



Pipetti 1

tekstikirja

aikuisten perusopetuksen
ke1 – kemia omassa elämässä ja elinympäristössä

Sisällys

LUKU 1 : Mitä kemia on?	3
LUKU 2 : Happamuus on aineen ominaisuus.....	7
LUKU 3 : Palaminen ja paloturvallisuus	11
LUKU 4 : Kaikilla aineilla on kolme olomuotoa	14
LUKU 5 : Alkuaineista muodostuu yhdisteitä	18
LUKU 6 : Kaikissa atomeissa on samoja hiukkasia	22
LUKU 7 : Epämetallit muodostavat molekyylejä	25
LUKU 8 : Suolat sulavat huonosti.....	28
LUKU 9 : Ihmisen alkuaineet.....	32
LUKU 10 : Typpiyhdisteet otetaan pois jätevedestä.....	34
LUKU 11 : Hiilidioksidi lämmittää Maapalloa	37
Liite 1 : Turvallinen työskentely	39
Liite 2 : Jaksollinen järjestelmä	40

versio 2.0 15.7.2022

Kirjoittaneet:

Jan Jansson

Suvisaara Holmström

Vesa Sipiä

Anneli Töhönen

työryhmässä mukana:

Suula Arppe, Anne Jurva, Ulla Lavemäki, Emma Tiia Mietti,
Ville Nikkanen, Riikka Salo, Petra Tiisala

Valokuvat ja piirrookset:

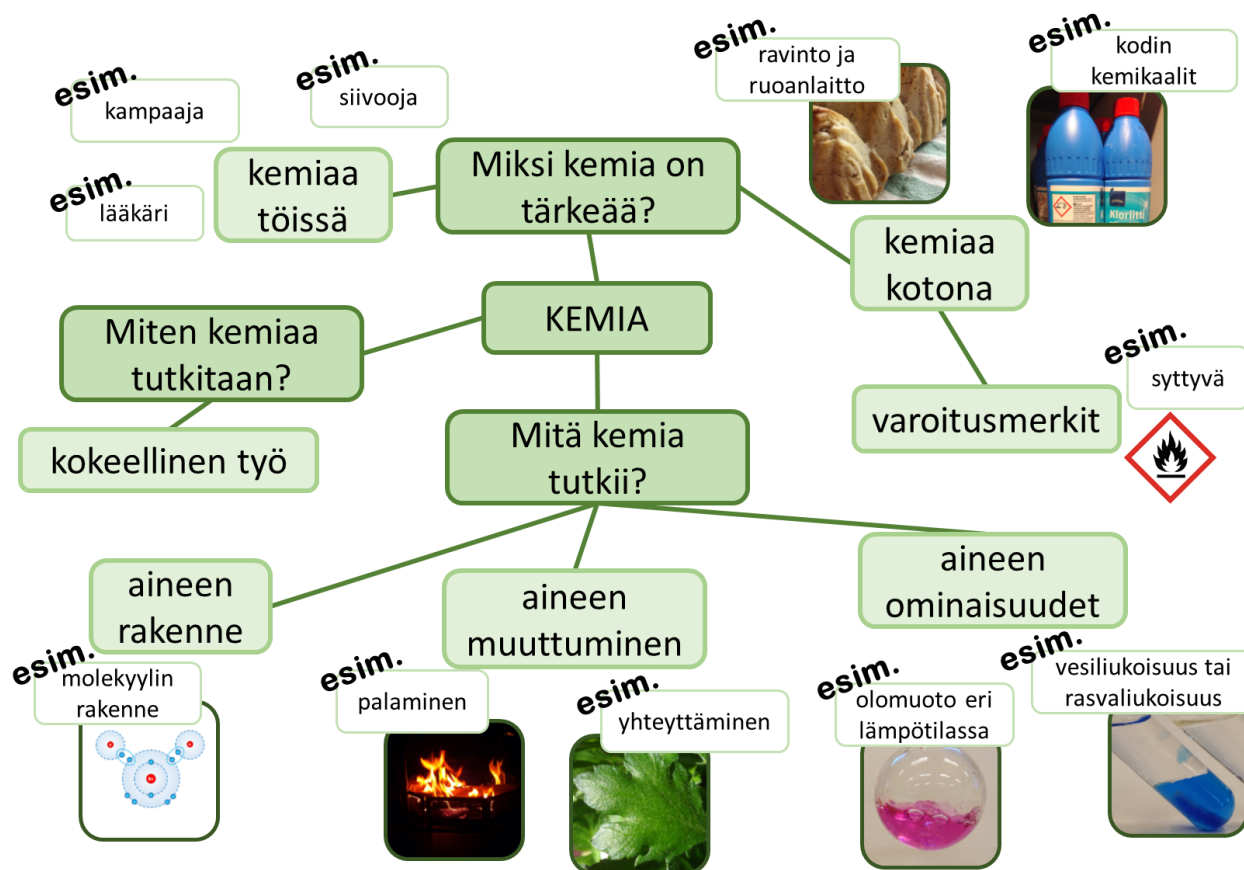
Jan Jansson poislukien kuvat 3, 15, 61 ja 62 sekä kappaleen 5 ensimmäinen sivun osana käytetty kuva, jotka on jaettu lähteissään (Pixabay.com-palvelu ja Wikimedia Commons) ilman käyttörajoituksia.

Tämä kirja on valmistettu vapaaehtoisvoimin käytettäväksi aikuisten perusopetuksen opetussuunnitelman mukaisen opetuksen materiaalina. Materiaalia saa vapaasti kopioida, jakaa ja näyttää opetusta järjestävissä julkisissa ja yksityisissä oppilaitoksissa.



CC: Nimeä-EiKaupallinen-EiMuutoksia 4.0 Kansainvälinen

LUKU 1 : Mitä kemia on?



1.1 Mitä kemia on?

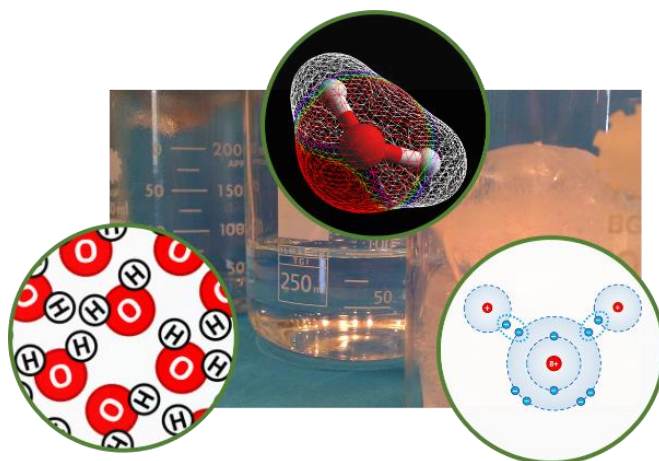
Kemia on luonnontiede. Luonnontieteitä ovat myös fysiikka ja biologia. Kemia tutkii **ainetta**. Aineita ovat esimerkiksi ruoka-aineet, lääkeaineet ja rakennusaineet. Esimerkiksi vesi tai rauta on aine. Appelsiinimehu on myös aine. Appelsiinimehu sisältää monta eri ainetta kuten vettä, sitruunahappoa ja C-vitamiinia.

Kemia tutkii

- aineiden ominaisuuksia
- aineiden rakennetta ja
- aineiden muuttumista toisiksi aineiksi.

Aineiden ominaisuuksia ovat esimerkiksi aineen väri ja maku. Lämpötila, jossa aine sulaa tai kiehuu, on myös aineen ominaisuus. Ominaisuus voi myös olla aineen sähkön- tai lämmönjohtavuus, myrkyllisyys tai syttyvyys. Ominaisuudet kertovat millainen aine on. Aineiden ominaisuudet johtuvat niiden rakenteesta.

Aineen rakenne tarkoittaa sitä, mistä osista aine on tehty. Esimerkiksi vesi on aine, joka rakentuu osista, joiden nimi on vesimolekyyli. Myös vesimolekyyllillä on rakenne. Vesimolekyyli rakentuu kahdesta vetyatomista ja yhdestä happiatomista.

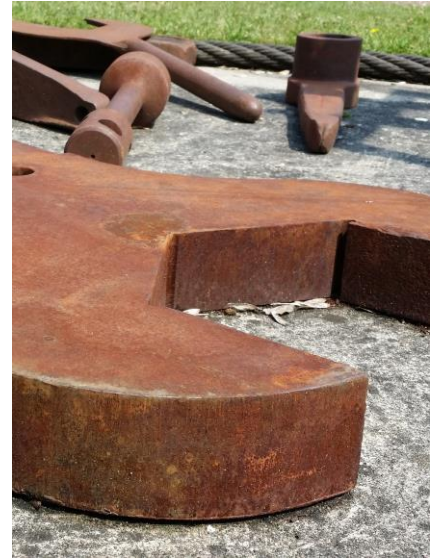


Kuva 1 Esimerkiksi vesi on aine. Vedessä on erilaisia rakenneseisiä. Veden rakenne selittää, miksi vesi jäätyy ja muut veden ominaisuudet. Veden rakenteen tutkiminen on kemiaa.

Aineen muuttuminen toiseksi aineeksi voi tarkoittaa esimerkiksi yhteyttämistä. Yhteyttämässä kasvin sisään menee vettä ja hiilidioksidia. Kasvin sisällä aineen rakenne muuttuu ja syntyy kaksi uutta ainetta: sokeri ja happi. Yhteyttäminen on **kemiallinen reaktio**.

Myös ruostuminen on kemiallinen reaktio. Rauta on harmaa ja kiiltävä aine, joka ei hajoa helposti. Kun rauta ruostuu, se muuttuu toiseksi aineeksi. Ruostumisen jälkeen ei enää ole rautaa vaan uutta ainetta, jonka nimi on ruoste. Ruoste on ruskea aine, joka ei kiillä ja hajoaa helposti.

Luonnontieteellistä tietoa saadaan lisää, kun tehdään **kokeellinen tutkimus**. Kokeellisessa tutkimuksessa tehdään **havaintoja**. Havainto voi olla esimerkiksi väri tai lämpötila. Havainnon voi tehdä silmillä tai mittalaitteella. Mittalaitteita voi olla esimerkiksi kello, lämpömittari, sähkövirtamittari tai vaaka. Havainnoista voidaan tehdä **johtopäätös**. Tutkimus tehdään usein **laboratoriossa**, mutta joskus aineita tutkitaan myös luonnossa. Kemiallisessa tutkimuksessa voi esimerkiksi tehdä havaintoja aineen ominaisuuksista tai kemiallisista reaktioista. Havainnoista voidaan tehdä johtopäätös siitä, minkälainen aineen rakenne on.



Kuva 2 Ruostuminen on hidas kemiallinen reaktio. Ennen reaktiota aine on rautaa. Reaktion jälkeen aine on ruostetta. Kemiallisessa reaktiossa aineen rakenne ja ominaisuudet muuttuvat.

1.2 Kemiaa tarvitaan monissa ammateissa

Kemikaali on aine, jolla on tunnettu koostumus. Kemikaaleja ovat esimerkiksi pesuaineet, maalit ja elintarvikkeiden lisäaineet.

Esimerkiksi pyykinpesuaine on kemikaali. Se koostuu vedestä, pesevistä aineista ja tuoksuista. Kemikaalissa eri aineiden määrä ja aineiden ominaisuudet ja rakenne tunnetaan hyvin. Monessa työssä käytetään kemikaaleja ja tarvitaan kemian tietoja.

Laboratorioalan perustutkinto on ammattitutkinto, jonka voi opiskella peruskoulun jälkeen. Sen avulla voi olla **laborantti** kemian tai biologian laboratoriossa. Jos opiskelee kemiaa yliopistolla, voi tulla **kemistiksi**. Kemiaa tarvitaan myös muissa töissä.



Kuva 3 Laborantti, leipuri, maanviljelijä ja kampaaja ovat ammatteja, joissa tarvitaan kemian osaamista. Kuvat : [luvas](#), [Intuitivmedia](#), [wuzefe](#), [Engin](#) [Akyurt](#) (pixabay.com)

Leipurin täytyy tietää leivonnaisten ainesosien ominaisuudet. Leipurin täytyy esimerkiksi tietää, mikä kemiallinen reaktio tapahtuu leivinjauheelle.

Maanviljelijän täytyy tietää lannoitteiden ja hyönteismyrkkien ominaisuudet. Silloin hän osaa käyttää aineita oikein. Kun aineita käyttää oikein, maanviljelijä on turvassa ja ympäristö voi hyvin.

Kampaajan täytyy tietää kemikaalien ominaisuudet ja millaisia kemiallisia reaktioita hiuksissa tapahtuu. Kampaajan pitää osata kemiaa, jotta hän osaa tehdä työnsä turvallisesti itselle ja asiakkaalle.

Lääkärin täytyy tietää mitä kemiallisia reaktioita tapahtuu ihmisessä ja mitä reaktioita lääkkeille tapahtuu. Jos lääkäri osaa kemiaa, hän ymmärtää laboratoriokokeiden tulokset.

1.3 Varoitusmerkit kodin kemikaaleissa

Kaikissa kemikaaleissa on etiketti. Etiketissä kerrotaan, miten kemikaalia käytetään turvallisesti. Vaaralauseke kertoo, mikä haitta tai vaara kemikaaliin liittyy. Turvalausekkeissa on ohjeita kemikaalin turvalliseen käyttöön.

Vaaralauseke kertoo, mitä vaaraa aine aiheuttaa.

Varoitusmerkki kertoo millä tavalla aine on vaarallinen.

Turvalauseke kertoo, miten ainetta käytetään turvallisesti. Turvalauseke kertoo myös, mitä tehdään, jos sattuu vahinko.

Jotkin vaaralliset aineet luetaan.

VAROITUS / VARNING

www.cleanright.eu

Monessa kodin kemikaalissa on **varoitusmerkki**. Varoitusmerkki kertoo lyhyesti, minkälainen vaara aineeseen liittyy.



Kuva 5 Monessa kodin kemikaalissa on varoitusmerkkejä. Kuvissa desinfiointiaine, vahva pesuaine, rotanmyrky ja hyönteismyrky.

Kemikaalien varoitusmerkkejä on yhdeksän erilaista. Ne ovat samanlaiset kaikkialla maailmassa.



Terveyshaitta

Aine voi ärsyttää ihoa, silmiä tai keuhkoja. Suuri määrä on myrkyllinen.
Esim. tiskiaine



Hapettava

Aine, joka voi aloittaa tulipalon tai nopeuttaa tulipaloa.
Esim. kaliumpermanganaatti, valkaisuaine



Syttyvä

Aine, joka syttyy tuleen hyvin helposti.
Esim. bensiini, desinfiointiaine



Syövyttävä

Hajottaa ihoa ja muita kudoksia. Voi hajottaa myös metallia.
Esim. vahva pesuaine, akkuhappo



Räjähde

Aine, joka palaa hyvin nopeasti ja ilman happea.
Esim. ilotulite



Paineistettua kaasua

Kaasu, joka on puristettu pieneen tilaan.
Esim. hitsauskaasu



Pitkäaikainen terveyshaitta

Aine voi aiheuttaa syöpää tai muun pitkän sairauden.
Esim. jäätymisenestoaine, asbesti, bensiini



Ympäristölle vaarallinen

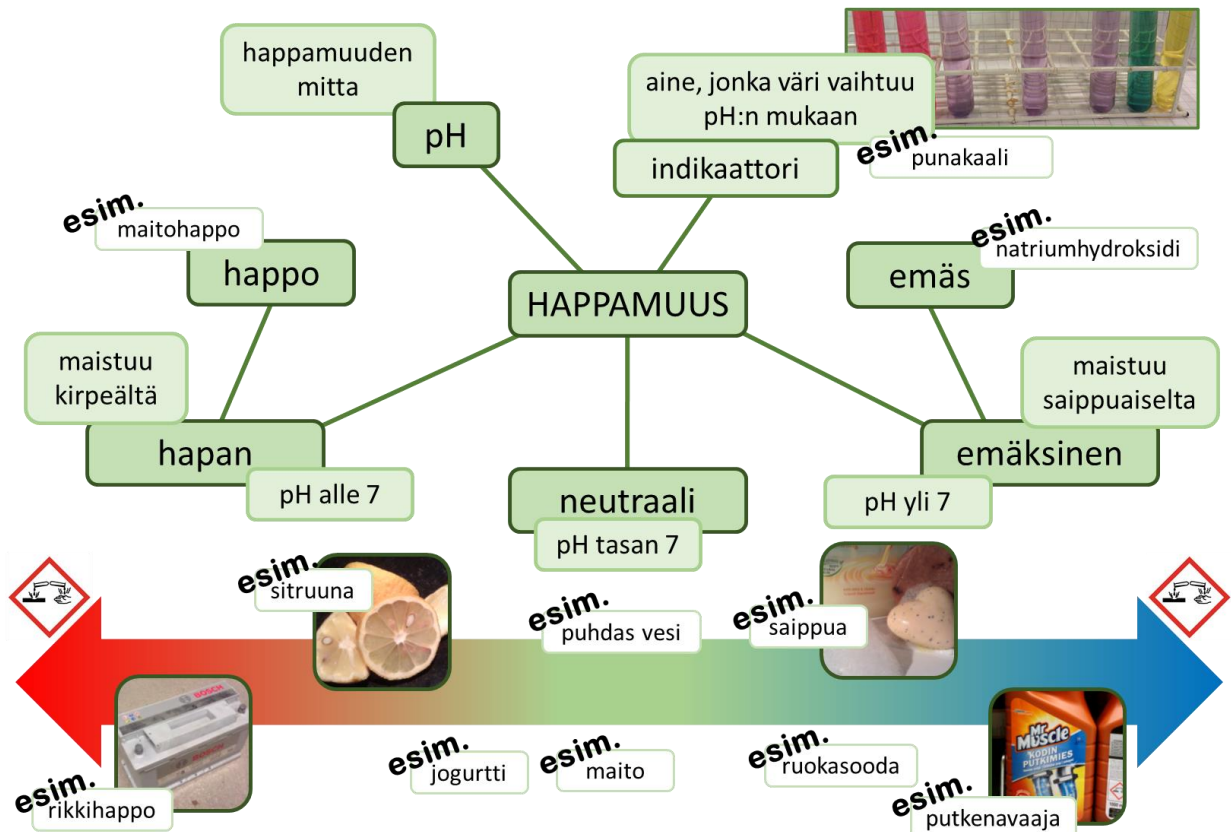
Aine, joka on hyvin vaarallinen eliöille vesistöissä. Ei saa laittaa viemäriin.
Esim. hyönteismyrkky, öljy



Välittömästi myrkyllinen

Aine, joka aiheuttaa kuoleman pienenä annoksena.
Esim. metanoli

LUKU 2 : Happamuus on aineen ominaisuus



2.1 Hapan ja emäksinen maistuvat erilaisilta

Sitruunalla on tosi kirpeä ja pistävä maku. Voi myös sanoa, että sitruunan maku on **hapan**. Monet asiat maistuvat kirpeältä ja happamalta. Etikka, omena ja monet marjat ovat happaman makuisia. Jos aine on tosi hapan, se on syövyttävä. Syövyttävää ainetta pitää käyttää varovasti.



Kuva 6 Marjat, hedelmät ja esimerkiksi etikka ovat happamia aineita, jotka ovat ihmiselle turvallisia. Auton akussa on rikkihappoa, joka on vaarallinen aine. Tosi hapan aine on syövyttävä.

Hedelmät ovat usein happamia, koska se auttaa kasveja suojautumaan esimerkiksi homeelta. Myös ihmisen iho on vähän hapan. Ihmisen iho pysyy terveenä, koska bakteerien on vaikea kasvaa happamalla iholla. Ihmisen vatsassa on tosi hapanta mahanestettä. Ruoka hajoaa mahanesteessä, koska mahaneste on syövyttävää.

Joskus lapset syövät vahingossa saippuaa. Saippuan maku on ihmisten mielestä tosi ikävä. Saippua ja ruokasooda ovat aineita, joiden maku on **emäksinen**. Pieni määrä saippuaa iholla ei ole vaarallinen. Jos aine on tosi emäksinen, sitä pitää käyttää varovasti. Tosi emäksinen aine on syövyttävä.



Kuva 7 Saippua, ruokasooda ja kananmunan valkuainen ovat vähän emäksisiä aineita. Niillä on saippuainen maku. Kloriitti on tosi emäksinen aine. Tosi emäksinen aine on syövyttävä.

Hapan ja emäksinen ovat toistensa vastakohtat. Aine ei voi olla hapan ja emäksinen yhtäaika.

Jotkin aineet eivät ole happamia tai emäksisiä. Aine, joka ei ole hapan eikä emäksinen, on **neutraali**.



Kuva 8 Puhdas vesi, maito ja sokeri ovat neutraaleja aineita. Ruokasuolan maku tuntuu pistävältä, mutta se ei ole samalla tavalla kirpeä kuin hapan aine. Myös ruokasuola on neutraali aine.

2.2 pH-arvo on happamuuden mitta

Useita aineita ei ole turvallista maistaa. Mittaus kertoo turvallisesti, onko aine hapan tai emäksinen.

Happamuus on aineen ominaisuus. Aineen happamuutta voi kuvata sanomalla hapan, emäksinen tai neutraali. Tarkempi happamuuden mitta on **pH-arvo**. pH-arvo on numero, joka kuvaa happamuutta. pH-arvon saa selville mittaamalla mittarilla tai indikaattoripaperilla.

Jos vesiliuoksen **pH on alle 7, liuos on hapan**. Happamuus aiheutuu aineesta, joka on **happo**. Esimerkiksi sitruuna on hapan, koska sitruunassa on sitruunahappoa. Limu on hapanta, koska siinä on hiilihappoa. Jos aineen pH on 2 tai alle, aine syövyttää ihoa.

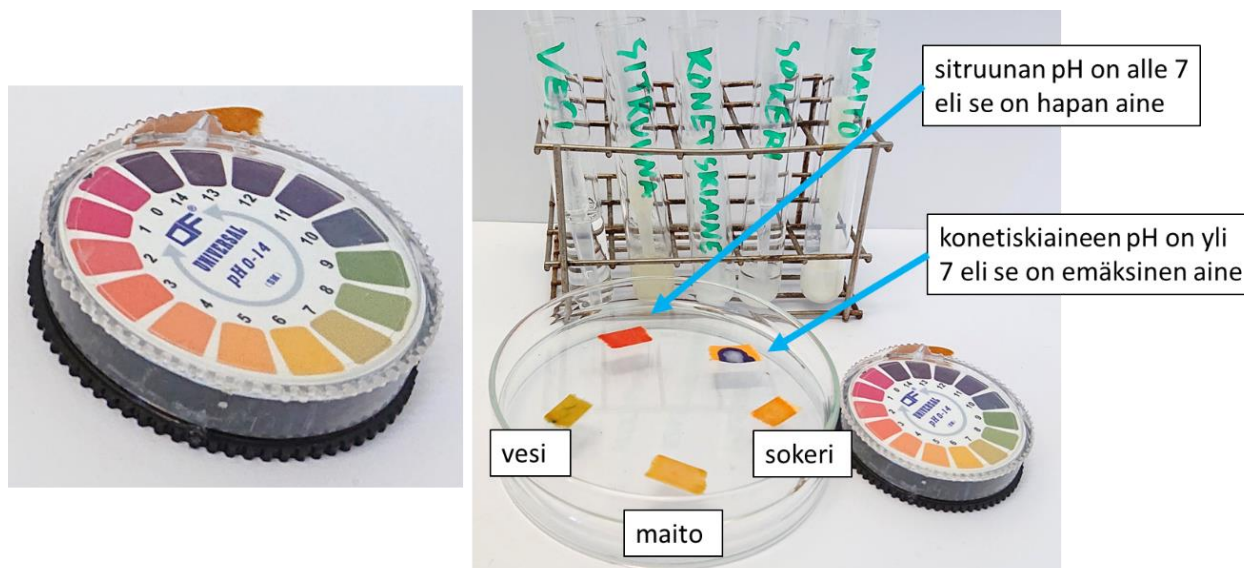
Jos vesiliuoksen **pH on yli 7, liuos on emäksinen**. Emäksisyys aiheutuu aineesta, joka on **emäs**. Esimerkiksi konetiskiaine on tosi emäksistä, koska siinä on natriumhydroksidia. Natriumhydroksidi on emäs ja konetiskiaine on emäksinen aine. Jos aineen pH on 11,5 tai isompi, aine syövyttää ihoa.

Jos vesiliuoksen **pH on tasan 7, liuos on neutraali**.



Kuva 9 Jälkiruoassa on mustikkaa kahdessa eri pH:ssa. Marengin pH on yli 7. Marengi on emäksistä ja mustikka on sinistä. Rahka on hapanta. Rahkan pH on alle 7 ja mustikka on punaista.

Indikaattori on aine, jonka väri muuttuu pH:n mukaan. Monessa marjassa on indikaattoria. Esimerkiksi mustikan mehu muuttaa väriä pH:n mukaan.



Kuva 10 pH-paperissa on indikaattoria. Indikaattori vaihtaa väriä, kun paperi kastetaan happamaan tai emäksiseen aineeseen. Väristä voi päätellä aineen pH-arvon. Vesi, maito ja sokeri ovat neutraaleja aineita, joten ne eivät muuta paperin väriä paljon.

2.3 Pitoisuus ja happamuus

Pitoisuus kertoo, kuinka paljon seoksessa on ainetta. Esimerkiksi makeassa mehussa on suuri sokeripitoisuus. Terveellisessä mehussa on pieni sokeripitoisuus.

Usein pitoisuus kerrotaan prosentteina (%). Hyvässä desinfiointiaineessa alkoholipitoisuus on yli 50 %. Kaupasta voi ostaa etikkaa, jossa etikkahappopitoisuus on 10 %.

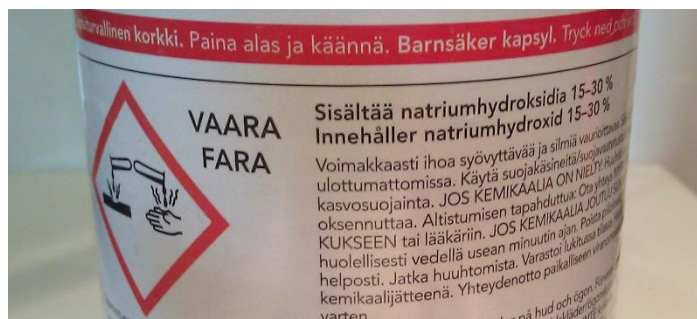
pH riippuu hapon tai emäksen pitoisuudesta.

Jos happoa on ihan vähän, pH on vain vähän alle 7. Kun hapon pitoisuus on suuri, pH on pienempi.

Esimerkiksi eri omenoissa on eri määrä happoa. Kypsässä ja makeassa omenassa on vähän happoa ja sen pH voi olla 4. Kirpeässä omenassa on paljon happoa ja sen pH voi olla 3.

Myös emäksen määrä muuttaa pH:ta. Jos emästä on ihan vähän, pH on vain vähän yli 7. Kun emäksen pitoisuus on suuri, pH on suurempi.

Esimerkiksi ruokasooda on emäs. Leivonnassa ruokasoodan määrä pitää mitata tarkasti. Oikea määrä ruokasoodaa ei maistu pahalta. Jos ruokasoodaa on liikaa, pH nousee liikaa ja ruoka alkaa maistua saippualta.



Kuva 11 Vahvassa pesuaineessa kerrotaan natriumhydroksidipitoisuus eli kerrotaan kuinka paljon seoksessa on natriumhydroksidia.

2.4 Neutraloituminen

Kun yhdistää happoa ja emästä, tapahtuu kemiallinen reaktio, jonka nimi on **neutraloituminen**. Neutraloitumisessa happo ja emäs reagoivat keskenään ja syntyy vettä ja suolaa, jotka ovat uusia, neutraaleja aineita.

Neutraloitumista voi käyttää apuna ihmisen terveyden hoidossa. Närästys tarkoittaa sitä, että ihmisen vatsa on kipeä, koska ihmisen mahaneste on liian hapanta. Närästyslääke on emäksinen aine. Kun syö närästyslääkkeen, lääke neutraloi vatsan happoa ja kipu helpottaa.

Neutraloitumisen avulla voi myös tutkia kokeellisesti happaman liuoksen pitoisuutta. Kun happamaan aineeseen lisää emästä, happo neutraloituu.

- Jos hapon pitoisuus on pieni, tarvitaan pieni määrä emästä ennen kuin liuos on neutraali.
- Jos hapon pitoisuus on suuri, emästä kuluu paljon ennen kuin liuos on neutraali.

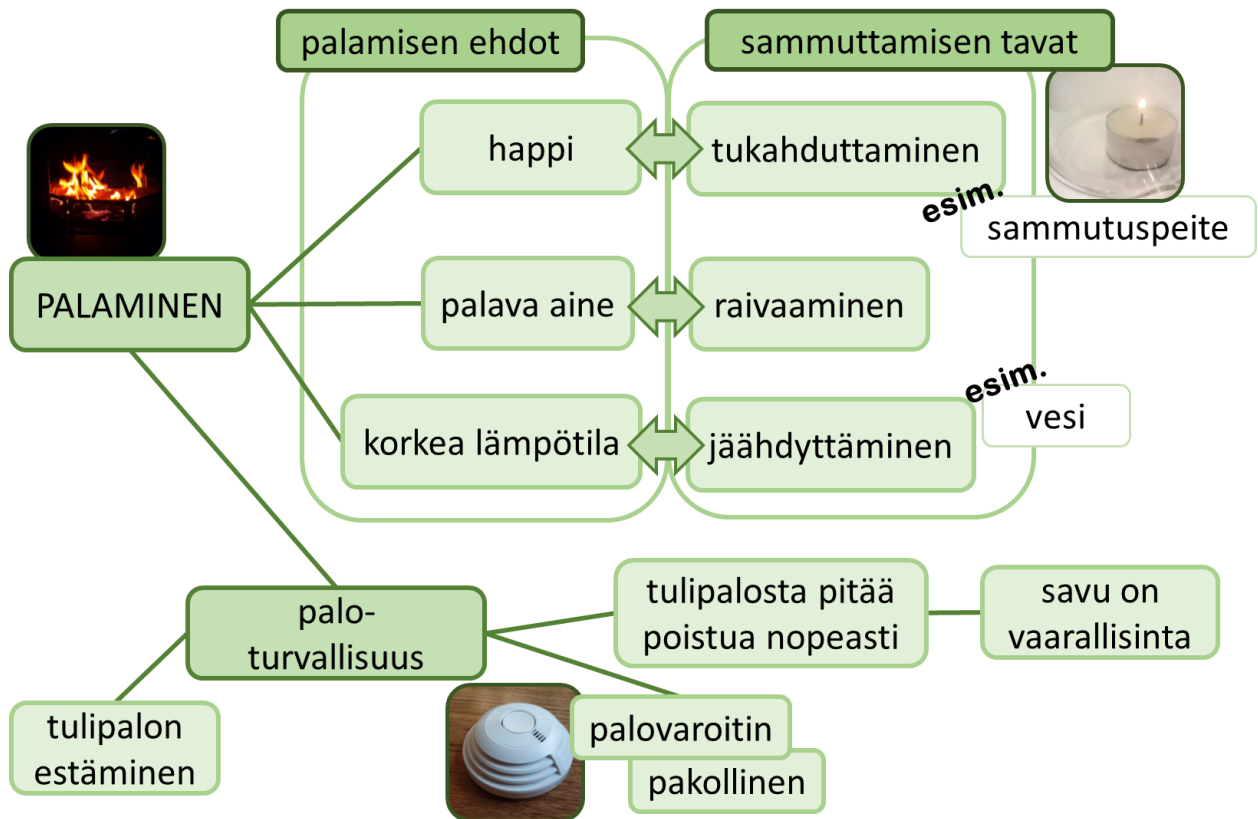
Tutkimuksessa käytetään apuna indikaattoria. Indikaattori vaihtaa väriä, kun kaikki happo on neutraloitunut ja liuos on neutraali.



Kuva 12 Ruokasooda on emäksinen aine. Etikka on hapan aine. Kun yhdistää ruokasoodaa ja etikkaa tapahtuu kemiallinen reaktio nimeltä neutraloituminen.

väriä, kun kaikki happo on

LUKU 3 : Palaminen ja paloturvallisuus



3.1 Palamisen ehdot

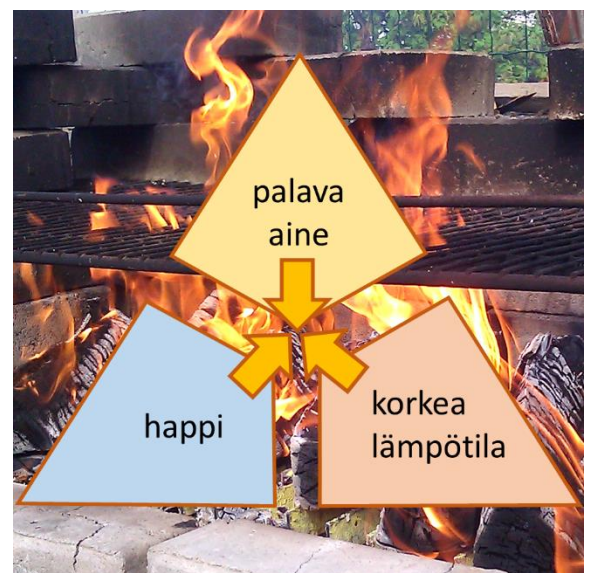
Palaminen on tapahtuma, jossa tuli kuluttaa aineita. Se on usein hyödyllinen tapahtuma. Kun puu palaa grillissä, tulella voi valmistaa ruokaa. Sytyttäminen tarkoittaa, että aloittaa palamisen. Kuivan puun voi sytyttää tulitikulla. Polttaminen tarkoittaa, että annetaan aineen palaa. Ihminen voi polttaa puuta grillissä.

Palaminen tapahtuu vain, jos kolme ehtoa on totta. Ehto on asia, joka on pakko olla. Jos yksi ehto ei toteudu, palaminen loppuu ja tuli sammuu.

Ensimmäinen ehto on palava aine. **Palava aine** voi olla hiili, puu, sokeri, bensiini tai muu aine, joka voi palaa. Kaikki aineet eivät voi palaa. Vesi tai hiekka eivät voi syttyä. Ne eivät ole palavia aineita.

Toinen ehto on happi. Palamisessa **happi** ja palava aine yhdistyvät. Ilma on erilaisten kaasujen seos. Ilmassa on typpeä 78% ja happea 21%. Palamisessa tärkeää on vain happi.

Kolmas ehto on lämpötila. Palaminen jatkuu vain, jos **lämpötila on tarpeeksi korkea**. Jos polttaa puuta tai paperia, syntyy paljon lämpöä. Uusi lämpö auttaa palamista jatkumaan.

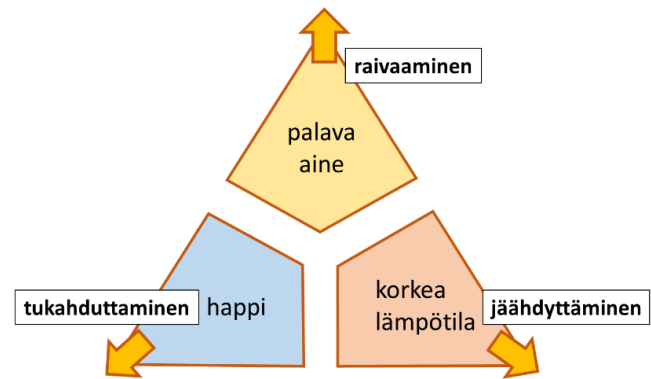


Kuva 13 Palaminen tapahtuu vain, jos kolme ehtoa on totta. Nuotiossa palava aine on puu ja happi tulee ilmasta. Lämpötila pysyy korkeana, kun puu palaa.

3.2 Tulipalon sammuttaminen

Tulipalo on onnettomuus, jossa esimerkiksi asunto palaa. Tulipalo sammuu eli palaminen loppuu, jos yksi palamisen ehto otetaan pois.

Yksi tapa sammuttaa tulipalo on ottaa palava aine pois. **Raivaaminen** tarkoittaa, että palava aine otetaan pois. Kun tulen lähellä ei ole palavaa ainetta, tulipalo sammuu. Jos kotona syttyy tulipalo, pienen tulipalon voi sammuttaa tai tulipaloa voi hidastaa raivaamalla.



Kuva 14 Tulipalon voi sammuttaa kolmella tavalla, koska palamisen ehtoja on kolme.

Toinen tapa sammuttaa tulipalo on ottaa happi pois. Palaminen tarvitsee paljon happea. **Tukahduttaminen** tarkoittaa, että tulipalo peitetään ja happi ei pääse tuleen. **Sammutuspeite** on kangas, joka syttyy tosi huonosti. Sammutuspeitteen voi laittaa tulen päälle. Silloin tuli tukahtuu, koska kankaan läpi menee vain vähän ilmaa.

Kolmas tapa sammuttaa tulipalo on laskea lämpötilaa. **Jäähdyttäminen** tarkoittaa, että palavan aineen lämpötilaa lasketaan. Vesi on hyvä aine jäähdyttämisessä. Kun tulipaloon kaataa vettä, lämpötila laskee nopeasti.

Jos rasva palaa, siihen ei koskaan saa laittaa vettä. Rasvapalo pitää aina tukahduttaa.



Kuva 15 Palokunta jäähdyttää palavan aineen vedellä. Kun lämpötila laskee, tulipalo sammuu.

3.3 Paloturvallisuus

Tulipalossa **vaarallisin asia on savu**. Tulipalon savu on myrkyllistä, koska siinä on paljon häkää ja muita vaarallisia kaasuja. Jos ihminen hengittää tulipalon savua, hän pyöryy nopeasti. Tulipalossa savu on tosi mustaa. Savussa ei voi nähdä hyvin. Tulipalossa on helppo eksyä, koska savussa ei näe.

Palovaroitin on laite, joka hälyttää, jos on savua. Laki sanoo, että jokaisessa kodissa on pakko olla palovaroitin. Isossa kodissa pitää olla monta palovaroitinta. Kodin asukas on vastuussa palovaroittimesta. Asukkaan pitää itse tarkastaa, että palovaroitin toimii.

Kun palovaroitin hälyttää, **pitää lähteä pois 2-3 minuutissa**. Jos huoneessa on savua, pitää liikkua matalalla. Kuuma savu nousee ylös. Lattian lähellä on puhdasta ilmaa.

Jos tulipalo on viereisessä asunnossa, rappukäytävässä voi olla savua. **Savuun ei saa koskaan mennä**. Jos omassa asunnossa ei ole savua, on turvallista jäädä sisälle asuntoon. Kerrostalossa tuli ei leviä helposti asunnosta toiseen. Kun palokunta tulee paikalle, pitää näyttää ikkunasta, että asunnossa on ihmisiä.

Kodin tulipalot alkavat usein sähkölaitteista. Jos sähkölaitte on rikki, sitä ei saa käyttää. Sähkölaitteet on hyvä sammuttaa, kun ei ole paikalla. On myös tärkeää puhdistaa sähkölaitteet. Esimerkiksi jääkaapin takana voi olla paljon pölyä. Pöly sähkölaitteessa voi syttyä ja aiheuttaa tulipalon.

Miten pitää toimia tulipalossa?

- Sammuta tuli, jos se on turvallista.
- Auta muita menemään ulos. Älä käytä hissiä. Sulje ovet ja ikkunat.
- Älä koskaan mene savuun! Jos rapussa on savua, pysy omassa asunnossa. Näytä palokunnalle, että olet vielä sisällä.
- Soita hätänumeroon 112 heti, kun olet turvassa. Opasta palokunta oikeaan paikkaan.

3.4 Palamisessa aine yhdistyy happeen

Kemiallisen reaktion huomaa siitä, että syntyy uusi aine. Uudella aineella on uusia ominaisuuksia. Uusi ominaisuus voi olla esimerkiksi uusi väri.

Palaminen on kemiallinen reaktio. **Palaminen** tarkoittaa, että palava aine ja ilmassa oleva happi yhdistyvät ja syntyy uusi aine tai uusia aineita.

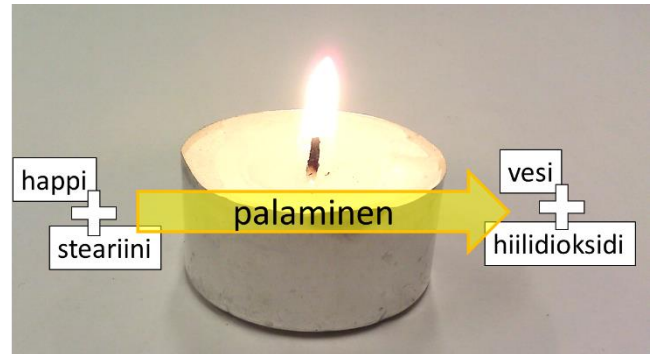
Palamisessa syntyvä aine on **palamistuote**. Palamistuotteet ovat aineita, jotka eivät voi palaa uudestaan. Puun ja paperin palamisessa syntyy vesihöyryä ja hiilidioksidia.

Joskus palamistuote on kaasu, mutta ei aina. Rauta

on vaikea sytyttää. Kun rauta palaa, syntyy kiinteä aine. Raudan palamistuote on rautaoksidi. Rautaoksidi syntyy, kun rauta ja happi yhdistyvät. Ennen palamista rauta painaa vähemmän kuin rautaoksidi painaa palamisen jälkeen. Kun 10 grammaa rautajauhetta palaa, voi syntyä 14 grammaa rautaoksidia. Rautaoksidi on uusi aine, jossa on 10 grammaa rautaa ja neljä grammaa happea yhdessä.

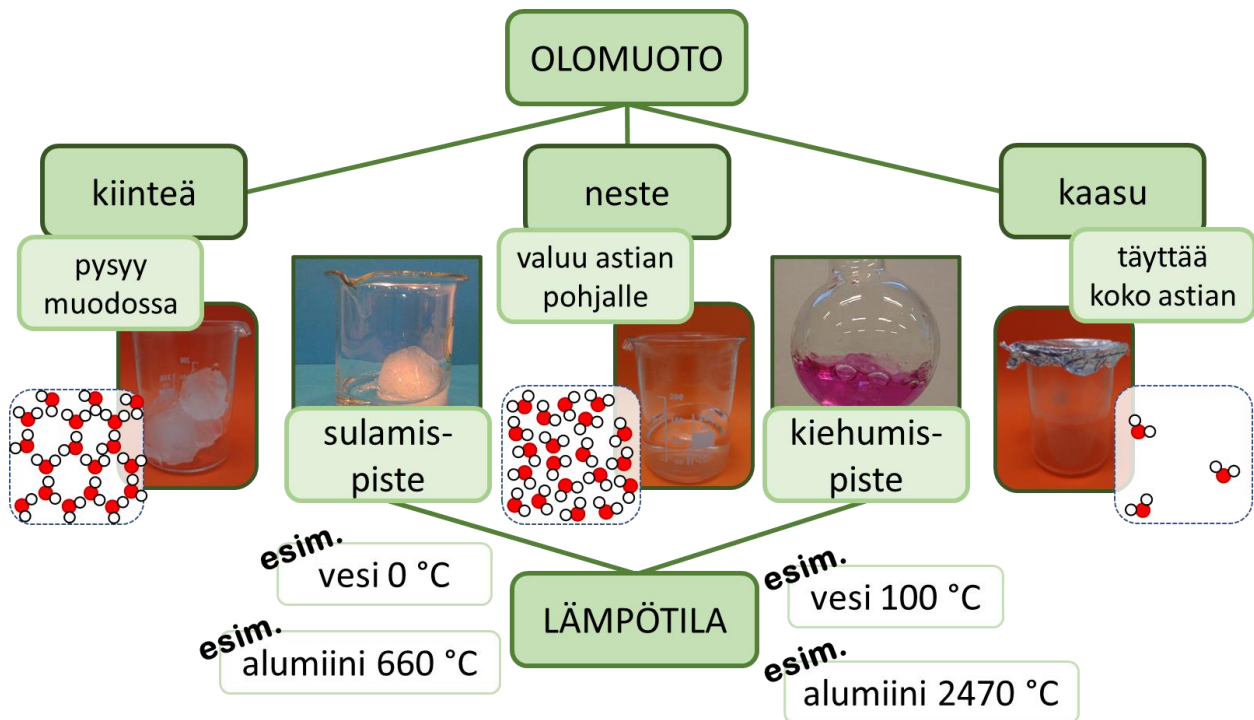
Joskus palaminen on hidasta eikä näy liekkiä. Raudan ruostuminen on hidaskalaminisreaktio. Raudan ruostumisessa rauta ja happi yhdistyvät hitaasti ja syntyy rautaoksidia.

Palamista tapahtuu myös ihmisen sisällä. Ihminen saa energiaa, kun ruoka palaa ihmisen sisällä. Sokerin tai rasvan palamisessa syntyy hiilidioksidia ja vettä. Ihminen hengittää ulos hiilidioksidia, joka on syntynyt palamisessa ihmisen soluissa.



Kuva 16 Happi on väritön kaasu ja kynttilä on valkoista pehmeää ainetta, jonka nimi on steariini. Palamisessa happi ja kynttilä muuttuvat uusiksi aineiksi. Kun kynttilä palaa, syntyy kahta palamistuotetta: vesihöyryä ja hiilidioksidia.

LUKU 4 : Kaikilla aineilla on kolme olomuotoa



4.1 Kolme olomuotoa

Olomuotoja on kolme: kiinteä, neste ja kaasu.

Kun lämpötila on 20 °C, veden olomuoto on neste. **Neste** on aine, joka valuu alaspäin ja täyttää astian alaosan. Esimerkiksi etikka, alkoholi ja siirappi ovat nestemäisiä aineita huoneenlämmössä.

Jos lämpötila laskee, veden olomuoto muuttuu. Kun lämpötila on alle 0 °C, vesi on kiinteässä olomuodossa. **Kiinteä** aine pysyy muodossa. Kiinteä aine ei valu. Esimerkiksi kupari, kivi ja suola ovat kiinteitä aineita huoneenlämmössä.

Jos veden lämpötila nousee, veden olomuoto muuttuu taas. Kun lämpötila on yli 100 °C, vesi on kaasumaisessa olomuodossa. **Kaasu** on aine, joka täyttää koko astian. Esimerkiksi happi, hiilidioksidi ja kloori ovat kaasuja.

Kaikki aineet voivat olla kaikissa olomuodoissa. Lämpötila määrää aineen olomuodon.



Kuva 17 Kuvassa on vettä kolmessa eri olomuodossa. Vasemmalla veden olomuoto on kiinteä (jäät). Keskellä vesi on neste. Oikealla veden olomuoto on kaasu (vesihöyry).

4.2 Sulamispiste ja kiehumispiste

Eri aineilla on eri olomuoto, vaikka lämpötila on sama. Huoneenlämpötila tarkoittaa, että lämpötila on noin 20 °C. Huoneenlämpötilassa rauta on kiinteä aine, vesi on neste ja happi on kaasu.

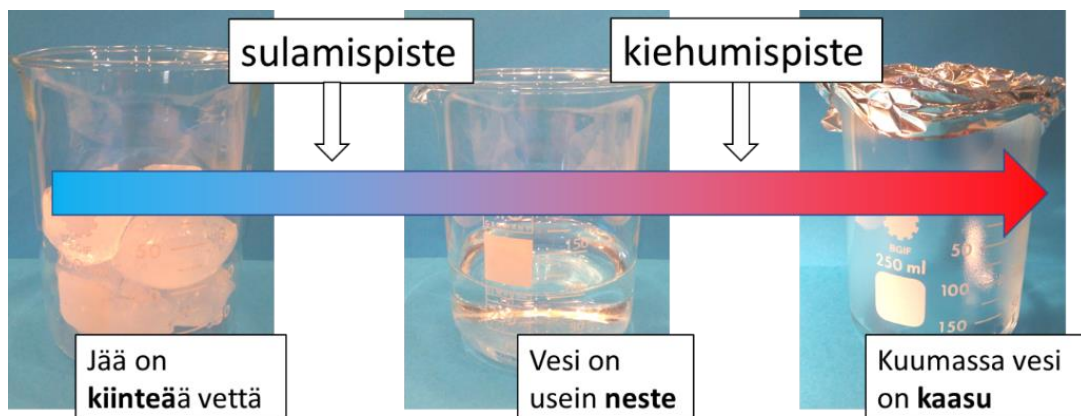
Sulamispiste on lämpötila, jonka alapuolella aine on kiinteä. Sulamispisteen yläpuolella aine on neste. Sulamispiste on aineen ominaisuus ja se on erilainen kaikille aineille.

Esimerkiksi veden sulamispiste on 0 °C. Kun lämpötila on -1 °C, vesi on kiinteä. Kun lämpötila on +1 °C, vesi on neste.

Alumiinilla on eri sulamispiste. Alumiinin sulamispiste on 660 °C. Kun lämpötila on 659 °C, alumiini on kiinteä. Kun lämpötila on 661 °C, alumiini on neste.



Kuva 18 Lämpötila vaikuttaa olomuotoon. Kun lämpötila on alle 327 °C, lyijy on kiinteä aine. Kun lämpötila on yli 327 °C, lyijy on neste.



Kuva 19 Aineen olomuoto riippuu lämpötilasta. Sulamispiste ja kiehumispiste ovat rajat olomuotojen välillä.

Kiehumispiste on lämpötila, joka on nesteen ja kaasun rajalla. Kiehumispiste on myös aineen ominaisuus ja erilainen eri aineille. Kun aineen lämpötila on pienempi kuin sen oma kiehumispiste, se on neste. Kun lämpötila on korkeampi kuin aineen oma kiehumispiste, aine on kaasu.

Esimerkiksi veden kiehumispiste on 100 °C. Kun lämpötila on 99 °C, vesi on neste. Kun lämpötila on 101 °C, vesi on kaasu.

Aineen olomuodon voi päätellä lämpötilasta, jos tietää aineen sulamispisteen ja kiehumispisteen.

- Kun aineen lämpötila on alle sulamispisteen, aineen olomuoto on kiinteä.
- Kun lämpötila on sulamispisteen ja kiehumispisteen välissä, aineen olomuoto on neste.
- Kun lämpötila on yli kiehumispisteen, aineen olomuoto on kaasu.

aine	sulamispiste	kiehumispiste
vesi	0 °C	100 °C
alumiini	660 °C	2579 °C
natrium	98 °C	883 °C
ruokasuola	801 °C	1465 °C
rikki	115 °C	445 °C
etanoli (alkoholi)	-115 °C	78 °C
happi	-218 °C	-189 °C

Kuva 20 Sulamispiste ja kiehumispiste ovat erilaiset eri aineille. Ne ovat aineen ominaisuuksia. Sulamispiste on aina matalampi kuin kiehumispiste.

4.3 Olomuodonmuutoksen sanat

Aineen olomuoto muuttuu, kun lämpötila muuttuu. Olomuodonmuutoksia on useita erilaisia.

Kun lämpötila on $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, vesi on kiinteä aine. Kun lämpötila nousee veden sulamispisteen yli, jää **sulaa** eli muuttuu nesteeksi.

Kun lämpötila on $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, vesi on neste. Kun lämpötila laskee veden sulamispisteen alle, vesi **jähmettyy** eli vesi muuttuu kiinteäksi.

Sulamisen ja jähmettyminen ovat vastakohtat. Ne tapahtuvat samassa lämpötilassa. Lämpötila, jossa sulaminen tapahtuu, on **sulamispiste**.



Kuva 21 Kiinteä jää sulaa nesteeksi, kun lämpötila on $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Veden sulamispiste on $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.



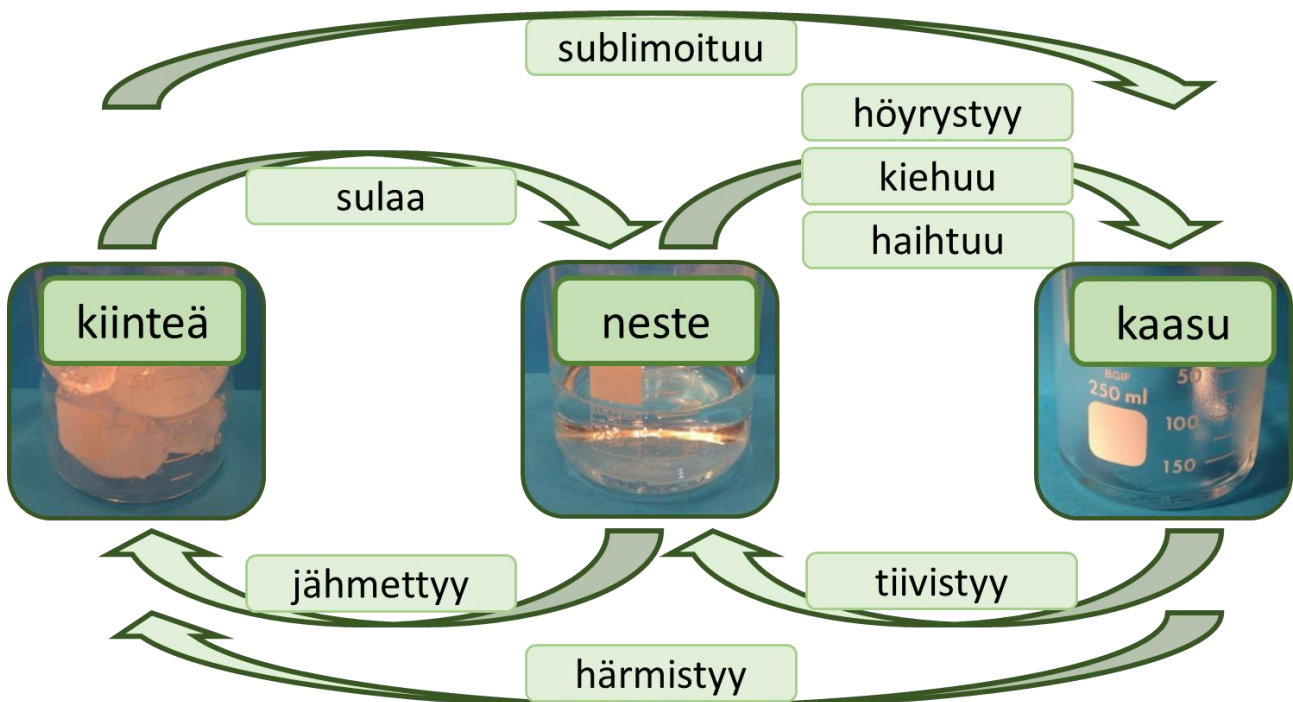
Kuva 22 Kiehumisen on nopeaa höyrystymistä. Kiehumisen tapahtuu, kun lämpötila on kiehumispisteessä.

Kun aine muuttuu nesteestä kaasuksi, aine **höyrystyy**. Höyrystyminen voi tapahtua kahdella tavalla.

Kiehuminen tarkoittaa, että neste höyrystyy kaasuksi nopeasti. Nesteestä nousee paljon kuplia. Lämpötila, jossa kiehumisen tapahtuu, on nimeltään **kiehumispiste**. Kiehumispiste on myös aineen ominaisuus. Joka aineella on oma kiehumispiste.

Höyrystyminen voi tapahtua myös hitaasti. **Haihtuminen** tarkoittaa, että neste muuttuu kaasuksi hitaasti. Haihtuminen tapahtuu, vaikka lämpötila on alle kiehumispisteen. Esimerkiksi pyykki kuivuu, vaikka lämpötila on alle $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Kaasu voi muuttua myös nesteeksi. Kun veden lämpötila on $120\text{ }^{\circ}\text{C}$, vesi on kaasu. Kun lämpötila laskee kiehumispisteeseen, vesihöyry **tiivistyy** nesteeksi eli kaasumainen vesi muuttuu nesteeksi.



Joskus aine voi muuttua kiinteästä kaasuksi ilman, että se on välillä neste. **Sublimoituminen** tarkoittaa, että kiinteä aine muuttuu suoraan kaasuksi. Sublimoituminen tapahtuu esimerkiksi, kun pyykki kuivuu ulkona talvella. Talvella pyykki ensin jäätyy. Sitten jää muuttuu kaasuksi eli sublimoituu.

Sublimoitumisen vastakohta on **härmistyminen**. Härmistyminen tarkoittaa, että kaasu muuttuu suoraan kiinteäksi aineeksi. Talvella lämpötila voi laskea paljon yöllä. Silloin ilmassa oleva vesihöyry härmistyy suoraan jääksi.



Kuva 24 Pensaassa oleva marja sublimoituu kuivaksi talvella.



Kuva 23 Auton päälle muodostuu talvella kuuraa. Kuura on jäätä, joka syntyy, kun vesihöyry härmistyy.

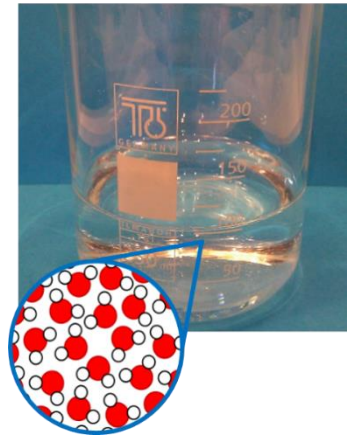
4.4 Lämpötila ei muuta aineen rakennetta

Kaikki aineet koostuvat pienistä rakenneseistä. Aineen rakennetta ovat esimerkiksi molekyylit. Vesi rakentuu pienistä vesimolekyyleistä. Molekyylit ovat niin pieniä, että niitä ei voi nähdä silmällä.

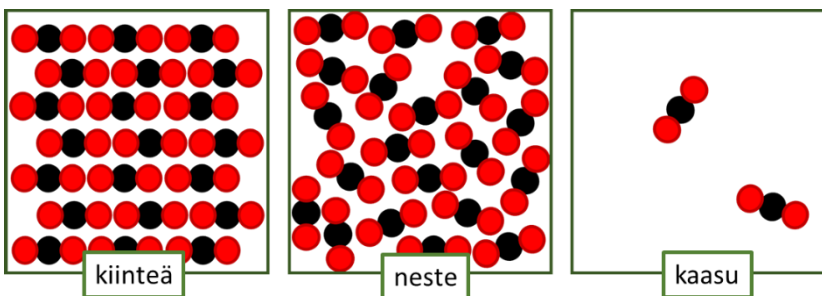
Aineen olomuoto muuttuu, kun lämpötila muuttuu. Molekyylit eivät muutu, kun lämpötila muuttuu. Molekyylit ovat kaikissa lämpötiloissa samanlaisia.

Koska aineen rakenneseet eivät muutu olomuodonmuutoksessa, kemiallisesti aine on sama kaikissa olomuodoissa. Kun suklaa sulaa, se muuttuu nesteeksi. Kiinteä suklaa ja nestemäinen suklaa ovat molemmat suklaata.

Eri olomuodoissa molekyylit liikkuvat eri tavalla. Molekyylit värähtelevät koko ajan. Värähtely tarkoittaa, että molekyylit liikkuvat vähän edestakaisin koko ajan. Kun lämpötila kasvaa, molekyylit liikkuvat enemmän. Tätä molekyylien liikettä sanotaan **lämpöliikkeeksi**.



Kuva 25 Vesimolekyylit on veden rakenneseet.



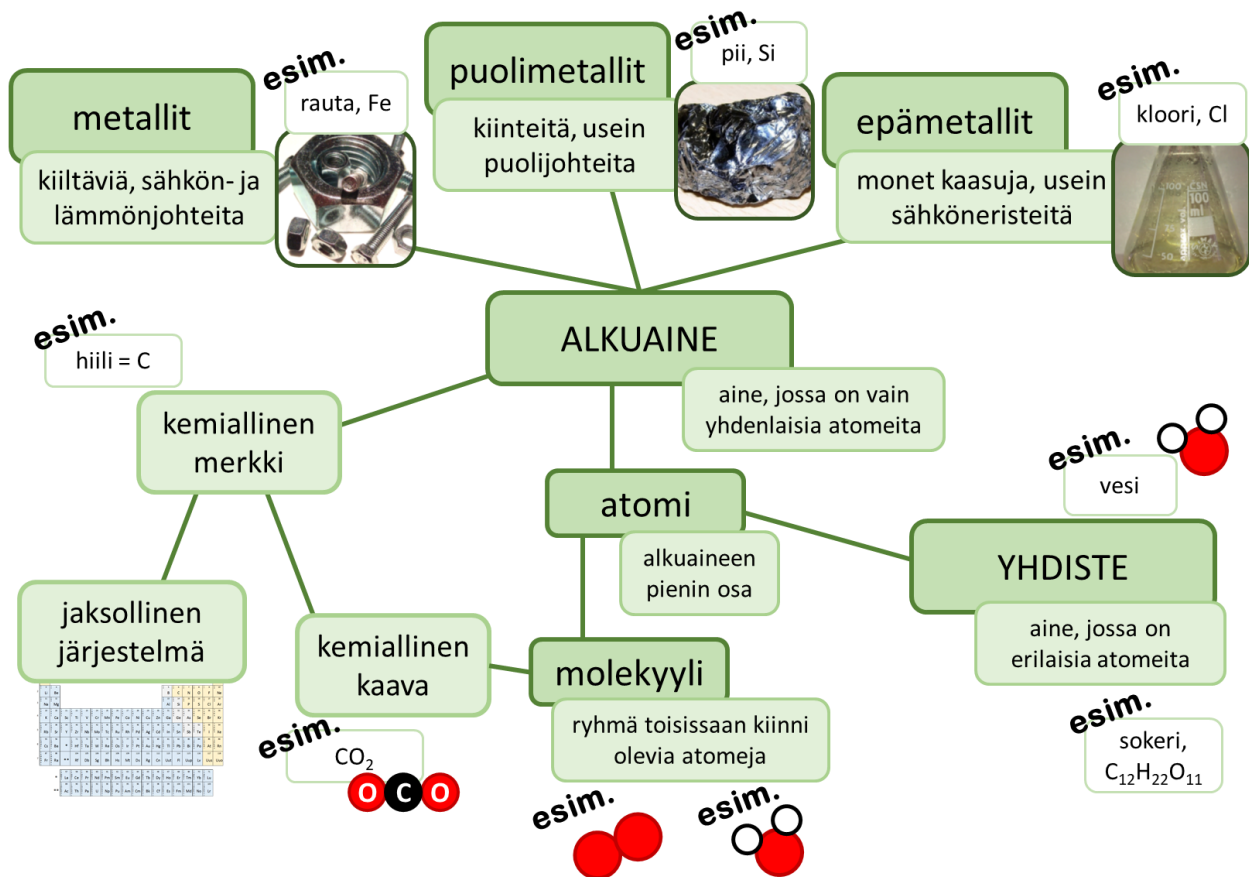
Kuva 26 Kuvassa on hiilidioksidia eri olomuodoissa. Hiilidioksidin rakenneseet ovat hiilidioksidimolekyylit. Ne ovat samanlaisia kaikissa olomuodoissa.

Kiinteässä aineessa molekyylit liikkuvat vähän. Kiinteässä aineessa aineen rakenneseet ovat lähellä toisiaan ja järjestyksessä.

Nesteessä aineen rakenneseet ovat lähellä toisiaan ja epäjärjestyksessä.

Kaasussa aineen rakenneseillä on paljon lämpöliikettä ja ne ovat kaukana toisistaan.

LUKU 5 : Alkuaineista muodostuu yhdisteitä



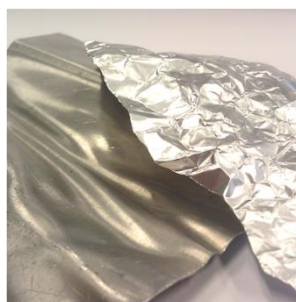
Kuva: kuva piistä Enricoros, (Wikimedia Commons, ei käyttörajoituksia)

5.1 Alkuaineet ja niiden ominaisuudet

Monet tutut aineet sisältävät sekaisin monta eri ainetta, jotka voi erottaa toisistaan. Esimerkiksi sitruunan mehu sisältää vettä, sokeria, sitruunahappoa, C-vitamiinia ja monia muita aineita. On kuitenkin olemassa aineita, joita ei voi enää hajottaa muiksi aineiksi. Sellaisia aineita kutsutaan **alkuaineiksi**. Kaikki muut maailman aineet on tehty alkuaineista. Alkuaineita on luonnossa noin 90 erilaista.

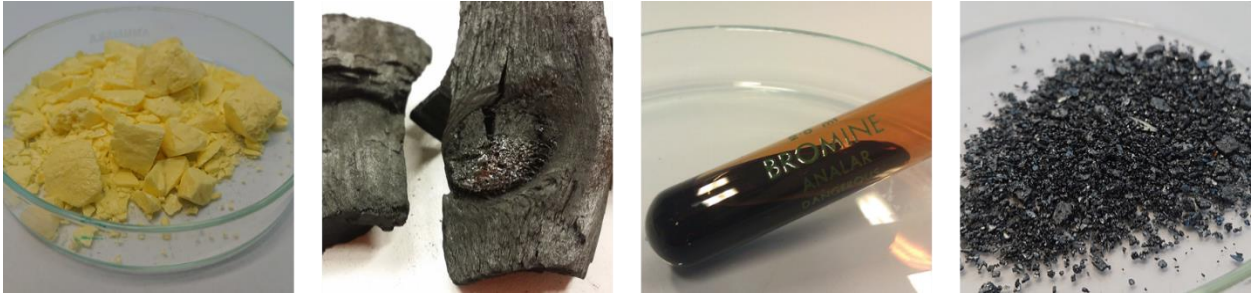
Alkuaineilla on erilaisia ominaisuuksia. Alkuaineet voi jakaa kolmeen ryhmään ominaisuuksien perusteella: metallit, epämetallit ja puolimetallit.

Suurin osa alkuaineista on metalleja. **Metallit** ovat kiiltäviä aineita, joita voi taivuttaa. Metallit johtavat sähköä hyvin. Metalleja ovat esimerkiksi rauta, kulta, kromi ja uraani.



Kuva 27 Rauta (Fe), alumiini (Al), kulta (Au) ja kupari (Cu) ovat alkuaineita ja metalleja. Metallit ovat kiiltäviä aineita ja johtavat hyvin sähköä.

Epämetalleja on vähemmän kuin metalleja. **Epämetallit** ovat usein kaasuja tai helposti sulavia ja murtuvia aineita. Epämetallit eivät usein johda sähköä. Epämetalleja ovat esimerkiksi hiili, happi, helium ja kloori.



Kuva 28 Rikki (S), hiili (C), bromi (Br) ja jodi (I) ovat epämetalleja. Niillä on vain vähän yhteisiä ominaisuuksia. Epämetallit ovat alkuaineita.

Puolimetalleja on vain vähän. Niiden ominaisuudet vaihtelevat. Yleensä ne johtavat sähköä vähän. Esimerkiksi pii on puolimetalli.

5.2 Jaksollinen järjestelmä ja kemialliset merkit

Joka alkuaineella on oma **kemiallinen merkki**, joka on lyhenne ("lempinimi"), jolla alkuainetta kutsutaan. Kemiallinen merkki on yksi tai kaksi kirjainta. Kemiallinen merkki on sama koko maailmassa.

Kaikki löydetyt alkuaineet löytyvät **jaksollisesta järjestelmästä**. Alkuaineet on järjestetty jaksollisessa järjestelmässä niiden ominaisuuksien mukaan. Jaksollisessa järjestelmässä metallit, puolimetallit ja epämetallit on usein merkitty eri väreillä.

Al	alumiini	Ag	hopea	Mg	magnesium
Ar	argon	I	jodi	Na	natrium
Ba	barium	K	kalium	Si	pii
Br	bromi	Ca	kalsium	Fe	rauta
Hg	elohopea	Cl	kloori	S	rikki
F	fluori	Cr	kromi	Zn	sinkki
P	fosfori	Au	kulta	Sn	tina
O	happi	Cu	kupari	N	typpi
He	helium	Li	litium	U	uraani
C	hiili	Pb	lyijy	H	vety

ryhmät ↓

jaksot →

metallit

puolimetallit

epämetallit

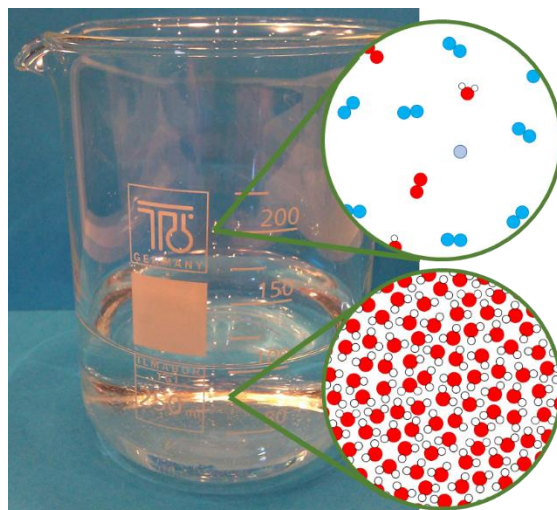
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
*	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu			
**	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			

Kuva 29 Jaksollisessa järjestelmässä vaakarivejä kutsutaan jaksoksi ja pystyivejä ryhmiksi. Kuvassa metallit ovat sinisiä, puolimetallit harmaita ja epämetallit keltaisia.

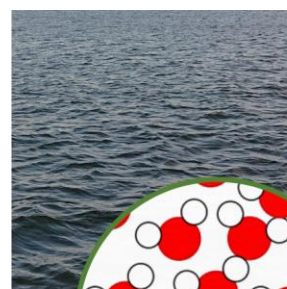
5.3 Kaikki aine koostuu alkuaineiden atomeista

Kaikki aine koostuu atomeista. **Atomi** on aineen pienin osa. Atomia ei voi jakaa enää uudeksi aineeksi. Atomin koko on alle yksi miljoonasosa millimetristä. Atomit ovat niin pieniä, ettei niitä voi nähdä silmällä eikä edes mikroskoopilla.

Koska atomia ei voi nähdä, siitä ei voi ottaa edes valokuvaa. Siksi atomista piirretään erilaisia malleja. Atomia esittää usein piirroksissa pieni pallo eli atomin **pallomalli**. Jokaisella alkuaineella on omat atominsa, jotka ovat erilaisia kuin muiden alkuaineiden atomit. Alkuaine koostuu vain yhdenlaisista atomeista. Esimerkiksi kulta muodostuu kulta-atomeista ja hiili muodostuu hiiliatomeista. Atomeja on tosi vaikea rikkoa ja siksi alkuaineatomi ei voi muuttua muiksi alkuaineiksi.



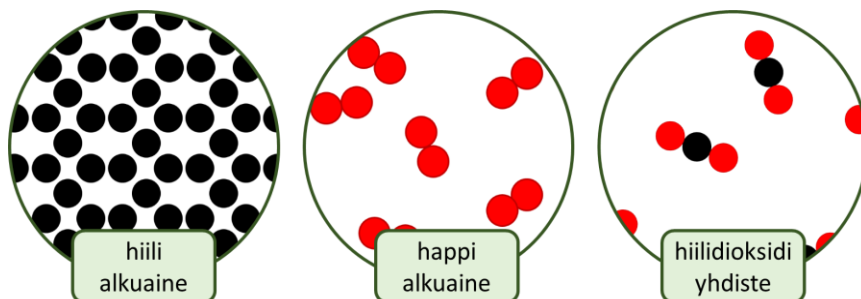
Kuva 30 Kaikki aine koostuu atomeista. Atomit ovat aineen rakenneosia. Atomien välissä ei ole mitään.



Kuva 31 Kuvassa on esitetty kullan, rikin ja veden rakentuminen atomeista. Kulta ja rikki ovat alkuaineita, koska niiden kaikki atomit ovat samanlaisia. Vesi on yhdiste, sillä sen kaikki atomit eivät ole samanlaisia.

Uusia aineita syntyy, kun alkuaineen atomit tekevät yhdisteen. **Yhdiste** on aine, jossa on kahta tai useampaa alkuainetta. Erilaisia yhdisteitä on olemassa tosi paljon.

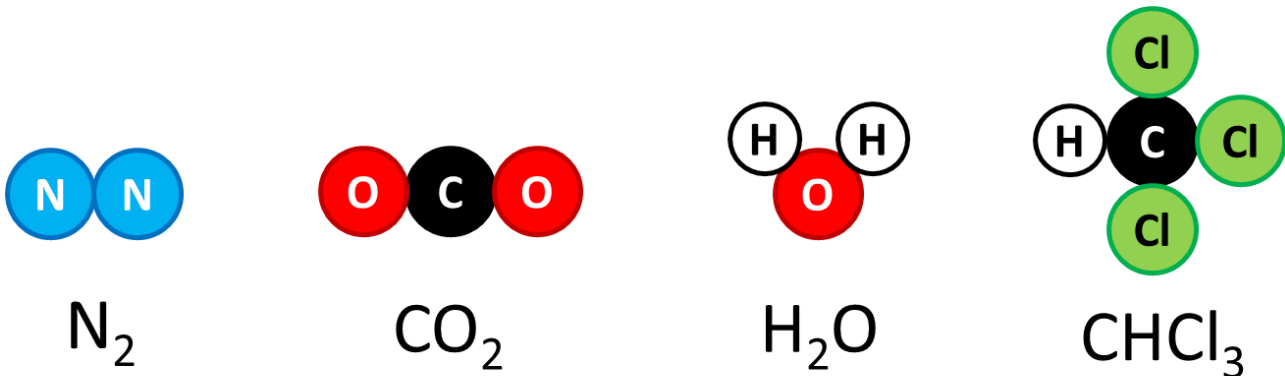
Esimerkiksi hiili on alkuaine. Happi on myös alkuaine. Kun hiili palaa, se yhdistyy happeen. Syntyy uusi aine. Hiilidioksidi on hiilen ja hapen yhdiste. Yhdisteellä on erilaiset ominaisuudet kuin alkuaineilla, joista se on tehty. Esimerkiksi hiili on musta, kiinteä aine. Hiilen ja hapen yhdiste, hiilidioksidi, on väritön kaasu.



Kuva 32 Hiilessä ja hapessa on vain yhdenlaisia atomeita. Ne ovat alkuaineita. Niiden atomit voivat yhdistyä uudella tavalla ja muodostaa yhdisteen.

Molekyylissä monta atomia on kiinnittynyt toisiinsa. Molekyylin atomit voivat olla kaikki samanlaisia tai niitä voi olla erilaisia. Jos molekyylissä kaikki atomit ovat samanlaisia, se on **alkuainemolekyyl**i. Jos molekyylissä on vähintään kaksi erilaista atomia, se on **yhdistemolekyyl**i.

Yhdisteillä voi olla hyvin pitkiä ja vaikeita nimiä (esimerkiksi hiilidioksidi). Jokaiselle molekyylille on olemassa oma **kemiallinen kaava** (esimerkiksi CO_2). Kaavasta näkee, minkä alkuaineen atomeja molekyylissä on ja kuinka monta niitä on (esimerkiksi yksi hiiliatomi ja kaksi happiatomia). Atomit merkitään niiden kemiallisella merkillä (alkuaineen symboli) ja niiden lukumäärä merkitään kemiallisen merkin jälkeen alaindeksinä. Jos atomia on vain yksi kappale alaindeksiä ei merkitä.



Kuva 33 Kuvassa on neljän molekyylin pallomallit ja kemialliset kaavat. Typpimolekyylit (N_2) on alkuainemolekyylit. Siinä on kaksi saman alkuaineen atomia. Muut molekyylit ovat yhdistemolekyylejä. Niissä on monen eri alkuaineen atomeita.

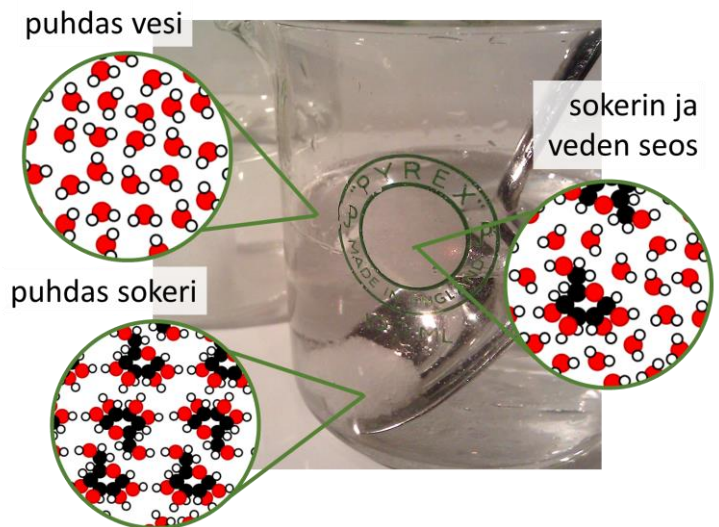
5.4 Sekoittuminen ei ole kemiallinen muutos

Seos on aine, joka sisältää monta eri ainetta. Seoksen muodostuminen eli aineiden sekoittuminen ei ole kemiallinen reaktio. Sekoituksessa aine ei muutu. Jos sekoittaa vettä ja sokeria, aineet ovat edelleen samat. Sokeri maistuu samalta ennen sekoittamista ja sekoittamisen jälkeen vesiliuoksessa.

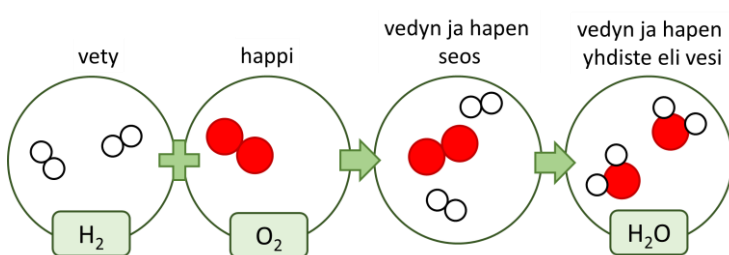
Liuoksesta ei näe sen eri aineita silmällä. **Liuos** on seos, jossa aine sekoittuu toiseen aineeseen tasaisesti. Sokeri liukenee hyvin veteen. Kun sekoittaa sokeria ja vettä, syntyy sokerin vesiliuos. **Liutotin** on aine, johon toinen aine liukenee. Esimerkiksi vesi on hyvä liutotin.

Myös alkuaineista voi muodostua seos.

Pelkkä seos ei ole uusi yhdiste. Seoksessa aineiden rakenneosat sekoittuvat. Yhdisteessä aineiden rakenneosat muuttuvat ja syntyy uudenlaisia rakenneosia ja uutta ainetta.



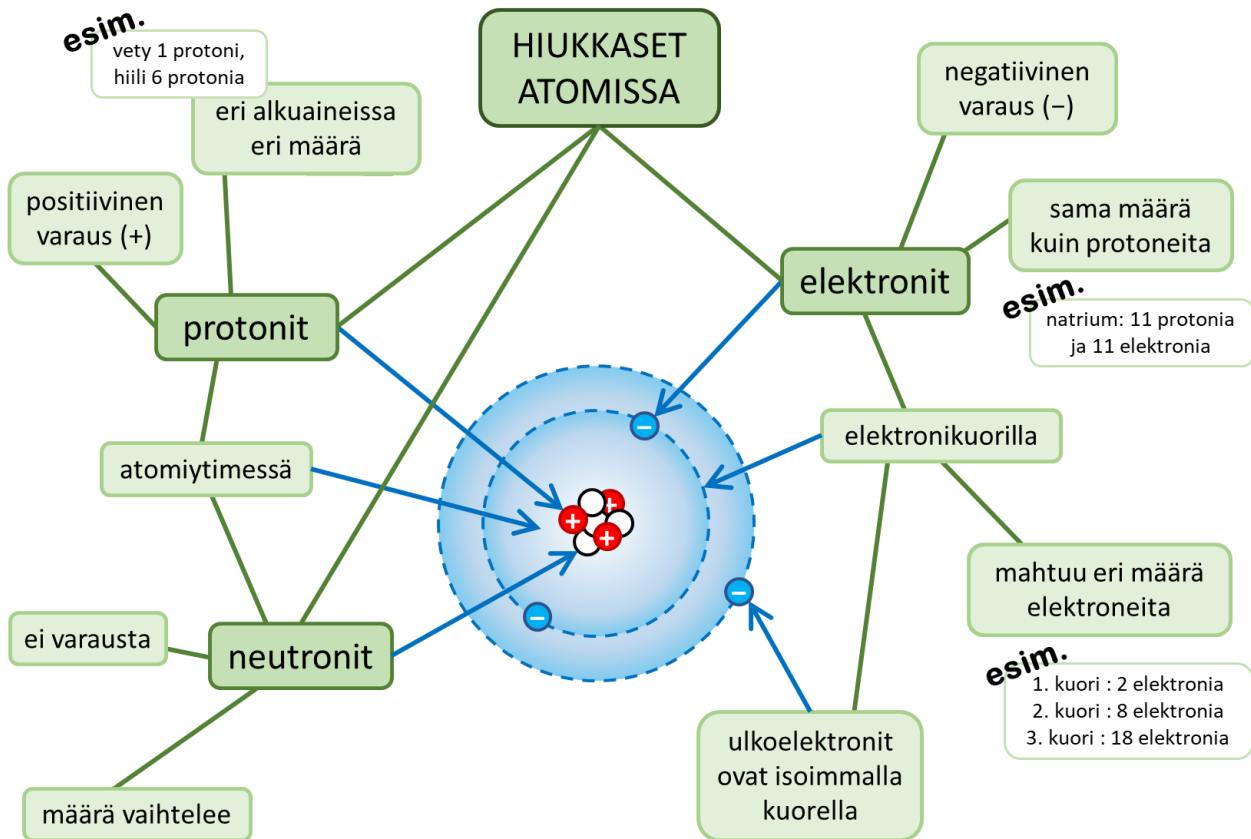
Kuva 34 Sokerin vesiliuos on seos. Sokerin rakenneosat ovat sokerimolekyylejä. Veden rakenneosat ovat vesimolekyylejä. Sokerin vesiliuoksessa on molempien rakenneosia, mutta eri aineita ei erota silmällä.



Kuva 35 Vedyn ja hapen seoksessa vetymolekyylit ja happimolekyylit ovat sekoittuneet kokonaisina. Kun vety palaa, muodostuu vettä, jossa vetymolekyylit ovat hajonneet ja on muodostunut uusia molekyylejä, vesimolekyylejä.

Esimerkiksi vety on alkuaine. Vety on väritön kaasu, joka on kevyttä ja helposti syttyvää. Happi on myös alkuaine. Se on väritön kaasu, jota ihminen voi hengittää. Jos laittaa vetyä ja happea samaan pulloon, syntyy seos. Jos pulloon laittaa tulitikun, seos palaa nopeasti. Palamisessa syntyy uutta ainetta, jonka nimi on vesi. Vesi on väritön neste, joka ei pala.

LUKU 6 : Kaikissa atomeissa on samoja hiukkasia



6.1 Protoni, neutroni ja elektroni ovat atomin osia

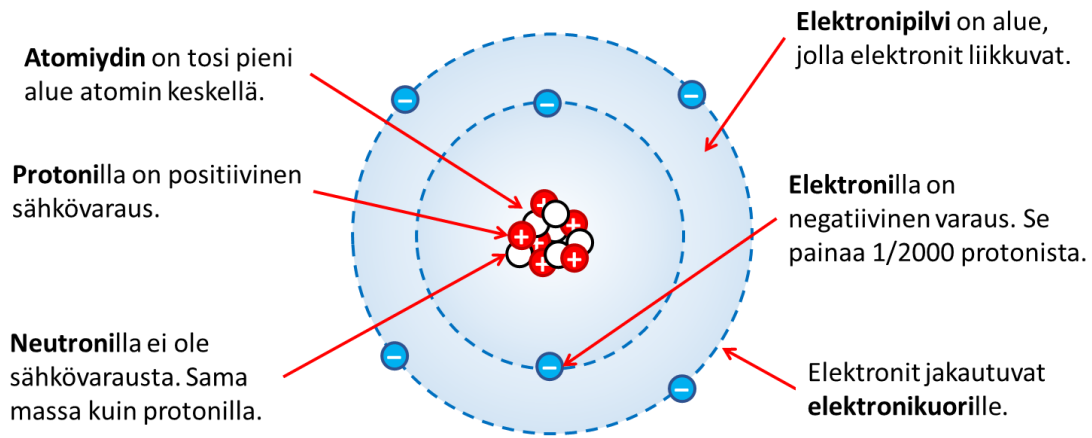
Hiukkanen (hiukan = todella vähän) tarkoittaa hyvin pientä kappaletta. Hiukkasen kemiallisia ja fysikaalisia ominaisuuksia voi mitata. Hiukkanen voi tarkoittaa esimerkiksi molekyyliä, atomia tai vielä pienempää osaa. Hiukkanen on niin pieni, ettei sitä voi nähdä paljaalla silmällä.

Kaikkien alkuaineiden atomeissa on samoja hiukkasia. Hiukkasten määrien erot tekevät atomeista erilaisia. Atomissa on positiivisesti varautunut **ydin** (atomiydin), jossa on kahdenlaisia hiukkasia, joiden nimet ovat protoni ja neutroni. Ydintä kiertävät hiukkaset, joiden nimi on elektroni. Ydin on vain pieni osa atomista. Ytimen ja sitä kiertävien elektronien väliin jää paljon tyhjää tilaa.

Atomien ytimessä on kahdenlaisia hiukkasia: **protoneja** ja **neutroneja**. Protoneilla on positiivinen sähkövaraus. Neutroneilla ei ole sähkövarausta (sähköisesti neutraali). Protonit ja neutronit painavat melkein yhtä paljon.

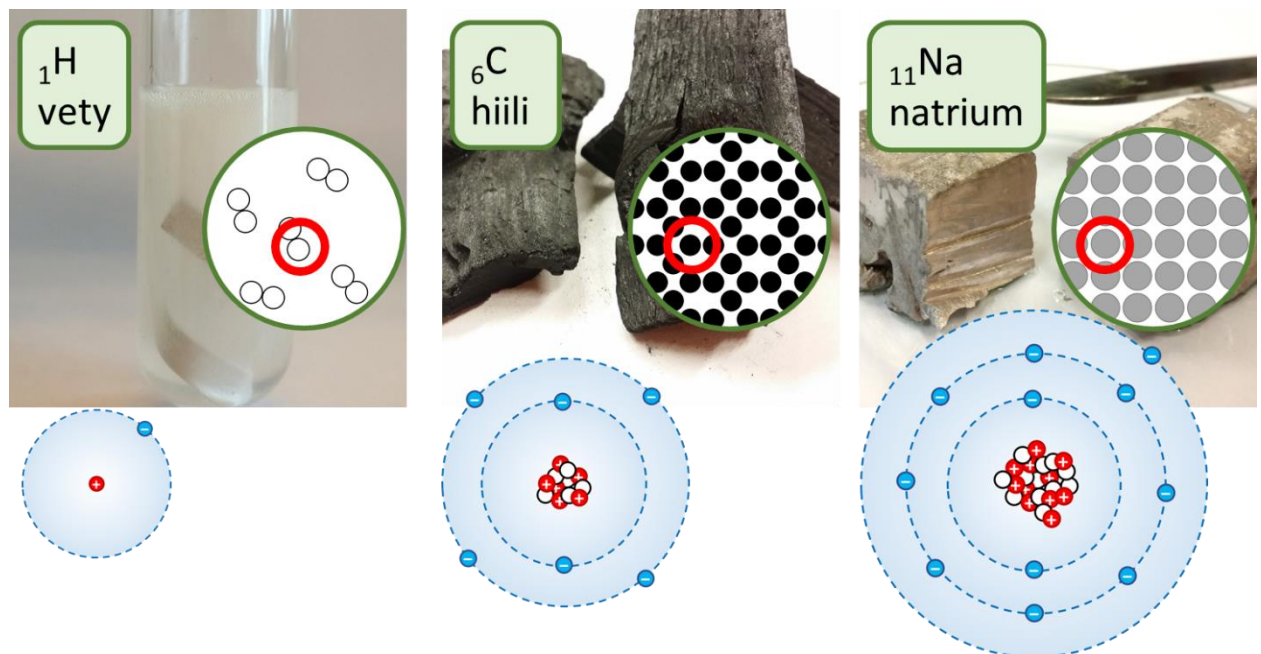
Ydintä kiertävät **elektronit** ovat negatiivisia hiukkasia eli niillä on negatiivinen sähkövaraus. Ne ovat paljon kevyempiä kuin protonit ja neutronit.

Atomissa on aina yhtä monta protonia ja elektronia. Protonin ja elektronin sähkövaraus on yhtä suuri, mutta eri merkinen (protonilla + ja elektronilla -). Siksi atomilla ei ole sähkövarausta.



Kuva 36 Atomin osat ja niiden ominaisuuksia.

Eri alkuaineiden atomeissa on eri määrä protoneja. Jaksollisessa järjestelmässä näkyy alkuaineen kemiallinen merkki ja **järjestysluku**. Järjestysluku on sama kuin **protonien lukumäärä**. Se on myös elektronien lukumäärä, koska protoneita ja elektroneita on atomissa aina yhtä monta.



Kuva 37 Kuvassa on valokuva vedystä, hiilestä ja natriumista ja pallomalli alkuaineen atomeista. Pallomallista on ympyröity yksi atomi. Valokuvan alle on piirretty yhden atomin elektronirakenne.

6.2 Elektronit jakautuvat elektronikuorille

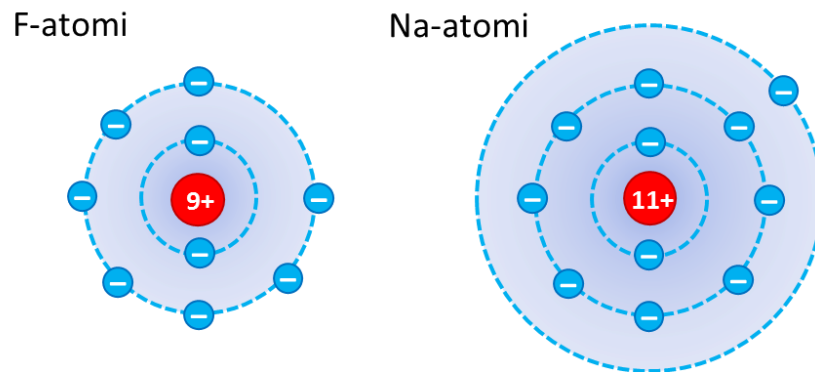
Atomissa elektronit ovat **elektronikuorilla**. Elektronit täyttävät ensin elektronikuoren, joka on lähellä ydintä. Tätä sanotaan ensimmäiseksi elektronikuoreksi. Elektronit menevät seuraavalle kuorelle vasta kun edellinen on täynnä. Elektronikuorille mahtuu eri määrä elektroneja.

Atomin isoin elektronikuori on tärkeä. Isoin elektronikuori on uloimpana (pisin matka) ytimestä ja sitä sanotaan **ulkokuoreksi**.

Ulkokuoren elektroneita sanotaan **ulkoelektroneiksi**. Ulkoelektronit ovat tärkeitä, koska ne kiinnittävät atomeita toisiinsa ja vaikuttavat aineen kemiallisiin ominaisuuksiin.

elektronikuoren järjestysluku	elektronien lukumäärä kuorella
1.	2
2.	8
3.	18

Metalliatomeilla on yleensä vähän ulkoelektroneja (1-3 elektronia) ja epämetalleilla monta (4-8). Vety on erikoinen (outo) epämetalli, jonka atomeilla on vain yksi ulkoelektroni. **Atomin elektronirakenteesta** nähdään, kuinka monta elektronikuorta atomilla on ja kuinka monta elektronia jokaisella niistä on.



Kuva 38 Fluorin (F) ja natriumin (Na) elektronirakenteet. Fluori on epämetalli, koska sillä on seitsemän ulkoelektroni. Natrium on metalli, koska sillä on vain yksi ulkoelektroni.

Ison atomin elektronirakenne voi olla vaikea piirtää. Silloin jaksollisesta järjestelmästä voi nähdä tärkeät tiedot. **Jaksossa atomeilla on sama määrä elektronikuoria.** Esimerkiksi F ja Ne ovat kumpikin jaksossa kaksi, joten niiden atomeissa on kaksi elektronikuorta. Pääryhmissä (ryhmät 1, 2 ja 3-18) **ryhmän atomeilla on sama määrä ulkoelektroneja.** Esimerkiksi O, S ja Se ovat kaikki ryhmässä 16, joten niiden atomeissa on kuusi ulkoelektronia (mutta eri määrä elektronikuoria).

6.3 Massaluku ja isotooppi

Massaluku on protonien ja neutronien yhteenlaskettu lukumäärä (protonit + neutronit = massaluku). Massaluku merkitään kemiallisen merkin vasempaan yläkulmaan. Esimerkiksi tavallisen natriumin $^{23}_{11}\text{Na}$ massaluku on 23. Neutronien määrä atomissa voidaan laskea, kun massaluvusta (protonit + neutronit) vähennetään järjestysluku (protonit). Esimerkiksi natriumatomissa on neutroneja $23 - 11 = 12$.

Neutronien määrä voi olla erilainen saman alkuaineen atomeissa. Atomit, joissa on yhtä monta protonia, mutta eri määrä neutroneja kutsutaan **isotoopeiksi**. Esimerkiksi hiilellä on kolme isotooppia: $^{12}_6\text{C}$, $^{13}_6\text{C}$ ja $^{14}_6\text{C}$. Isotoopeilla on sama järjestysluku, mutta eri massaluku.

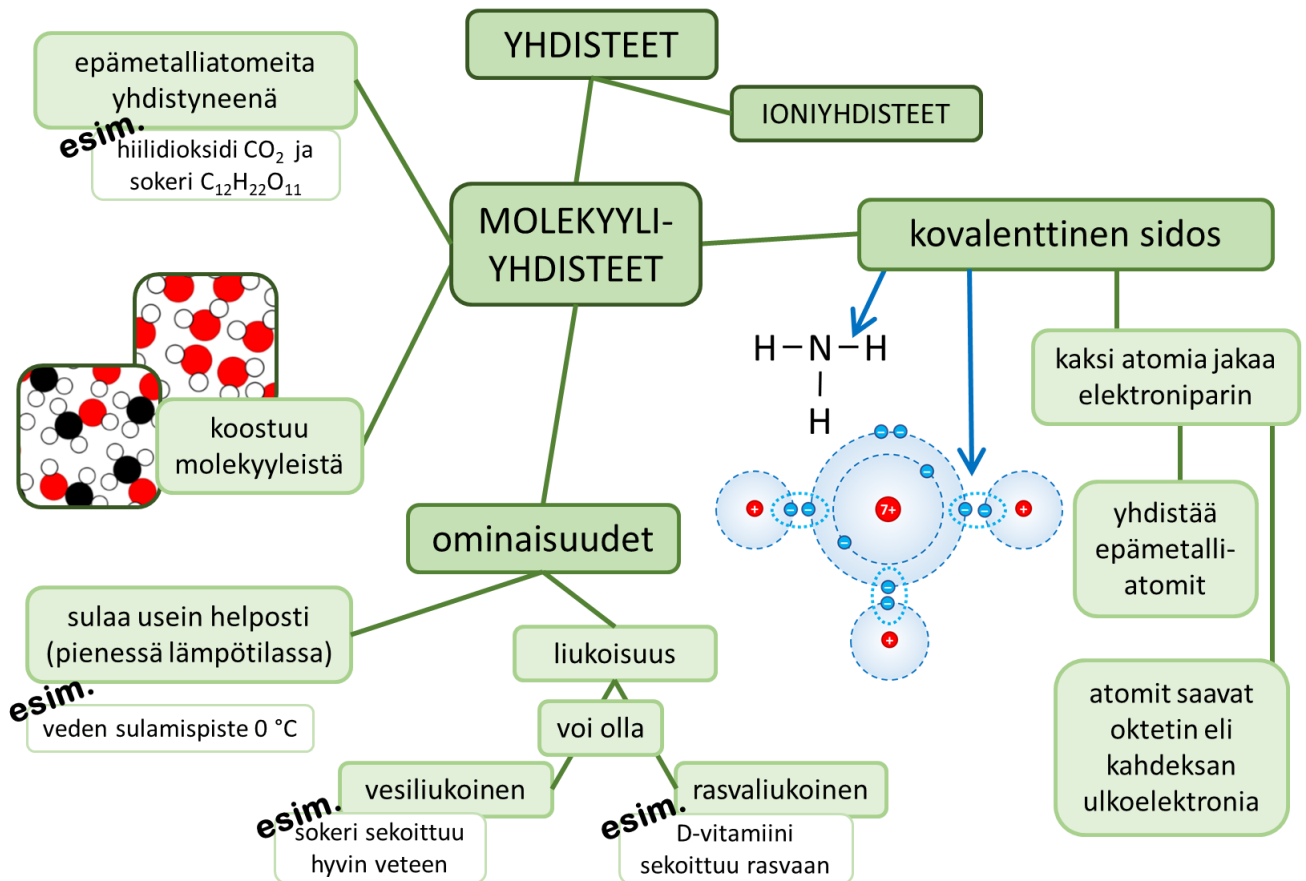
Radioaktiivinen aine on sellainen aine, jonka atomiydin voi hajota itseksensä. Kun atomiydin hajoaa, syntyy säteilyä ja vapautuu energiaa. Uraanilla on radioaktiivinen isotooppi, jota käytetään ydinvoimalassa sähkön tekemiseen. Jos aine on tosi radioaktiivinen, se voi olla vaarallinen, koska säteily aiheuttaa ihmiselle syöpää.

Melkein kaikilla alkuaineilla on luonnossa yksi tai muutama vakaa isotooppi eli isotooppi, joka ei ole radioaktiivinen. Joillakin alkuaineilla on luonnossa myös radioaktiivisia isotooppeja. Esimerkiksi kaliumin isotooppi $^{39}_{19}\text{K}$ on vakaa. Kaliumin isotooppi $^{40}_{19}\text{K}$ on vähän radioaktiivinen. Luonnossa on molempia, mutta radioaktiivista isotooppia on luonnossa tosi vähän.



Kuva 39 Radioaktiivisesta aineesta varoittava merkki löytyy myös palovaroittimesta. Palovaroittimessa on pieni määrä amerikum-alkuaineen radioaktiivista isotooppia.

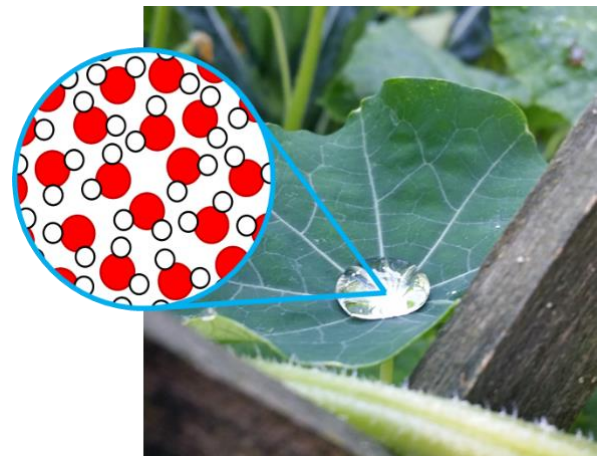
LUKU 7 : Epämetallit muodostavat molekyylejä



7.1 Molekyyliyhdiste koostuu epämetalliatomeista

Joka kymmenes ihmisen atomi on hiiliatomi, mutta ihmisen kehossa ei ole mustaa, kiinteää hiiltä. Eri alkuaineiden atomit ovat ihmisen kehossa erilaisina yhdisteinä. Yhdiste on aine, jossa on eri alkuaineiden atomeita.

Yhdisteitä on erilaisia. Epämetallien atomit yhdistyvät niin, että syntyy molekyyli. **Molekyyliyhdiste** on yhdiste, jossa on vain epämetalliatomeita. Esimerkiksi vesi (H_2O) on yhdiste, koska sen kaavassa on eri alkuaineiden atomeita. Vesi on molekyyliyhdiste, koska siinä on vain epämetallien atomeita. Vesi koostuu molekyyleistä.



Kuva 40 Happi ja vety ovat epämetalleja ja niiden yhdiste on vesi. Vesi on molekyyliyhdiste.

Monet ihmisen kehon, ruoan ja elävän luonnon yhdisteet ovat molekyyliyhdisteitä. Esimerkiksi hedelmien sokerit koostuvat molekyyleistä, joissa on hiiltä, vetyä ja happea. Proteiineissa on lisäksi esimerkiksi typpeä. DNA sisältää hiiltä, vetyä, happea, typpeä ja fosforia.



Kuva 41 Molekyyliyhdisteissä on erikokoisia molekyylejä. Vesi H_2O , desinfiointiaineen isopropanoli C_3H_8O ja sokeripalan sakkaroosi $C_{12}H_{22}O_{11}$ koostuvat pienistä molekyyleistä. Leipätaikinan proteiinit ja muovikassin molekyylit ovat kuitenkin valtavan paljon suurempia. Muovikassi koostuu hiili- ja vetyatomeista. Muovimolekyylissä voi olla 80 000 atomia, mutta se on vain 0,005 mm pitkä.

7.2 Molekyyliyhdisteiden sulaminen ja liukeneminen

Molekyyliyhdisteillä on erilaisia ominaisuuksia, mutta niillä on myös yhteisiä ominaisuuksia.

Molekyyliyhdisteet eivät johda sähköä. Muovit ovat molekyyliyhdisteitä. Muovit eivät johda sähköä vaan niitä voi käyttää eristeinä.

Sulaminen tarkoittaa olomuodonmuutosta, joka tapahtuu, kun lämpötila nousee. Kun lämpötila on yhtä suuri kuin sulamispiste, kiinteä aine sulaa nesteeksi. Esimerkiksi sokerin sulamispiste on $180\text{ }^\circ\text{C}$.

Liukeneminen tarkoittaa, että aine sekoittuu toiseen aineeseen. Esimerkiksi sokeri liukenee veteen, kun sokeria ja vettä sekoittaa. Liukeneminen voi tapahtua kylmässä lämpötilassa. Liukeneminen on helpompaa, kun lämpötila on korkea.

Molekyyliyhdisteet sulavat ja kiehuvat helposti eli **molekyyliyhdisteillä on matala sulamis- ja kiehumispiste**. Molekyylin koko vaikuttaa aineen kiehumispisteeseen. Eron näkee, kun vertailee samanlaisia, mutta eri kokoisia molekyylejä. Aineet, joiden molekyylit ovat pieniä, sulavat ja kiehuvat helposti. Aineet, joiden molekyylit ovat isoja, sulavat vasta vähän korkeammassa lämpötilassa.

yhdisteen nimi	kaava	sulamis- piste ($^\circ\text{C}$)	kiehumis- piste ($^\circ\text{C}$)	olomuoto ($20\text{ }^\circ\text{C}$)
metaani (biokaasussa)	CH_4	-182	-162	kaasu
butaani (nestekaasussa)	C_4H_{10}	-138	-1	kaasu
nonaani (bensiniissä)	C_9H_{20}	-53	151	neste
heptadekaani (polttoöljyssä)	$C_{17}H_{36}$	22	302	kiinteä

Kuva 42 Molekyyliyhdisteen sulaminen ja kiehuminen riippuu molekyylin koosta. Aine, jonka molekyyli on pieni, sulaa ja kiehuu helpommin. Kaasut ovat usein pieniä molekyylejä.

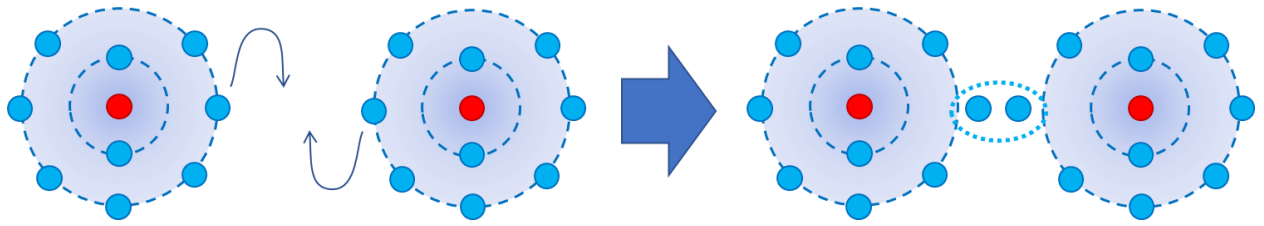


Kuva 43 Vesi ja rasva ovat molekyyliyhdisteitä. Ne eivät liukene toisiinsa. Muut molekyyliyhdisteet liukenevat yleensä vain veteen tai rasvaan, mutta eivät molempiin.

Molekyyliyhdisteet liukenevat joskus veteen ja joskus rasvaan. **Vesiliukoinen** tarkoittaa, että aine liukenee hyvin veteen. **Rasvaliukoinen** tarkoittaa, että aine liukenee hyvin rasvaan ja esimerkiksi bensiiniin. Vitamiinit ovat molekyyliyhdisteitä. A-vitamiinin molekyylit liukenevat hyvin rasvaan ja huonosti veteen. C-vitamiinin molekyylit liukenevat hyvin veteen ja huonosti rasvaan.

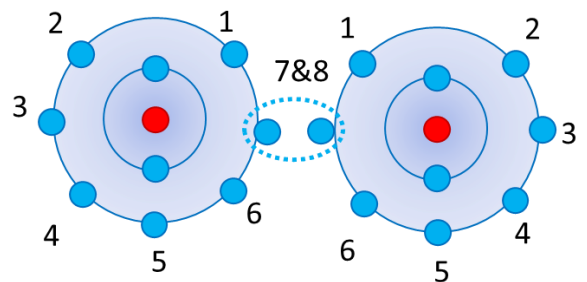
7.3 Kovalenttinen sidos on jaettu elektronipari

Kemialliset sidokset kiinnittävät atomit yhteen. Kemiallisia sidoksia on monta erilaista. Yksi kemiallinen sidos on kovalenttinen sidos. Kovalenttinen sidos muodostuu epämetalliatomien välille.



Kuva 44 Kovalenttisessa sidoksessa kaksi epämetalliatomia muodostaa jaetun elektroniparin. Kumpikin atomi antaa yhden ulkokuoren elektronin elektronipariin. Elektronipari sitoo atomit yhteen ja muodostuu molekyyli.

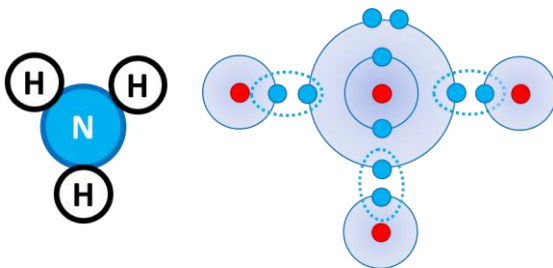
Atomien välille muodostuu **kovalenttinen sidos**, kun epämetalliatomit muodostavat jaetun elektroniparin. Kumpikin atomi antaa yhden ulkokuoren elektronin elektronipariin. Elektronipari on molemmille atomeille yhteinen eli atomit jakavat elektroniparin. Elektronipari kiinnittää kaksi atomia toisiinsa. Negatiivinen elektronipari vetää molempien atomien positiivisia ytimiä kohti itseään.



Kuva 45 Oktetti tarkoittaa, että atomilla on kahdeksan ulkoelektronia. Molekyylissä atomit ovat oktetissa.

Kemiallinen sidos muodostuu siksi, että atomit yrittävät päästä oktettiin. **Oktetti** tarkoittaa, että atomilla on kahdeksan ulkoelektronia.

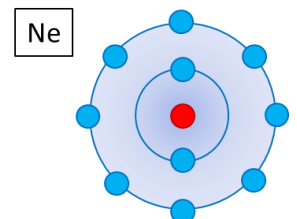
Ennen sidoksen muodostamista atomeilla ei ole oktetia. Jaetut elektronit lasketaan molempien atomien oktettiin. Sidos auttaa molempia atomeja saamaan oktetin.



Kuva 46 Vetyatomi on pieni atomi. Sen ulkokuorelle mahtuu vain kaksi elektronia. Siksi vetyatomin "oktetti" on vain kaksi elektronia.

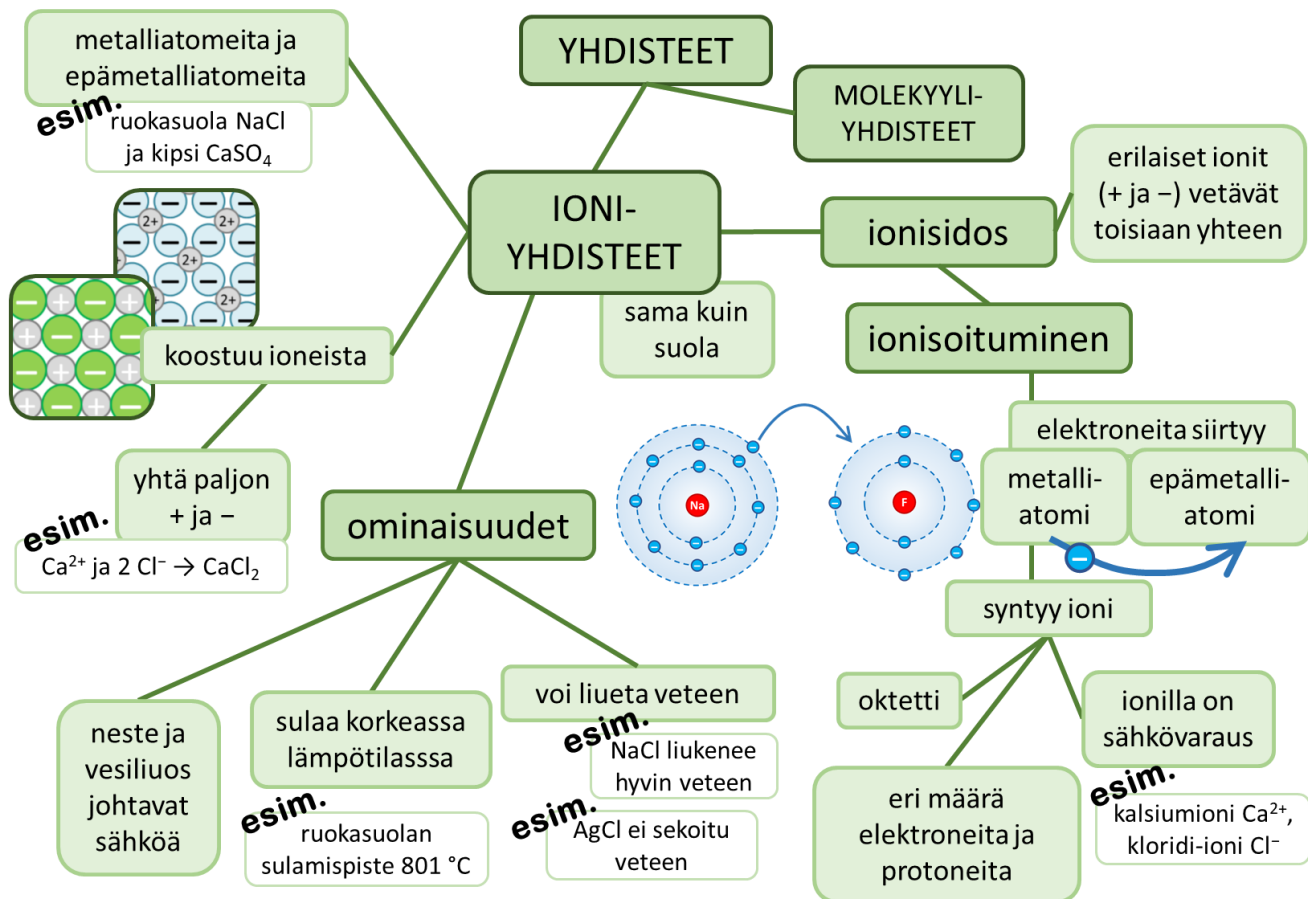
Oktettisäännön avulla voi tehdä ennusteen siitä, minkälaisia yhdisteitä eri alkuaineet muodostavat. Oktettisääntöön on kuitenkin monta poikkeustakin. Esimerkiksi pienelle vetyatomille "oktettiin" riittää kaksi elektronia.

Jalokaasut (esim. helium, neon ja argon) eivät muodosta kemiallisia sidoksia helposti. Ne ovat hyvin passiivisia alkuaineita. Jalokaasujen atomeilla on jo oktetti, joten ne eivät tee kovalenttisiä sidoksia.



Kuva 47 Neon on jalokaasu, jonka atomeissa on jo oktetti.

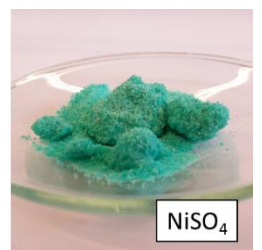
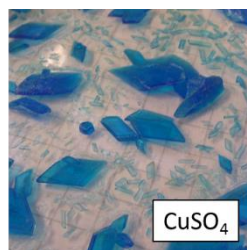
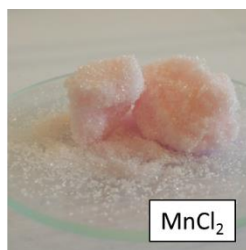
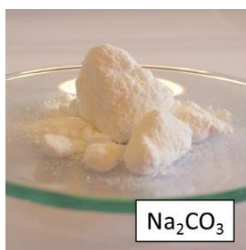
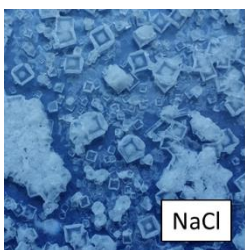
LUKU 8 : Suolat sulavat huonosti



8.1 Ioniyhdisteessä on metallia ja epämetallia

Tavallisen ruokasuolan (NaCl) kemiallinen nimi on natriumkloridi. Ruokasuolassa on kahta alkuainetta, jotka ovat natrium ja kloori. Ruokasuola on siis yhdiste. **Ioniyhdiste** on sellainen aine, jonka kemiallisessa kaavassa on metalliatomeita ja epämetalliatomeita. Ruokasuola on ioniyhdiste.

Kemiassa sana suola tarkoittaa samaa kuin ioniyhdiste. On olemassa monta erilaista suolaa. Ruokasuola on yksi suola.



Kuva 48 Natriumkloridi (NaCl) on yksi ioniyhdiste eli suola. Natriumkarbonaatti, mangaanikloridi, kuparisulfaatti ja nikkelisulfaatti ovat myös suoloja. Jotkin suolat ovat ihmiselle turvallisia ja jotkin vaarallisia.

Ympäriällämme on paljon ioniyhdisteitä. Hammastahnassa on natriumfluoridia (NaF). Hammastahnin fluori liittyy hitaasti ihmisen hampaisiin ja vahvistaa niitä. Ihmisen hampaan pinta on suolaa nimeltä hydroksiapatiitti, jossa on esimerkiksi kalsiumia ja fosforia. Kaupassa myytävä ruokasuola on natriumkloridia (NaCl), johon on sekoitettu vähän kaliumjodidia (KI). Kaliumjodidi on ioniyhdiste, josta ihminen saa vähän jodia.

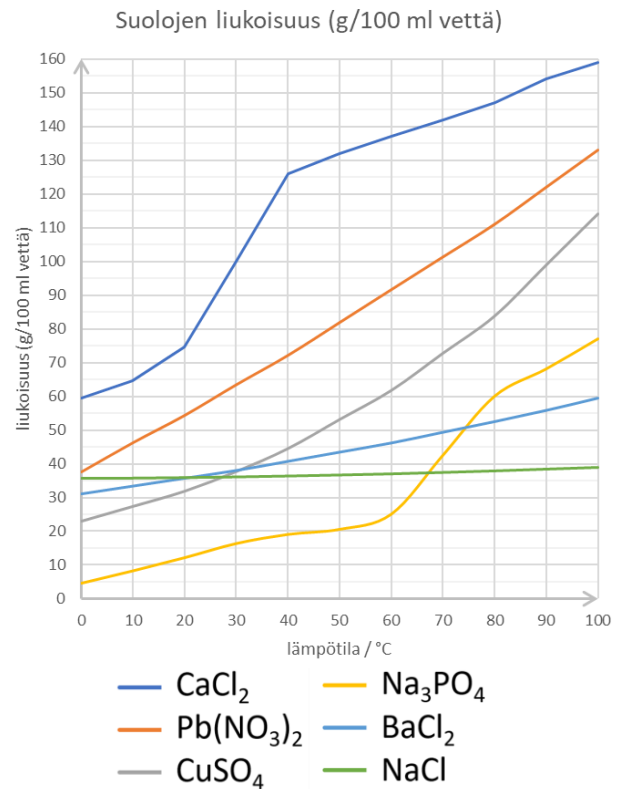
8.2 Ioniyhdisteiden ominaisuudet

Monella ioniyhdisteellä on samanlaisia ominaisuuksia. Ioniyhdisteet **sulavat huonosti** eli niillä on korkea sulamispiste. Esimerkiksi ruokasuolan sulamispiste on 801 °C. Natriumfluoridin sulamispiste on 993 °C ja kaliumjodidin 680 °C.

Kiinteä ioniyhdiste ei johda sähköä. Jos lämpötila nousee paljon ja ioniyhdiste sulaa, se johtaa sähköä hyvin.

Puhdas vesi ei johda sähköä hyvin. Kun veteen liukenee suolaa, syntyy suolan vesiliuos. **Suolan vesiliuos johtaa sähköä.**

Kaikki suolat eivät liukene veteen hyvin. Ruokasuola liukenee veteen hyvin. Kalsiumkarbonaatti liukenee veteen huonosti. Lämpötila vaikuttaa suolan vesiliukoisuuteen. Kaikki suolat liukenevat huonosti rasvaan.

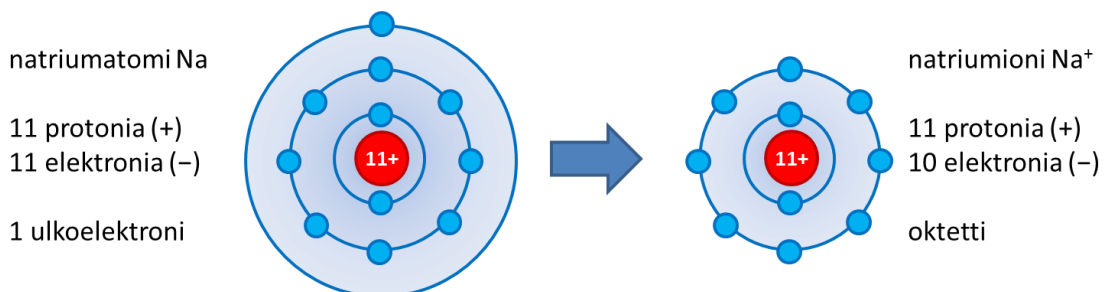


Kuva 49 Eri suoloja liukenee veteen eri määrä. Myös lämpötila vaikuttaa liukenemiseen. Monet suolat liukenevat kuumaan veteen paremmin.

8.3 Ionisoituminen ja ionien yhdistyminen

Ioni on aineen rakenneosa, jolla on sähkövaraus. Ioni syntyy, kun atomi luovuttaa tai ottaa vastaan elektroneita. Kun atomi luovuttaa tai vastaanottaa elektroneita, sille tulee sähkövaraus. Silloin atomista on tullut ioni.

Oktettisäännön avulla voi ennustaa, minkälainen ioni atomista tulee. Metalliatomit pääsevät oktettiin, kun ne antavat ulkokuoren elektronit pois. Kun metalliatomi antaa pois negatiivisia elektroneita, muodostuu positiivinen ioni. Ionin sähkövaraus merkitään kemiallisen merkin viereen ^{yläindeksiin}.



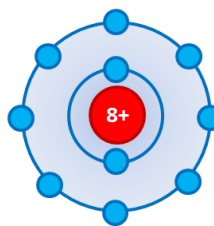
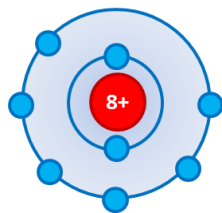
Kuva 50 Metalliatomit antavat elektroneita pois. Natriumatomi muuttuu natriumioniksi, kun se antaa pois yhden elektronin. Metallioniin jää enemmän protoneita kuin elektroneita ja siksi metallioni on positiivinen.

Epämetalliatomit ottavat vastaan niin monta elektronia, että ne pääsevät oktettiin. Kun atomi ottaa negatiivisen elektronin, syntyy negatiivinen ioni.

happiatomi O

8 protonia (+)
8 elektronia (-)

6 ulkoelektronia



oksiidi-ioni O²⁻

8 protonia (+)
10 elektronia (-)

oktetti

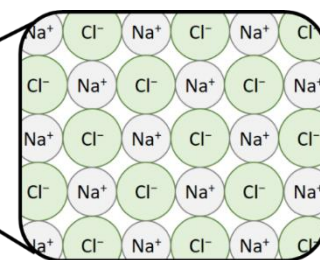
Kuva 51 Happiatomista tulee oksidi-ioni, kun se ottaa vastaan kaksi elektronia. Epämetalliatomit ottavat vastaan elektroneita. Epämetalli-ionit ovat negatiivisia.

Kemialliset sidokset kiinnittävät alkuaineiden atomit yhteen. Ionisidos on yksi kemiallinen sidos. **Ionisidos** muodostuu metalliatomin ja epämetalliatomin yhdisteessä. Ionisidos muodostuu ionien välille, kun erimerkkiset ionit vetävät toisiaan yhteen. Ionisidos kiinnittää ionit yhteen hyvin vahvasti.

Suolan kaavassa on aina yhtä paljon positiivista ja negatiivista varausta. Natriumkloridin kaava on NaCl. Kaava kertoo, että suolassa on yhtä monta natriumionia ja kloridi-ionia. Natriumionin varaus on 1+ (Na⁺) ja kloridi-ionin varaus 1- (Cl⁻). Yhteensä suolassa on siis yhtä monta positiivista ja negatiivista varausta.



Kuva 52 Natriumkloridi (NaCl) eli ruokasuola on ioniyhdiste. Siinä on yhtä monta positiivista ja negatiivista varausta.



Magnesiumkloridissa on magnesiumioneita (Mg²⁺) ja kloridi-ioneita (Cl⁻). Koska magnesiumionin varaus on 2+, tarvitaan kaksinkertainen määrä kloridi-ioneita. Magnesiumkloridin kaava on MgCl₂.

8.4 Aineiden ominaisuuksien vertailu

Erilaisilla alkuaineilla ja yhdisteillä on erilaisia ominaisuuksia. Erilaiset ominaisuudet johtuvat aineiden erilaisista kemiallisista sidoksista.

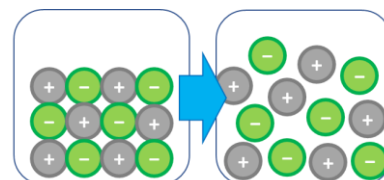
Sulaminen

Ioniyhdiste on vaikeampi sulattaa kuin molekyyliyhdiste. Sokeri on molekyyliyhdiste ja sulaa kuumassa helposti. Ruokasuola on ioniyhdiste. Ruokasuolaa ei voi sulattaa metallisessa kattilassa, koska kattila sulaa helpommin kuin ruokasuola.

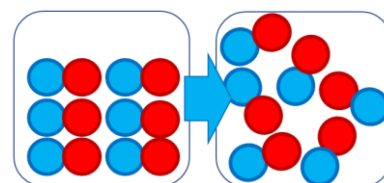
Ioniyhdisteessä eli suolassa erimerkkiset ionit tarttuvat toisiinsa vahvasti. Kun ioniyhdiste sulaa, ionit irtoavat toisistaan. Ioniyhdisteen sulattaminen vaatii korkean lämpötilan.

Kun molekyyliyhdiste sulaa, molekyylit irtoavat toisistaan. Molekyyliyhdisteen sulamisessa kovalenttiset sidokset eivät katkea. Molekyylien irrottaminen vaatii pienemmän lämpötilan kuin ionien irrottaminen toisistaan.

Metallien sulamispisteet ovat usein myös korkeita. Alumiinin sulamispiste on 660 °C, kuparin sulamispiste on 1084 °C ja kullan 1063 °C.



Suoloilla on korkea sulamispiste. Esimerkiksi CaCl₂ 772 °C ja NaF 993 °C.



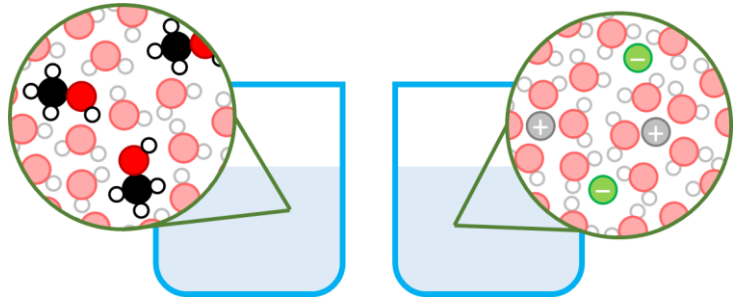
Molekyyliyhdisteillä on usein matala sulamispiste. Esimerkiksi NO -164 °C ja glyseroli (C₃H₈O₃) +18 °C.

Liukeneminen veteen

Alkuaineet eivät ole vesiliukoisia. Metallit eivät liukene veteen. Epämetallit liukenevat veteen huonosti. Yhdisteet voivat liueta veteen, mutta kaikki yhdisteet eivät liukene veteen.

Yhdisteet liukenevat veteen eri tavalla. Kun molekyyliyhdiste liukenee veteen, molekyylit irtoavat toisistaan, mutta molekyyli ei hajoa. Molekyylin atomit pysyvät kiinni toisissaan, koska kovalenttiset sidokset eivät katkea.

Kun ioniyhdiste liukenee veteen, ionit irtoavat toisistaan. Ionien välillä olevat ionisidokset katkeavat ja ionit liikkuvat vesimolekyylien välissä.



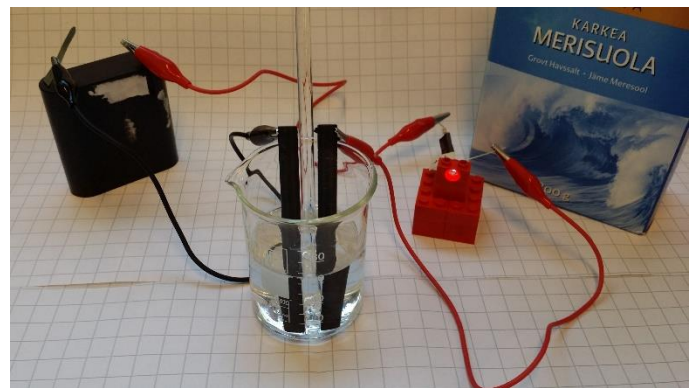
Kuva 53 Ioniyhdisteen ionit irtoavat toisistaan, kun ioniyhdiste liukenee. Molekyyliyhdiste liukenee veteen kokonaisina molekyyleinä.

Sähkönjohtavuus

Ioniyhdiste tai molekyyliyhdiste ei johda sähköä kiinteänä. Metallit johtavat sähköä hyvin kiinteänä.

Kun ioniyhdiste sulaa, se alkaa johtaa sähköä. Metallit johtaa sähköä myös nesteinä. Molekyyliyhdiste ei johda sähköä nesteinä.

Kun vedessä on ioneita, vesi johtaa sähköä paljon paremmin kuin puhdas vesi. Molekyylit vedessä eivät muuta sähkönjohtavuutta.



Kuva 54 Kun veteen lisää suolaa, sähkö alkaa kulkea veden läpi hyvin.

8.5 Yhdisteen nimeäminen

Ioniyhdisteen nimi muodostuu yhdistämällä ioniyhdisteessä olevien ionien nimet. Esimerkiksi magnesium-ioneista ja kloridi-ioneista syntyy ioniyhdiste, jonka nimi on magnesiumkloridi. Nimi alkaa positiivisella ionilla samalla tavalla kuin ioniyhdisteen kaavakin.

Metalli-ionien nimi tulee metallin nimestä. Esimerkiksi natriumioni (Na^+) ja magnesiumioni (Mg^{2+}).

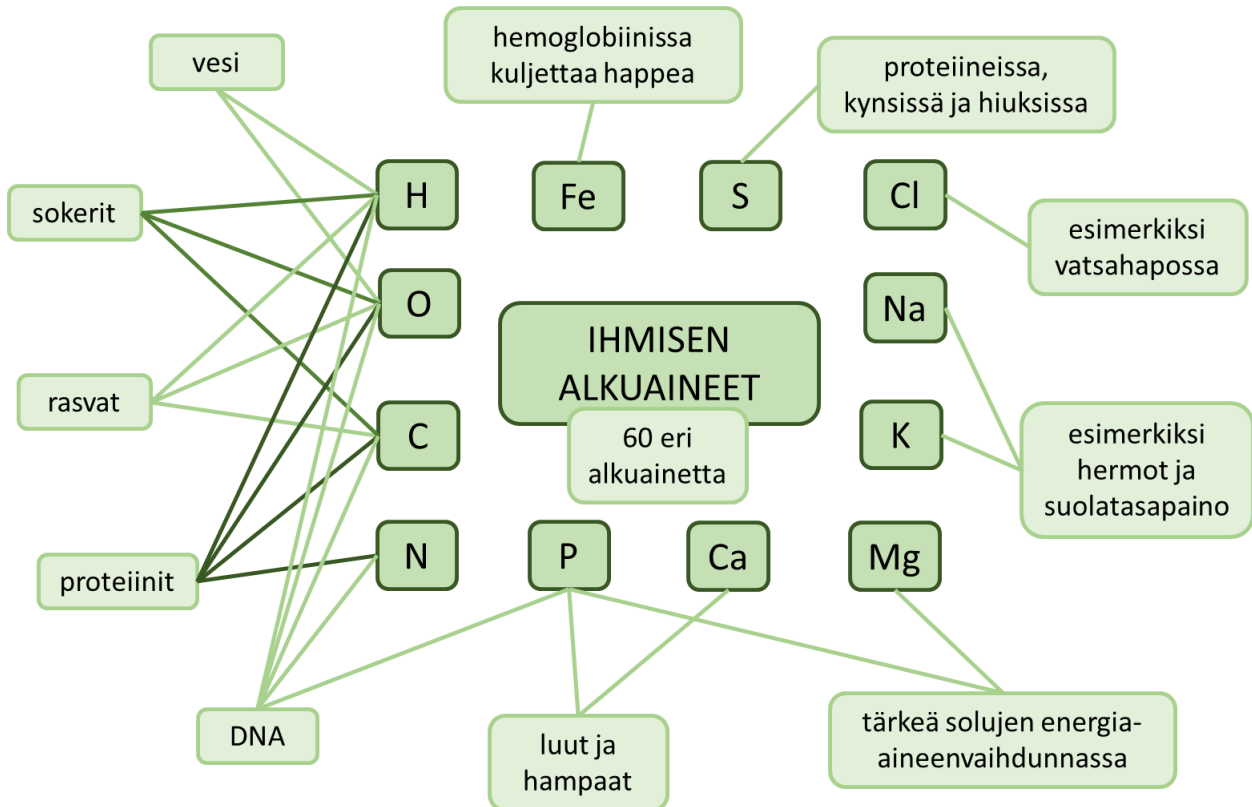
Epämetalli-ionien nimi tulee niiden vieraskielisestä nimestä ja siinä on -di -pääte. Esimerkiksi kloridi-ioni (Cl^-), oksidi-ioni (O^{2-}) ja sulfidi-ioni (S^{2-}).

Lisäksi on olemassa monen atomin muodostamia ioneita, joilla on oma nimi. Esimerkiksi hydroksidi-ioni (OH^-), sulfaatti-ioni (SO_4^{2-}) ja karbonaatti-ioni (CO_3^{2-}).

Molekyyliyhdisteen nimi alkaa ensimmäisen alkuaineen suomenkielisellä nimellä. Jälkimmäinen alkuaine nimetään vieraskielisellä nimellä ja -di -päätteellä. Molekyyliyhdisteen nimessä on tärkeää kertoa myös atomien määrä molekyylissä. Atomien määrä nimessä voidaan kertoa etuliitteellä mon- (1), di- (2), tri- (3), tetra- (4) jne.

Esimerkiksi hiilen ja hapen yhdisteitä on kaksi: CO ja CO_2 . Hiilimonoksidin (CO) molekyylissä on vain yksi happiatomi. Hiilidioksidin (CO_2) molekyylissä on kaksi happiatomia.

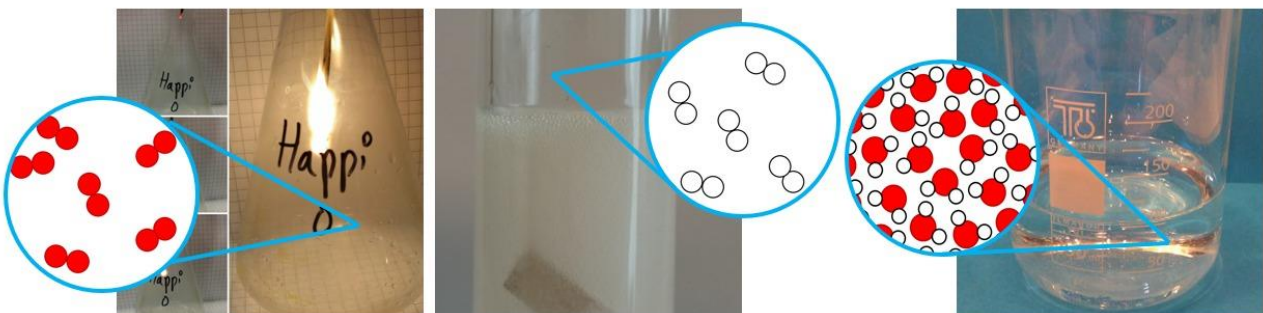
LUKU 9 : Ihmisen alkuaineet



9.1 Ihmisen alkuaineet ovat eri yhdisteissä

Ihmisessä on ainakin 60 eri alkuainetta. Biologisissa ja kemiallisissa tutkimuksissa on huomattu, että ihminen tarvitsee ainakin 29 eri alkuainetta. Ihminen ei koostu puhtaista alkuaineista. Ihmisessä on monta sataa erilaista alkuaineiden yhdistettä.

Vety alkuaineena (H_2) on väritön kaasu. Ihmisen sisällä ei ole vetykaasua. Ihmisen sisällä vetyatomit ovat kiinnittyneet toisiin atomeihin. Ihmisestä 60% on vettä (H_2O), joka sisältää vetyatomeita ja happiatomeita. Yhdiste on aine, jossa on ainakin kahta alkuainetta. Vesi on yhdiste, jossa on vetyä ja happea.



Happi yksin on alkuaine. Happi alkuaineena (O_2) on kaasu. Ilmassa on happea alkuaineena.

Vety yksin on alkuaine. Vety alkuaineena (H_2) on kaasu. Ihmisessä ei ole vetykaasua.

Ihmisessä vetyatomit ovat yhdessä muiden atomien kanssa. Vesi (H_2O) on yhdiste. Siinä on vetyatomeita ja happiatomeita.

9.2 Neljä alkuainetta tekee yli 95% ihmisestä

Kolme tärkeintä alkuainetta ihmisessä ovat hiili (C), vety (H) ja happi (O). Kaikissa biologisissa molekyyileissä on hiiliatomeita.

Esimerkiksi:

- Rasvamolekyylin molekyylikaava voi olla $C_{57}H_{110}O_6$
- Veressä kiertää glukoosi-nimistä sokeria, jonka kaava on $C_6H_{12}O_6$
- D-vitamiini on tärkeä ihmisen luille. D3-vitamiinin kaava on $C_{27}H_{44}O$

Hyvin tärkeä alkuaine ihmiselle on myös typpi (N). Typeä on paljon ihmisen proteiineissa ja DNA:ssa. Proteiineja on ihmisen kaikissa osissa. Ihmisen ihossa on kollageeni-nimistä proteiinia. Lihaksissa on monia proteiineja, jotka liikuttavat lihaksia. Veressä on hemoglobiini-nimistä proteiinia, joka kuljettaa happea veressä. Hemoglobiinin molekyylikaava on $C_{2932}H_{4724}N_{828}S_8Fe_4O_{848}$. Proteiinit ovat isoja molekyyliä. Proteiineissa on monta eri alkuainetta eli proteiinit ovat yhdisteitä.

9.3 Monella alkuaineella on tärkeä tehtävä ihmisessä

Ihmisessä on myös kalsiumia (Ca) ja fosforia (P). Niitä tarvitaan luihin ja hampaisiin. Ihmisen hampaissa ja luissa on paljon hydroksiapatiitti-nimistä yhdistettä, jonka kemiallinen kaava on $Ca_5(PO_4)_3OH$.

Rikki (S) on alkuaineena keltainen epämetalli. Ihmisessä rikkiatomit ovat kiinni toisten alkuaineiden atomeissa eli ihmisessä rikkiatomit ovat yhdisteissä. Yksi rikkiyhdiste on kysteiini ($C_3H_7NO_2S$). Ihmisen hiuksissa ja kynsissä on paljon proteiineja, joissa on kysteiiniä.

Natriumia (Na) ja kaliumia (K) on ihmisessä yli 100 grammaa. Niitä tarvitaan aivojen ja muiden hermojen toimintaan. Natriumia saa ruokasuolasta (NaCl). Liian paljon natriumia on epäterveellistä. Natrium nostaa verenpaineen korkealle. Korkea verenpaine voi aiheuttaa sydänongelmia.

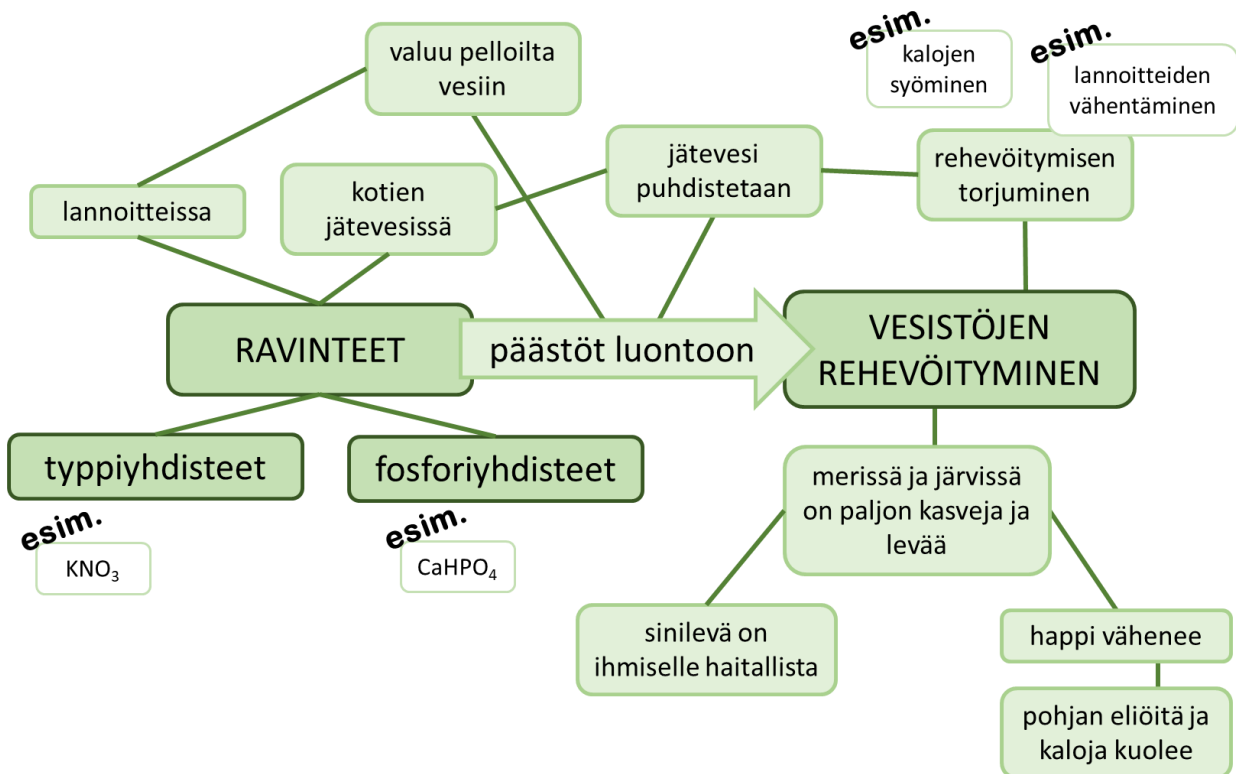
Veren punainen väri johtuu raudasta (Fe). Ihmisen rauta-atomit ovat yhdisteessä, jonka nimi on hemoglobiini. Hemoglobiini on proteiini ja tosi iso molekyyli. Hemoglobiinissa on vain neljä rauta-atomia. Happi tarttuu rauta-atomiin. Hemoglobiini kuljettaa happea soluihin. Rautaa on ihmisessä noin 4 g.

Ihminen ei voi syödä puhdasta hiiltä tai rautaa. Ihminen syö yhdisteitä, joista ihmisen keho tekee uusia yhdisteitä. Ihmisessä ei ole puhtaita alkuaineita vaan kaikki ihmisen alkuaineet ovat erilaisissa yhdisteissä.

alkuaineen nimi	kemiallinen merkki	%	ihmisessä (70 kg)
happi	O	65,00	45,5 kg
hiili	C	18,00	12,6 kg
vety	H	10,00	7,0 kg
typpi	N	3,00	2,1 kg
kalsium	Ca	1,40	980 g
fosfori	P	1,10	770 g
kalium	K	0,40	280 g
rikki	S	0,25	180 g
natrium	Na	0,15	110 g
kloori	Cl	0,15	110 g
magnesium	Mg	0,05	40 g
rauta	Fe	0,01	4 g

Kuva 55 Ihmisessä on ainakin 60 eri alkuainetta. 12 yleisintä alkuainetta on ihmisen kehosta yli 99 prosenttia. Alle prosentti on muita alkuaineita.

LUKU 10 : Typpiyhdisteet otetaan pois jätevedestä



10.1 Nitraatit ovat ravinteita kasveille

Ilmassa on 78% typpeä (N₂). Typpi on alkuaine. Typpimolekyylissä atomien välillä on vahva kovalenttinen sidos. Typpimolekyyli ei hajoa helposti.

Kasvit ja eläimet tarvitsevat typpeä, mutta ne eivät voi käyttää typpikaasua. Kun ihminen hengittää sisään typpikaasua, se tulee ulos samanlaisena.

Vilja ja muut kasvit tarvitsevat paljon **ravinteita** maasta. Kasveille tärkeitä ravinteita ovat esimerkiksi nitraatti-ionit (NO₃⁻), fosfaatti-ionit (PO₄³⁻) ja kaliumionit (K⁺).

Kasvit kasvavat paremmin, jos maassa on paljon ravinteita. Siksi peltoon laitetaan lannoitteita. Lannoite voi olla esimerkiksi eläimen lanta eli eläimen uloste, jossa on paljon typpeä ja fosforia kasville. Lannoite voi olla myös keinotekoinen yhdiste kuten kaliumnitraatti (KNO₃).

Lannoite on hyödyllinen, mutta se voi olla myös haitta luonnolle. Kun sataa, vesi valuu pelloilta pois. Vesi vie ravinteita pelloilta järviin ja mereen. Silloin ravinteiden määrä kasvaa vedessä. Kun ravinteiden määrä kasvaa, vesistö rehevöityy eli kasvien kasvu voimistuu.



Kun ravinteet kulkevat pelloilta luontoon, sanotaan että tulee ravinnepäästöjä. **Päästö** on sitä, kun haitallinen aine menee ympäristöön.

10.2 Rehevöityminen lisää levän määrää

Normaalisti vedessä on ravinteita, jotka auttavat vesikasveja kasvamaan.

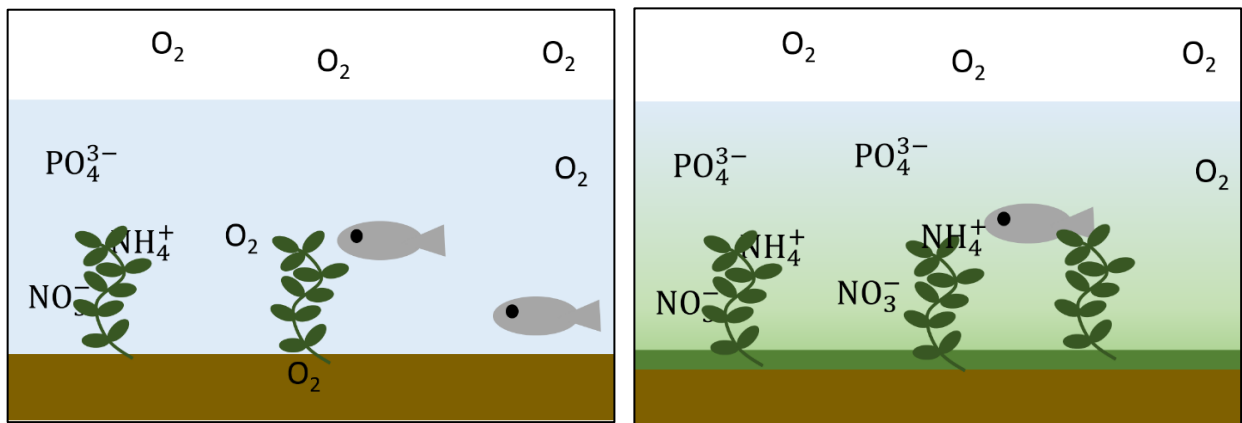
Jos ravinteita tulee liikaa, kasvit kasvavat liikaa. **Rehevöityminen** näkyy helposti siitä, että kasveja ja levää on vedessä paljon. Ihmiselle haitallista voi olla sinilevä, joka on vähän myrkyllistä ja ärsyttää ihoa.

Rehevöityminen on haitallista. Kun kasveja on paljon, kasveja myös kuolee paljon. Järven pohjalla kuolleet kasvit hajoavat. Kasvien hajoaminen kuluttaa happea. Voi olla, että happea ei riitä kaloille ja pohja voi mädäntyä.



Kuva 56 Terveessä vesistössä kasvaa aina levää. Rehevöityminen aiheuttaa joidenkin levien liikakasvua ja joidenkin levien kuoleman.

Ravinteiden suurin lähde on maanviljelys. Pelloille laitetut lannoitteet liikkuvat sateen mukana vesistöihin. Myös ihmisten jätevedet ovat tärkeä ravinnepäästöjen lähde.



Kuva 57 Vedessä on aina ravinteita. Jos ravinteita on liikaa, vesistö rehevöityy. Rehevöityminen näkyy kasvien ja levien liikakasvuna.

10.3 Jätevedestä poistetaan ravinteita

Ihmiset tuottavat joka päivä paljon jätevettä. Kun tiskaa astioita, ruoantähteitä päätyy veteen. Ihmisen ulosteet sisältävät paljon fosforia ja typpeä ja muita kasvien ravinteita. Ihmisten jätevedet pitää puhdistaa, että kaikki ravinteet eivät mene vesistöihin.

Kaupungeissa on jätevedenpuhdistamo. Yleensä jätevesistä kerätään ensin pois kiinteät roskat. Vesi voidaan esimerkiksi valuttaa hiekan läpi.

Sitten jätevedestä poistetaan fosforia kemiallisen reaktion avulla. Veteen lisätään rautasulfaattia (FeSO_4), joka liukenee veteen hyvin. Sitten vedessä muodostuu rautafosfaattia (FePO_4), joka ei liukene veteen. Rautafosfaatti kerätään pois jätevedestä. Tällä tavalla jätevedestä saa pois jopa 95% fosforiatomeista.

Pääkaupunkiseudun jätevedenpuhdistus (2020)	
asukkaita	1 250 000
jätevettä	400 000 000 litraa päivässä
typpeä (N)	14 191 kg päivässä
fosforia (P)	1 742 kg päivässä
Käsittelyn teho	
Viikinmäen puhdistamo	
fosforin poisto	97 %
typen poisto	91 %
Suomenojan puhdistamo	
fosforin poisto	98 %
typen poisto	72 %

Kuva 58 Jätevedenpuhdistamoon menee esimerkiksi vesi kotien viemäreistä, mutta myös sadevesi, joka valuu kadulta viemäreihin.

Veteen laitetaan myös bakteereita, jotka muuttavat nitraatti-ionit (NO_3^-) typpimolekyyleiksi (N_2). Typpimolekyylit ovat typpikaasua, joka kuplii pois jätevedestä. Tällä tavalla jätevedestä saa pois jopa 90% typpiainetta.

Puhdistettu jätevesi on kuitenkin vielä liikaista. Puhdistettua jätevettä ei voi juoda.

10.4 Miten voi estää rehevöitymistä?

Puhdistuksen jälkeen jätevesi päästetään luontoon. Esimerkiksi Helsingissä jätevesi kulkee pitkän putken kautta mereen. Jätevedessä on vielä ravinteita, jotka pahentavat vesistöjen rehevöitymistä. Puhdistuksen jälkeen ravinteita on paljon vähemmän kuin ennen puhdistusta.

Itämeri on meri, joka on Suomesta länteen ja etelään. Itämeri on rehevöitynyt pahasti. Suomessa ja muissa Itämeren ympärillä olevissa valtioissa on monta jokea, jotka laskevat Itämereen. Jokiin joutuu paljon ravinteita pelloilta ja jätevesistä. Joet kuljettavat ravinteet Itämereen.

Suomalainen kuluttaja voi vähentää Itämereen päätyvien ravinteiden määrää. Yksi tärkeä tapa on syödä vähemmän lihaa. Lehmien, sikojen ja muiden eläinten kasvattaminen käyttää paljon peltoja, koska eläimet syövät paljon kasveja. Kun peltoja on paljon, tarvitaan paljon lannoitteita. Lannoitteita päätyy aina vähän ympäristöön. Jos ihmiset syövät vähemmän lihaa, peltoja tarvitaan vähemmän.

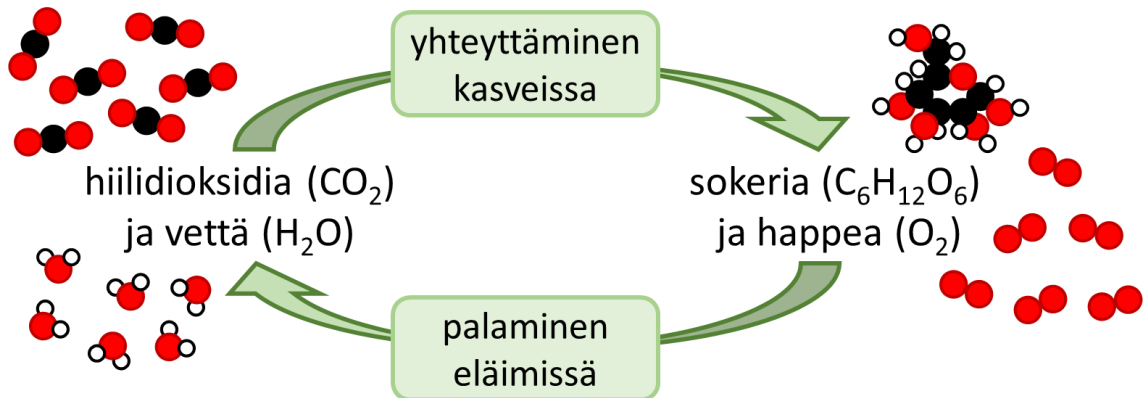
Valitsemalla oikean ruoan voi poistaa ravinteita Itämerestä. Kalat syövät kasveja ja toisia kaloja. Kalan liha sisältää paljon typpeä ja fosforia. Kun kaloja kalastetaan merestä, ravinteet saadaan pois merestä. Hyvä tapa parantaa Itämeren tilannetta on syödä kalaa, joka on kasvanut Itämeressä.

LUKU 11 : Hiilidioksidi lämmittää Maapalloa

11.1 Yhteyttäminen käyttää palamistuotteita

Yhteyttäminen eli fotosynteesi on kemiallinen muutos, joka tapahtuu kasveissa. Yhteyttämisessä kasvit käyttävät vettä ja hiilidioksidia. Yhteyttämisessä kasvit tuottavat sokeria ja happea.

Eläimet käyttävät kasvien sisältämää sokeria. Eläimet saavat energiaa, kun sokeri palaa eläinten soluissa. Palaminen on myös kemiallinen muutos. Palamisessa eläimet käyttävät sokeria ja happea. Palamisessa muodostuu vettä ja hiilidioksidia.



Kuva 59 Yhteyttäminen ja sokerin palaminen ovat vastakkaiset kemialliset reaktiot.

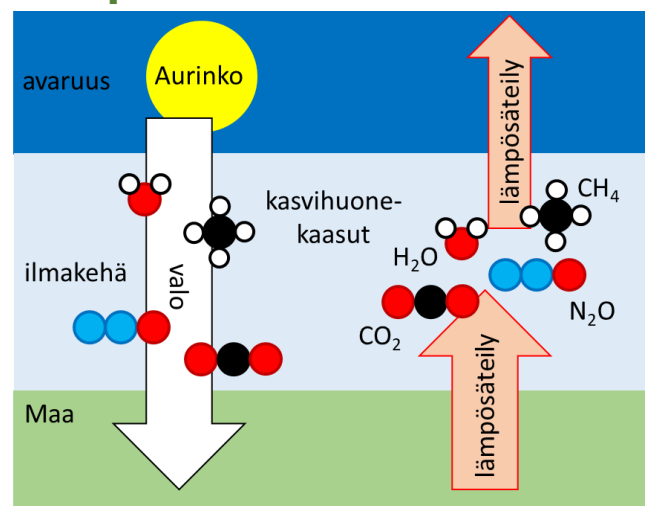
Yhteyttämisessä tarvittavaa hiilidioksidia syntyy monessa palamisreaktiossa. Aina, kun palava aine sisältää hiiliatomeja, yksi sen aineen palamistuote on hiilidioksidi. Esimerkiksi kivihiili, maakaasu ja bensiini sisältävät hiiliatomeita. Niitä poltetaan sähköntuotannossa, lämmöntuotannossa ja ajoneuvoissa. Kivihiili, öljy ja siitä tehdyt polttoaineet ovat fossiilisia polttoaineita.

Fossiilisten polttoaineiden polttaminen tuottaa hiilidioksidia nopeammin kuin yhteyttäminen kuluttaa hiilidioksidia. Hiilidioksidin määrä ilmakehässä on kasvanut ihmisen toiminnan takia. Vuonna 1850 ilmassa oli hiilidioksidia vain 0,028 % (280 ppm). Vuonna 2020 hiilidioksidipitoisuus oli jo 0,041 % (410 ppm).

11.2 Kasvihuoneilmiö pitää Maapallon lämpimänä

Kasvihuone on rakennus, jossa on lasiseinät ja lasikatto. Kasvihuoneessa kasvit kasvavat hyvin. Auringonvalo pääsee lasin läpi hyvin, joten kasvit saavat paljon valoa. Lämpösäteily pääsee lasin läpi huonosti, joten lämpö pysyy hyvin kasvihuoneen sisällä.

Ilmakehä Maapallon ympärillä toimii samalla tavalla kuin kasvihuoneen lasiseinät ja lasikatto. Ilmakehässä olevat kasvihuonekaasut päästävät auringonvalon ilmakehän läpi. Kun valo osuu maahan, se muuttuu lämpösäteilyksi. Lämpösäteily ei pääse kasvihuonekaasujen läpi yhtä hyvin kuin valo.



Kuva 60 Auringon valo tulee Maapallolle ilmakehän läpi helposti. Maapallo säteilee lämpösäteilyä takaisin avaruuteen. Kasvihuonekaasut voivat sitoa lämpösäteilyä ja estää sen pääsyn pois Maapallolta.

Kasvihuonekaasuja ovat esimerkiksi vesi (H₂O), hiilidioksidi (CO₂), metaani (CH₄) ja dityppioksidi (N₂O). Suurin osa ilmakehästä on typpeä (78%) ja happea (21%). Typpi ja happi eivät ole kasvihuonekaasuja.

Kasvihuoneilmiö on Maapallolle tärkeä. Ilman kasvihuoneilmiötä Maapallolla olisi paljon kylmempi. Kasvihuoneilmiö on ongelma, jos se on liian vahva. Kun kasvihuonekaasuja tulee ilmakehään lisää, Maapallon lämpötila nousee. Kun lämpötila nousee, monista paikoista Maapallolla tulee liian kuumia ja kuivia kasveille ja eläimille.

11.3 Ihminen tuottaa kasvihuonekaasuja

Vesi on tärkein kasvihuonekaasu. Veden määrää ilmakehässä ihminen ei kuitenkaan voi muuttaa. Veden luonnollisessa kierrossa vettä haihtuu meristä ja järvistä ja vesi sataa takaisin maahan koko ajan.

Fossiilisten polttoaineiden palamisessa ilmaan vapautuu paljon hiilidioksidia (CO₂). Kasvit käyttävät hiilidioksidia yhteyttämisessä, mutta paljon hitaammin kuin ihminen tuottaa hiilidioksidia. Fossiilisten polttoaineiden käyttöön ihmiset voivat vaikuttaa paljon. Fossiilisia polttoaineita käytetään paljon sähköntuotantoon ja liikumiseen.

Kivihiilen ja maakaasun polttamista voi vähentää, jos käyttää aurinkovoimaa tai tuulisähköä. Bensiinin ja dieselin polttamista vähentää, jos ei käytä autoa vaan liikkuu polkupyörällä. Lentokoneet käyttävät todella paljon polttoainetta. Pitkiä matkoja voi tehdä myös junalla.

Metaani (CH₄) on myös tärkeä kasvihuonekaasu. Metaanin yksi tärkeä lähde ovat lehmät. Kun lehmät syövät ruohoa, niiden vatsassa syntyy paljon metaania. Metaania syntyy myös, kun ruokajäte mätänee.

Ihmiset voivat vaikuttaa paljon metaanipäästöihin. Jos syö vähemmän lihaa ja maitotuotteita, lemiä tarvitaan vähemmän. Lihaa voi korvata kasveilla ja kasviperäisillä proteiinituotteilla. On myös hyvä lajitella ruokajäte biojätteeseen.

liikkumismuoto	CO ₂ -päästöt (g / km / hlö)
henkilöauto (benssiini)	110-200
moottoripyörä	90-120
sähköjuna	30-65
raitiovaunu tai bussi	20-70
polkupyörä tai kävely	0
lentokone	50-150

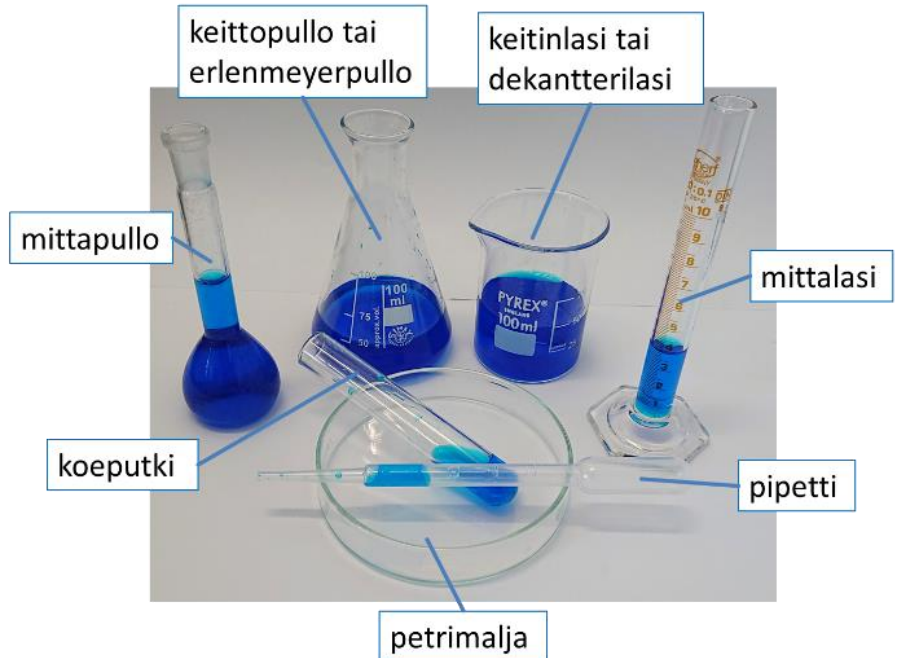


Kuva 61 Tuulivoimalat tuottavat sähköä ilman palamista. Tuulivoiman tuottaminen ei aiheuta hiilidioksidipäästöjä. (pixabay.com, ei käyttörajoituksia)

Liite 1 : Turvallinen työskentely

Kemiassa tehdään joskus kokeellista työtä. Kokeellinen työ tarkoittaa, että aineita esimerkiksi lämmitetään, yhdistetään tai niistä mitataan asioita. Kokeellinen työ pitää tehdä huolellisesti ja varovasti. Silloin tulokset ovat luotettavia ja työskentely on kaikille turvallista.

Kokeellisessa työskentelyssä käytetään erilaisia laboratorioastioita. Keitinlasi, keittopullo ja koeputki ovat lasia, joka kestää kuumennusta.



Tärkeitä turvallisuusohjeita

- Älä syö tai juo laboratorioluokassa. Pöydillä, hanoissa tai tuolissa voi olla pieni määrä ainetta, joka tarttuu käsiin ja ruokaan.
- Lue ohjeet ensin. Aloita työ, kun ymmärrät, mitä pitää tehdä.
- Käytä suojavaatetta, suojalaseja ja hansikkaita, jos aineet ovat vaarallisia.
- Kuumenna lasia vain, kun kaikilla on suojalasis. Varo aineen roiskumista. Varaudu astian hajoamiseen.
- Sytytä kaasupoltin ja kytke sähköt päälle vasta, kun opettaja antaa luvan.
- Älä anna aineen haihtua. Vahva haju tarkoittaa, että ilmassa on ainetta. Peitä astiat ja sulje pullo.
- Sido hiukset ja kiinnitä roikkuvat vaatteet.
- Pese kädet työn jälkeen.

Ohjeita, jos sattuu vahinko

- Kerro heti opettajalle.
- Jos iholle tulee vaarallista ainetta, huuhtelee heti vedellä.
- Jos silmään menee vaarallista ainetta, huuhtelee silmä heti vedellä.
- Jos vaatteet syttyvät tuleen, mene hätäsuihkun alle.
- Sammuta pieni tulipalo sammutuspeitteellä.
- Jos vahingossa nielet ainetta, opettaja kertoo ensiapuohjeen.
- Laita pieni palovamma sormessa heti kylmän veden alle.



Kuva 62 :
[3D Maennchen](https://pixabay.com/)
 (pixabay.com, ei
 käyttörajoituksia)

Liite 2 : Jaksollinen järjestelmä

1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	3	4											5	6	7	8	9	10
1	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
2	11	12											13	14	15	16	17	18
1	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
2	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
2	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
1	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
2	87	88																
1	Fr	Ra	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
2	87	88		104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
1	Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
2	87	88		104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
1	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu			
2	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71			
1	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			
2	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103			