

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

Teemakokonaisuudessa Rikosetsivät (6 tuntia) on koottu yhdeksi kokonaisuudeksi pieniä tutkimuksia eri luonnontieteistä jännittävän tarinan avulla. Kokonaisuus antaa myös aitoja ideoita siitä, mitä rikospaikkatutkimus voi pitää sisällään. Tämä monialainen kokonaisuus sopii toteuttavaksi biologiassa, kemiassa tai fysiikassa. Töissä käytetään yksinkertaisia välineitä ja aineita ja opettaja voi halutessaan helpottaa tehtäviä vieläkin. Kehystarina on tarjottu valmiiksi, mutta oppilaat voivat keksiä tarinan myös itse. Yksi vaihtoehto on myös, että rikoksen tekijä löytyy luokkalaisten joukosta, jolloin siitä on sovittava etukäteen. Kokonaisuuden on koonnut: Hanna-Kaisa Mikkola

Tuntien aihepiirit:

1. [Tutustutaan rikostutkimukseen](#)
2. [Otetaan sormenjäljet talteen](#)
3. [Tutkitaan karvoja, kuituja ja DNA:ta](#)
4. [Viestin arvoitus: musteen ja paperin tutkiminen](#)
5. [Tuntematon valkoinen jauhe](#)
6. [Rakennetaan valheenpaljastuskone](#)

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.

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

Tunti 1: Tutustutaan rikostutkimukseen

- Taustatietoa teemakokonaisuutta varten löydät Kimmo Himbergin [artikkelista](#).
- Rikostutkimuksessa etsitään muun muassa todisteita epäiltyjen henkilöiden läsnäolosta rikospaikalla tai kontaktista rikoksen uhrin kanssa. Usein vertaillaan rikospaikalta löytyneen materiaalin (esim. hiuksen) ja vertailunäytteen (esim. epäillyn hiuksen) samankaltaisuutta.
- Luetaan oppilaille "punaisena lankana" toimivan rikostarinan alku (tässä kohdassa voi lukea myös oppilaiden itse keksimän tai muun sopivan tarinan):

Perjantaina 13.3. kemian ja biologian opettaja Virtanen jätti 9A:n luokkaretkeä varten kerätyt rahat (2000 euroa) kotiluokkansa kemikaalivarastossa olevan lipaston lukittuun laatikkoon. Kun Virtanen palasi maanantaina luokkaan, olivat vaivalla kerätyt rahat kadonneet. Laatikossa oli vain lappu, johon oli kirjoitettu mustalla tussilla "Kiitos!". Kellään muulla kuin Virtasella ei ole avainta laatikkoon eikä kenenkään muun pitäisi tietää rahojen sijaintia. Ryöstäjä oli kuitenkin osannut etsiä rahoja, sillä hän oli nähnyt vaivaa laatikon lukon auki tiirikoimisen. Ryöstäjä on todennäköisesti päässyt varastoon omilla avaimillaan, sillä ovi pidetään aina lukossa. Toistaiseksi epäiltyjen listalla ovat siis avaimen omistavat henkilöt:

- Toinen kemian opettaja
 - Fysiikan opettaja
 - Vahtimestari
 - Siivooja
 - Terveystenhoitaja (käy luokassa luennoimassa terveellisistä elämäntavoista)
- Pohditaan, kuka voisi olla syyllinen ja keskustellaan siitä, miten edellä kuvattua rikosta voitaisiin ryhtyä selvittämään ja rakennetaan tutkimussuunnitelma. Esimerkiksi
 - sormenjälkien ottaminen
 - rikospaikalta löytyneiden kuitujen, hiusten ym. materiaalin tutkiminen
 - ryöstäjän viestissä käytetyn paperin ja tussin analysointi

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

Tunti 2: Otetaan sormenjäljet talteen

- Sormenjälkitutkimus:
 - o Sormenjälkien yksilöllisyyttä alettiin hyödyntää rikostutkimuksessa reilut sata vuotta sitten.
 - o Nykyään sormenjälkiä vertaillaan tietokoneohjelmien avulla.
 - o Vaikka DNA-tutkimus on yleistynyt, kuuluu sormenjälkitutkimus yhä rikospoliisien perusmenetelmiin.
 - o Myös ihmisen verkkokalvolla on sormenjälkien tavoin yksilöllinen kuviointi.

- Harjoitellaan omien sormenjälkien tutkimista
 - o Katso [Oppilaan ohje: Sormenjälkien tutkiminen](#)

- Harjoitellaan sormenjälkien ottamista rikospaikalta
 - o Katso [Opettajan ohje: Sormenjälkien ottaminen rikospaikalta](#)

- Tarina jatkuu:

Tuhtuneina retkirahojen menetyksestä CSI:tä uskollisesti seuranneet 9A -luokan oppilaat alkavat tutkia rikosta omin päin. Muutama oppilas lainaa koulun kemian luokasta sormenjälkijauhetta ja levittää sitä auki tiirikoidun laatikon pinnoille. Loput oppilaista kiertelevät koululla ottamassa sormenjälkiä koulun henkilökunnalta. Laatikon ulkopinnalta löytyy kahdet sormenjäljet. Ne täsmäivät koulun siivoojan ja heidän oman opettajan sormenjälkien kanssa.

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

Oppilaan ohje: Sormenjälkien tutkiminen

Mitä tarvitaan:

- Leimasintyyny
- Valkoista paperia
- Luuppi
- Malli eri sormenjälkikuvioista (ks. Kuva 1 tai etsi internetistä)
- (ilmapallo)

Miten tehdään:

1. Kasta sormesi musteeseen ja paina paperille. Jos aikaa riittää, tee tämä molempien käsiesi kaikilla sormilla. Selkeiden sormenjälkikuvien ottaminen voi vaatia hieman harjoittelua. Merkitse mistä sormesta mikin jälki oli peräisin.
2. Tutki mallikuvia eri sormenjälkikuvioista. Mitä peruskuvioita (silmukka, kaari ja kierre) sormissasi on? Ovatko kuviot suuntautuneet oikealle vai vasemmalle? Millaisia muita tunnistamista helpottavia kuvioita sormenjäljissäsi on peruskuvioiden lisäksi?
3. Jos haluat, voit painaa sormenjälkesi myös ilmapalloon. Kun puhallat palloon ilmaa, saat jäljen suurennettua.



Kuva 1. Kolme sormenjälkien peruskuvioita. Vasemmalta oikealle: silmukka, kaari ja kierre.

Mikä on tehtävien idea:

Kämmenten ja sormenpäiden epiteelissä on erityisen selvät kohokuviot – sormenjäljet. Jokaisen ihmisen, jopa identtisten kaksosten, sormenjäljet ovat ainutlaatuiset. Sormenjäljet poimuttuvat sikiövaiheessa (n. 4 kuukauden iässä) ja myöhemmin ne vain kasvavat, mutta eivät muuta muotoaan. Sormenjälkien yksilöllisyyttä käytetään edelleen hyväksi rikostutkimuksessa.

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

Opettajan ohje: Sormenjälkien ottaminen rikospaikalta

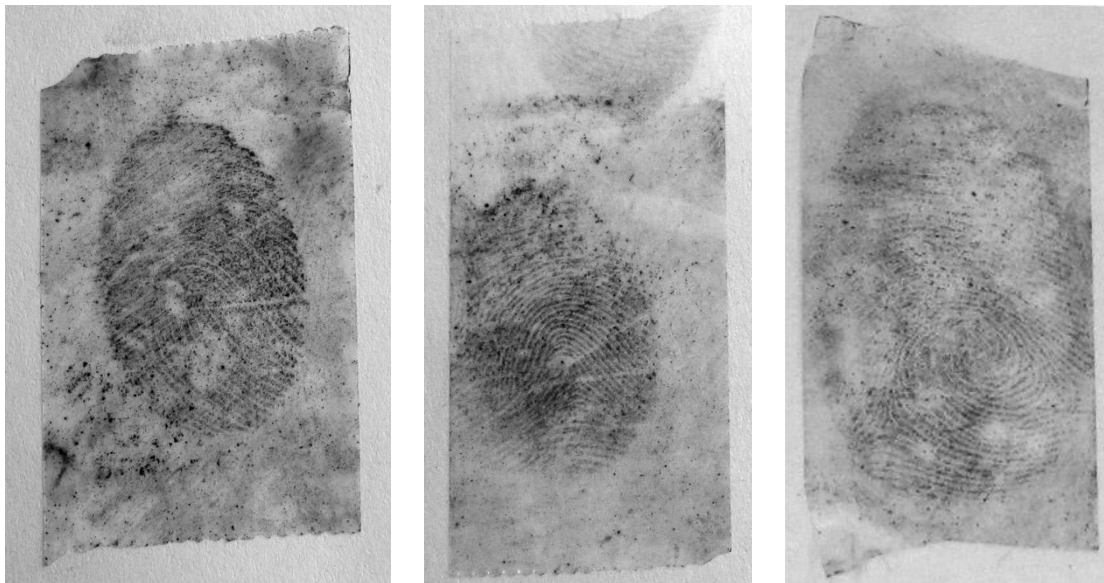
Mitä tarvitaan:

- Lääkehiilitabletteja
- Pieni lautanen tms.
- Pehmeä pensseli
- Läpinäkyvää teippiä (vähintään sormenpään levyistä)
- Lasi- tai peilipinta
- Kosteusvoidetta tai muuta rasvaista ainetta
- Valkoista paperia
- (Luuppi)

Miten tehdään:

1. Levitä sormeasi hieman kosteusvoidetta. Paina sormenjälkiäsi peili- tai lasipinnalle.
2. Riko lääkehiilitabletti ja kaada sisältö lautaselle. Levitä jauhetta siveltimellä varovasti sormenjälkien päälle. Varo rikkomasta jäljen pintaa. Puhalla ylimääräinen jauhe pois. Huomaa, että jäljen ottaminen ei onnistu, jos kosteusvoidetta on sormessa liikaa tai jos sormenjäljen painaa liian suurella voimalla.
3. Aseta teipin pala sormenjälkikuvion päälle. Liimaa teippi valkoiselle paperille.

Vinkki: Mikäli aikaa riittää, sormenjälkien ottamisesta tulee mielenkiintoisempaa, jos oppilaat käyvät painamassa oman sormenjälkensä (epäonnistumisen varalta kannattaa painaa ainakin 6 jälkeä) johonkin erikseen sovittuun paikkaan siten, että he eivät näe mihin kukin jälkensä painaa. Sitten jokainen valitsee yhden oppilaan jäljet tutkimuskohteekseen ja yrittää selvittää edellisessä työssä ("Omien sormenjälkien ottaminen") otettujen sormenjälkien perusteella, kuka pinnalle oli koskenut.



Kuva 1. Lääkehiilen avulla peilipinnasta otettuja sormenjälkiä. Kuviot vasemmalta oikealle: silmukka, kaari ja kierre. Kaksi ensimmäistä ovat peräisin samalta henkilöltä, vaikka kuviot ovatkin erilaisia.

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

Mikä on tehtävän idea:

Poliisi etsii piileviä sormenjälkiä levittämällä tutkittavalle pinnalle sormenjälkijauhetta. Jauhe tarttuu sormesta jääneeseen hikeä, rasvaa ja likaa sisältävään näkymättömään jälkeen. Piilevät sormenjäljet voidaan saada näkyviin myös kemiallisin menetelmin. Tässä työssä käytetään lääkehiiltä sormenjälkijauheen korvikkeena. Koska lääkehiili ei tartu yhtä tehokkaasti piileviin sormenjälkiin, täytyy sormeen levittää hieman kosteusvoidetta tai muuta rasvaista ainetta.

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

Tunti 3: Tutkitaan karvoja, kuituja ja DNA:ta

- Karvojen ja kuitujen tutkiminen
 - o Hiusten ja kuitujen tutkiminen kuuluu rikostutkinnan perusmenetelmin. Rikospaikalle tarttuneita karvoja ja kuituja voidaan kerätä kätevästi esimerkiksi teipillä tai pieneen purkkiin liitetyn imuputken avulla.
 - o Epäillyltä peräisin olevan karvan tai kuitujen löytyminen voi osoittaa hänen käyneen rikospaikalla, muttei vielä todista häntä syylliseksi.
 - o [Opettajan ohje: Tutkitaan hiuksia ja kuituja](#)

- DNA-tutkimus
 - o Hiuksista ja karvoista voidaan eristää DNA:ta, jos DNA:ta sisältävä karvatuppi on tallella. Jokaisen ihmisen DNA on sormenjälkien tavoin yksilöllinen (paitsi identtisillä kaksoilla), joten menetelmä on erittäin tarkka.
 - o [Oppilaan ohje: DNA:n eristäminen posken limakalvon soluista](#)

- Tarina jatkuu:

9A:n oppilaat löytävät tiirikoidusta laatikosta vaalean 20 cm pitkän taipuisan hiuksen. Ulkonäön perusteella hius voisi olla peräisin joko heidän omalta opettajaltaan tai siivoojalta. Muutama oppilas käy hakemassa epäillyiltä henkilöiltä vertailunäytteitä mikroskooppitutkimusta varten. Hius osoittautuu hyvin samankaltaiseksi kuin opettaja Virtasella.

Hiuksen lisäksi oppilaat tutkivat lipaston vieressä olevaa kangaspäällysteistä tuolia. Ehkä ryöstäjä istahti tuoliin lukkoa tiirikoidessaan? Olisiko hänen vaatteistaan tarttunut kuituja tuolin päällysteeseen? Oppilaat saavatkin irrotettua tuolista teipin avulla muutaman punertavan kuitukimpun. Yksi oppilas muistaa, että vahtimestarilla on usein yllään punertava villapusero. Salainen vierailu vahtimestarin työhuoneessa ja mikroskooppitutkimus osoittavat, että kuidut ovat täsmälleen samanlaisia kuin vahtimestarin puserossa.

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

Opettajan ohje: Tutkitaan hiuksia ja kuituja

Huomaa: Työohjeissa oletetaan, että työ tehdään useamman oppilaan ryhmässä. Työn voi toki tehdä myös itsenäisesti ohjeita mukailien.

Mitä tarvitaan:

- Hiuksia ja kuituja eri henkilöiltä
- Mikroskooppeja tai luppeja
- Mikroskoopin objekti- ja peitinlaseja
- Vettä
- (Pinsettejä)
- (Pipettejä)

Miten tehdään:

I Alkuvalmistelut (**ohjaaja suorittaa**):

4. Kerää kaikilta oppilailta hius- ja kuitunäyte. Voitte sopia, että jokainen antaa normaalipituisen hiuksen määrittämisen helpottamiseksi. Laita kunkin oppilaan näyte esim. minigrip-pussiin ja merkkaa siihen numerolla keneltä näyte on peräisin.
5. Jaa näytteet oppilaiden kesken siten, että he eivät tiedä kenen näyte heillä on.

II Tutkimusprosessi (**oppilaat suorittavat**)

1. Jos käytössä on mikroskooppeja, tee näytteistä mikroskooppipreparaatteja: aseta näyte objektilasille tiputetulle vesipisaralle. Aseta päälle peitinlasi ja kuivaa yli valunut vesi.
2. Tutki näytteitä mikroskoopilla tai lupulla ja yritä päätellä keneltä ne ovat peräisin. Tutkimusta varten sinun on myös haettava epäilyiltä vertailunäytteitä.

Vinkkejä:

- Hiusten vertailussa kannattaa kiinnittää huomiota värisävyyn ja rakenteeseen. Värin antavan melaniinin sijoittuminen hiuksen sisällä on yksi tuntomerkki. Eurooppalaisissa hiuksissa väriaine on usein jakautunut tasaisesti. Sen sijaan aasialaisten ja afrikkalaisten tummissa hiuksissa väriaine muodostaa hajanaisia rakeita hiuksen sisälle.
- Hiuksen paksuuteen ei voi täysin luottaa koska se vaihtelee jossain määrin hiuksen eri kohdissa. Päässä voi myös olla eripaksuisia hiuksia (Kuva 1). Hiusta kannattaa käännellä, sillä varsinkin kiharat hiukset ovat usein poikkileikkaukseltaan litteitä.
- Myös kuitujen vertailussa kannattaa kiinnittää huomiota väriin ja rakenteeseen. Esimerkiksi puuvillakuidut näyttävät kuivuttuaan litteiltä ja ovat usein spiraalimaisesti kiertyneitä (Kuva 4). Villakuidut puolestaan ovat pyöreitä ja suorita (Kuva 3).

Mikä on tehtävän idea:

Rikospaikalta tai uhrista löytyneitä karvoja ja kuituja vertaillaan epäilyiltä otettuihin näytteisiin. Karvoista voidaan nähdä mille eläimelle se kuuluu ja missä kohtaa ruumiissa se on sijainnut. Ihmisen hiuksista tutkitaan mm. väriä, rakennetta ja mahdollisia keinotekoisia väriaineita.

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

Kaikki tekstiilit koostuvat langoista, jotka puolestaan koostuvat kuitujen muodostamista kimpuista. Pieniä kuituja irtoaa kulumalla kaikista tekstiileistä. Kuitututkimuksessa määritetään mm. kuidun tyyppi (kasvikuidut, eläinkuidut, synteettiset kuidut), paksuus ja väri. Jopa mikroskooppisen pienet yksittäiskuidut ovat tärkeitä todistuskappaleita.

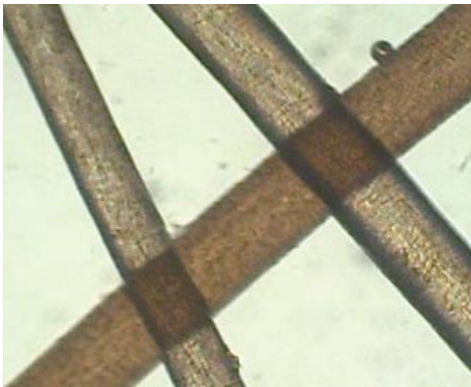
Lähteet:

- Hairs, Fibers, Crime, and Evidence:

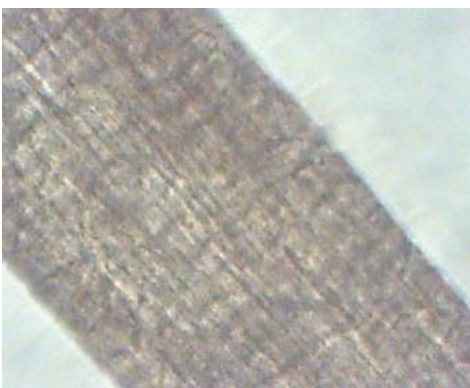
<http://www.fbi.gov/hq/lab/fsc/backissu/july2000/deedric1.htm>

- Laboratorio auttaa rikostutkijaa: <http://www.terveysportti.fi/xmedia/duo/duo90390.pdf>

Kuvia hiuksista ja kuiduista



Kuva 1. Kahden eri henkilön hiuksia mikroskoopin 10-kertaisella suurennoksella. Kaksi päällimmäistä hiusta kuuluvat toiselle ja alimmainen punertavampi hius toiselle. Kuvasta ilmenee, että samaltakin henkilöltä otetut hiukset voivat olla paksuudeltaan erisuuruisia.

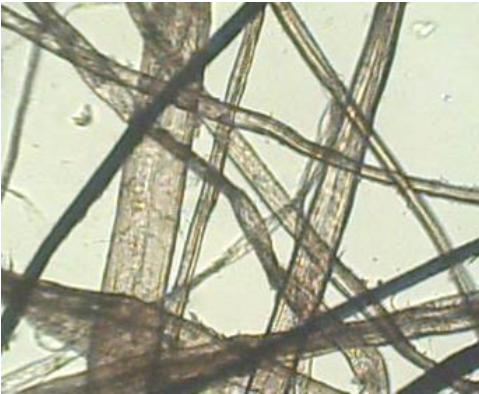


Kuva 2. Lähikuva hiuksesta mikroskoopin 40-kertaisella suurennoksella. Kuvasta ilmenee hiuksen suomumainen pintarakenne.

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



Kuva 3. Villakuituja tummanharmaasta puserosta (kuvan mustat kapeat kuidut). Villakuidut ovat suomuisia (ei näy kuvassa) ja poikkileikkaukseltaan pyöreitä.



Kuva 4. Rami- ja puuvillakuituja (kuvan vaaleat kuidut) vaaleanruskeasta puserosta. Rami ja puuvillakuidut ovat molemmat kasvikuituja ja ne muistuttavat suuresti toisiaan. Molemmille, erityisesti puuvillakuiduille, on tyypillistä kiertyä spiraalimaisesti kuivuttuaan.



Kuva 5. Polyesterikuituja mustasta fleece -takista. Polyesteri on synteettinen kuitu, jota valmistetaan öljystä.

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

Oppilaan ohje: DNA:n eristäminen posken limakalvon soluista

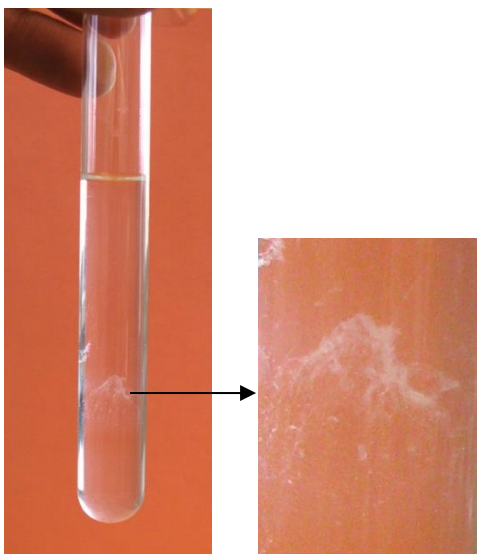
/

Mitä tarvitaan:

- 2 lasia
- lusikka tms. sekoittamiseen
- ruokasuolaa
- etanolia, sinolia tai muuta vahvaa alkoholia (jäähylmää, säilytettävä mahdollisimman kylmässä koko työn suorittamisen ajan)
- astianpesuainetta
- koeputki tai esim. pieni läpinäkyvä lasipurkki
- (tikku, esim. cocktail-tikku)
- (jäähylmää, ei välttämätön, mutta DNA:n pitäisi tulla paremmin esille, jos kaikki liuokset ovat työn suorittamisen ajan kylmässä).

Miten tehdään:

1. Sekoita $\frac{1}{2}$ teelusikallista ruokasuolaa $\frac{1}{2}$ kahvikupilliseen vettä. Lisää loraus astianpesuainetta. Sekoita varovasti.
2. Purskuttele suussasi noin $\frac{1}{2}$ dl vettä 30 sekunnin ajan. Näin posken limakalvosta irtoaa soluja. Kaada vesi suustasi tyhjään lasiin.
3. Kaada koeputkeen n. 2 cm suustasi tullutta liuosta ja n. 1 cm suolaa ja astianpesuainetta sisältävää liuosta. Sekoita kääntelemällä koeputkea varovasti muutaman kerran (yritä välttää vaahdon syntymistä).
4. Kaada liuoksen päälle varovasti (esim. astian reunaan pitkiin) jäähylmää etanolia suurin piirtein liuoksen tilavuuden verran. Odota noin minuutti.
5. Alkoholi on vettä kevyempää, joten se nousee koeputken pinnalle. DNA:n pitäisi erottua rihmamaisena alkoholikerroksessa (Kuva 1). Voit yrittää kieputtaa DNA:ta varovasti tikun ympärille. Varo sekoittamasta kirkasta yläfaasia ja sameaa alafaasia.



Kuva 1. DNA-rihma alkoholikerroksessa. Vesikerros on DNA-rihman alapuolella, vaikka sitä ei kuvassa erotu.

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

Pohdittavaksi:

1. Miksi soluliukseen lisättiin suolaa ja astianpesuainetta?
2. Miksi lisättiin jääkylmää etanolia?

Mikä on työn idea?

DNA on hyvin pitkä rihmamainen molekyyli, joka on pakattu tiiviiksi kromosomeiksi solun tumaan. Jos ihmisen solun sisältämä kaikki DNA aukaistaisiin, rihman pituus olisi noin 2 m ja paksuus vain suuruusluokkaa 0,000000001 m. Kaikki tumalliset solut sisältävät DNA:ta. DNA määrää monia ominaisuuksiamme, sillä perintötekijät eli geenit sijaitsevat DNA-rihmassa. Jokaisen ihmisen, identtisiä kaksosia lukuun ottamatta, DNA on erilainen. Siksi sen rakenne on erinomainen tuntomerkki rikostutkimuksessa.

Tässä työssä DNA saatiin ulos solujen tumista käyttämällä suolaa ja astianpesuainetta. Astianpesuaineen sisältämät tensidit rikkoivat rasvoista koostuvan solukalvon sekä DNA:ta sisältävän tumakotelon kalvon. Tämän seurauksena DNA vapautui soluista. Suolan tehtävänä oli sitoa mm. rikkinäisiä solukalvon osia, proteiineja ja hiilihydraatteja, jotka olisivat muuten voineet tarttua DNA:han. Kylmää etanolia lisättiin, koska vettä kevyempi DNA jää siihen kellumaan ja koska DNA liukenee huonosti kylmään alkoholiin. Tällöin DNA tulee alkoholikerroksessa näkyviin rihmamaisena rakenteena. Työssä eristetty DNA ei ole kovin puhdasta, vaan sisältää mm. siihen liittyneitä proteiineja. Jos DNA:ta haluttaisiin eristää esimerkiksi rikostutkimusta varten, käytettäisiin huomattavasti tarkempia menetelmiä.

Lähteet:

- Nexux Research Group, DNA and genetic engineering:
http://www.nexusresearchgroup.com/fun_science/dna.htm
- Pia Backman ja Anna Kairema, Kiivin DNA:
http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/liitteet/kiivin_dna.doc

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

Tunti 4: Viestin arvoitus: musteen ja paperin tutkiminen

- Kirjeiden ja viestien tutkiminen:
 - o Kirjeiden ja viestien kirjoittaja voidaan selvittää vertailemalla kirjoittajan käsialaa ja käyttämää mustetta ja paperia epäiltyjen käsialaan ja mahdollisesti käyttämään musteeseen ja paperiin.
 - o Käsiala on mahdollista tunnistaa, sillä siinä on aina jonkin verran persoonallisia piirteitä.
 - o Musteen koostumus voidaan selvittää esim. kromatografialla. Kromatografia-menettelyjä on lukuisia, mutta kaikille yhteistä on se, että yhdisteen sisältämät eri ainesosat saadaan selville erottelemalla ne toisistaan.
 - o Paperin tunnistaminen perustuu paperilaatujen lukuisiin eri ominaisuuksiin, esim. kuiturakenteeseen.

- Tutkitaan rikoksen tekijän viestissä käyttämää mustetta kromatografialla
 - o Katso [Opettajan ohje: Musteen tunnistaminen](#)

- Tutkitaan rikoksen tekijän viestissä käyttämää paperia
 - o Katso [Opettajan ohje: Paperin tunnistaminen](#)

- Vinkki: Musteen ja paperin tutkimukset kannattaa liittää toisiinsa siten, että tutkimuskohteena on sama viesti. Paperista voi sitten leikata palaset kumpaakin tutkimusta varten. Viestin tutkiminen kannattaa aloittaa mustetutkimuksella, sillä kromatografiaa voi joutua odottelemaan.

- Tarina jatkuu:

9A:n luokan oppilaat päättävät tutkia tarkemmin ryöstäjän jättämää viestiä. Valokuvattuaan viestin, oppilaat leikkaavat siitä kaksi suurta suikaletta tutkimuksia varten. Toisen suikaleen alareunaan he jättävät tarkoituksella pienen musteläikän musteen kromatografiatutkimusta varten. Toinen suikale jätettiin tyhjäksi, sillä tarkoitus on tutkia vain paperin ominaisuuksia. Oppilaat tekevät pienen tutkimuskierron koululla ja etsivät vertailunäytteitä epäiltyjen luota. Vastaavanlaisia mustia tusseja löytyy luokahuoneesta, vahtimestarin työliivien taskusta, siivoojan kärryistä ja yhden luokkatoverin penaalista. Vastaavanlaista valkeaa paperia löytyy myös luokasta, vahtimestarin kopista ja siivoojan kärryistä. Musteen kromatografia-analyysi osoittaa, että täsmälleen samanlaista mustetta on ainoastaan luokasta löytyvässä tussissa. Vastaavaa paperia sen sijaan löytyy sekä luokasta, että vahtimestarin työhuoneesta.

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

Opettajan ohje: Musteen tunnistaminen

Rikospaikalta löytyi salaperäinen viesti: valkoiselle paperiarkille oli kirjoitettu mustalla tussilla sana ”Kiitos!”. Tässä tehtävässä tutkitaan mitä tussia rikoksen tekijä oli käyttänyt.

Mitä tarvitaan:

- Vesi- tai sprilliukoisia tusseja (esim. 5 kpl)
 - o Piirrosjäljen tulisi olla mahdollisimman samanlainen
- Valkoista paperia
 - o Mieluiten imukykyistä paperia, kuten akvarelli- tai kahvinsuodatinpaperia
- Kromatografia-astia
 - o Esim. suurehko muki tai lasipurkki ja sille jonkinlainen kansi. Kantta ei tarvita, jos liuottimena käytetään vain vettä
- Liuotinnestettä
 - o Vettä ja/tai
 - o Etanolia tai muuta vahvaa alkoholia
(Alkoholi ei ole välttämätön, jos käytetään vain vesiliukoisia tusseja. Kannattaa kuitenkin kokeilla millä liuottimella saa mielenkiintoisimman tuloksen)

Miten tehdään:

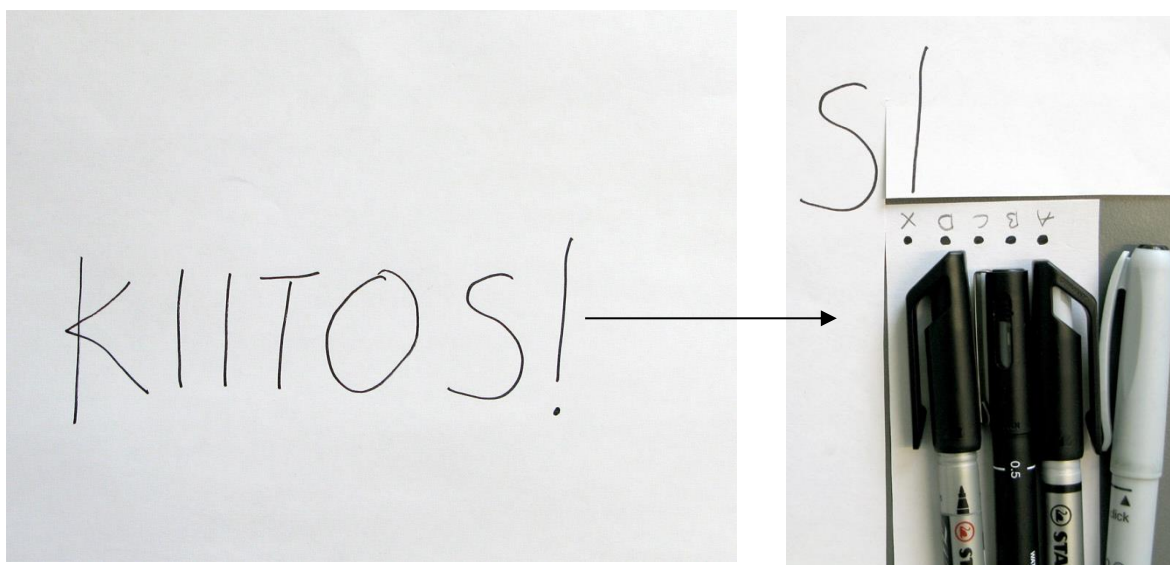
II Alkuvalmistelut (ohjaaja suorittaa):

1. Tee jokaiselle oppilaalle / oppilasryhmälle kuvitteellinen rikospaikalta löytynyt viesti, johon kirjoitat yhdellä valikoiman tusseista ”Kiitos!”. Käytä riittävän suurta paperiarkkia ja jätä paperille tilaa huutomerkkin jälkeen.

II Tutkimusprosessi (oppilaat suorittavat)

1. Leikkaa rikoksen tekijän jättämästä viestistä palanen, jossa on alareunassa hiukan mustetta (ks. Kuva 1). Jätä paperille tilaa musteläikän yläpuolelle ja toiselle sivulle.
2. Merkitse viestissä oleva musteläikkä X:llä. Käytä lyijykynää, sillä se ei liukene veteen tai alkoholiin. Tee musteläikän toiselle sivulle vertailutusseilla vastaavanlaiset läikät ja merkitse ne esim. kirjaimilla A, B, C jne.
3. Laita kromatografia-astian pohjalle hiukan käyttämäsi liuotinta. Kannattaa kokeilla etukäteen millainen tulos tulee, jos käytetään vettä, alkoholia tai vedellä laimennettua alkoholia. Alkoholia käytettäessä astia kannattaa sulkea, jotta alkoholi ei haihtuisi.
4. Aseta tutkittava paperinpala kromatografia-astiaan siten, että musteläikät ovat sen alareunassa (ks. Kuva 2). Huomaa, että nesteiden pinta ei saa ulottua läikkiin asti!
5. Anna nesteen nousta paperilla yläreunaan saakka tai kunnes musteiden sisältämät värinaineet tulevat selvästi esille.
6. Työ onnistui, jos yksi vertailutussin jälki vastaa rikoksen tekijän viestissä olevan musteen jälkeä.

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



Kuva 1. Rikoksen tekijän viestistä leikataan mustetta sisältävä palanen kromatografiaa varten. Alkuperäisen musteläikän viereen piirretään musteläikät vertailutusseilla.



Kuva 2. Paperin pala laitetaan kromatografia-astiaan, joka voi olla esim. petrimaljan kannella suljettu kertakäyttömuki. Nesteen noustessa ylöspäin, se kuljettaa mukanaan tussin sisältämiä väriaineita.

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

Mikä on tehtävän idea?

Työssä käytetty menetelmä on nimeltään paperikromatografia. Paperikromatografiassa tutkittava näyte (tässä työssä muste) kiinnitetään paperin reunaan, jonka jälkeen liuotinnesteen (tässä työssä vesi tai alkoholiliuos) annetaan nousta paperin huokosia pitkin ylöspäin. Liuotin kuljettaa mukanaan näytteen sisältämiä eri yhdisteitä kuten esimerkiksi yksivärisen tussin sisältämiä eri väriaineita. Eri väriaineet erottuvat, koska niiden liukoisuudet ja kyvyt sitoutua paperiin eroavat toisistaan, jolloin ne liikkuvat liuottimen mukana eri nopeuksilla ja sitoutuvat paperiin eri etäisyyksille.

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

Opettajan ohje: Paperin tunnistaminen

Rikospaikalta löytyi salaperäinen viesti: valkoiselle paperiarkille oli kirjoitettu mustalla tussilla sana ”Kiitos!”. Tässä tehtävässä tutkitaan mitä paperia rikoksen tekijä oli käyttänyt.

Mitä tarvitaan:

- Eri paperilaatuja, jotka näyttävät hyvin samanlaisilta
- Yksi ylimääräinen arkki yhtä paperilaadusta
- Kynä
- Muistiinpanovälineet
- Tarkkuusvaaka
- Jousivaaka (voidaan korvata punnuksilla)
- Rei'itin
- Astia, jossa on suorat seinät (esim. pakasterasia)
- Vettä
- Väriainetta, esim. vesiväriä (ei välttämätön)
- Mikroskooppi / luuppi

Miten tehdään:

I Alkuvalmistelut (ohjaaja suorittaa):

2. Leikkaa jokaiselle oppilaalle / oppilasryhmälle kustakin paperilaadusta yksi 10 cm x 10 cm palanen.
3. Tee ylimääräisestä paperiarkista kuvitteellinen rikospaikalta löytynyt viesti (tai käytä edellisessä tehtävässä käytettyä viestiä). Tarkoituksena on selvittää vertailemalla mitä paperilaatua rikoksen tekijä oli käyttänyt.
4. Numeroi palaset.

II Tutkimusprosessi (oppilaat suorittavat)

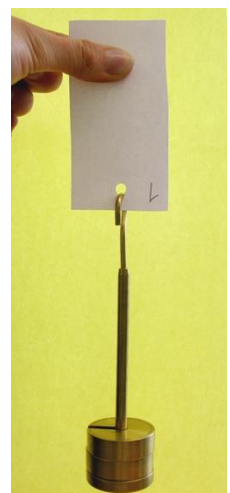
7. Piirrä liitteenä olevan mallin mukainen paperien vertailutaulukko.
8. Leikkaa tutkittavasta viestistä 10 cm x 10 cm palanen. Merkitse se esim. X:llä.
9. Tutki paperinäytteiden sekä kirjeestä leikatun näytteen ominaisuuksia ohjeiden mukaan ja päättele mitä paperia rikoksen tekijä oli käyttänyt.

Paino:

- Punnitse jokainen tutkittava paperilaatu ja merkitse tulos taulukkoon grammoina.

Lujuus:

- Leikkaa kukin paperinpala keskeltä kahtia. Muista merkitä myös toiseen puoliskoon paperinäytteen numero!



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

- Tee rei'ittimellä jokaisen palan toiseen päähän reikä samalle etäisyydelle reunasta.
- Aseta jousivaa'an koukku reikään ja vedä paperia hitaasti alaspäin. Voit pyytää kaveria lukemaan vaa'an tuloksen, sillä hetkellä kun paperi rikkoutuu. Toinen vaihtoehto on asettaa punnuksia roikkumaan paperin reiästä ja ilmoittaa paperin lujuus grammoina.



Imukyky

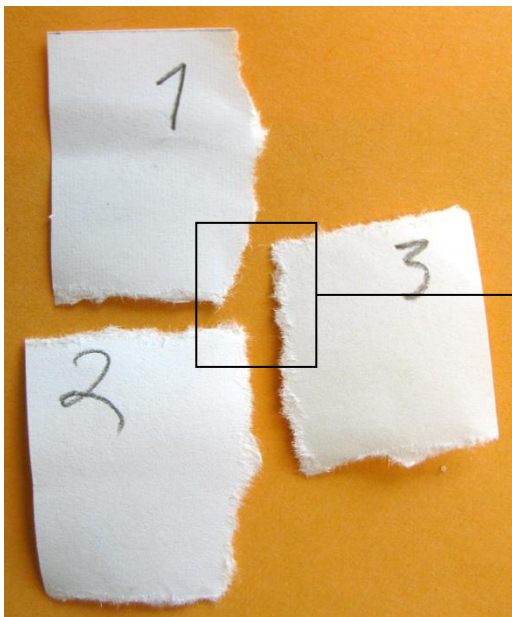
- Tee vedestä ja väriaineesta (esim. vesiväristä) liuos. Voit myös käyttää pelkkää vettä.
- Leikkaa tutkittavista paperilaaduista 1 cm:n levyiset suikaleet ja merkitse niihin näytteiden numerot.
- Aseta suikaleet suoraseinäiseen astiaan pystysuoraan asentoon esimerkiksi kiinnittämällä ne teipillä seinään.
- Kaada astian pohjalle hiukan väriaineliuosta.
- Mittaa viivoittimella kuinka pitkälle väriliuos on noussut esim. 4 min kuluessa.

Läpinäkyvyys

- Piirrä kynällä tutkittaville paperilaaduille *-muotoinen kuvio.
- Käännä paperit siten, että kuviot ovat takapuolella ja katso papereita.
- Arvioi asteikolla 1-5 miten hyvin kustakin paperista näkyy läpi muihin verrattuna.

Repäisyjälki

- Revi tutkittavaa paperilaatua eri suunnista.
- Tarkastele repäisyjälkeä mikroskoopilla tai luupilla.
- Kuvaile jälkeä taulukkoon.
- Toista sama kaikille tutkittaville paperilaaduille.



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

Tunti 5: Tuntematon valkoinen jauhe

- Todistusaineiston etsiminen pölyn ja lian seasta: Rikospaikan lattialta lakaistu pöly ja lika voi sisältää yllättävää tekijästä peräisin olevaa todistusaineistoa. Rikoksen tekijä voi huomaamattaan kuljettaa rikospaikalle esimerkiksi pienen pieniä kasvinosia tai muuta luonnosta tai kotoa löytyvää materiaalia. Jos epäily on esimerkiksi kasvitieteellisen museon puutarhuri, voi hänen kengistään irrota harvinaisten kasvien siitepölyä. Jos taas epäily on leipuri, voi hän huomaamattaan jättää rikospaikalle ripauksen hänen kenkiensä mukana tullutta jauhoa.
- Tutkitaan tuntematonta ainetta
 - o Katso [Opettajan ohje: Valkoisen jauheen arvoitus](#) sekä [Taulukko: Tunnettujen aineiden ominaisuuksia](#)
- Tarina jatkuu:

9A:n luokan oppilaat tutkivat rikospaikkaa vielä kerran oikein huolellisesti. Jospa lattialta löytyisi vielä todistusaineistoa? Yksi oppilas hakee kuvataideluokasta suuren pensselin ja rikkalapion ja lakaisee varovasti rikospaikan lattiaa. Lapioon kertyy pieni kasa pölyyn ja hiekkaan sekoittunutta valkeaa jauhetta. Vaikka jauhe on luultavasti vain jotain kemian tunnilla käytettyä kemikaalia, oppilaat päättävät ottaa siitä tarkemmin selvää. He hakevat kemikaalivarastosta, kotitalousluokasta ja siivoojan kärryistä erilaisia valkoisia jauheita ja vertailevat niiden kemiallisia ja fysikaalisia ominaisuuksia tuntemattoman aineen ominaisuuksiin. Tutkimukset osoittavat, että jauhe on todennäköisesti ruokasoodaa. Ruokasoodaa ei kumma kyllä löytynyt luokan kemikaalivarastosta vaan ainoastaan siivoojan kärryistä. Mihin ihmeeseen siivoaja tarvitsee ruokasoodaa?

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

Opettajan ohje: Valkoisen jauheen arvoitus

Rikospaikan lattialta löytyi omituista valkoista jauhetta. Tässä työssä ratkaistaan jauheen arvoitus vertailemalla sitä tunnettuihin saman näköisiin jauheisiin.

Mitä tarvitaan:

- Ominaisuuksiltaan toisistaan eroavia valkoisia jauheita, esim.
 - o Perunajauhoa
 - o Tomusokeria
 - o Ruokasoodaa / leivinjauhetta
 - o Vehnäjauhoja
 - o Valkeaa hienojakoista pesuainetta
- Puhdasta hienoa hiekkaa
- Reagenssit:
 - o PH- indikaattoria (esim. punakaalin keitinettä)
 - o Vettä
 - o Jodiliuosta
- Pieniä astioita jauheiden ominaisuuksien tutkimiseksi (esim. kuoppalevy tai filmipurkkeja)
- 1 lusikka / jauhe
- Luuppi

Miten tehdään:

I Alkuvalmistelut (ohjaaja suorittaa)

1. Valmista jokaiselle oppilaalle / oppilasryhmälle rikospaikalta löytyvä jauhe sekoittamalla jotain listassa olevaa jauhetta hiekkaan. Hiekkaa sekoitetaan, jotta jauhetta olisi vaikeampi tunnistaa ulkonäöltä ja jotta sen koostumus muistuttaisi enemmän lattialta löytyvää likaa.
2. Jaa oppilaille listassa olevia jauheita vertailua varten. Jos annat ne irtopurkeissa, kirjoita kylkeen mitä kaikkea kukin purkki sisältää (esimerkiksi tomusokeripurkin kyljessä tulisi lukea, että se sisältää sokerin lisäksi myös perunatärkkelystä).

Vinkki: Tehtävästä saa vaikeamman, jos oppilaille ei anna vertailujauheiden nimiä valmiiksi, vaan heidän on itse ne selvitettävä ne työn ohella. Tällainen menettely ei kuitenkaan vastaa rikostutkimuksessa käytettyä vertailumenetelmää.

II Tutkimusprosessi (oppilaat suorittavat)

Selvitä mitä hiekan seassa oleva jauhe on tutkimalla sen ja tunnettujen jauheiden ominaisuuksia ja vertailemalla niitä keskenään. Jauheita ei saa maistaa! Kirjoita jokainen tutkimustulos tämän työn liitteenä olevaan taulukkoon.

1. **PH:** Laita pieni määrä jokaista ainetta johonkin astiaan. Tiputa päälle pisara indikaattoriliuosta tai jos käytät indikaattoripaperia, lisää ensin tilkka vettä. Merkitse taulukkoon, onko aine hapanta, emäksistä vai neutraalia.

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

2. **Vesiliukoisuus:** Laita pieni määrä jokaista ainetta johonkin astiaan ja kaada päälle runsaasti vettä. Sekoita hyvin. Merkitse taulukkoon liukeniko aine veteen.
3. **Värireaktio jodiliuoksen kanssa:** Laita pieni määrä jokaista ainetta johonkin astiaan ja tiputa päälle muutama pisara jodiliuosta. Merkitse taulukkoon muuttiko liuos väriä.
4. **Kiderakenne:** Tarkastele aineen kiderakennetta luupilla. Kirjoita taulukkoon millaisia kiteet ovat.
5. **Väri:** Tarkastele aineen väriä. Onko se täysin valkoista vai hieman kellertävää? Kirjoita tulos taulukkoon.
6. Minkä vertailuaineen ominaisuudet tuntemattomalla aineella on?



Kuva 1. Vasemmassa ylänurkassa tuntematonta ainetta hiekan seassa. Muut kuvassa olevat jauheet ovat tomusokeria, vehnä jauhoja, leivinjauhetta, perunajauhoja ja pesuainetta (jauheita ei ole mainittu oikeassa järjestyksessä).

Mikä on tehtävän idea:

Rikospaikan lattialta löytyvä pöly ja lika kannattaa lakaista talteen, sillä se voi sisältää yllättävääkin todistusaineistoa. Tässä työssä hiekan seassa oleva tuntematon aine määritettiin vertailemalla sen ominaisuuksia tunnettujen aineiden ominaisuuksiin. Käytännössä rikospaikalta löytyvän pölyn analysointi ei tietenkään ole näin helppoa. Pölyn joukosta voi löytyä pieniä määriä useita eri yhdisteitä, joita ei voi tunnistaa yksinkertaisella vertailututkimuksella. Onneksi nykyaikaisilla analysointimenetelmillä, esimerkiksi massaspektrometreillä ja kromatografisilla menetelmillä, pölyn sisältämät aineet voidaan kuitenkin tunnistaa erittäin tarkasti.

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

LIITE: Aineiden vertailutaulukko

	pH	Värireaktio jodiliuoksen kanssa*	Vesiliukoisuus	Kiderakenne	Väri
Perunajauho					
Tomusokeri					
Leivinsooda / Leivin jauhe					
Vehnäjauho					
Pesuaine					

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

Taulukko: Tunnettujen aineiden ominaisuuksia

	pH	Värireaktio jodiliuoksen kanssa*	Vesiliukoisuus ja reaktio veden kanssa	Kiderakenne	Väri
Perunajauho	Neutraali	Sininen	Liukenee huonosti	Hyvin hieno	Kirkkaan valkoinen
Tomusokeri	Neutraali	Sininen	Liukenee hyvin	Hyvin hieno	Kirkkaan valkoinen
Ruokasooda	Emäksinen	Ei mitään	Liukenee melko huonosti	Hyvin hieno	Kirkkaan valkoinen
Leivinjauhe	Lievästi emäksinen tai neutraali	Sininen	Liukenee melko huonosti, muodostaa kuplia	Hyvin hieno	Kirkkaan valkoinen
Vehnäjauho	Neutraali	Sininen	Liukenee huonosti	Hyvin hieno	Kellertävä
Pesuaine	Emäksinen	Ei mitään	Liukenee hyvin, muodostaa vaahtoa	Rakeinen	Kirkkaan valkoinen

* Jodiliuos muuttuu siniseksi, jos aineessa on tärkkelystä. Tomusokerissa liuos muuttuu myös siniseksi, sillä sokerin joukkoon on lisätty hieman perunatärkkelystä.

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

Tunti 6: Rakennetaan valheenpaljastuskone

- Epäillyn puheiden todenperäisyyttä voidaan arvioida laittamalla hänet valheenpaljastuskoneeseen.
- Valheenpaljastuskoneiden luotettavuutta pidetään kyseenalaisena, eikä niiden antamien tulosten perusteella ainakaan Suomessa voida tuomita ketään.
- Valheenpaljastuskone perustuu siihen, että ihmisen valehdellessa hänen elintoimintonsa muuttuvat jonkin verran: käsien hikoilu lisääntyy, sydämen syke ja hengitystiheys kiihtyvät ja verenpaine nousee. Nykyaikaiset valheenpaljastuskoneet mittaavat kaikkia edellämainittuja elintoimintoja samanaikaisesti.
- Rakennetaan yksinkertainen valheenpaljastuskone
 - o Katso [Oppilaan ohje: Valheenpaljastuskone](#)
- Tarina jatkuu:

9A-luokan oppilaat alkavat olla huolissaan syyllisen löytymisestä. Tähän mennessä he ovat keränneet rikospaikalta seuraavanlaista aineistoa: 1) Laatikon ulkopinnalla on opettaja Virtasen ja siivoojan sormenjälkiä. 2) Laatikossa oli hius, joka näyttäisi kuuluvan opettaja Virtaselle. 3) Tuolissa oli kuituja mahdollisesti vahtimestarin puserosta. 4) Viesti oli ilmeisesti kirjoitettu luokasta löytyvällä tussilla paperille, jota löytyy sekä luokasta että vahtimestarin kopista. 5) Lattialta löytyi ruokasoodaa, jota löytyi myös siivoojan kärryistä.

Tällaisella aineistolla ei syyllistä löydetä! Oppilaat päättävät haastatella epäiltyjä, mutta mistä he tietävät puhuvatko he totta. Yksi oppilas muistaa lukeneensa isosiskonsa fysiikan kirjasta yksinkertaisen valheenpaljastuskoneen rakentamisohteet. Siinäpä ratkaisu pulmaan! Oppilaat pistävät tuumasta toimeen ja pyytävät opettaja Virtaselta lainaksi fysiikan tunneilla käytettäviä materiaaleja: kaksi johdinta, alumiini- ja kuparilevyn sekä yleismittarin. Opettajalle he sanovat haluavansa harjoitella välitunnin aikana pariston rakentamista. Opettaja lainaa materiaalit oppilaille mielellään. Hän ei ole koskaan nähnyt heidän innostuvat fysiikasta näin suuresti. Hän seuraa vierestä, kuinka oppilaat kiinnittävät johdinten toiset päät metallilevyihin ja toiset yleismittariin. Seuraavaksi oppilaat istuttavat opettajan tuoliin, kehottavat häntä asettamaan kämmenensä metallilevyille ja valehtelemaan sydämensä kyllyydestä. Mittari ei värähdäkään: mittarin mukaan piirissä ei ole jännitettä eikä sähkövirtaa. Vasta sitten, kun opettaja kastelee kätensä, näkyy mittarissa pieni jännite. Aikansa tuskailtuaan surkeasti toimivan valheenpaljastuskoneensa kanssa oppilaat luovuttavat. Tällä tavoin he eivät saa syyllistä ikinä selville! Opettaja kuitenkin hymyilee tyytyväisenä ja päättää puuttua juonen kulkuun... (lue [tarinan ratkaisu](#)).

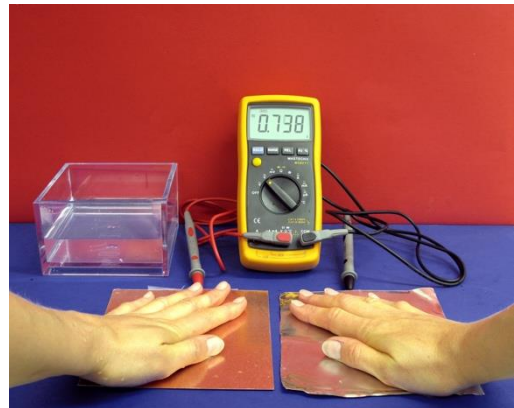
Tämä materiaali on tuotettu Kehittämiskeskus Opinkirjossa. Materiaalia saa kopioida, muunnella ja jakaa, muttei käyttää sellaisenaan kaupalliseen tarkoitukseen. Mikäli materiaaliin viitataan sellaisenaan, viitteenä on käytettävä: Kehittämiskeskus Opinkirjo [Materiaalit]. Saatavissa www.opinkirjo.fi

Oppilaan ohje: Valheenpaljastuskone

Lähde: James Cunningham & Norman Herr. 1994. Hands-On Physics Activities with Real-Life Applications.

Mitä tarvitaan:

- yleismittari ja sen johtimet
- alumiinilevy
- kuparilevy
- vettä
- (2 hauenleukaa tai teippiä)
- (teräsvillaa tai hiekkapaperia)



Miten tehdään:

1. Kiinnitä metallilevyt mittariin johtimilla (alumiinilevy negatiiviseen napaan) (kuva). Johtimet voi asettaa levyjen alle tai kiinnittää ne levyihin hauenleuoilla tai teipillä.
2. Tarvittaessa kiillota metallilevyt teräsvillalla tai hiekkapaperilla.
3. Suorita seuraavat mittaukset ja merkitse tulokset taulukkoon (aloita mittaukset säätämällä mittarin asteikot aina hiukan liian suurille mittaalueille):
 - a. Aseta kätesi metallilevyjen päälle (kuivaa kätesi ensin huolella, jos ne ovat kosteat) ja mittaa virtapiirin jännitteen, sähkövirran ja resistanssin suuruudet.
 - b. Kastele kätesi ja aseta ne metallilevyjen päälle. Toista kohdan a mittaukset.
 - c. Tee jokin hikoilua aiheuttava liikuntasuoritus. Aseta kätesi taas metallilevyille ja toista vielä kerran kohdan a mittaukset.
4. Missä tilanteessa piirin jännite ja sähkövirta oli suurin ja resistanssi pienin? Miksi?

	Jännite	Sähkövirta	Resistanssi
Kuivat kädet			
Märät kädet			
Hikiset kädet			

Mikä on tehtävän idea:

Johtimilla toisiinsa liitetyt metallilevyt muodostavat sähköparin. Kun kädet ovat märät tai hikiset, levyt ovat kosketuksissa sähköä johtavan liuoksen kanssa ja piiriin syntyy pieni jännite ja sähkövirta. Samalla myös resistanssi pienenee. Kuvan laitteella jännite oli märkien/hikisten käsien

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

tapauksessa n. 0,6-0,7 V, sähkövirta n. 20-30 μ A ja resistanssi n. 15 M Ω . Kuivatkin kädet voivat aiheuttaa piiriin hyvin pienen jännitteen ja sähkövirran, sillä käsissä aina hieman kosteutta. Resistanssi on kuitenkin tässä tapauksessa niin suuri, ettei mittari kykene sitä mittaamaan.

Tässä rakennettu laite muistuttaa valheenpaljastuskonetta. Valheenpaljastuskoneet perustuvat siihen, että ihmisen valehdellessa hänen elintoimintonsa muuttuvat hieman ja laite havaitsee nämä muutokset. Esimerkiksi käsien hikoilu lisääntyy, jolloin laite havaitsee äkillisen resistanssin laskun. Valheenpaljastuskoneiden luotettavuutta pidetään kyseenalaisena eikä niiden antamien tulosten perusteella ainakaan Suomessa voida tuomita ketään.

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

Tarinan ratkaisu

”...Opettaja Virtanen ei voi enää pidätellä hymyään. Oppilaat olivat toimineet kuin rikostutkinnan ammattilaiset. Jokainen teki osansa rikoksen selvittämiseksi eikä kukaan nurissut edes silloin, kun päätettiin rakentaa virtapiiri valheenpaljastuskonetta varten. Tavallisestihan osa alkaa aina valittaa, kun fysiikan tunnilla tehdään sähkötoita. Virtanen kysyy oppilailtaan mistä ihmeestä he olivat oppineet näin taitavia rikostutkintamenetelmiä. ”CSI:tä seuraamalla”, vastaavat he yhteen ääneen. ”Ja soveltamalla oppitunneilla tehtyjä juttuja”, täydentää eräs oppilas. Muut nyökkäävät. ”Mutta ainahan te valitatte, että luonnontieteet ovat ihan turhia aineita?”, ihmettelee Virtanen. Oppilaat kohauttavat hartioitaan ja vilkuilevat toisiaan. Sitten eräs oppilas, joka tähän mennessä on jokaisella fysiikan tunnilla valittanut oppiaineen turhuutta, tajuaa yhtäkkiä olleensa väärässä ja toteaa: ”No ehkä niistä jotain hyötyä on ollut...”. Opettaja alkaa nauraa, ”Siinä näette!”. Sitten oppilaiden yllätykseksi hän vetää laukustaan suuren setelitukun. ”Aprillia syökää silliä! Tässä kadonneet 2000 euroa. Ei niitä oltukaan ryöstetty!”, opettaja huudahtaa. ”Näitte paljon vaivaa olemattoman rikoksen selvittämiseksi, mutta ainakin sain teidät viimein innostumaan luonnontieteistä. Oikeassa tilanteessa olisitte varmasti saaneet syyllisen selville.” Oppilaat ovat aluksi hieman tyrmistyneitä, mutta suhtautuvat lopulta tilanteeseen huumorilla. Kun Virtanen vielä lohdutukseksi ja palkinnoksi heidän ponnisteluistaan lupaa ensi viikon fysiikan tunnille retken Keskusrikospoliisin rikostekniseen laboratorioon, alkavat oppilaiden kasvot hehkua innostuksesta.”