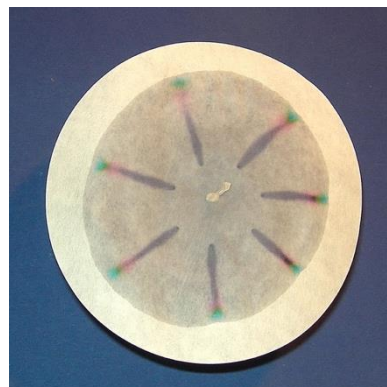
Kuva 1.



Kuva 2.



Kuva 3.



Kuva 4.

*Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)*

Mikä on tehtävän idea:

Kokeessa on kyse kapillaari-ilmiöstä. Vesi nousee narussa ohuita ”putkia” pitkin paperiin ja jatkaa matkaa paperissa paperin ”putkia” pitkin. Vedessä liukeneva väriaine liikkuu paperissa veden mukaan. Koska eri väriaineiden paino on erilainen, ne liikkuvat paperissa eri etäisyyksille eli painavin liikkuu lyhyimmän matkan ja kevyin pisimmän.

*Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)*

## Tunti 3: Mittaaminen

- Kysymyksiä pohdittavaksi:
  - millaisissa tilanteissa tarvitaan mittaamista? Mitä kaikkea voi mitata?
  - millaisia mittayksiköjä on olemassa?
  - miksi liukset asettuvat kerroksittain? Mikä määrää kerrosten järjestyksen?
    - o Katso [Opettajan ohje: Sokerisateenkaari](#)
      - Opettajan ohjetta voi käyttää myös oppilaan ohjeena tai ohjaaja voi kirjoittaa jokaisen oppilaan (tai parin tai ryhmän) tehtävän taululle (käytännössä tarvitaan oppilaan tietoon vain sokerin määrä, veden määrä ja väri) tai sanella ohjeen paperille

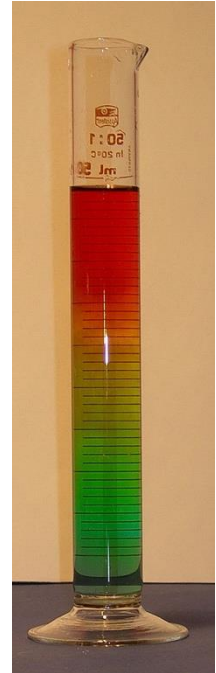
Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)

## Opettajan ohje: Sokerisateenkaari

Lähde: Luonnon-tiedekerhon ABC-vihkonen vetäjille. 2002.

Mitä tarvitaan:

- vaaka tai keittiön tilavuusmitta
- 500 ml mittalasi tai jokin muu mahdollisimman kapea ja korkea, läpinäkyvä astia (esim. n. ½ litran oliivipurkki käy)
- 6 kpl 200 ml:n keitinlaseja tai juomalaseja tai kertakäyttömukeja
- 6 kpl lusikoita
- n. 50 cm kumiletkua
- suppilo
- 6 kpl 100 ml:n mittalaseja tai desilitramittoja
- sokeria
- vettä
- elintarvikevärejä (punaista, keltaista, sinistä)



Miten tehdään:

1. Valmistetaan taulukon 1 mukaiset liuokset. Oppilaat voidaan jakaa viiteen ryhmään ja jokainen ryhmä valmistaa yhden liuoksen. Liuoksen, jossa on pelkkää vettä, voi opettaja valmistaa malliksi.
2. Oppilaat mittavat tarvittavan sokerimäärän keitin- tai juomalasiin. Sokerin joukkoon lisätään 70 ml vettä. Seosta sekoitetaan lusikalla, kunnes kaikki sokeri on liennut. Lopuksi liuokset värjätään elintarvikevärillä halutun värisiksi.
3. Liuokset valutetaan astiaan aloittaen laimeimmasta ja lopettaen väkevimpään sokeriliuokseen. Aseta kumiletku astiaan pohjalle seisomaan. Liuokset voi jopa pipetoida letkuun, että valutus tapahtuisi mahdollisimman hitaasti, jolloin kerrokset pysyvät kerroksittain.
4. Liuokset asettuvat kerroksittain päällekkäin (kevyin liuos päällimmäiseksi, raskain pohjalle) ja lopputulokseksi saadaan kauniin värinen sateenkaariliuos. Liuoksia on valutettava rauhallisesti tasaisena nauhana eikä ilmakuplia kannata päästää syntymään, sillä ne saattavat sekoittaa liuokset.

Taulukko 1. Sokerisateenkaarityön liuokset.

Sokeripitoisuus	Sokerimäärä	Vesimäärä	Liuoksen väri
0 %	0 g (0 ml)	70 ml	punainen
10%	7 g (8 ml)	70 ml	oranssi
20 %	14 g (16 ml)	70 ml	keltainen
30 %	21 g (24 ml)	70 ml	vihreä
40 %	28 g (32 ml)	70 ml	sininen
50 %	35 g (40 ml)	70 ml	violetti



*Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)*

Mikä on tehtävän idea:

Sokeripitoisuus nostaa veden tiheyttä. Luonnossa esim. meriveden tiheys on suurempi, kuin makean veden tiheys. Silloin veden tiheyteen vaikuttavat veteen liuenneet suolat. Tutkimuksen voikin toistaa liuottamalla veteen suolaa. Tuloksia voi verrata keskenään.

Kirjallisuuslähteitä:

Aine ja energia, Kemia, opettajan opas 1, 2002.

*Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)*

## Tunti 4: Nesteiden tiheys

- Jo edellisellä kerralla tehtävässä käsiteltiin liuoksia, joilla oli erilainen tiheys. Silloin liuokset saatiin aikaiseksi sekoittamalla niihin suolaa tai sokeria. Käytämme päivittäisessä elämässä myös jo valmiita nesteitä, joiden tiheys on erilainen.
  
- Rakennetaan areometri eli tiheyden mittari
  - o Katso [Oppilaan ohje: Areometri eli uppovaaka](#)

Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)

## Oppilaan ohje: Areometri eli uppovaaka

Lähde: Elke Dannecker. 2003. Tolle Experimente. F. X. Schmid

Mitä tarvitaan:

- talousspriitä (esim. Sinoli)
- suolaa
- vettä
- öljyä
- mukeja
- lusikan
- juomapillin
- sinitarraa
- sakset

Miten tehdään:

1. Leikkaa pillistä n. 7 cm pituinen pätkä.
2. Kiinnitä pätkän toiseen päähän noin pienen herneen kokoinen pala sinitarraa. Tämä on uppovaaka eli areometri. (Tee vain yksi areometri, ei kolme, kuten kuvassa on esitetty.)
3. Laita mukeihin erilaisia nesteitä: vettä, talousspriitä, suolaliuosta (voit sekoittaa eri vahvuuksia) ja öljyä.
4. Laita uppovaaka vuorotellen jokaisen mukiin sinitarrapäätä alaspäin.
5. Mitä havaitset?

Mikä on tehtävän idea:

Eri nesteillä on erilainen tiheys. Uppovaaka ui sitä syvemmillä mitä pienempi on nesteen tiheys. Tässä tapauksessa talousspriin tiheys on pienin (mittari uppoaa syvimmälle), sitten tulee öljy, sitten vesi, ja suolaliuos on tihein (mittari kelluu pinnan lähellä).



Kuvassa uppovaaka on testattu kolmessa liuoksessa: vedessä, öljyssä ja talousspriissä.

*Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)*

## Tunti 5: Nesteiden tiheys, osa 2

- Uppoava öljy, oppilaan ohje (pdf-tiedosto)
  - o Katso [Oppilaan ohje: Uppoava öljy](#)
  
- Kokeessa havaitaan, että öljy kelluu keveämpänä veden pinnalla. Ennen kun lisätään suolaa, voidaan pohtia yhdessä, miten tai missä olosuhteissa öljy voisi upota ja olisiko se ylipäätänsä mahdollista.
  
- Laavalamput toimivat samalla tavalla. Lampussa olevilla nesteillä on suunnilleen sama tiheys, mutta ne eivät sekoitu keskenään. Lampun pohjalla olevat ”laavapallot” lämpenevät, muuttuvat harvemmiksi ja nousevat pintaa kohti. Ylhäällä on viileämpää, laava jäähtyy ja uppoa taas.

Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)

## Oppilaan ohje: Uppoava öljy

(Lähde: [www.planet-science.com/sciteach/index.html](http://www.planet-science.com/sciteach/index.html))

Mitä tarvitaan:

- lasipurkki tai muu läpinäkyvä astia
- öljyä
- vettä
- elintarvikeväriä
- suolaa
- lusikka

Miten tehdään:

1. Kaada purkkiin 10 cm verran vettä.
2. Lisää 1-2 sentin verran öljyä. Sekoittuiko öljy veteen? Onko öljy veden päällä vai alla?
3. Lisää muutamia tippoja elintarvikeväriä purkkiin ja katso mitä sille tapahtuu (kuva 1).
4. Ripottele lusikallinen suolaa öljyn pinnalle ja seuraa mitä tapahtuu (kuva 2). Mitä tapahtui väriaineelle ja mitä tapahtui suolalle? Voit lisätä suolaa nähdäkseen tapahtuman uudelleen.



Mikä on tehtävän idea:

Öljy ja vesi eivät sekoitu, koska vesi on öljyä tiheämpää ja öljy jää veden pinnalle. Myös vesipohjainen elintarvikeväri vajoaa öljyn alle. Suola ei liukene öljyssä. Painovoima vetää suolaa purkin pohjalle ja samalla suola vetää hiukan öljyä pienissä möykyissä sen mukana. Kun suola tavoittaa veden se liukenee ja öljy, joka upposi, pyrkii taas pintaan.

*Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)*

## Tunti 6: Hiilidioksidi

- Kasvata haamu kukkapurkkiin
  - Katso [Oppilaan ohje: Kasvata haamu kukkapurkkiin](#)

*Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käytä sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)*

## Oppilaan ohje: Kasvata haamu kukkapurkkiin

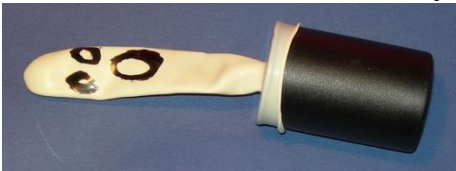
Lähde: Kerhokeskus - koulutyön tuki ry:n koulutuspaketti "Kemiaa yksikertaisilla välineillä", 2004.  
Koonneet Johanna Lillberg ja Elina Nurminen

Mitä tarvitaan:

- filmipurkki
- ilmapallo
- poretabletti
- kukkaruukku
- multaa tai hiekkaa
- vettä
- sakset tai piikki

Miten tehdään:

1. Piirrä ilmapalloon vedenkestävällä tussilla haamulle silmät ja suu.
2. Tee saksilla tai piikillä reikiä filmipurkin pohjaan.
3. Laita poretabletti filmipurkin pohjalle.
4. Laita ilmapallo filmipurkin "suulle" tiukasti noin 1 cm matkalta (kuva 1).
5. "Istuta" haamun taimi ilmapallopää ylöspäin 1 - 2 cm syvyyteen kukkapurkkiin, jossa on hiekkaa tai multaa. Koe onnistuu paremmin, jos multa tai hiekka on kostea jo ennen "istutusta" (kuva 2).
6. Kastele melko runsaasti vedellä ja odota.



Kuva 1.



Kuva 2.



Kuva 3.

Mikä on tehtävän idea:

Filmipurkin pohjassa olevien reikien kautta vettä imeytyy purkkiin ja samalla poretabletti kostuu. Reaktiossa vapautuu hiilidioksidia. Vapautuva kaasu kerääntyy ilmapalloon ja nostaa sen mullasta tai hiekasta näkyviin (kuva 3).

Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)

## Tunti 7: Happamuus

- [Opettajan ohje: Punakaali indikaattorina](#)
  - o työ sopii hyvin demonstraatioksi ja havainnollistaa hyvin punakaalimehun värinmuutokset
  - o jos oppilailla ei ole mitään taustatietoja happamuudesta/emäksisyydestä eikä indikaattorin toiminta ole tuttua, kannattaa ehkä aloittaa niiden perusideoiden selittämisellä: milloin indikaattorin väri muuttuu ja miksi. Oppilaat voisivat tehdä oman väritaulukon, johon he myöhemmin indikaattorin väriä vertailevat. Tällaista taulukkoa on mukava käyttää myös kotona, koska vaikka esim. pH-paperia saisikin palasen kotiin, sen mukana olevaa taulukkoa ei voi irrottaa. Punakaalin mehu muuttuu happamassa kirkkaan punaiseksi, neutraalissa se on violetti ja emäksisessä vihertävän sininen.
  - o punakaalimehun valmistus: pilko punakaali paloiksi (yhdestä kaalin lehdestä saa mehua koko ryhmälle) ja keitä kattilassa vedessä (100 ml vettä/ yksi kaalin lehti) muutaman minuutin ajan, kunnes liuoksen väri on sinipunainen. Anna jäähtyä ja suodata mehu pulloon. Mehu säilyy vain muutaman päivän, parhaiten jääkaapissa.
  
- [Oppilaan ohje: Aineiden happamuuden tutkiminen](#)

Kysymyksiä pohdittavaksi:

- Miksi mustikkaiset kädet muuttuvat siniseksi, kun ne pestään saippualla?



*Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)*

## Opettajan ohje: Punakaali indikaattorina

(Lähde: Anke Keske. 2004. Die besten Experimente für Kinder. Bassermann.)

Mitä tarvitaan:

- punakaalimehusta valmistettuja jääkuutioita
- sitruunamehua
- ruokasoodaa
- kolme lasia
- lusikka

Miten tehdään:

1. Täytä lasit vedellä.
2. Sekoita yhteen lasiin sitruunamehua, toiseen ruokasoodaa ja kolmanteen jätä puhdasta vettä.
3. Laita jokaiseen lasiin kaalimehukuutio.
4. Mitä tapahtuu?

Mikä on tehtävän idea:

Punakaali on luonnonindikaattori, joka vaihtaa väriä happamuuden muuttuessa. Punakaalimehu säilyy tuoreena vain lyhyen ajan. Siksi sen pakastaminen on hyvä keino pidentää sen säilyvyyttä.

*Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)*

## Oppilaan ohje: Aineiden happamuuden tutkiminen

Lähde: Luonnon-tiedekerhon ABC-vihkonen vetäjille. 2002.

Mitä tarvitaan:

- lasi- / muovipurkkeja tai kuoppalevy
- lusikoita tai pipettejä
- pH-paperia, punakaalimehua tai muuta indikaattoria
- tutkittavia aineita: etikkaa, ruokasoodaa, maitoa, virvoitusjuomaa, sitruunan mehua, sokeria, pesuainetta, ym.

Miten tehdään:

1. Oppilaat hakevat pareittain 4-6 ainetta (jokaisen eri astiaan) ja liuottavat kiinteät aineet veteen. Paperille tai purkkien kylkeen on syytä merkitä huolellisesti, mitä ainetta kukin purkki sisältää.
2. Opettaja jakaa lasillisen punakaalimehua ja/tai pH-paperia jokaiselle työparille. Lapset miettivät miltä aineet tuntuvat/haisevat ja tekevät oletuksia siitä, ovatko aineet happamia, neutraaleja vai emäksisiä (hypoteesit kirjoitetaan ylös).
3. Tämän jälkeen he määrittävät kukin aineensa pH:n ja taulukoivat tulokset oletusten viereen.
4. Lopuksi kukin pari kertoo vuorotelleen tuloksensa muille oppilaille.

Mikä on tehtävän idea:

Aineita voidaan luokitella myös niiden happamuuden mukaan. Happamuutta mitataan pH-arvolla. Aineet, joiden pH-arvo on alle 7, ovat happamia. Emäksisiä ovat sellaiset aineet, joiden pH-arvo on yli 7. Jos aineen pH-arvo on 7, sanotaan ainetta neutraaliksi. Monet luonnonaineet, kuten kasvien väriaineet, muuttavat väriään aineen happamuuden mukaan. Tällaisia aineita kutsutaan indikaattoreiksi.

Kirjallisuuslähteitä: Vakkilainen, Kirsi-Maria. 2001. Iloa tutkimisesta. Opetushallitus ja Taloudellinen Tiedotustoimisto. Porvoo.

Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)

## Tunti 8: Happojen vaikutus

- Hammaskaries on maailman yleisimpiä tartuntatauteja. Kariesta aiheuttaa *Streptococcus mutans* -bakteeri, jonka aineenvaihdunnassa hiilihydraateista muodostuu happoja, jotka vahingoittavat hammaskiillettä. Sylki pystyy neutraloimaan suun happamuutta, mutta jos syödään tai juodaan jatkuvasti makeaa ja hapanta, syljen vaikutus ei riitä. Varsinkin happamat ja sokeripitoiset juomat usein nautittuina (kuten limonadit tai mehut) vahingoittavat hampaita.
- Ksylitolipurkan pureskeleminen lisää syljen eritystä ja neutraloi suun happamuutta. Purkan käyttö säännöllisesti ehkäisee hampaiden reikiintymistä.
- [Oppilaan ohje: Hajoavat munat ja hajoavat hampaat](#)
  - o tehtävä tehdään ensimmäisenä, koska sen tulokset nähdään vasta seuraavalla viikolla
  - o työssä nähdään, miten happo vaikuttaa pitkällä tähtäimellä
- [Oppilaan ohje: Happohyökkäys](#)
  - o Vertaile tuloksia. Mitä huomaat?
  - o Vertaile pariin kanssa tuloksianne. Oletteko saaneet samanlaiset tulokset?
  - o Mistä mahdolliset erot johtuvat? Onko mahdollista, että tulokset voisivat olla virheellisiä? Miksi?

Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)

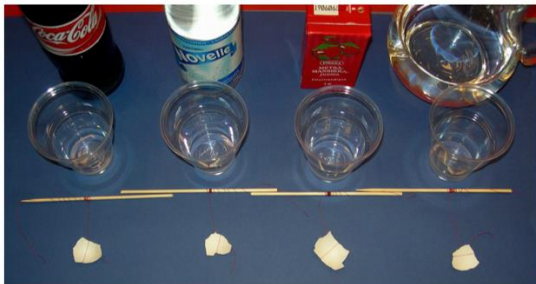
Oppilaan ohje: Hajoavat munat ja hajoavat hampaat  
(Lähde: [www.planet-science.com/sciteach/index.html](http://www.planet-science.com/sciteach/index.html))

Mitä tarvitaan:

- 4 munankuoren palaa
- 4 muovipikaria tai juomalaseja
- lankaa tai narua
- 2 grillitikkua, jotka katkaistaan keskeltä
- erilaisia virvoitusjuomia: Coca-Colaa, puristettua mehua, tuoretta hedelmämehua, vettä

Miten tehdään:

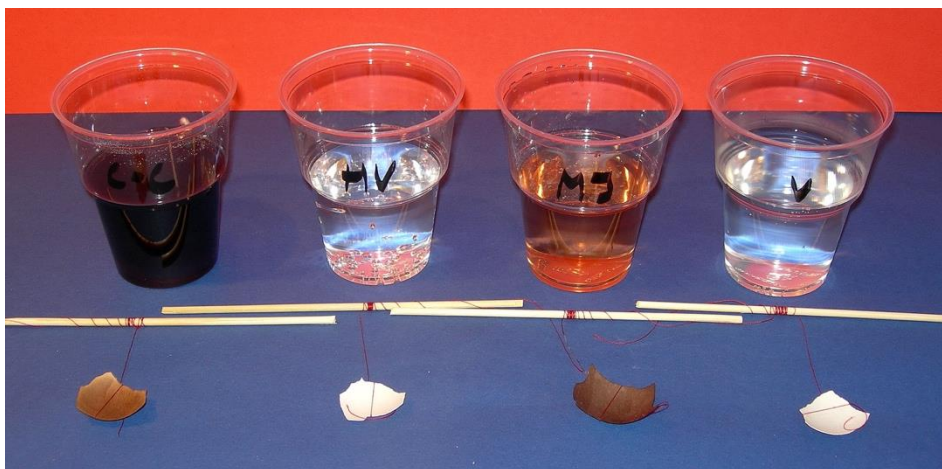
1. Sido munankuoriin n. 15 cm mittainen naru.
2. Narun toinen pää sido kiinni puolikkaaseen grillitikkuun (kuva 1).
3. Nosta tikku kuorineen muovipikariin niin että kuori jää roikkumaan pikarin keskiosaan.
4. Täytä pikarit eri juomilla (kuva 2).
5. Laita pikarit paikkaan, jossa ne saavat olla rauhassa viikon yli.
6. Tarkista kuorenpalat viikon kuluttua. Mikä kuorista on pehmein? Voitko raapia sormenkynnelläsi kuorien pintaa pois? (Kuva 3.)



Kuva 1.



Kuva 2. Kuoret jätetään juomiin viikoksi. Pikareissa oleva juoma ei ole viikon päästä enää juomakelpoista.



Kuva 3. Munankuoret viikon kuluttua.

*Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)*

Mikä on tehtävän idea:

Munankuoret sisältävät kalsiumkarbonaattia, joka reagoi happojen kanssa. Esimerkiksi Coca-Cola on todella hapanta – se sisältää fosforihappoa, hiilihappoa ja sitruunahappoa. Ajan mittaan, kalsiumkarbonaatti reagoi näitten happojen kanssa ja liukenee juomaan, jolloin kuori pehmenee. Tuore appelsiinimehu sisältää myös happoja, erityisesti sitruunahappoa, ja voi olla yhtä hapan kuin limonadi. Juomista vesi on hapottomampi ja munankuoret säilyvät melkein ennallaan.

Hampaamme ovat kalsiumfosfaattia, joka reagoi näiden happojen kanssa samalla tavalla. Niinpä liiallinen happoja sisältävän juoman juominen hajottaa hitaasti hampaita.

Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)

## Oppilaan ohje: Happohyökkäys

Mitä tarvitaan:

- Coca-Colaa tai muuta limonadia
- ksylitolipurukumia
- pH-paperia
- mehupillejä
- mukeja

Miten tehdään:

1. Mittaa ensin sylkesi pH-arvo kastelemalla pillin pää sylkeen ja kostuttamalla sitten pH-paperin palanen. Lue pH-arvo väriskaalalta. Kirjoita tulos taulukkoon.
2. Ota suuhun pieni määrä limonadia ja pidä sitä suussa n. 30 sekunnin ajan. Mittaa syljen pH-arvo uudelleen ja kirjaa tulos taulukkoon.
3. Pureskele ksylitolipurukumia parin minuutin ajan. Mittaa syljen pH-arvo ja kirjaa tulos taulukkoon.

Mikä on tehtävän idea:

Limonadit sisältävät ison sokerimäärän lisäksi myös paljon happoja. Esim. Coca-Colan pH arvo on lähellä 4, joka johtuu pääasiassa hiilihaposta ja fosforihaposta. Nimenomaan hapot ovat vaarallisia hampaille vahingoittaen hammaskiillettä. Ksylitoli on myös sokeria, mutta sen rakenne on sellainen, ettei kariesta aiheuttavat bakteerit voi sitä käyttää ruuakseen. Päinvastoin ksylitoli saa syljen kanssa reagoidessa aikaiseksi happojen neutraloimisen.

Esimerkkikysymyksiä:

1. Vertaile tuloksia. Mitä huomaat?
2. Vertaile parisi kanssa tuloksianne. Oletteko saaneet samanlaiset tulokset?
3. Mistä mahdolliset erot johtuvat? Onko mahdollista, että tulokset voisivat olla virheellisiä? Miksi?

Syljen pH ennen koetta	Syljen pH Coca-Colan jälkeen	Syljen pH ksylitolin jälkeen

*Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)*

## Tunti 9: Elintarvikkeiden tutkiminen

- Tutkitaan, missä elintarvikkeissa on tärkkelystä
  - Katso [Oppilaan ohje: Missä elintarvikkeissa on tärkkelystä?](#)
  - Tumma väri johtuu jodin sitoutumisesta tärkkelyksen proteiineihin.

Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käytä sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)

## Oppilaan ohje: Missä elintarvikkeissa on tärkkelystä?

Lähteet: Das grosse Buch der Experimente. Über 200 spannende Versuche, die klüger machen. 2004.

HUOM! Ole varovainen jodin käytössä, jodi värjää sekä ihoa että vaatteita ja irtoa huonosti. Käytä vain laimeata liuosta.

Mitä tarvitaan:

- jodiliuosta
- pipetin
- elintarvikkeita (esim. leipää, erilaisia hedelmiä, juustoa, perunaa, ym.)
- kertakäyttölautasia

Miten tehdään:

1. Laita pieni pala kutakin elintarviketta lautaselle ja tiputa sille 1-2 tippaa jodiliuosta.
2. Ne elintarvikkeet, joissa on tärkkelystä värjäytyvät riippuen liuoksen vahvuudesta tummansinisiksi tai lilaksi. Muissa liuos pysyy keltaisena tai ruskeana.



Kuvassa esimerkkejä elintarvikkeista, joiden tärkkelyksen sisältöä on testattu jodiliuoksella. Keksissä, kakussa ja perunassa näyttäisi olevan paljon tärkkelystä.

Mikä on tehtävän idea:

Hiilihydraatit ovat tärkeä osa ravintoamme ja energian lähde. Tärkkelys on kasvisolujen hiilihydraattien varastomuoto. Esim. peruna tai viljan jyvät ovat melkein kokonaan tärkkelystä.



*Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)*

## Tunti 10: Kemiaa keittiössä

- Tutustutaan maidon ominaisuuksiin
  - o Katso [Oppilaan ohje: Pyörivä maito](#)

Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)

## Oppilaan ohje: Pyörivä maito

Lähde: Kerhokeskus - koulutyön tuki ry:n koulutuspaketti ”Kemiaa yksikertaisilla välineillä”, 2004.  
Koonneet Johanna Lillberg ja Elina Nurminen

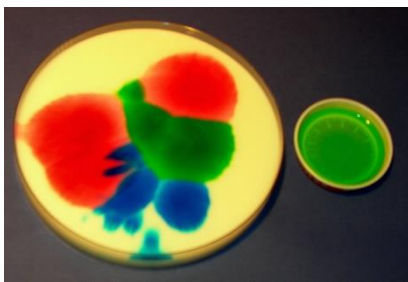
Mitä tarvitaan:

- lautanen tai petrialja
- suodatinpaperia
- hammastikku
- elintarvikevärejä (sininen, keltainen, punainen)
- rasvaista maitoa
- nestemäistä pesuainetta (esim. Fairy)

Miten tehdään:

1. Kaada maitoa (anna maidon lämmetä huoneenlämpöiseksi) astian pohjalle n. sentin verran.
2. Tiputa erilaisia elintarvikevärejä maidon pinnalle (kuva 1).
3. Kostuta hammastikku pesuaineessa ja kosketa sillä maitoa (kuva 2). Miten värit käyttäytyvät?
4. Kostuta hammastikku taas pesuaineessa ja kosketa sillä väriläiskää. Miten värit nyt käyttäytyvät?
4. Sekoita kevyesti edestakaisin tikulla. Älä kuitenkaan sekoita värejä liikaa (kuva 3). Mitä uusia värejä ilmestyy?

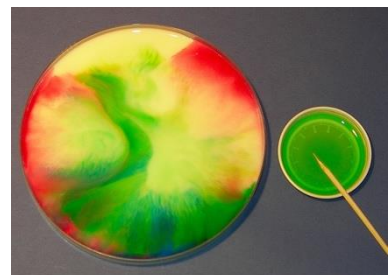
Voit tehdä kuvioita seuraavasti: Aseta suodatinpaperinpala varovasti maidon pintaan. Nosta hetken päästä ylös ja käännä kuivumaan.



Kuva 1.



Kuva 2. Pesuaine rikkoo pintajännityksen ja värit ”pakenevat” astian reunoille.



Kuva 3.

Mikä on tehtävän idea:

Tehtävän taustalla on pintajännitys ja erilaisten aineiden polaarisuus. Maidossa on sekä sokereita ja suoloja, että myös rasvoja. Pesuaine saa nämä maidossa olevat aineet sekä värit käyttäytymään eri tavoin.

Kirjallisuuslähteitä: Science world: British Columbia by Bare Bone Publishing: Science fun guide, 1995

*Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)*

## Tunti 11: Veden ominaisuudet

- Tutustutaan osmoosiin ja diffuusioon
  - Katso [Oppilaan ohje: Osmoosi](#)
  - Katso [Oppilaan ohje: Diffuusio](#)

*Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käytä sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)*

## Oppilaan ohje: Osmoosi

Lähde: Hermann Krekeler, Marlies Rieper-Bastian. 2004. Spannende Experimenten. Naturwissenschaft spielerisch erleben.

Mitä tarvitaan:

nallekarkin  
vesilasin  
kylmää vettä

Miten tehdään:

Laita nallekarkki vesilasiin.  
Täytä lasi kylmällä vedellä.  
Jätä nalle veteen muutamaksi tunniksi tai yön yli. Mitä karkkinallelle tapahtui?

Kuvissa näet nallekarkin muodonmuutoksen 2 tunnin aikana:



Kuva ennen



Kuva jälkeen

Mikä on tehtävän idea:

Nallekarkit ovat valmistettu aineesta, joka imee itseensä vettä, kuin pesusieni. Koska nallekarkeissa on myös gelatiinia, pitää olla tarkkana, ettei nalle jää liian pitkäksi aikaa veteen ja liukenee näkymättömiin. Silloin kuin vesimolekyylit kulkeutuvat puoliläpäisevän kalvon läpi on kyseessä ilmiö nimeltä osmoosi.

*Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)*

## Oppilaan ohje: Diffuusio

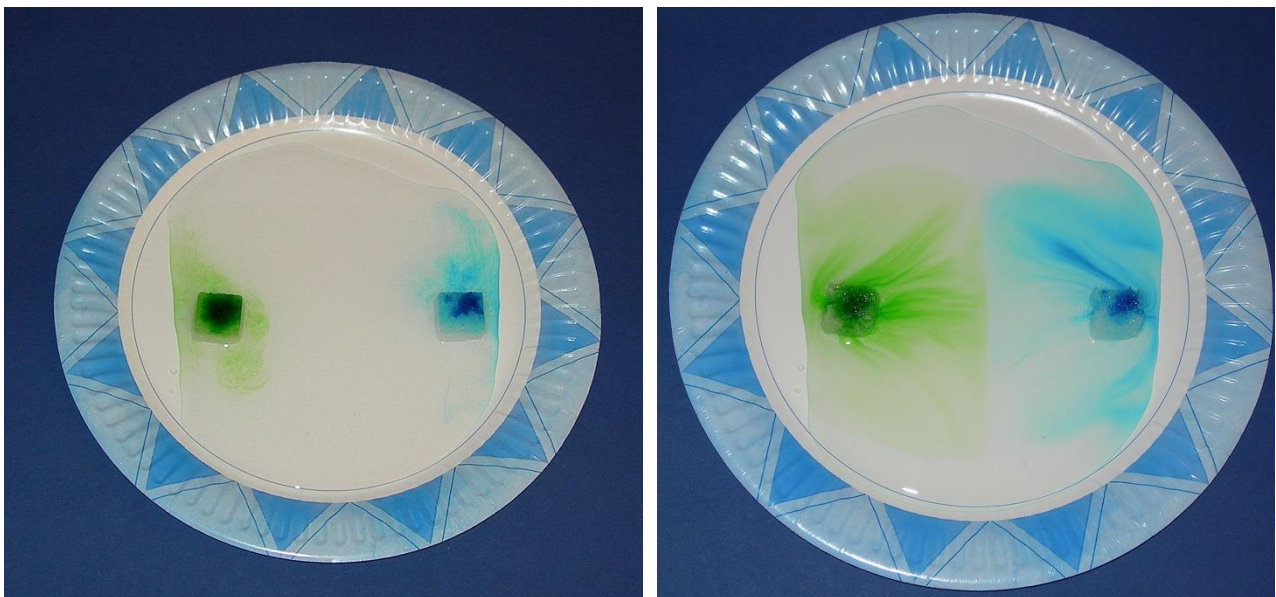
Lähde: Hermann Krekeler, Marlies Rieper-Bastian. 2005. Spannende Experimenten. Naturwissenschaft spielerisch erleben.

Mitä tarvitaan:

- 2 palaa sokeria
- lautanen
- nestemäistä väriainetta, kahta eri väriä
- vettä

Miten tehdään:

1. Kaada lautasen pohjalle hieman kylmää vettä.
2. Tiputa sokeripaloille kummallekin pari tippaa eri väriainetta ja nosta palat lautaselle. Tarkkaile mitä tapahtuu liikuttamatta lautasta.
3. Mitä tapahtuu, kun väririntamat kohtaavat? Miksi?



Mikä on tehtävän idea:

Diffuusioksi kutsutaan ilmiötä, jossa ainetta siirtyy väkevämmästä pitoisuudesta laimeampaan, jolloin pitoisuuserot tasoittuvat. Kun sokeri liukenee ja sekoittuu veteen, on kyse diffuusiosta. Vesimolekyylin diffuusiota kutsutaan osmoosiksi.

Sokerin liukenemista veteen on vaikea havaita paljain silmin. Kun sokeripalalle tiputetaan hieman väriainetta, veteen liukenevat sokerimolekyylit "ottavat" sitä mukaansa ja liukeneminen voidaan havaita. Jos lautanen on aivan paikoillaan kokeen aikana, muodostuu väririntamien kohtauspaikkaan selkeä raja. Sokeri, ja sen mukana myös väri, siirtyy rajan toiselle puolelle hyvin hitaasti, koska toisella puolella rajaa sokerin pitoisuus on yhtä suuri.

*Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)*

## Tunti 12: Veden ominaisuudet, osa 2

- Jatketaan veden ominaisuuksien tutkimista
  - o Katso [Oppilaan ohje: Millainen vesi vaahtoa?](#)
  
- Lisätehtäviä ja jatkotutkimusideoita:
  - o Ensimmäisessä tehtävässä voi käyttää erilaisia suoloja esim. merisuolaa tai tavallista ruokasuolaa. Samoin voi käyttää erilaisia saippuonia. Voidaan tutkia, millainen saippua toimii parhaiten merivedessä jne. Esimerkiksi voidaan ottaa selvää, millaista saippuaa kannattaa ottaa mukaan mökkisaareen, jossa ei ole makean veden lähdettä.

Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa [www.opinkirjo.fi](http://www.opinkirjo.fi)

## Oppilaan ohje: Millainen vesi vaahtoa?

Lähde: Kerhokeskus - koulutyön tuki ry:n koulutuspaketti ”Yksinkertaisilla välineillä kokeellisuuteen”, 2004. Koonnut Merike Kesler

Mitä tarvitaan:

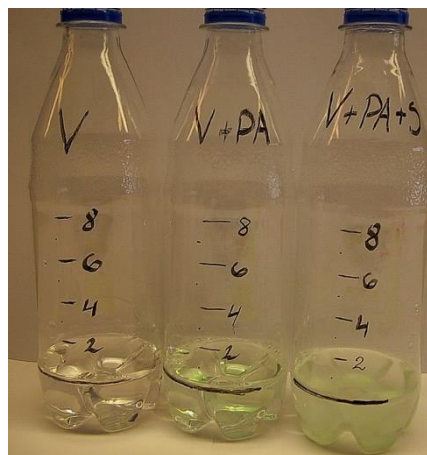
- 3 samankokoista kirkaasta muovista tehtyä puhdasta pulloa korkkeineen
- mitta (esim. viivoitin)
- tussikynä (miehellään vedenkestävä)
- puhdasta vettä (tislattua, mikäli mahdollista)
- mittalusikka
- magnesiumsulfaattia (katkerosuola) ja/tai muita suoloja
- nestemäistä tiskinpesuainetta ja/tai muuta saippuaa

Miten tehdään:

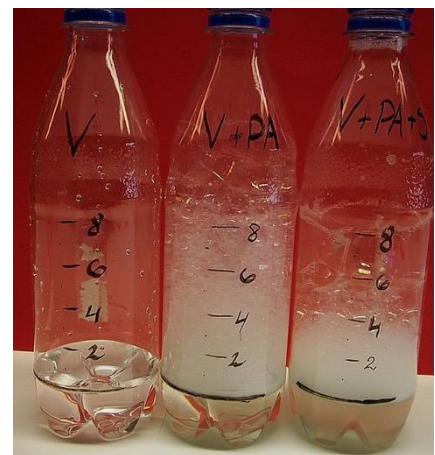
1. Piirrä pullon pojasta n. 2 cm korkeudelle vesirajan merkki.
2. Tee vesirajasta ylöspäin pienempiä merkkejä senttimetrin välein. Muista merkata viivojen viereen myös numero. Toimi näin kaikkien pullojen kanssa (kuva 1).
3. Sitten merkitse pulloihin ”vesi”, ”vesi + pesuaine” ja ”vesi + tiskiaine + suola” (kuva 2).
4. Kaada pulloihin varovaisesti vesirajaan saakka vettä (kuva 2).
5. Lisää pulloon ”vesi + pesuaine” n. ¼ mittalusikallista pesuainetta ja pulloon ”vesi + pesuaine + suola” saman verran suolaa ja pesuainetta (2-3 tippaa).
6. Sulje pullot ja ravista niitä jokaista n. 5-10 sekunnin ajan.
7. Tee muistiinpanot siitä miten korkealle jokaiseen pulloon muodostui vaahtoa (kuva 3).



Kuva 1.



Kuva 2.



Kuva 3.

Mikä on tehtävän idea:

Tehtävässä tutkitaan suolaisen veden ominaisuuksia. Veteen liuenneet magnesium muodostaa saippuan kanssa vedessä liukenemattoman yhdisteen – saippuakuohan. Sen johdosta vaahtoa ei synny. Sama ilmiö on myös ns. ”kovassa” vedessä, jossa yleisimmät liuenneet suolat ovat magnesiumin ja kalsiumin suolat. Kirjallisuuslähteet: [www.chemistry.org](http://www.chemistry.org)