

A photograph of two glass beakers on a light-colored surface. The beaker in the foreground is tilted and contains a bright blue liquid. The beaker in the background is upright and contains a pink liquid. Both beakers have measurement markings and a logo. The text is overlaid on the image.

**Aikuisten perusopetuksen ke1 –
Kemia omassa elämässä
ja elinympäristössä**

Sisällys

LUKU 1 : Mitä kemia tutkii?	3
LUKU 2 : Palaminen ja paloturvallisuus	8
LUKU 3 : Lämpötila ja olomuoto	11
LUKU 4 : Olomuodonmuutokset.....	14
LUKU 5 : Puhdas aine ja seos	17
LUKU 6 : Kaikilla alkuaineilla on erilaiset atomit	20
LUKU 7 : Kaikissa atomeissa on samoja hiukkasia	23
LUKU 8 : Epämetallit muodostavat molekyylejä	26
LUKU 9 : Suolat sulavat huonosti.....	29
LUKU 10 : Vetyionit maistuvat kirpeiltä.....	33
LUKU 11 : Typpiyhdisteet otetaan pois jätevedestä.....	37
LUKU 12 : Ihmisen alkuaineet.....	40
Liite 1 : Jaksollinen järjestelmä	42

versio 0.2 20.02.2020

Kirjoittaneet: Jan Jansson

Suvisaara Holmström

Vesa Sipiä

Anneli Töhönen

työryhmässä mukana: Suula Arppe, Anne Jurva, Ulla Lavemäki, Emma Tiia Miettinen,
Ville Nikkanen, Riikka Salo, Petra Tiisala

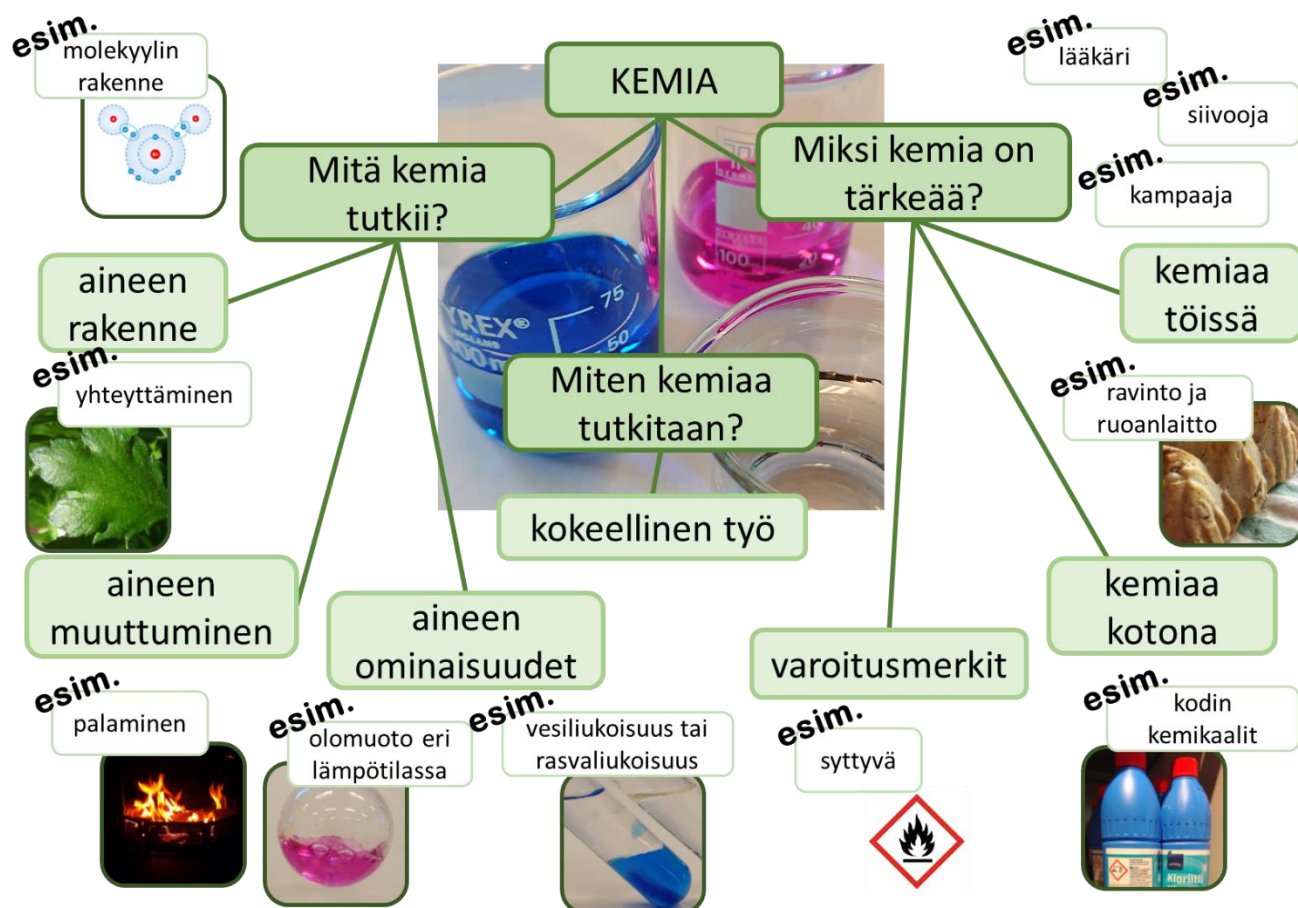
Valokuvat: Jan Jansson poislukien kuvat 2, 3, 5, 7 ja kappaleen 5 ensimmäinen sivun
osana käytetty kuva, jotka on jaettu lähteissään (Pixabay.com-palvelu ja
Wikimedia Commons) ilman käyttörajoituksia.

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 tutkii?



1.1 Mitä kemia on?

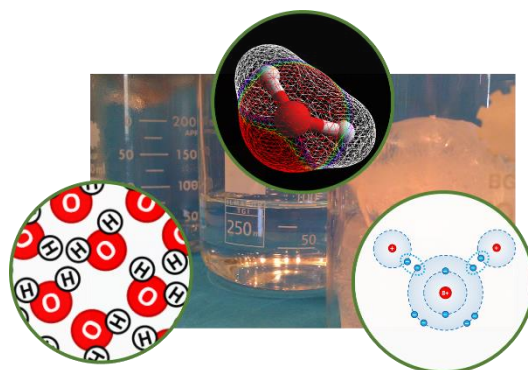
Kemia on luonnontiede. Luonnontieteitä ovat myös fysiikka ja biologia. Kemiassa tutkitaan

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

Aineiden ominaisuuksia ovat esimerkiksi aineen väri, maku ja lämpötila, jossa aine sulaa tai kiehuu. Aineen ominaisuus voi myös olla sen 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 vesimolekyyleistä. Vesimolekyyli rakentuu kahdesta vetyatomista ja yhdestä happiatomista.



Kuva 1 Esimerkiksi vesi on aine. Vedessä on erilaisia rakenneosia. Rakenneosat selittävät, miksi vesi sulaa ja jäähtyy. Veden rakenteen tutkiminen on kemiaa.

Aineen muuttuminen toiseksi aineeksi voi tarkoittaa esimerkiksi yhteyttämistä. Yhteyttämisessä kasvin sisään menee vettä ja hiilidioksidiä. Kasvin sisällä aineessa tapahtuu muutos ja syntyy kaksi uutta ainetta: sokeri ja happi. Yhteyttäminen on **kemiallinen reaktio**.

Palaminen on myös kemiallinen reaktio. Palaminen voi olla nopeaa tai hidasta. Kynttilän palaminen on nopeaa palamista. Nopeassa palamisessa näkyy liekki ja syntyy paljon lämpöä. Raudan ruostuminen on hidasta palamista.



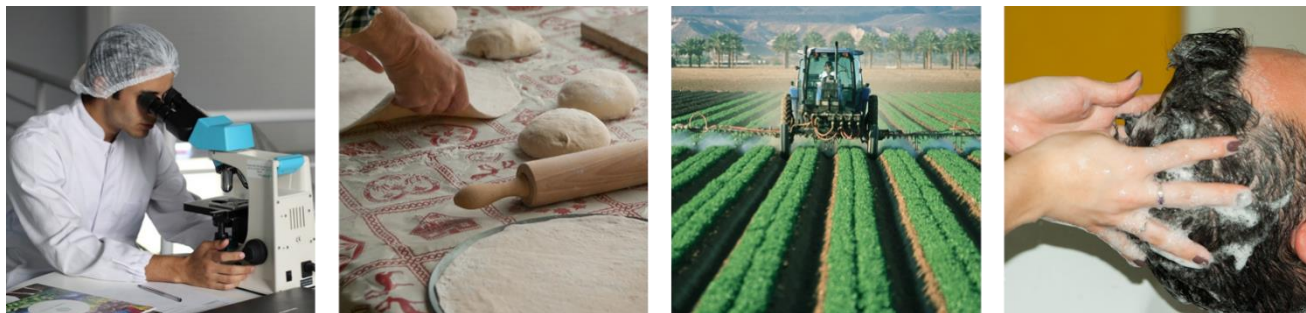
Kuva 2 Ruostuminen on hidas aineen muutos. Kuva: Michal Jarmoluk (pixabay.com, ei käyttörajoituksia)

Kemian tutkimusta tehdään usein **laboratoriossa**.

Luonnontieteellinen tutkimus on **kokeellista**. Kokeellisessa tutkimuksessa suunnitellaan koe ja tehdään **havaintoja** ja erilaisia mittauksia. Mittavälineenä voi olla esimerkiksi kello, lämpömittari, mittanauha, nopeusmittari, vaaka tai viivoitin.

1.2 Kemiaa tarvitaan monissa ammateissa

Kemikaali on aine, jolla on tunnettu koostumus. Kemikaaleja ovat esimerkiksi pesuaineet, maalit, kosmetiikka ja elintarvikkeiden lisäaineet. Monessa työssä käytetään kemikaaleja ja tarvitaan kemian tietoja.



Kuva 3: Laborantti, leipuri, maanviljelijä ja kampaaja tarvitsevat työssä kemiallista tietoa. Kuvat: [luvqs](#), [jackmac34](#), [skeeze](#), [jackmac34](#) (pixabay.com, ei käyttörajoituksia)

Laboratorioalan perustutkinto on ammattitutkinto. Sen avulla voi olla **laborantti** kemian tai biologian laboratoriossa. Kemiaa tarvitaan myös muissa töissä.

Leipurin täytyy tietää leivonnaistensa ainesosien ominaisuudet ja kohotusaineiden kemialliset reaktiot.

Maanviljelijän täytyy tietää lannoitteiden ja hyönteismyrkkujen 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.

Siivoojan täytyy tietää puhdistusaineiden kemiasta. Joskus puhdistusaine ei sovi työtehtävään. Jotkin puhdistusaineet voivat olla vaarallisia, jos aineet yhdistää väärin.

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

1.3 Varoitusmerkit

Monessa kodin kemikaalissa on **varoitusmerkki**. Varoitusmerkit kertovat kemikaalin aiheuttamasta vaarasta.



Kuva 4 Monessa kodin kemikaalissa on varoitusmerkkejä. Kuvissa desinfiointiaine, vahva pesuaine, rotanmyrkky ja hyönteismyrkky.

Kemikaalien varoitusmerkit ovat samanlaiset koko maailmassa.



Terveyshaitta

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

Esim. tiskiaaine



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. iletulite



Paineistettua kaasua

Kaasu, joka on puristettu pieneen tilaan.

Esim. hitsauskaasu



Pitkäaikainen terveyshaitta

Aine voi aiheuttaa syöpää tai muun pitkän sairauden.

Esim. jäätyminenestoaine, 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

Kemikaalin etiketti sisältää enemmän tietoa siitä, miten kemikaalia käytetään turvallisesti.

Vaaralauseke kertoo, mitä vaaraa aine aiheuttaa.

Varoitusmerkki kertoo millä tavalla aine on vaarallinen.

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

Jotkin vaaralliset aineet luetellaan.

Pyykinpesuneste / Flytande tvättmedel

FI Ärsyttää voimakkaasti silmiä. **SE** Orsakar allargisk reaktion.

FI Säilytä lasten ulottumattomissa. JOS KEMIKAALIA JOUTUU SILMIIN: Huuhdo huolellisesti vedellä usean minuutin ajan. Poista piilolinssit, jos sen voi tehdä helposti. Jatka huuhtomista. Jos silmä-ärsytys jatkuu: Hakeudu lääkäriin.

SE Förvaras oåtkomligt för barn. VID KONTAKT MED ÖGONEN: Skölj försiktigt med vatten i flera minuter. Ta ur eventuella kontaktlinser om det går lätt. Fortsätt att skölja. Vid bestående ögonirritation: Sök läkarhjälp.

FI Sisältää Benzisothiazolinone, Octylisothiazolinone. Voi aiheuttaa allergisen reaktion.

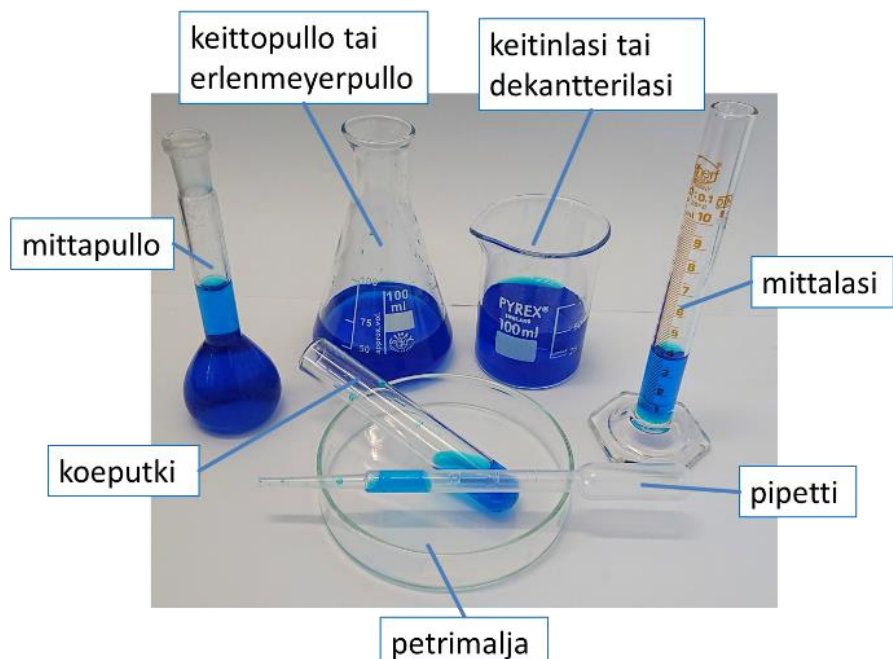
SE Innehåller Benzisothiazolinone, Octylisothiazolinone. Kan orsaka en allergisk reaktion.

VAROITUS / VARNING

1.4 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 suojalasit. 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 pullot.
- Sido hiukset ja kiinnitä roikkuvat vaatteet.
- Pese kädet työn jälkeen.

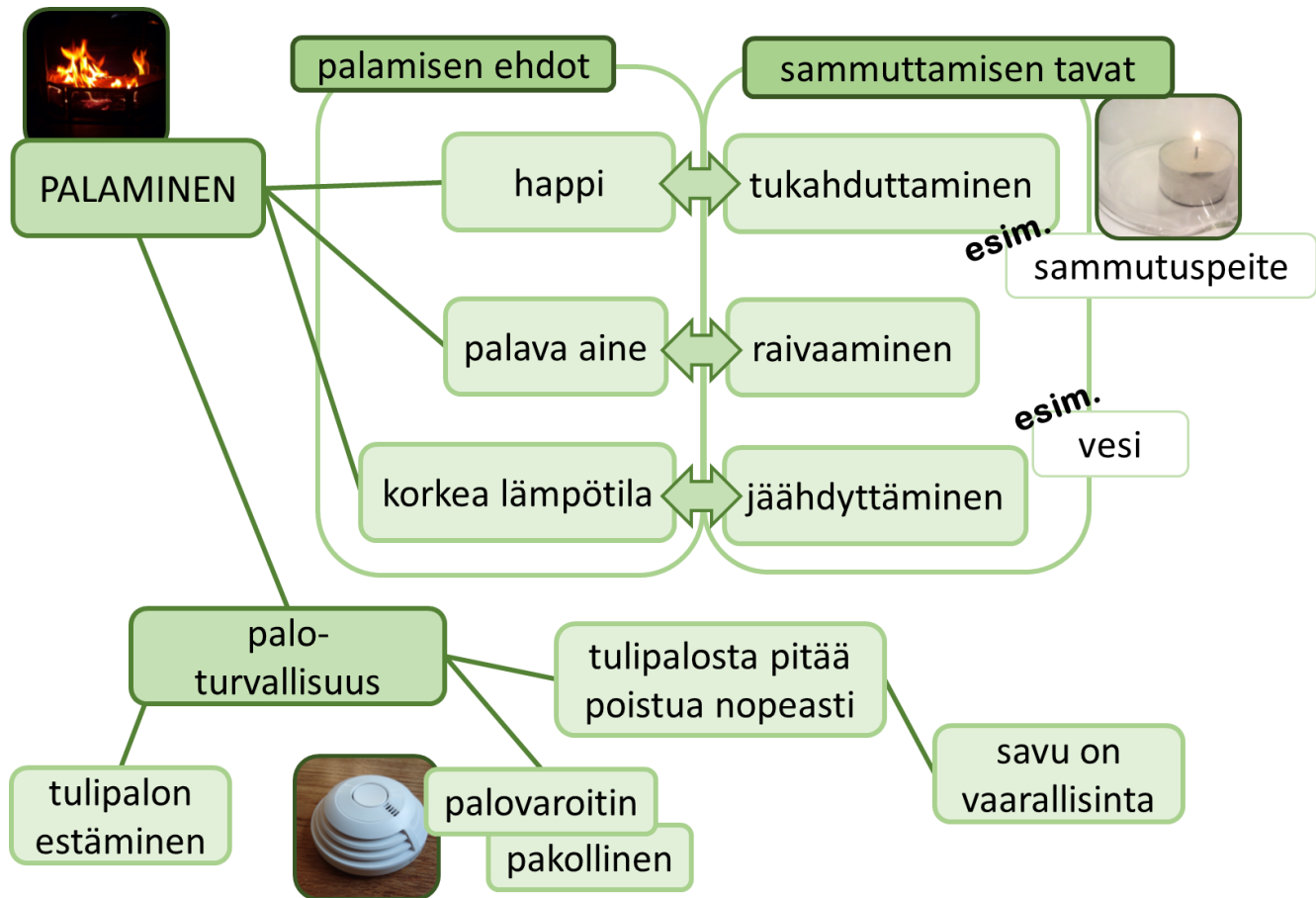
Ohjeita, jos sattuu vahinko

- 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 5 :
[3D Maennchen](#)
(pixabay.com, ei
käyttörajoituksia)

LUKU 2 : Palaminen ja paloturvallisuus



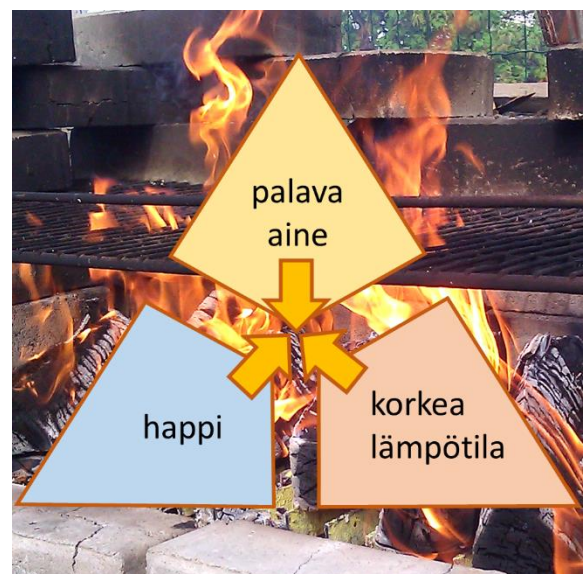
2.1 Palamisen ehdot

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

Yksi ehto on palava aine. **Palava aine** voi olla hiili, puu, sokeri, bensiini tai muu aine, joka voi palaa. Vesi tai hiekka eivät pala.

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**. Puun tai paperin palamisessa syntyy paljon lämpöä. Uusi lämpö auttaa palamista jatkumaan.



Kuva 6 Palaminen tapahtuu vain, jos kolme ehtoa on totta. Nuotiossa palava aine on puu ja happi tulee ilmasta. Lämpötila pysyy korkeana, kun tuli palaa.

2.2 Tulipalon sammuttaminen

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

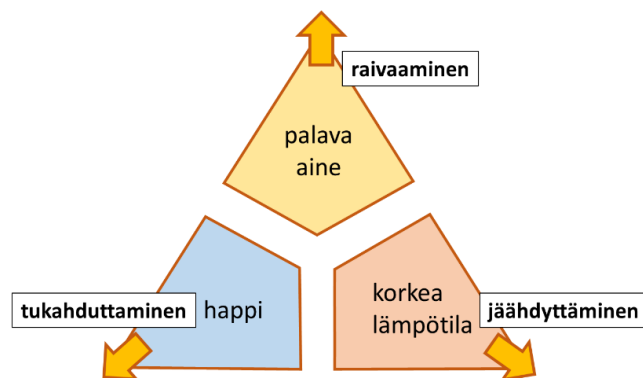
Yksi tapa sammuttaa tulipalo on ottaa palava aine pois. **Raivaaminen** tarkoittaa, että palava aine otetaan pois. Kun tulen lähellä ei ole palavaa ainetta, tulipalo sammuu. Jos kotona syttyy tulipalo, pienen tulipalon voi sammuttaa tai tulipaloa voi hidastaa raivaamalla.

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 palaa 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 7 Tulipalon voi sammuttaa kolmella tavalla, koska palamisen ehtoja on kolme.



Kuva 7 Palomiehet jäähdyttävät palavan aineen vedellä. Kun lämpötila laskee, tulipalo sammuu.

Kuva: [skeeze](https://www.pixabay.com/) (pixabay.com, ei käyttörajoituksia)

2.3 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 pyörtyy nopeasti. Tulipalossa savu myös peittää ja pimentää. Tulipalossa on helppo eksyä, koska mustassa 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 ja myrkyllinen savu nousee ylös. Lattian lähellä on puhdas ilma.

Jos viereisessä asunnossa syttyy tulipalo, talon rappukäytävässä voi olla savua. **Savuun ei saa koskaan mennä**. Jos 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.

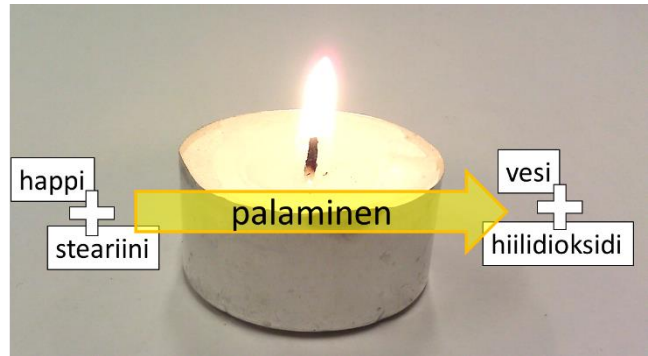
Kodin tulipalot alkavat usein sähkölaitteista. Jos sähkölaitte on rikki, sitä ei saa käyttää. Sähkölaitteet on hyvä sammuttaa, kun ei ole paikalla. On myös tärkeää puhdistaa sähkölaitteet. Jääkaapin takana voi olla paljon pölyä ja pöly voi aiheuttaa tulipalon.

2.4 Palamisessa aine yhdistyy happeen

Kemiallisessa reaktiossa aineet muuttuvat toisiksi aineiksi. 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**. Puun tai paperin palamisessa syntyy vesihöyryä ja hiilidioksidia. Palamistuotteet ovat aineita, jotka eivät voi palaa uudestaan.



Kuva 8 Happi on väritön kaasu ja kynttilä on valkoista pehmeää ainetta. Palamisessa happi ja kynttilä muuttuvat uusiksi aineiksi. Kun kynttilä palaa, 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.

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.

2.5 Syttymispiste ja leimahduspiste

Syttyminen tarkoittaa, että palaminen alkaa. Monet aineet syttyvät ja palavat. Esimerkiksi bensiini on helppo sytyttää. Magnesium tai rauta on vaikea sytyttää.

Syttymispiste on lämpötila, jossa aine syttyy ilman tulitikkua tai kipinää. Syttymispistettä voi tutkia laittamalla aineen uuniin. Kun uunissa on kylmä, aine ei syty. Kun lämpötila nousee aineet syttyvät palamaan. Paperi syttyy palamaan, kun uunin lämpötila on noin 230 °C. Lämpötilan pitää olla 350 °C, että hiili syttyy. Magnesium syttyy, kun sen lämpötila on noin 470 °C.

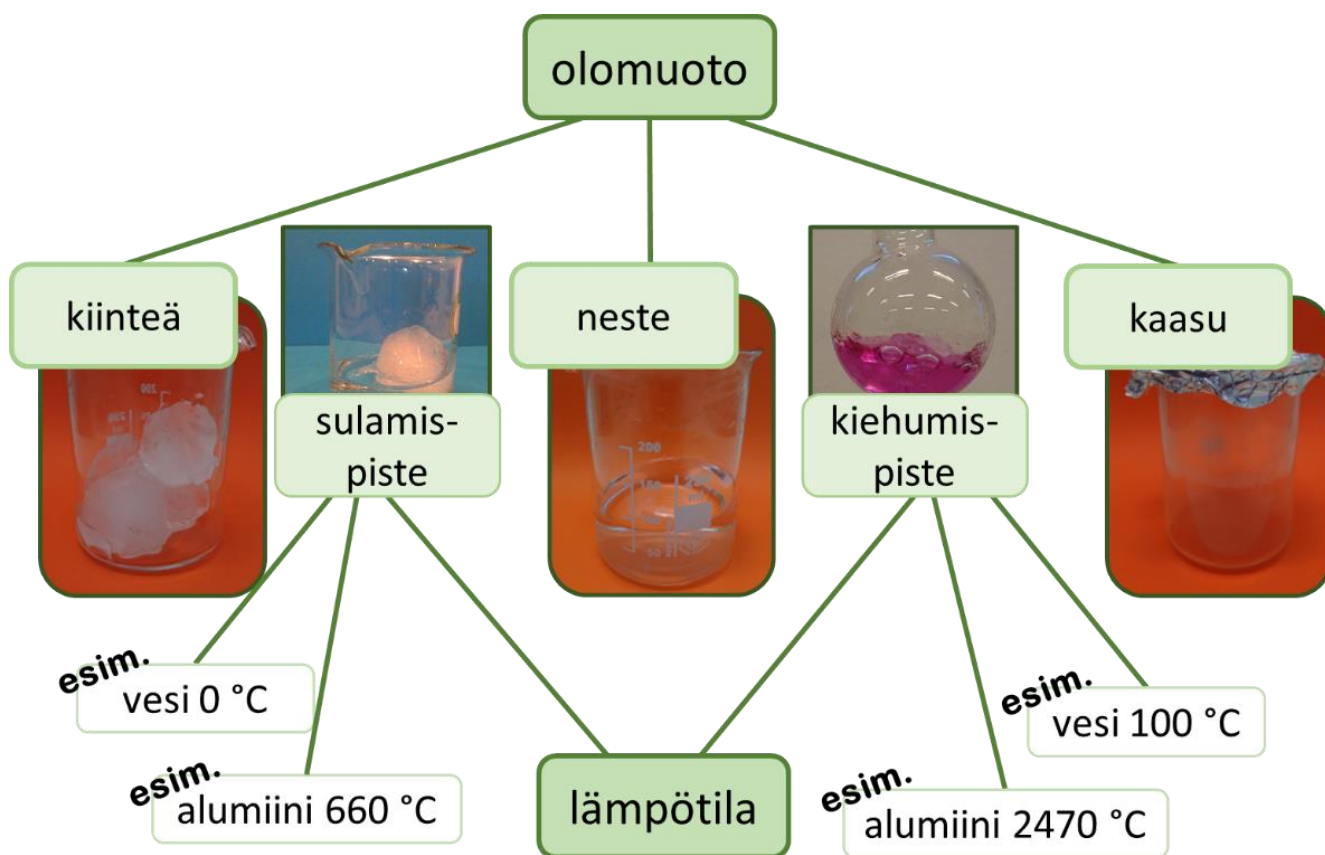
Aineen syttymistä kuvaa myös toinen lämpötila. Etanoli (alkoholi) on helposti syttyvä aine, mutta sen syttymispiste on korkeampi kuin paperin. Paperin syttymispiste on 230 °C ja etanolin syttymispiste on 365 °C. Etanolilla on kuitenkin matala leimahduspiste.

Leimahduspiste on lämpötila, jonka yläpuolella neste syttyy helposti. Etanolin pinnan lähellä on aina vähän kaasumaista etanolia. Kaasumainen etanoli syttyy helposti kipinästä tai tulitikulla, vaikka nestemäisen etanolin lämpötila on paljon matalampi kuin etanolin syttymispiste.

Etanolin leimahduspiste on +17 °C. Kun lämpötila on 17 °C tai korkeampi, etanoli syttyy helposti tulitikusta. Jos etanolin lämpötila on -10 °C, etanoli on vaikea sytyttää tulitikulla.

Bensiinin leimahduspiste on -40 °C. Siksi bensiini on aina helposti syttyvää. Esimerkiksi tupakka sytyttää bensiinihöyryn helposti.

LUKU 3 : Lämpötila ja olomuoto



3.1 Kolme olomuotoa

Olomuotoja on kolme: kiinteä, neste ja kaasu.

Kun lämpötila on 20 °C, veden olomuoto on neste. **Neste** on aine, joka valuu alaspäin. 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 8 Kuvassa on vettä kolmessa eri olomuodossa. Vasemmalla veden olomuoto on kiinteä (jää). Keskellä vesi on neste. Oikealla veden olomuoto on kaasu (vesihöyry).

3.2 Sulamispiste ja kiehumispiste

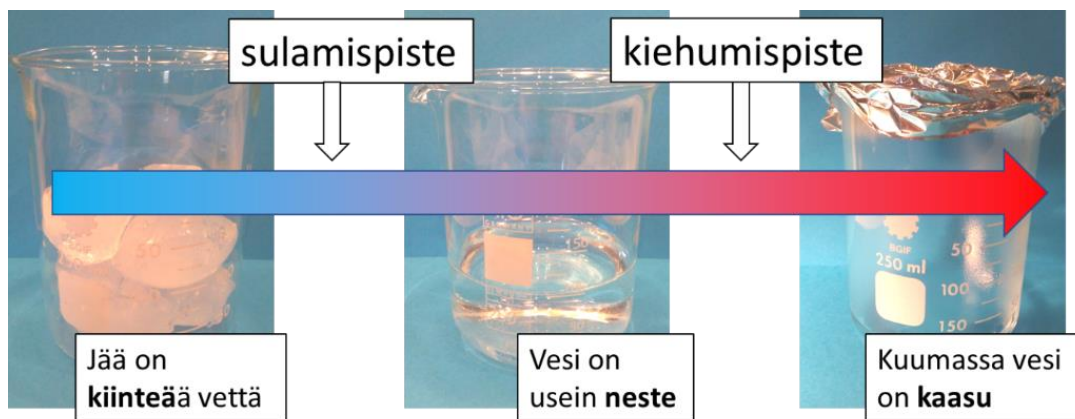
Eri aineilla on eri olomuoto, vaikka lämpötila on sama. Huoneenlämpötila tarkoittaa, että lämpötila on noin 20 °C. Huoneenlämpötilassa rauta on kiinteä aine, vesi on neste ja happi on kaasu.

Sulamispiste on lämpötila, jonka alapuolella aine on kiinteä. Sulamispisteen yläpuolella aine on neste.

Veden sulamispiste on 0 °C. Kun lämpötila on –1 °C, vesi on kiinteä. Kun lämpötila on +1 °C, vesi on neste. Muilla aineilla 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 9 Lämpötila vaikuttaa olomuotoon. Kun lämpötila on alle 327 °C, lyijy on kiinteä aine. Kun lämpötila on yli 327 °C, lyijy on neste.



Kuva 10 Aineen olomuoto riippuu lämpötilasta. Sulamispiste ja kiehumispiste ovat rajat olomuotojen välillä.

Kiehumispiste on lämpötila, joka on nesteen ja kaasun rajalla. Kun aineen lämpötila on pienempi kuin aineen oma kiehumispiste, se on neste. Kun lämpötila on korkeampi kuin kiehumispiste, aine on kaasu.

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.

- 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 11 Sulamispiste ja kiehumispiste ovat erilaiset eri aineille. Ne ovat aineen ominaisuuksia. Sulamispiste on aina matalampi kuin kiehumispiste.

3.3 Sulamispisteen tutkiminen

Kemiassa on mahdollista saada uutta tietoa tekemällä **tutkimus**. Kemiassa tutkimus on usein kokeellinen tutkimus. Kokeellinen tutkimus tehdään usein laboratoriossa.

Kokeellisessa tutkimuksessa tehdään havaintoja. Havainnon voi tehdä silmillä tai mittarilla. **Havainto** voi olla esimerkiksi värin muuttuminen tai lämpötila, jonka näkee lämpömittarista.

Havaintojen avulla voidaan tehdä johtopäätös. **Johtopäätös** voi olla esimerkiksi tieto aineen ominaisuudesta tai tietoa aineen rakenteesta.

Tutkimus on tärkeää suunnitella hyvin ja tehdä huolellisesti. Tutkimus pitää tehdä niin, että havainnot ovat luotettavat. Kemiassa sama tutkimus tehdään monta kertaa samalla tavalla. Silloin on varmaa, että havainnot ovat oikein. Muuten havainto voi olla virhe tai sattuma. Jos tutkitaan montaa eri ainetta, on tärkeää tutkia kaikki aineet samalla tavalla. Silloin tiedetään, että työn tapa ei vaikuta tuloksiin.

Tutkimus pitää myös tehdä turvallisesti. Ennen tutkimuksen alkua pitää tietää, jos jokin aine on vaarallinen. Pitää tietää, mitä pitää tehdä, jos tulee onnettomuus.

Esimerkki tutkimuksesta:

Aineen sulamispiste voidaan määrittää lämpömittarin avulla.

Työsuunnitelma:

- Pieni määrä kiinteää ainetta laitetaan koeputkeen.
- Koeputki laitetaan veteen. Koeputkeen laitetaan lämpömittari.
- Vettä lämmitetään hitaasti. Tehdään havaintoja aineesta ja lämpötilasta.
 - o Kun aine alkaa sulaa, lämpötila kirjoitetaan muistiin.
 - o Kun aine on kokonaan sulanut, lämpötila kirjoitetaan muistiin.
- Koe lopetetaan, kun aine on sulanut.
- Havainnoista voidaan tehdä johtopäätös. Johtopäätös on aineen mahdollinen sulamispiste.

Turvallisuus:

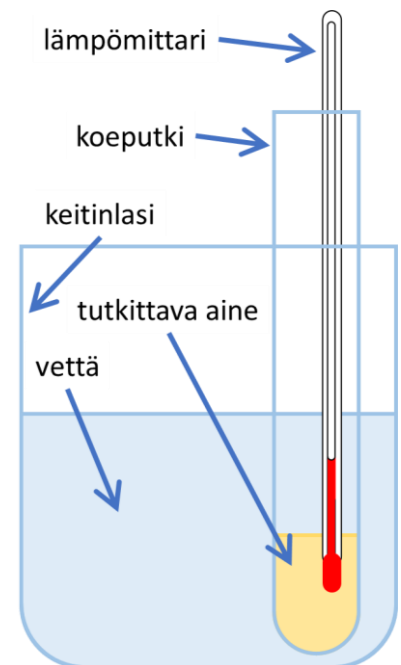
- Koeputkessa oleva aine tai vesi ei saa kiehua.
- Keitinlasi voi hajota ja kuuma vesi leviää pöydälle. Siksi lasin vieressä ei saa istua.
- Kuumennuksen aikana lähellä ei saa olla syttyvää ainetta.
- Käytä pihtejä kuuman astian siirtämiseen.
- Käytä suojalaseja kuumennuksen aikana.

Havainnot:

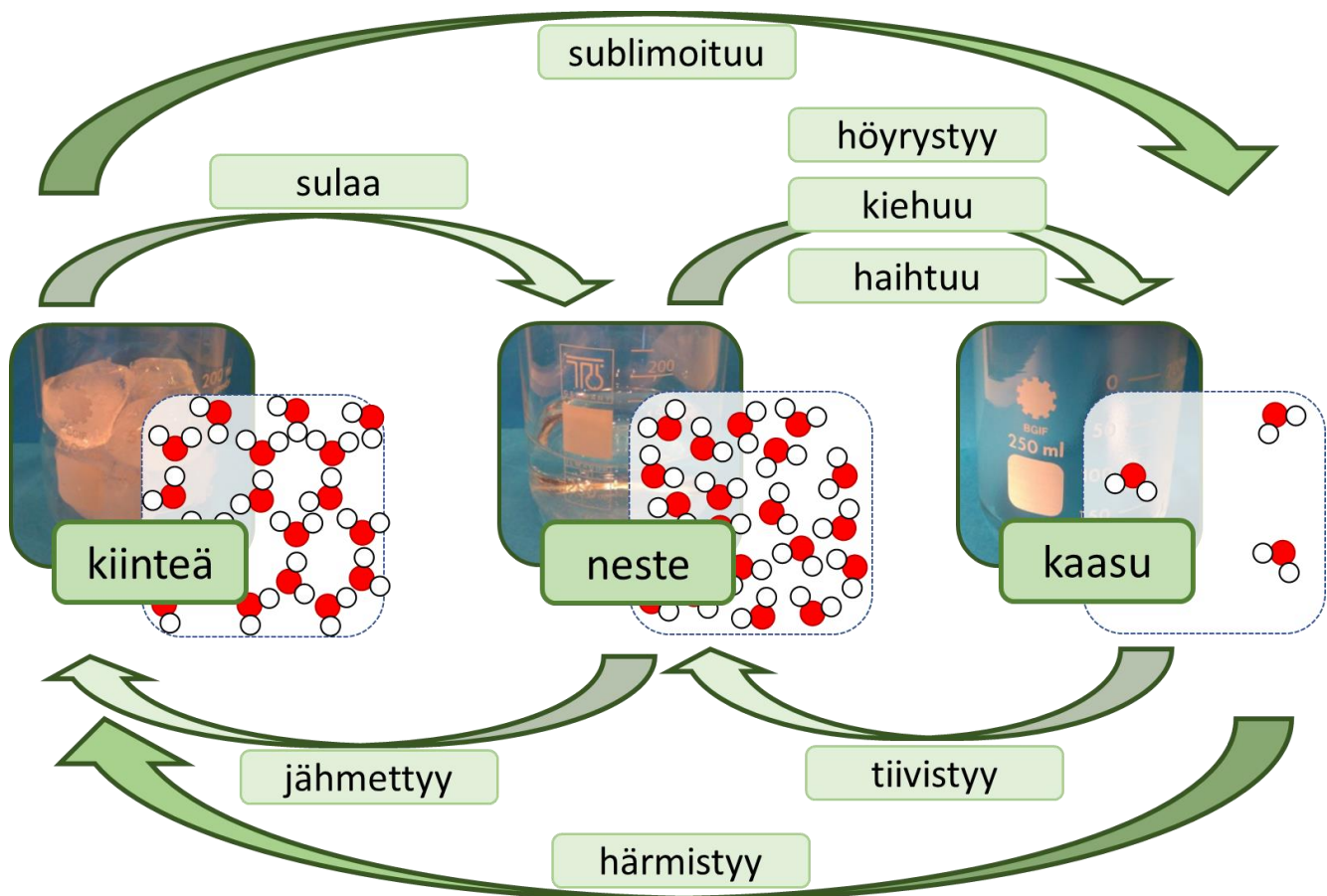
- Esim. aine alkaa sulaa, kun lämpötila on 60 °C. Kaikki aine on sulanut, kun lämpötila on 70 °C.

Johtopäätös:

- Esim. aineen sulamispiste on noin 60 – 70 °C.



LUKU 4 : Olomuodonmuutokset



4.1 Aine sulaa ja jähmettyy sulamispisteessä

Vesi on neste, kun lämpötila on 20 °C. Kun lämpötila laskee, vesi **jähmettyy** eli vesi muuttuu kiinteäksi. Jähmettyminen tapahtuu, kun lämpötila on 0 °C.

Kun lämpötila on -20 °C, vesi on kiinteä aine. Kun lämpötila nousee, jää **sulaa** eli jää muuttuu nesteeksi. Sulaminen tapahtuu, kun lämpötila on 0 °C.

Sulaminen ja jähmettyminen tapahtuvat samassa lämpötilassa. Lämpötila, jossa sulaminen tapahtuu, on **sulamispiste**.

Sulamispiste on aineen ominaisuus. Joka aineella on oma sulamispiste.



Kuva 12 Kiinteä jää sulaa nesteeksi, kun lämpötila on 0 °C. Veden sulamispiste on 0 °C.

4.2 Höyrystyminen voi tapahtua kahdella tavalla

Vesi on neste, kun lämpötila on 20 °C. Lämpimässä vesi **höyrystyy** eli vesi muuttuu kaasuksi. Höyrystyminen voi tapahtua kahdella tavalla.

Kun veden lämpötila on 100 °C, vesi kiehuu. **Kiehuminen** tarkoittaa, että neste höyrystyy kaasuksi nopeasti. Nesteestä nousee paljon kuplia. Lämpötila, jossa kiehuminen 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 °C.

Kaasu voi muuttua myös nesteeksi. Kun veden lämpötila on 120 °C, vesi on kaasu. Kun lämpötila laskee kiehumispisteeseen, vesihöyry **tiivistyy** nesteeksi eli kaasumainen vesi muuttuu nesteeksi.



Kuva 13 Kiehuminen on nopeaa höyrystymistä. Kiehuminen tapahtuu, kun lämpötila on kiehumispisteessä.

4.3 Kuura muodostuu härmistymällä

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 15 Pensaassa oleva marja sublimoituu kuivaksi talvella.



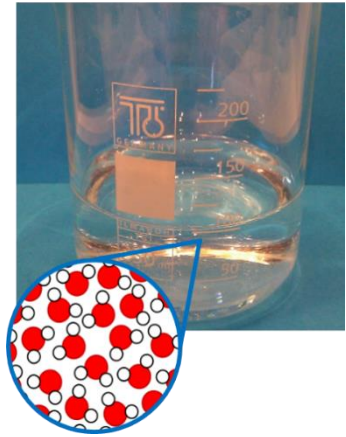
Kuva 14 Auton päälle muodostuu talvella kuuraa. Kuura on jäätä, joka syntyy, kun vesihöyry härmistyy.

4.4 Lämpötila ei muuta aineen rakenneosia

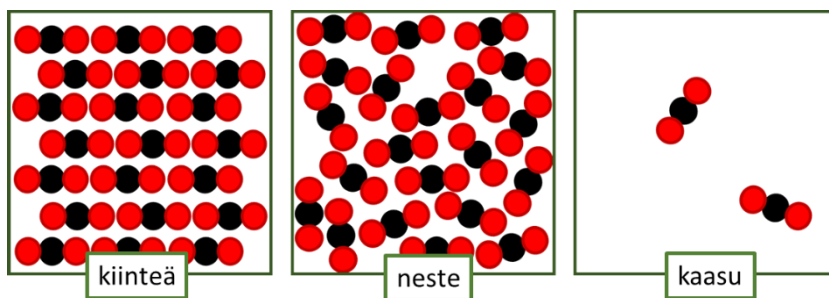
Kaikki aineet koostuvat pienistä rakenneosista. Aineen rakenneosia ovat esimerkiksi molekyylit. Vesi rakentuu pienistä vesimolekyyleistä. Molekyylit ovat niin pieniä, että niitä ei voi nähdä silmällä.

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

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. Molekyylien liikettä sanotaan **lämpöliikkeeksi**.



Kuva 16 Vesimolekyyli on veden rakenneosa.



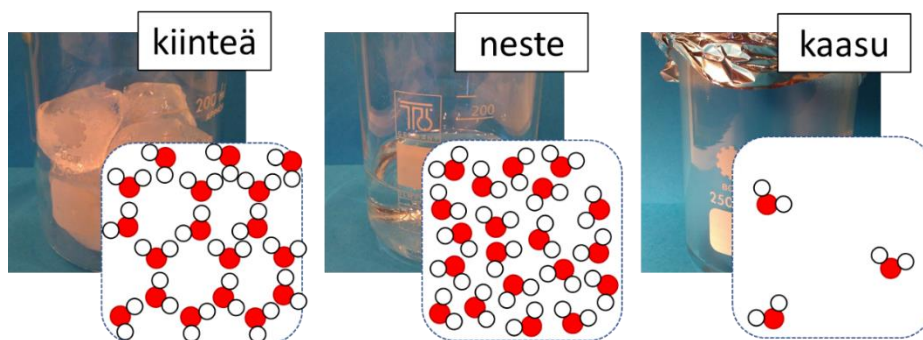
Kuva 17 Kuvassa on hiilidioksidia eri olomuodoissa. Vasemmalla hiilidioksidin olomuoto on kiinteä. Keskellä hiilidioksidin olomuoto on neste. Oikealla hiilidioksidin olomuoto on kaasu.

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

Nesteessä molekyylit ovat lähellä toisiaan ja epäjärjestyksessä.

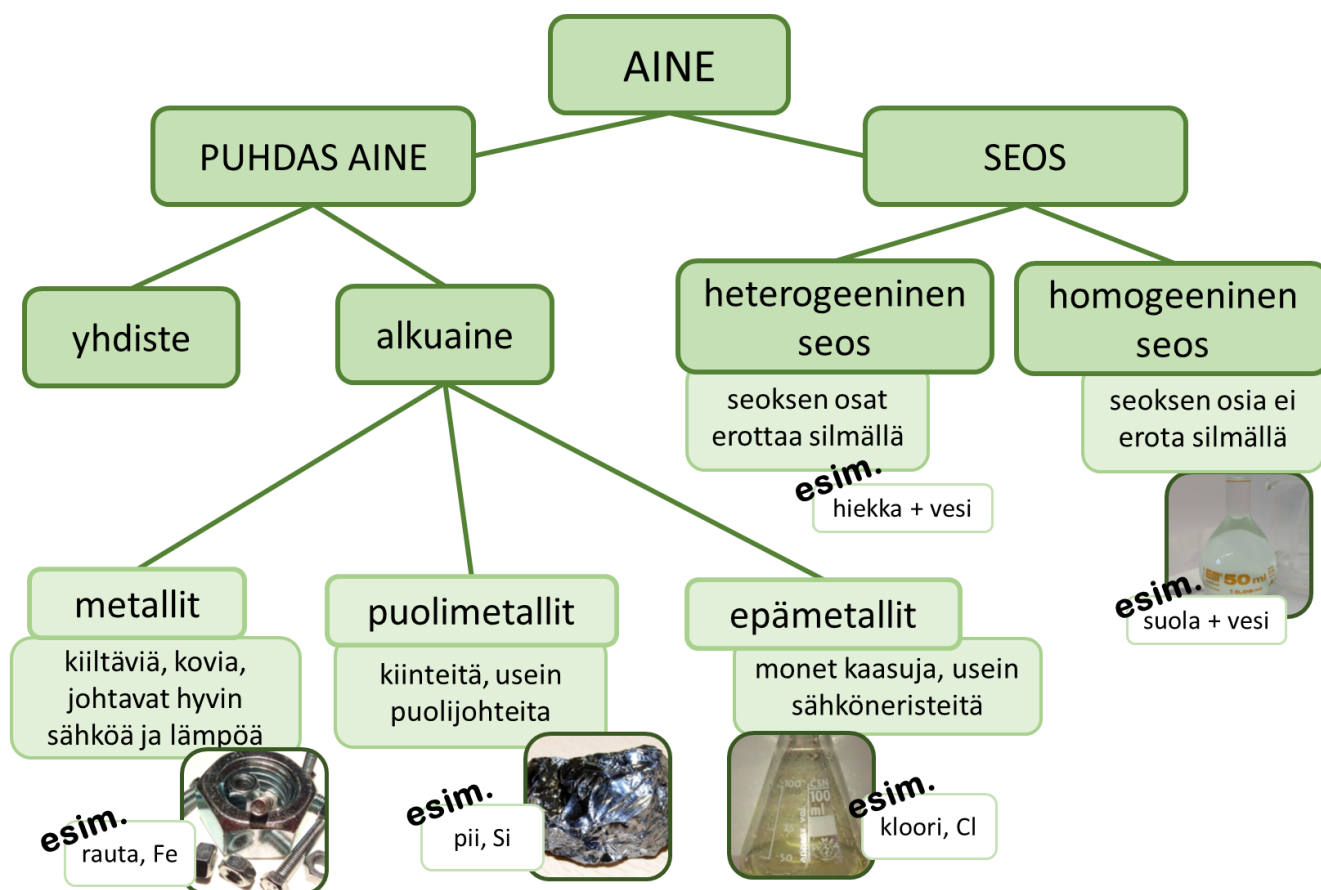
Kaasussa molekyyleillä on paljon lämpöliikettä ja molekyylit ovat kaukana toisistaan.

Molekyylit eivät muutu, kun lämpötila muuttuu. Kemiallisesti aine on sama kaikissa olomuodoissa. Kun suklaa sulaa, se muuttuu nesteeksi. Kiinteä suklaa ja nestemäinen suklaa ovat molemmat suklaata.



Kuva 18 Molekyylit ovat samanlaisia kaikissa olomuodoissa. Kiinteässä aineessa molekyyleillä on hyvä järjestys. Kaasussa molekyylit ovat kaukana toisistaan.

LUKU 5 : Puhdas aine ja seos



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

5.1 Heterogeeninen ja homogeeninen seos

Moni aine sisältää montaa eri ainetta. Kosteusvoide tai puhdistusaine sisältää monta eri kemikaalia. Tuore kasvis sisältää myös monta eri ainetta. Kasviksessa on esimerkiksi vettä, hiilihydraatteja ja vitamiineja.

Seos on aine, joka sisältää monta eri ainetta. Seoksia on kahdenlaisia.

Kasvirasvavalmiste 250g. Käytä juuston tapaan. Vegetabilisk fettprodukt 250g. Används som ost.	
Ainekset: Vesi, kookosöljy, muunnettu tärkkelys (peruna), maissiitärkkelys, sakeutamisaine (ksantaanikumi), suola, valkoviinietikka, ravintohiivahiutale, kalsium (kalsiumlaktatti), aromi (cheddar), säilöntäaine (kaliumsorbaatti), elintarvikewärn (160b), D2-vitamiini.	Ravintoarvo/Näringsvärde/100 g: energia/energi..... 1210 kJ (289 kcal) rasva/fett.....22 g josta tyydyttynyttä/ varav mättat21 g hiilihydraatti/kohydrat21 g josta sokereita/ varav sockerarter.....<0,01 g proteiini/protein.....1,5 g suola/salt.....1,7 g D-vitamiini/vitamin D.....5 µg (100 %)* kalsium/kalcium.....120 mg (15 %)* laktosia/laktos 0 g/100 g voimakassuolainen/kraftigt saltad *Päivittäisen saannin vertailuarvosta (aikuiset)/Av dagligt referensintag (vuxna)
Ingredienser: Vatten, kokosolja, modifierad stärkelse (potatis), majsstärkelse, förtjockningsmedel (xantangummi), salt, vitvinäger, näringsjästflingor, kalcium (kalciumlaktat), arom (cheddar), konserveringsmedel (kaliumsorbat), livsmedelsfärg (160b), Vitamin D2.	

Kuva 19 Elintarvikkeet, kosmetiikka, kodin kemikaalit ja luonnon aineet ovat seoksia. Seoksessa on monta eri ainetta.



Kuva 20 Maitovaahdo on heterogeeninen seos. Ilma ja maito erottuvat toisistaan.

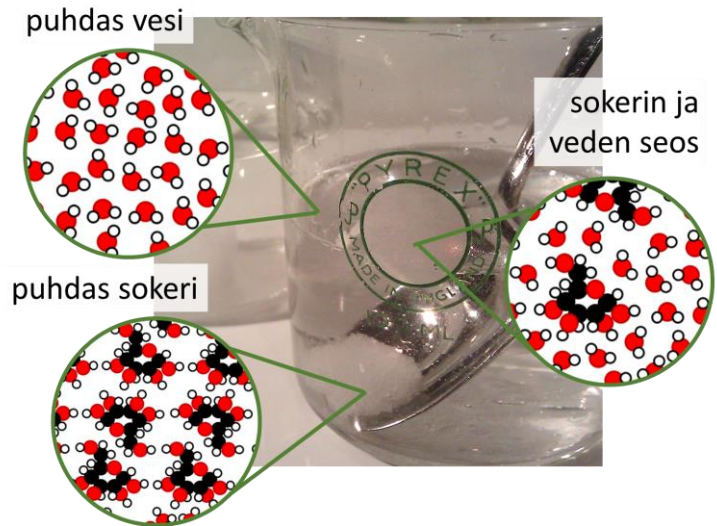
Heterogeeninen seos on sellainen, jossa seoksessa olevat eri aineet voi nähdä. Esimerkiksi vaahto on heterogeeninen seos, jossa kaasua on sekoitettu nesteeseen. Kaasua sisältävät alueet ja nestettä sisältävät alueet erottaa silmällä.

Liuksesta 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.

Liuos on homogeeninen seos. **Homogeeninen seos** on sellainen, jossa eri aineiden välistä rajaa ei voi nähdä. Sokerin vesiliuoksessa ei voi nähdä missä on sokeri ja missä on vesi.

Homogeenisen tai heterogeenisen seoksen muodostuminen ei ole kemiallinen reaktio. Sekoituksessa aine ei muutu. Jos sekoittaa vettä ja sokeria, syntyy sokerin vesiliuos. Sokeri maistuu samalta ennen sekoittamista ja sekoittamisen jälkeen vesiliuoksessa.

Seoksen osat voi usein erottaa toisistaan helposti. Jos sekoittaa suolaa ja vettä, syntyy suolan vesiliuos. Jos lämmittää suolan vesiliuosta, vesi kiehuu pois. Suola jää jäljelle.



Kuva 21 Liuos on homogeeninen seos. Sokerin rakenneosa on sokerimolekyyli. Veden rakenneosa on vesimolekyyli. Sokerin vesiliuoksessa on molempia rakenneosia, mutta eri aineita ei erota silmällä.

5.2 Puhdas aine voi olla alkuaine

Seoksessa on monta ainetta sekaisin. Jos erottaa seoksen kaikki aineet toisistaan, syntyy puhtaita aineita. **Puhdas aine** on aine, joka on kemiallisesti vain yhtä ainetta. Puhtaalla aineella on omanlaiset ominaisuudet. Puhtaalla aineella on esimerkiksi tietty väri ja tarkka sulamispiste. Puhdas aine sisältää vain yhdenlaisia rakenneosia.

Alkuaine on aine, jota ei voi hajottaa toiseksi aineeksi. Alkuaineita on luonnossa noin 90 erilaista. Alkuaineet ovat puhtaita aineita.

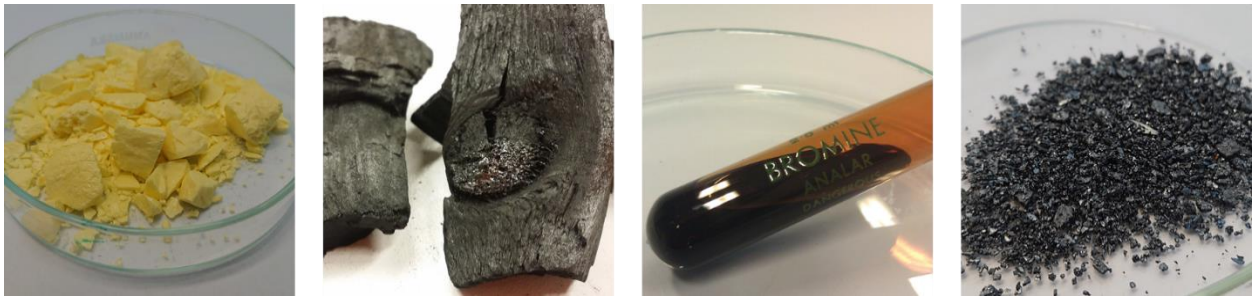
Alkuaineet voi jakaa kolmeen ryhmään: metallit, epämetallit ja puolimetallit.

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 22 Rauta (Fe), alumiini (Al), kulta (Au) ja kupari (Cu) ovat alkuaineita ja metalleja. Alkuaineet ovat puhtaita aineita. 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 23 Rikki (S), hiili (C), bromi (Br) ja jodi (I) ovat epämetalleja. Niillä on vain vähän yhteisiä ominaisuuksia. Epämetallit ovat alkuaineita. Alkuaineet ovat puhtaita aineita.

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

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

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

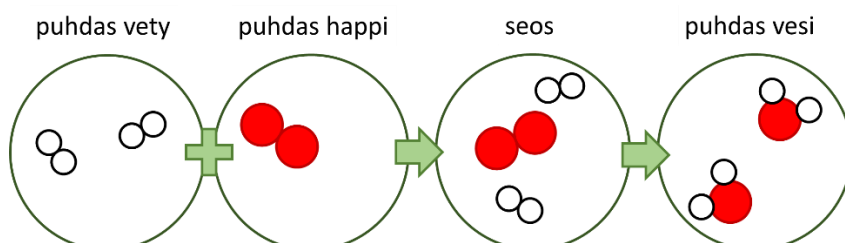
5.3 Puhdas aine voi olla yhdiste

Uusia aineita syntyy, kun alkuaineet tekevät yhdisteen. **Yhdiste** on puhdas 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. Hiili on musta, kiinteä aine. Hiilidioksidi on väritön kaasu.

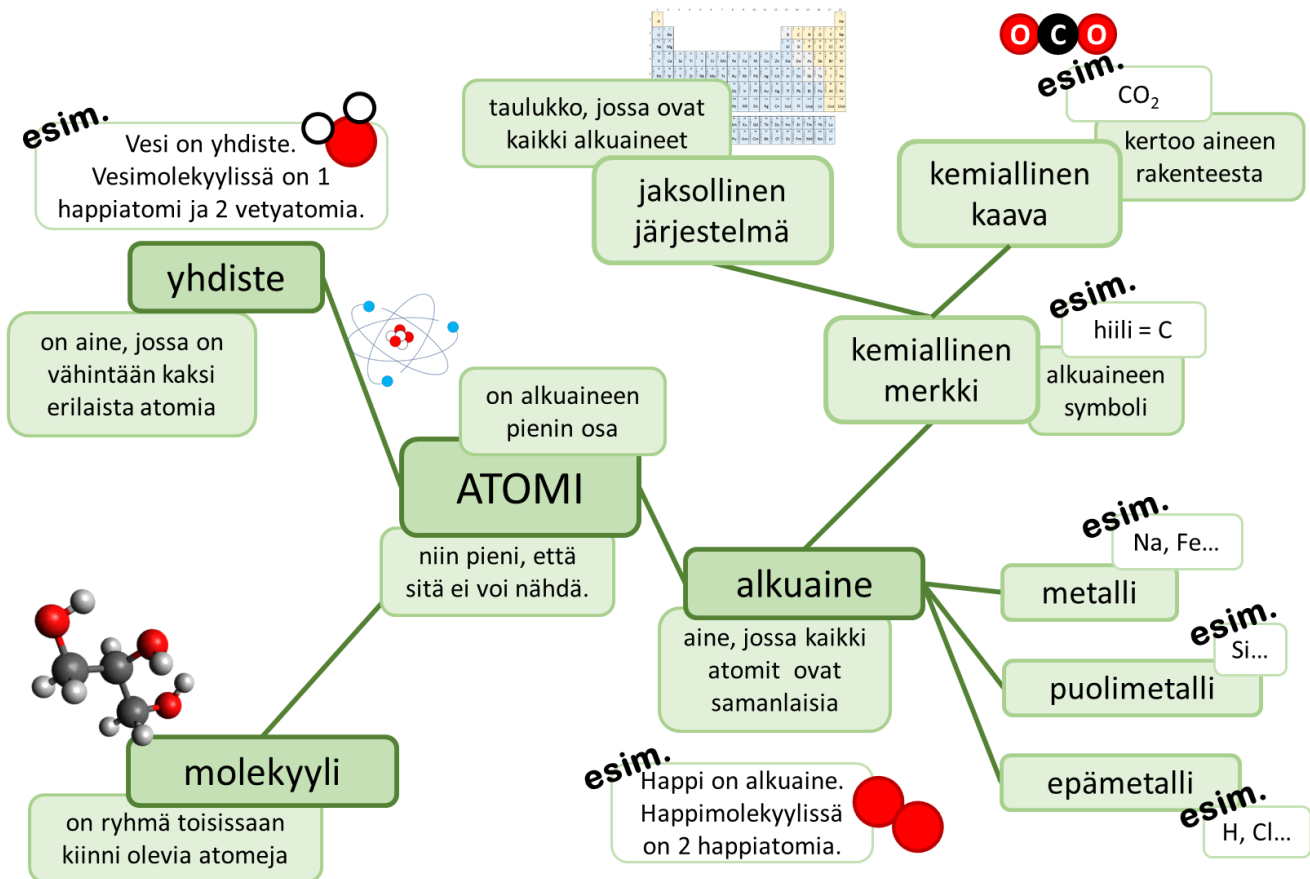
Alkuaineiden seos on eri asia kuin yhdiste. Seoksessa sekoitetaan kaksi ainetta. Yhdisteessä aineiden rakenneosat muuttuvat ja syntyy uudenlaisia rakenneosia ja uutta ainetta.

Esimerkiksi vety on alkuaine. Vety on väritön kaasu, joka on kevyttä ja helposti syttyvää. Happi on myös alkuaine. Se on myös 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, jossa on vesimolekyylejä.



Kuva 24 Vety on alkuaine. Happi on alkuaine. Niiden seos ei ole uusi aine. Kun aineille tapahtuu kemiallinen reaktio, syntyy vettä. Vesi on yhdiste, jossa on kahta eri alkuainetta.

LUKU 6 : Kaikilla alkuaineilla on erilaiset atomit

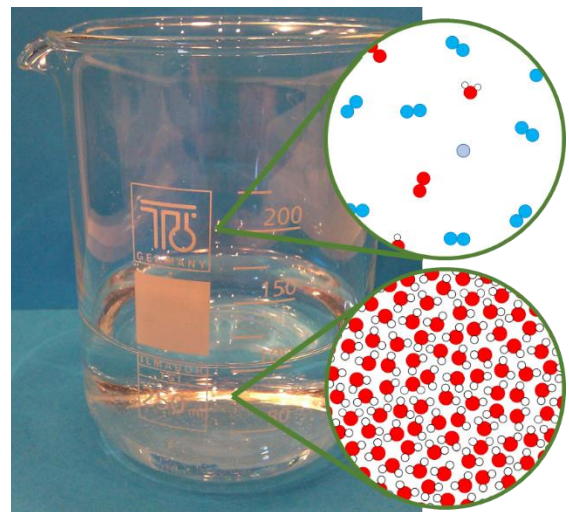


6.1 Atomi ja alkuaine

Kaikki aine koostuu **atomeista**. Atomi on aineen pienin osa. Atomia ei voi jakaa enää uudeksi aineeksi. Atomit ovat alle 0,1 nanometrin kokoisia eli atomin koko on alle yksi miljoonasosa millimetristä. Atomit ovat niin pieniä, ettei niitä voi nähdä silmällä eikä edes mikroskoopilla.

Koska atomeita ei voi nähdä eikä niistä voi ottaa valokuvaa, niille piirretään erilaisia malleja. Atomit esitetään usein piirroksissa pieninä palloina eli pallomalleina.

Alkuaineita eli aineita, joissa atomit ovat samanlaisia, on luonnossa noin 90 erilaista. Jokaisella alkuaineella on omat atominsa, jotka ovat erilaisia kuin muiden alkuaineiden atomit. Esimerkiksi kulta muodostuu kulta-atomeista ja hiili muodostuu hiiliatomeista. Atomeja on tosi vaikea rikkoa ja siksi alkuaineatomi ei voi muuttua toiseksi alkuaineeksi.



Kuva 25 Kaikki aine koostuu atomeista. Atomit ovat aineen rakenneosia. Atomien välissä ei ole mitään.



Kuva 26 Kuvassa on esitetty kullan, hiilen ja veden rakentuminen atomeista. Kulta ja hiili ovat alkuaineita, koska niiden kaikki atomit ovat samanlaisia. Vesi on yhdiste, sillä sen kaikki atomit eivät ole samanlaisia.

6.2 Jaksollinen järjestelmä ja kemialliset merkit

Eri alkuaineilla on erilaisia ominaisuuksia kuten sähköjohtavuus ja sulamispiste. Alkuaineita voidaan luokitella eri tavoin niiden ominaisuuksien mukaan. Kaikki löydetty alkuaineet löytyvät **jaksollisesta järjestelmästä**. Siellä jokaiselle alkuaineelle on annettu oma kirjainyhdistelmä eli **kemiallinen merkki** (symboli, alkuaineen lempinimi, lyhenne). Alkuaineet on laitettu järjestykseen niiden ominaisuuksien mukaan.

ryhmät ↓

metallit puolimetallit epämetallit

jaksot →

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

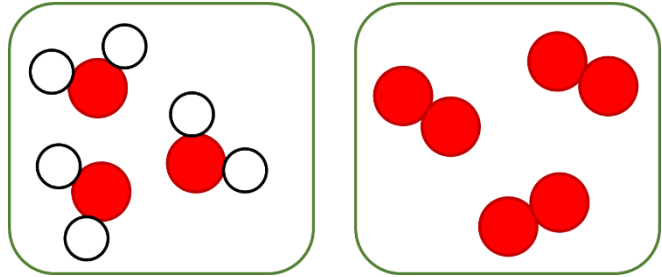
*	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
**	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Kuva 27 Jaksollisessa järjestelmässä vaakarivejä kutsutaan jaksoiksi ja pystyryivejä ryhmiksi. Kuvassa metallit ovat sinisiä, puolimetallit harmaita ja epämetallit keltaisia.

6.3 Yhdiste ja molekyyli

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 **alkuainemolekyyli**. Jos molekyylissä on vähintään kaksi erilaista atomia, se on **yhdistemolekyyli**.

Molekyyleillä 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.

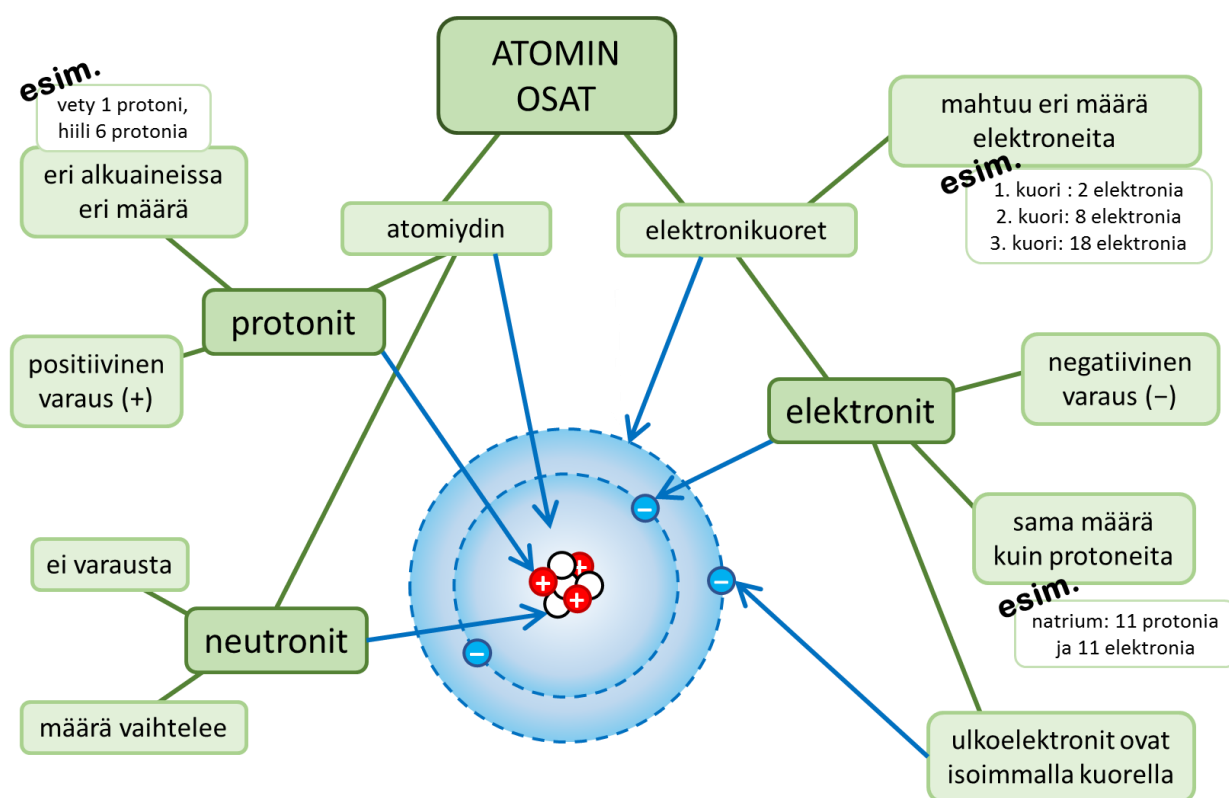


Kuva 28 Vesi (H_2O , vasemmalla) on yhdiste, koska sen molekyyleissä on kahta erilaista atomia. Happi (O_2 , oikealla) on alkuaine, koska sen molekyyleissä on vain happiatomeja.



Kuva 29 Kuvassa on hiilidioksidin ja veden pallomallit. Hiilidioksidissa on yksi hiiliatomi ja kaksi happiatomia, joten sen kemiallinen kaava on CO_2 . Vesimolekyylissä on kaksi vetyatomia ja yksi happiatomi ja sen kemiallinen kaava on H_2O .

LUKU 7 : Kaikissa atomeissa on samoja hiukkasia



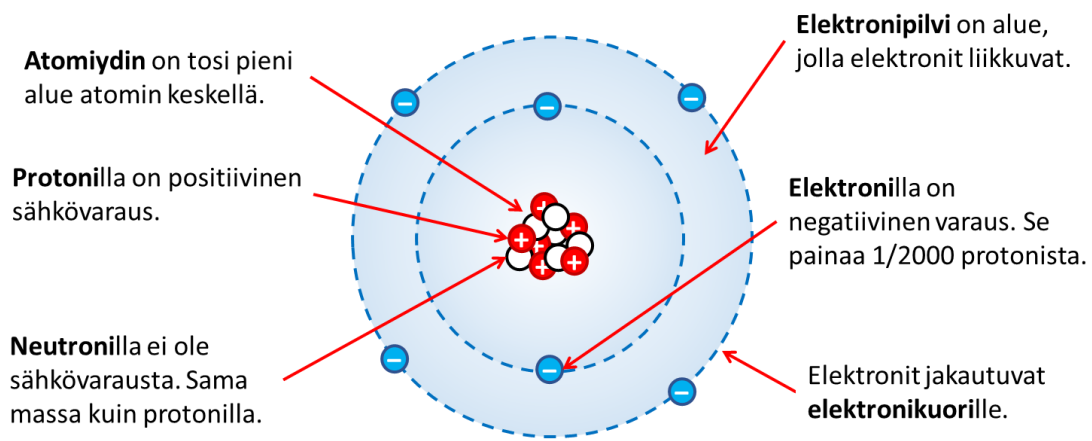
7.1 Protoni, neutroni ja elektroni ovat atomin osia

Hiukkanen (hiukan = todella vähän) tai partikkeli 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** ja sitä kiertävät negatiivisesti varautuneet **elektronit**. Ydin on vain pieni osa atomista, mutta paljon isompi kuin yksi elektroni. Ytimen ja sitä kiertävien elektronien väliin jää paljon tyhjää tilaa.

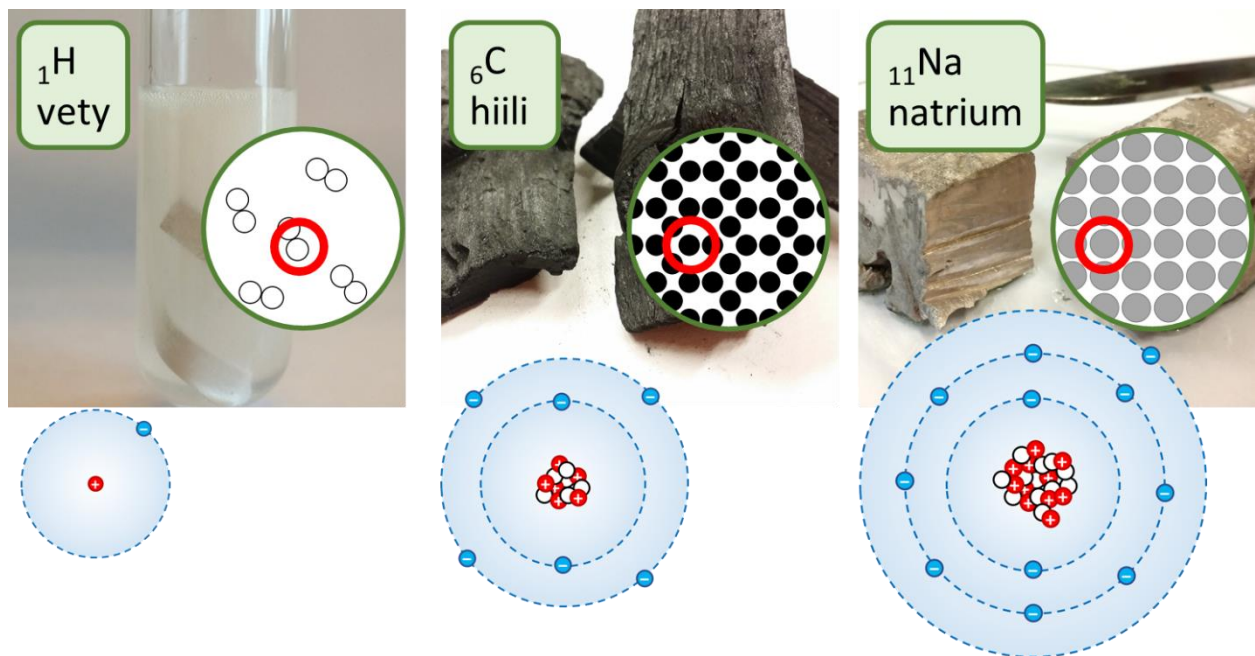
Atomin ytimessä on kahdenlaisia hiukkasia: **protoneja** ja **neutroneja**. Protoneilla on positiivinen sähkövaraus. Neutroneilla ei ole sähkövarausta (sähköisesti neutraali). Protonit ja neutronit painavat yhtä paljon, mutta ne painavat enemmän kuin elektronit.

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 30 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 31 Vedyn, hiilen ja natriumin atomien rakenne.

7.2 Elektronit jakautuvat elektronikuorille

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

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

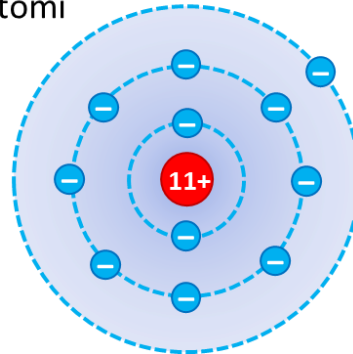
Uloimmalla (eniten ulos päin, kaukana ytimestä) elektronikuorella olevia elektroneja sanotaan **ulkoelektroneiksi** tai valenssielektroneiksi. Ulkoelektronit ovat tärkeitä, koska ne muodostavat

kemiallisia sidoksia ja vaikuttavat atomin kemiallisiin ominaisuuksiin. Metalliatomeilla ulkoelektroneja on vähän (1-3 elektronia) ja epämetalleilla monta (4-8). Vety on erikoinen (outu) epämetalli, jonka atomeilla on vain yksi ulkoelektroni. **Atomin elektronirakenteesta** nähdään, kuinka monta elektronikuorta atomilla on ja kuinka monta elektronia jokaisella niistä on.

F-atomi



Na-atomi



Kuva 32 Fluorin (F) ja natriumin (Na) elektronirakenteet. Fluori on epämetalli, koska sillä on seitsemän ulkoelektronia. 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).

7.3 Massaluku ja isotooppi

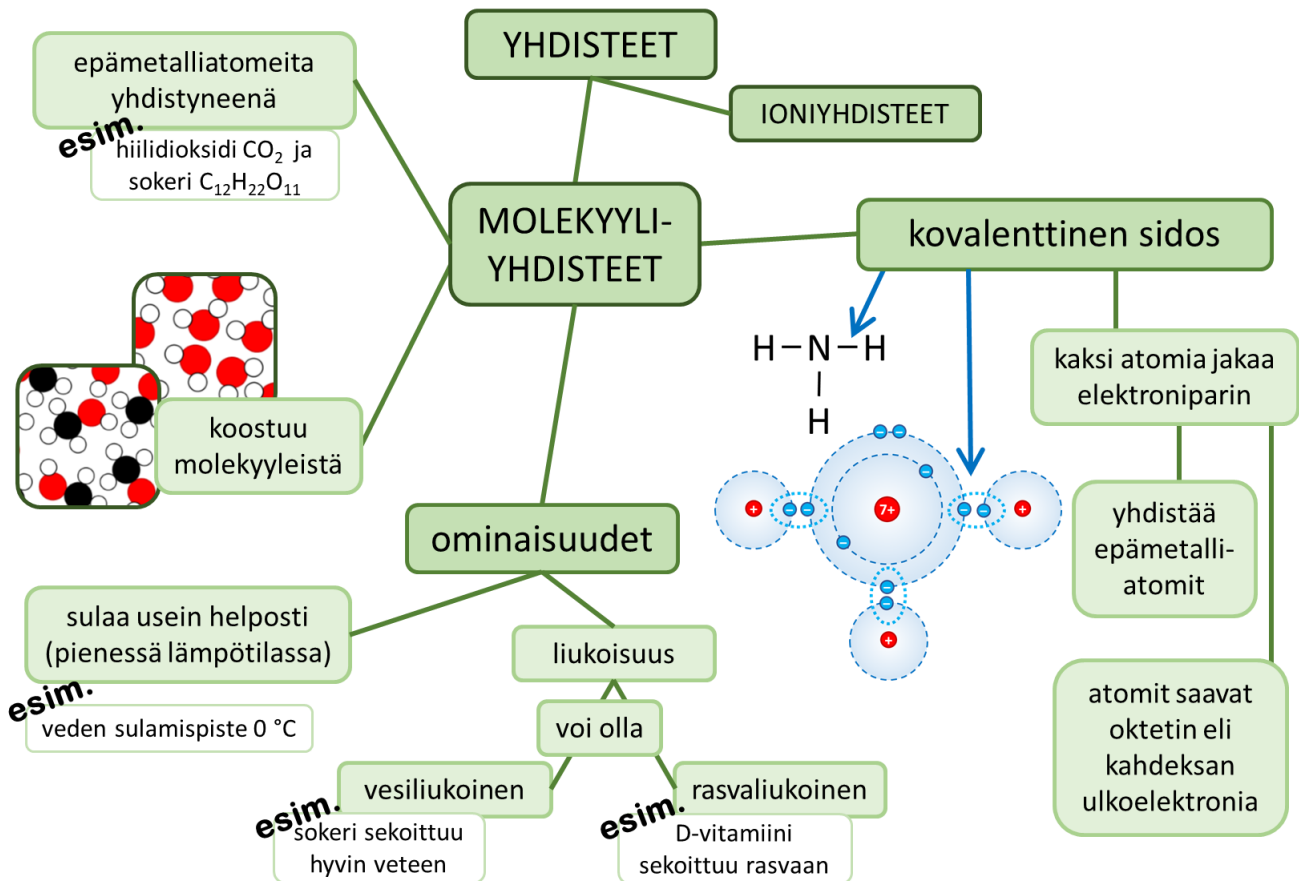
Massaluku on protonien ja neutronien yhteenlaskettu lukumäärä (protonit + neutronit = massaluku). Massaluku merkitään kemiallisen merkin vasempaan yläkulmaan. Esimerkiksi tavallisen natriumin $^{23}_{11}\text{Na}$ massaluku on 23. Neutronien määrä atomissa voidaan laskea, kun massaluvusta (protonit +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

7.4 Elektronin energia

Elektronikuori on teoreettinen sana eli atomin sisällä ei oikeasti ole ratoja, joilla elektronit ovat. Elektronikuori tarkoittaa tiettyä määrää **energiaa**, joka elektronilla on. Ne elektronit, joilla on **vähiten energiaa** ovat **ensimmäisellä elektronikuorella**. Kun kuori tulee täyteen, elektronit menevät toiselle kuorelle, millä on toiseksi vähiten energiaa. Kun elektroneilla on **yhtä paljon energiaa** ne ovat **samalla kuorella**. Mitä suurempi energia elektronilla on, sitä kauempana se on ytimestä. Elektronit, joilla on eniten energiaa, ovat uloimpana ytimestä ja irtoavat atomista helpoimmin.

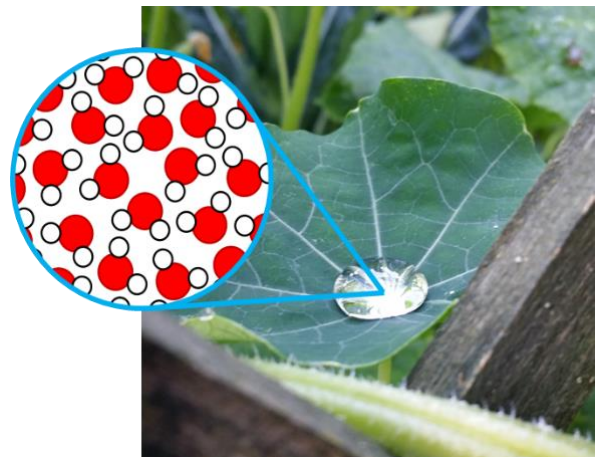
LUKU 8 : Epämetallit muodostavat molekyylejä



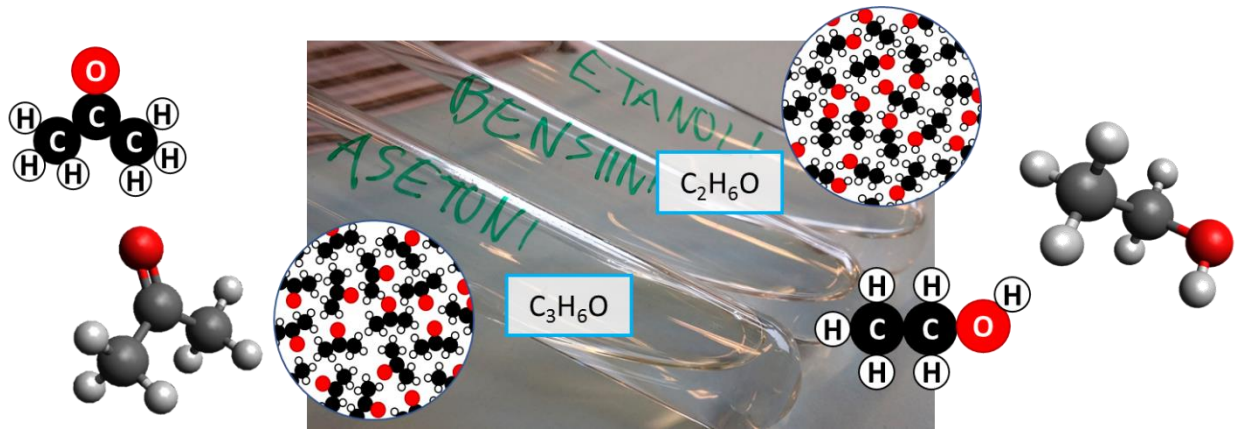
8.1 Molekyyliyhdiste koostuu epämetalliatomeista

Joka kymmenes ihmisen atomi on hiiliatomi, mutta ihmisen kehossa ei ole mustaa, kiinteää hiiltä. Eri alkuaineiden atomit ovat ihmisen kehossa erilaisina yhdisteinä. Yhdiste on puhdas 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 33 Happi ja vety ovat epämetalleja ja niiden yhdiste on vesi. Vesi on molekyyliyhdiste.



Kuva 34 Molekyyliyhdiste on aine, jossa on eri epämetallien atomeita. Asetoni ja etanoli ovat molekyyliyhdisteitä, joissa on hiiltä, vetyä ja happea.

Monet ihmisen kehon, ruoan ja elävän luonnon yhdisteet ovat molekyyliyhdisteitä. Esimerkiksi sokerit ja rasvat ovat hiilen, vedyn ja hapen yhdisteitä. Proteiineissa on hiiltä, vetyä, happea ja typpeä. Ihmisen DNA:ssa on hiiltä, vetyä, happea, typpeä ja fosforia.



Kuva 35 Jotkin molekyylit ovat pieniä. Esimerkiksi hiilidioksidin kaava on CO_2 . Tavallinen sokeri ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) on isompi molekyyli. Muovikassi koostuu molekyyleistä, joissa voi olla 80 000 atomia. Muovikassin molekyyli on kuitenkin alle 0,005 mm pitkä.

8.2 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 eristeenä.

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.

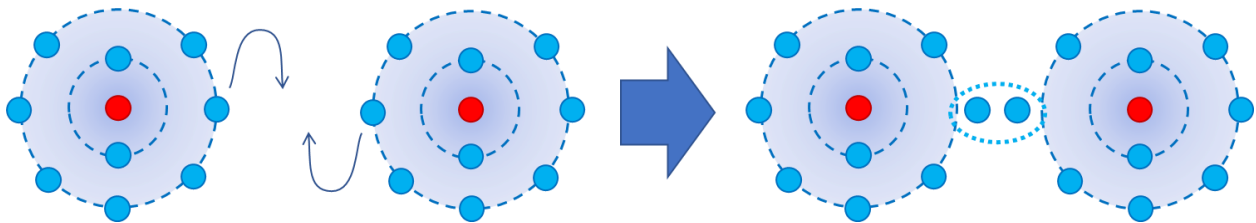
yhdisteen nimi	kaava	sulamis- piste ($^\circ\text{C}$)	kiehumis- piste ($^\circ\text{C}$)	olomuoto ($20\text{ }^\circ\text{C}$)
metaani (biokaasussa)	CH_4	-182	-162	kaasu
butaani (nestekaasussa)	C_4H_{10}	-138	-1	kaasu
nonaani (benssiinissä)	C_9H_{20}	-53	151	neste
heptadekaani (polttoöljyssä)	$\text{C}_{17}\text{H}_{36}$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

Kuva 36 Molekyyliyhdisteen sulaminen ja kiehuminen riippuu molekyylin koosta. Aine, jonka molekyyli on pieni, sulaa ja kiehuu helpommin. Kaasut ovat usein pieniä molekyylejä.

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

8.3 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.

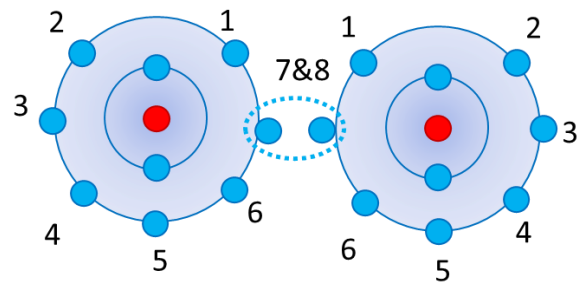


Kuva 37 Kovalenttisessa sidoksessa kaksi epämetalliatomia muodostaa jaetun elektroniparin. Kumpikin atomi antaa yhden elektronin elektronipariin. Elektronipari sitoo atomit yhteen ja muodostuu molekyyli.

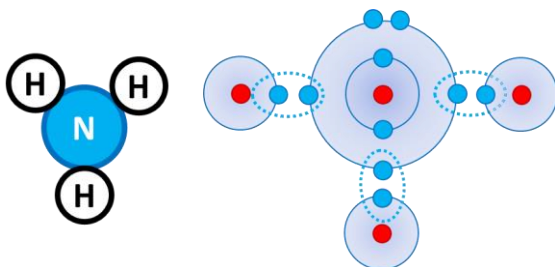
Atomien välille muodostuu **kovalenttinen sidos**, kun epämetalliatomit muodostavat jaetun elektroniparin. Kumpikin atomi antaa yhden elektronin elektronipariin. Elektronipari on molemmille atomeille yhteinen eli atomit jakavat elektroniparin. Elektronipari kiinnittää kaksi atomia toisiinsa. Negatiivinen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

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

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



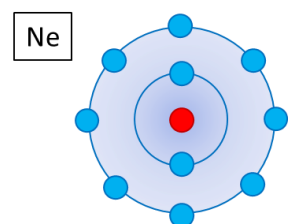
Kuva 38 Oktetti tarkoittaa, että atomilla on kahdeksan ulkoelektronia. Molekyylissä atomit ovat oktettissa.



Kuva 39 Vetyatomi on pieni atomi. Sen ulkokuorelle mahtuu vain kaksi elektronia. Siksi vetyatomin "oktetti" on vain kaksi elektronia.

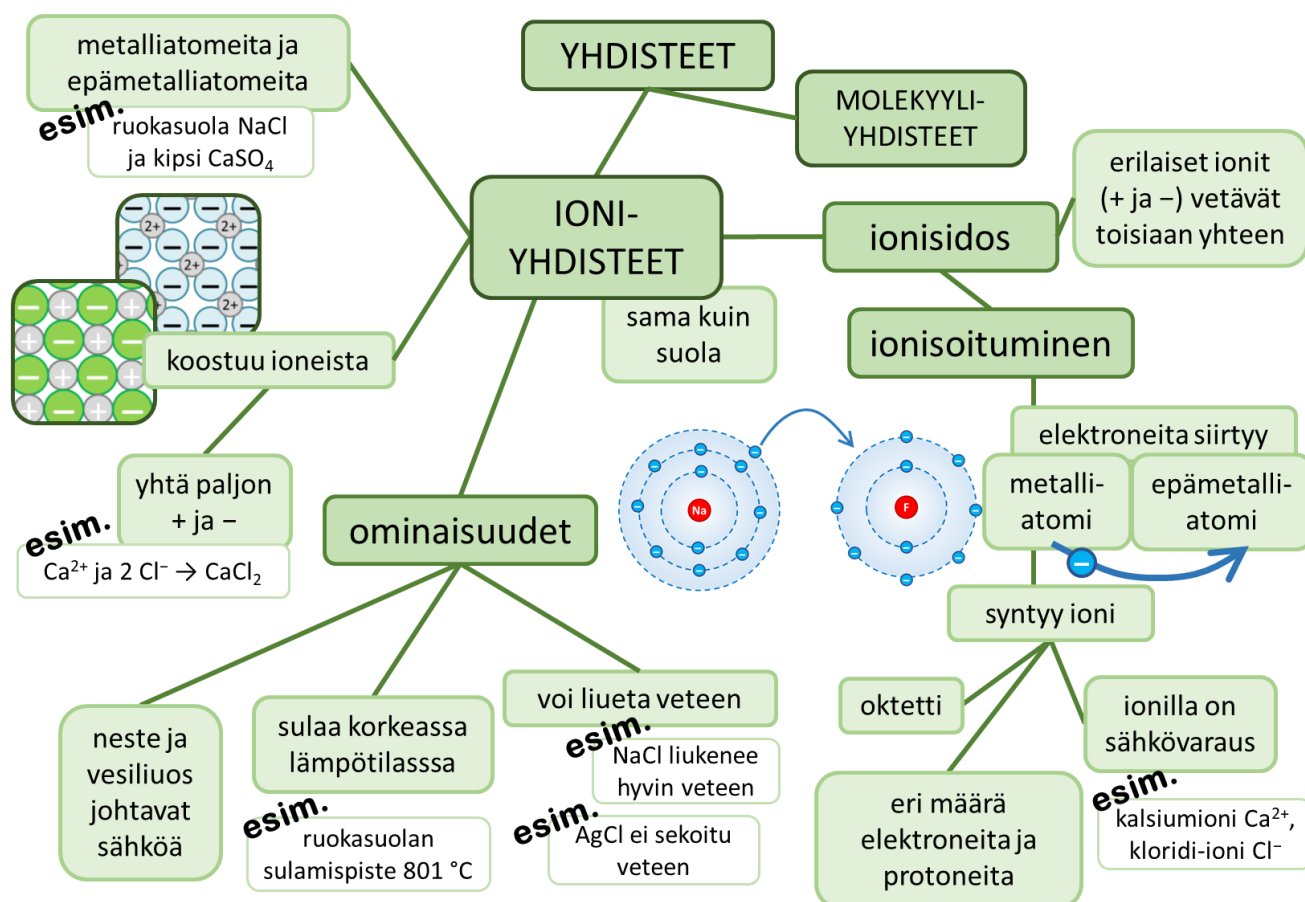
Oktettisäännön avulla voi tehdä ennusteen siitä, minkälaisia yhdisteitä eri alkuaineet muodostavat. Oktettisääntöön on kuitenkin monta poikkeustakin. Esimerkiksi pienelle vetyatomille "oktettiin" riittää kaksi elektronia.

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 kovalenttisia sidoksia.



Kuva 40 Neon on jalokaasu, jonka atomeissa on jo oktetti.

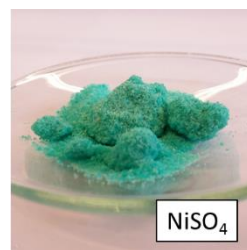
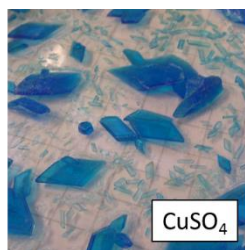
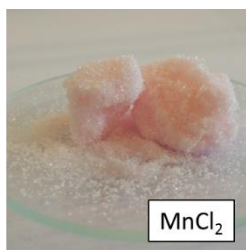
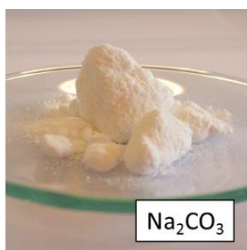
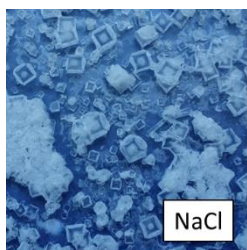
LUKU 9 : Suolat sulavat huonosti



9.1 Ioniyhdisteessä on metallia ja epämetallia

Tavallisen ruokasuolan kemiallinen nimi on natriumkloridi. Ruokasuolassa on kahta alkuainetta, jotka ovat natrium ja kloori. Ruokasuola on siis yhdiste. **Ioniyhdiste** on sellainen puhdas 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 41 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). Hammastahnassa fluori liittyy hitaasti ihmisen hampaisiin ja vahvistaa niitä. Ihmisen hampaan pinta on hydroksiapatiittia, 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.

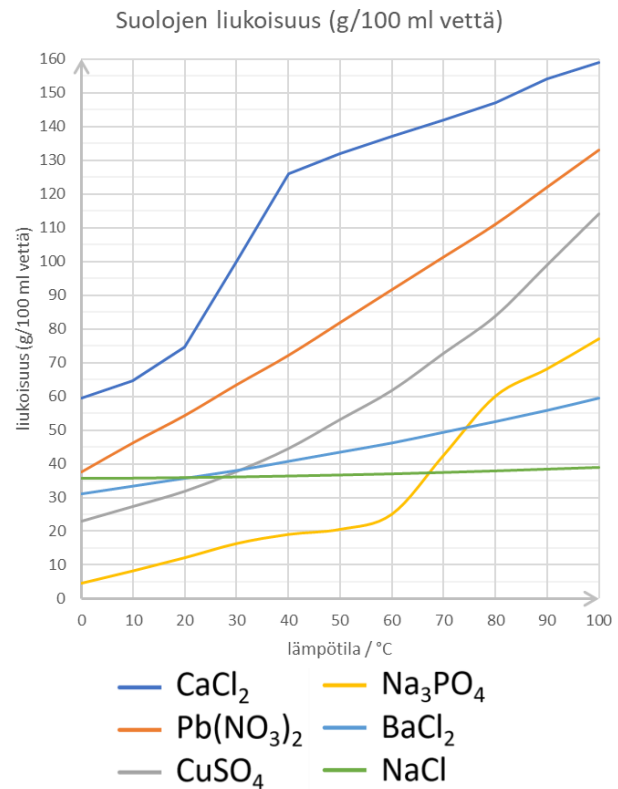
9.2 Ioniyhdisteiden ominaisuudet

Monella ioniyhdisteellä on samanlaisia ominaisuuksia. Ioniyhdisteet **sulavat huonosti** eli niillä on korkea sulamispiste. Esimerkiksi ruokasuolan sulamispiste on $801\text{ }^{\circ}\text{C}$. Natriumfluoridin sulamispiste on $993\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja kaliumjodidin $680\text{ }^{\circ}\text{C}$.

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.

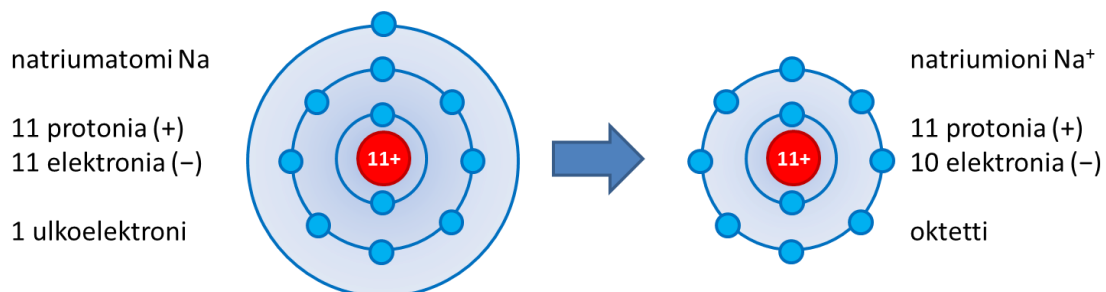


Kuva 42 Eri suoloja liukenee veteen eri määrä. Myös lämpötila vaikuttaa liukenemiseen. Monet suolat liukenevat kuumaan veteen paremmin.

9.3 Ionisoituminen

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.

Oktetin 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.



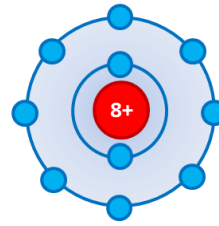
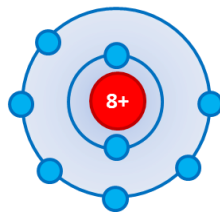
Kuva 43 Metalliatomit antavat elektroneita pois. Natriumatomi muuttuu natriumioniksi, kun se antaa pois yhden elektronin. Metallioniin jää enemmän protoneita kuin elektroneita ja siksi metalli-ioni on positiivinen.

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



oksidi-ioni O^{2-}

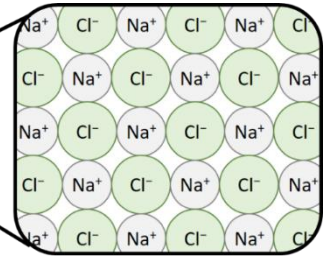
8 protonia (+)
10 elektronia (-)

oktetti

Kuva 44 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 45 Natriumkloridi ($NaCl$) eli ruokasuola on ioniyhdiste. Siinä on yhtä monta positiivista ja negatiivista varausta.

Magnesiumkloridissa on magnesiumioneita (Mg^{2+}) ja kloridi-ioneita (Cl^-). Koska magnesiumionin varaus on $2+$, tarvitaan kaksinkertainen määrä kloridi-ioneita. Magnesiumkloridin kaava on $MgCl_2$.

9.4 Aineiden ominaisuuksien vertailu

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

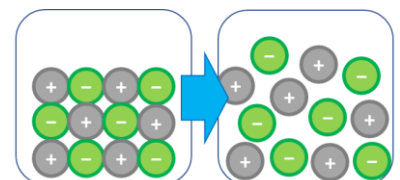
Sulaminen

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 ensin.

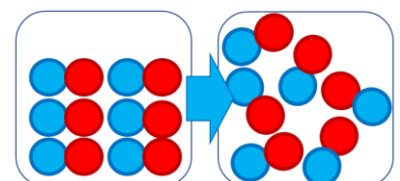
Ioniyhdisteessä eli suolassa erimerkkiset ionit tarttuvat toisiinsa vahvasti. Kun ioniyhdiste sulaa, ionit irtoavat toisistaan. Ioniyhdisteen sulattaminen vaatii korkean lämpötilan.

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 $660\text{ }^{\circ}\text{C}$, kuparin sulamispiste on $1084\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja kullan $1063\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Suoloilla on korkea sulamispiste. Esimerkiksi $CaCl_2$ $772\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja NaF $993\text{ }^{\circ}\text{C}$.



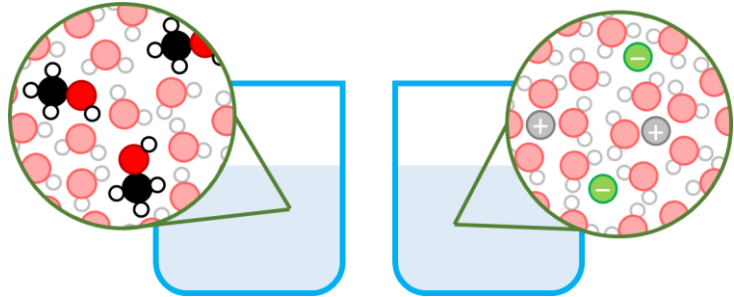
Molekyyliyhdisteillä on usein matala sulamispiste. Esimerkiksi NO $-164\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja glyseroli ($C_3H_8O_3$) $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Liukeneminen

Molekyyliyhdiste ja ioniyhdiste 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.

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



Kuva 46 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. Metallia johtaa sähköä myös nesteinä. Molekyyliyhdiste ei johda sähköä nesteinä.



Kuva 47 Kun veteen lisää suolaa, sähkö alkaa kulkea veden läpi hyvin.

9.5 Yhdisteen nimeäminen

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

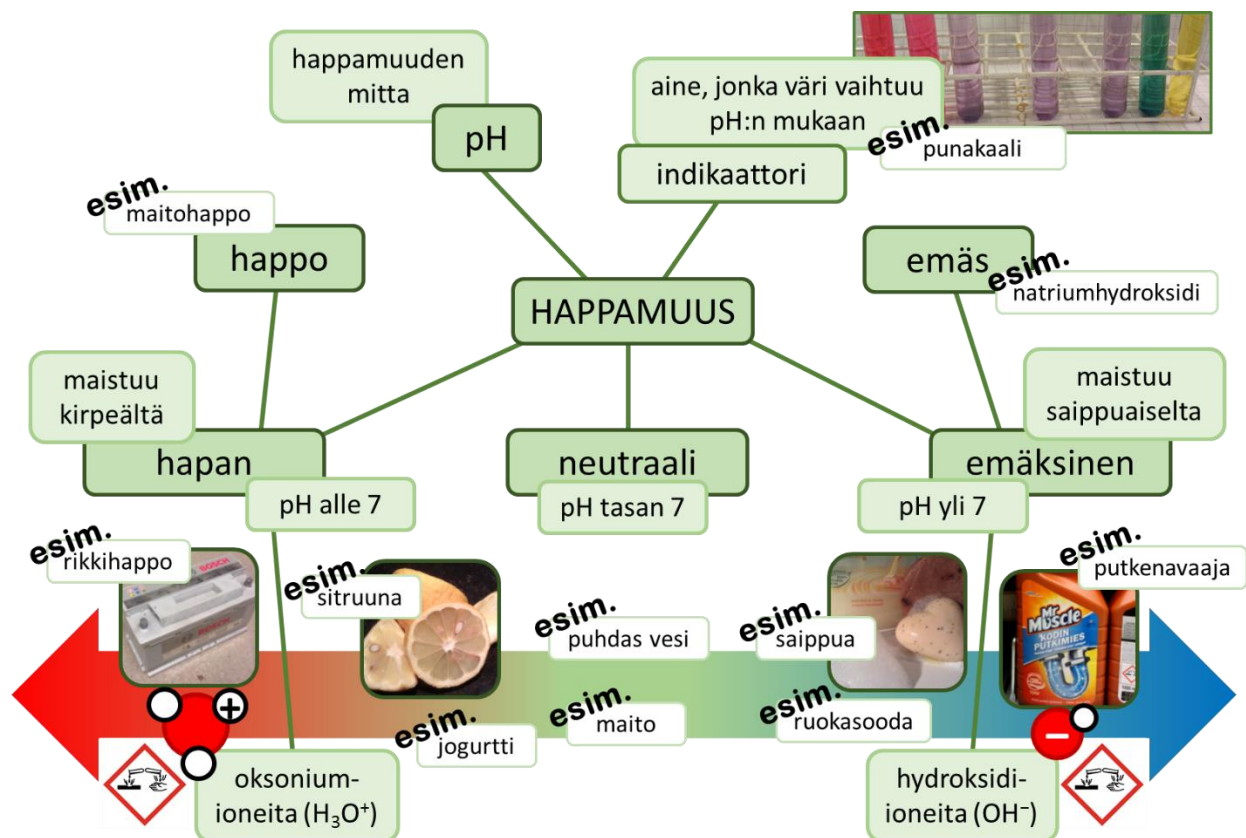
Metalli-ionien nimi tulee metallin nimestä. Esimerkiksi natriumioni (Na^+) ja magnesiumioni (Mg^{2+}).

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 muodostetaan samalla tavalla. Yleensä yhdisteen ensimmäinen alkuaine nimetään suomenkielisellä nimellä ja jälkimmäinen -di -päätteellä. Molekyyliyhdisteen nimessä on tärkeää kertoa myös atomien määrä molekyylissä. 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. Atomien määrä nimessä voidaan kertoa etuliitteellä mon- (1), di- (2), tri- (3), tetra- (4) jne.

LUKU 10 : Vetyionit maistuvat kirpeiltä



10.1 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 48 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.

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



Kuva 49 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.

10.2 pH-arvo on happamuuden mitta

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

Happamuuden mitta on pH-arvo. pH-arvo on numero, jonka voi saada selville sähköisellä 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.

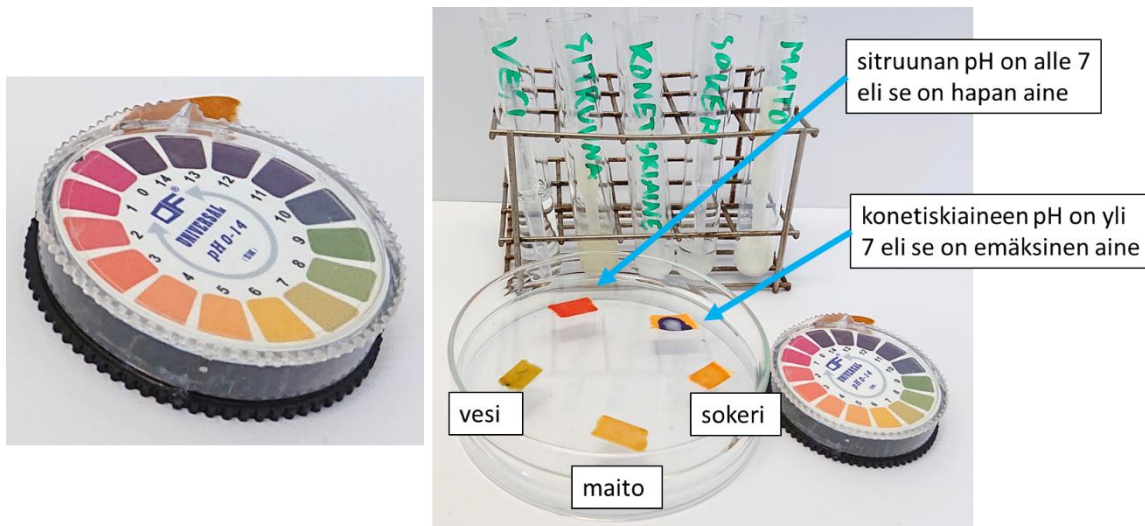
Jos vesiliuoksen **pH on yli 7, liuos on emäksinen**. Emäksisyys aiheutuu aineesta, joka on emäs. Esimerkiksi konetiskiaine on tosi emäksistä, koska siinä on natriumhydroksidia. Natriumhydroksidi on emäs ja konetiskiaine on emäksinen aine. Jos aineen pH on 11,5 tai isompi, aine syövyttää ihoa.

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



Kuva 51 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 52 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.

10.3 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 prosenttia. Kaupasta voi ostaa etikkaa, jossa etikkahappopitoisuus on 10 prosenttia.

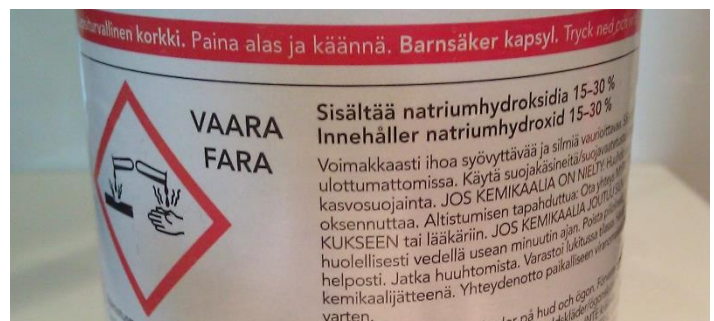
pH riippuu hapon tai emäksen pitoisuudesta.

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 53 Vahvassa pesuaineessa kerrotaan natriumhydroksidipitoisuus eli kerrotaan kuinka paljon seoksessa on natriumhydroksidia.

Kun yhdistää happoa ja emästä, ne neutraloivat toisensa. **Neutraloituminen** on kemiallinen reaktio, jossa happo ja emäs reagoivat keskenään ja syntyy uusia, neutraaleja aineita.

Hapon pitoisuutta voi tutkia neutraloitumisen avulla. Kun happoon lisää emästä, happo neutraloituu. Jos happopitoisuus on pieni, emästä tarvitaan vain vähän. Jos happopitoisuus on suuri, neutraloitumiseen tarvitaan suuri määrä emästä. Indikaattori auttaa tarkkailemaan, mikä on aineen pH. Neutraloitumisen avulla voi tutkia myös emäksen pitoisuutta.



Kuva 54 Ruokasooda on emäksinen aine. Etikka on hapan aine. Kun yhdistää ruokasoodaa ja etikkaa tapahtuu kemiallinen reaktio nimeltä neutraloituminen.

10.4 Oksoniumionit ja hydroksidi-ionit

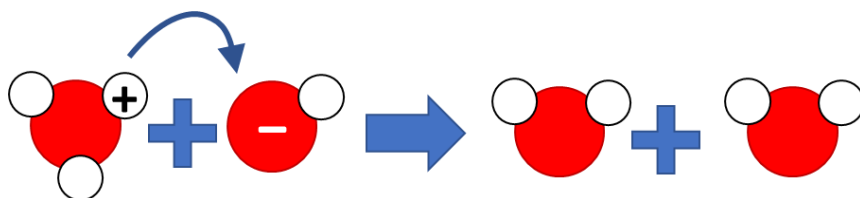
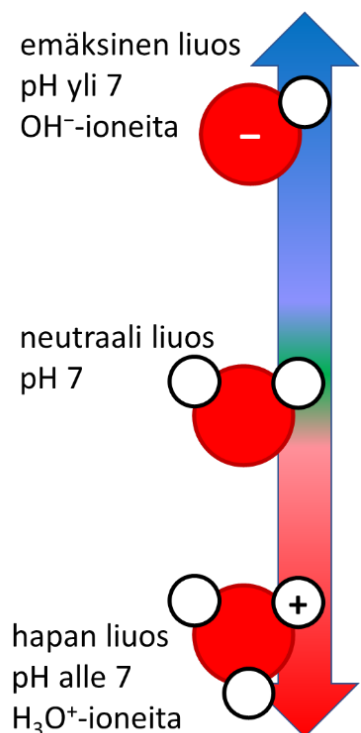
Puhtaan veden pH on 7. Puhdas vesi johtaa sähköä huonosti.

Kun veteen lisää happoa, vesi alkaa johtaa sähköä paremmin. Sähkönjohtavuus paranee, kun veteen tulee ioneita. Happo tekee veteen oksoniumioneita. **Oksoniumionit** (H_3O^+) aiheuttavat vesiliuoksen happamuuden. Oksoniumionit aiheuttavat kirpeän maun ja syövyttävät.

Emäksisen aineen vesiliuos johtaa myös hyvin sähköä. Myös emäksisen aineen vesiliuoksessa on ioneita. **Hydroksidi-ionit** (OH^-) aiheuttavat vesiliuoksen emäksisyyden. Hydroksidi-ionit aiheuttavat saippuan makua ja syövyttävät.

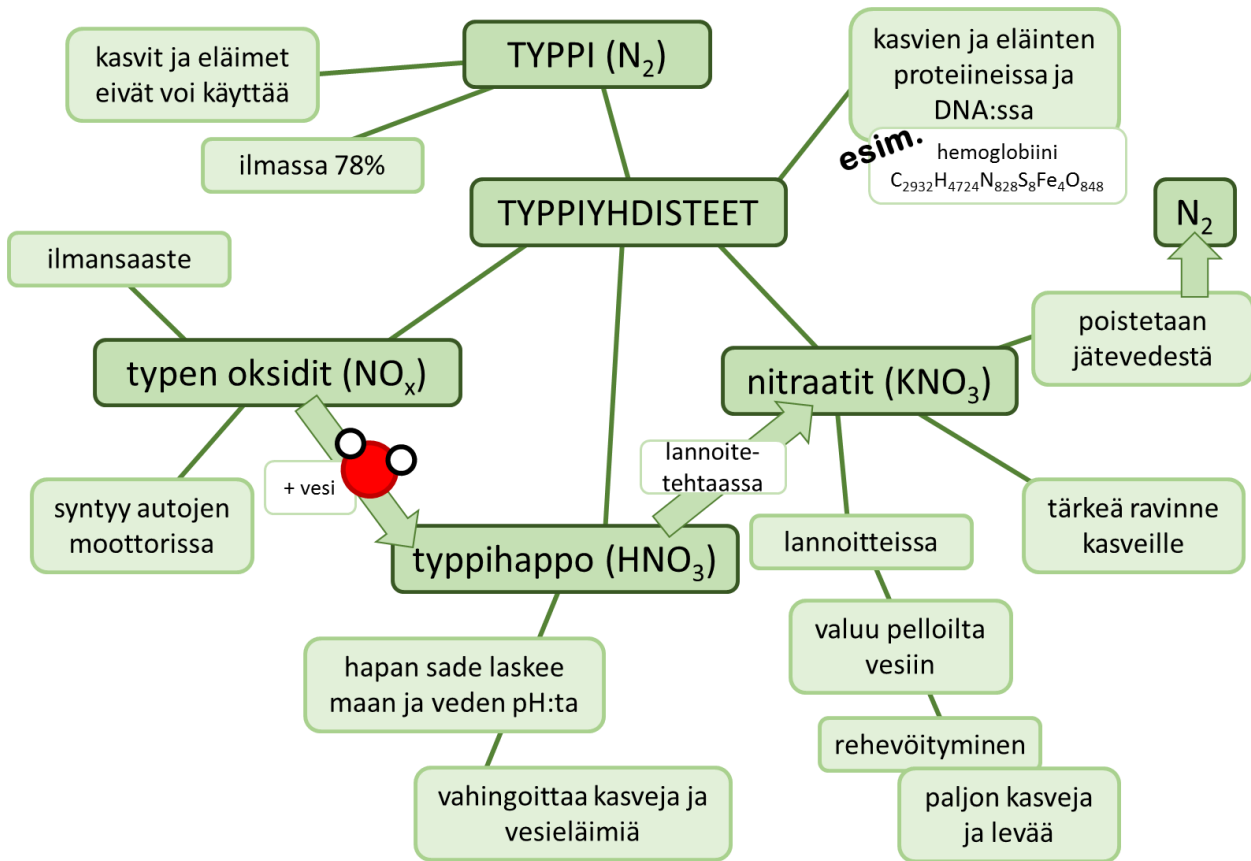
Aine ei voi olla hapan ja emäksinen samaan aikaan. Jos yhdistetään hapan liuos ja emäksinen liuos, ne **neutraloivat** toisensa. Jos happoa on enemmän, seos jää vähän happamaksi. Jos emästä on enemmän, seos jää vähän emäksiseksi. Jos yhdistetään tasan yhtä paljon happoa ja emästä, tulee neutraali seos.

Neutraloituminen on kemiallinen reaktio, jossa oksoniumionit ja hydroksidi-ionit reagoivat keskenään. Kun oksoniumioni ja hydroksidi-ioni kohtaavat, yksi vetyioni (H^+) siirtyy oksoniumionilta hydroksidi-ionille. Reaktiossa syntyy pelkkää vettä, joka on neutraalia.



Kuva 55 Neutraloituminen on kemiallinen reaktio. Reaktiossa oksoniumionit (H_3O^+) ja hydroksidi-ionit (OH^-) muuttuvat vesimolekyyliksi (H_2O).

LUKU 11 : Typpiyhdisteet otetaan pois jätevedestä



11.1 Typenoksidit ovat ilmansaaste

Ilmassa on 78% typpeä (N_2). 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 typpeä, se tulee ulos samanlaisena.

Typpimolekyyli hajoaa joskus korkeassa lämpötilassa. Auton moottorissa bensiini palaa korkeassa lämpötilassa. Joskus auton moottorissa typpimolekyylit hajoavat ja typpiatomit yhdistyvät happiatomien kanssa. Silloin syntyy typen oksideita eli esimerkiksi typpidioksidia (NO_2). Auton pakokaasuissa on paljon hiilidioksidia ja vettä, mutta myös pieni määrä typen oksideita.

Typen oksidit ärsyttävät ihmisen keuhkoja. Lisäksi typen oksidit muuttuvat ilmassa. Ilmassa on paljon vettä ja se muuttaa typen oksidit typpihapoksi. Kun sataa, typpihappo tulee sateen mukana alas maahan ja veteen. Typpihappo tekee sadevedestä enemmän hapanta. Hapan sade vahingoittaa kasvien lehtiä ja on vaarallista pienille vesieläimille.

11.2 Nitraatit ovat ravinteita kasveille

Vilja ja muut kasvit tarvitsevat paljon ravinteita maasta. Kasveille tärkeitä ravinteita ovat esimerkiksi nitraatti-ionit (NO_3^-), fosfaatti-ionit (PO_4^{3-}) ja kaliumionit (K^+).

Kasvit kasvavat paremmin, jos maassa on paljon ravinteita. Siksi peltoon laitetaan lannoitteita. Lannoite voi olla esimerkiksi eläimen lanta, jossa on paljon typpeä ja fosforia kasville. Lannoite voi olla myös keinotekoinen yhdiste kuten kaliumnitraatti (KNO_3).

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



11.3 Rehevöityminen lisää levän määrää

Normaalisti vedessä on ravinteita, jotka auttavat vesikasveja kasvamaan.

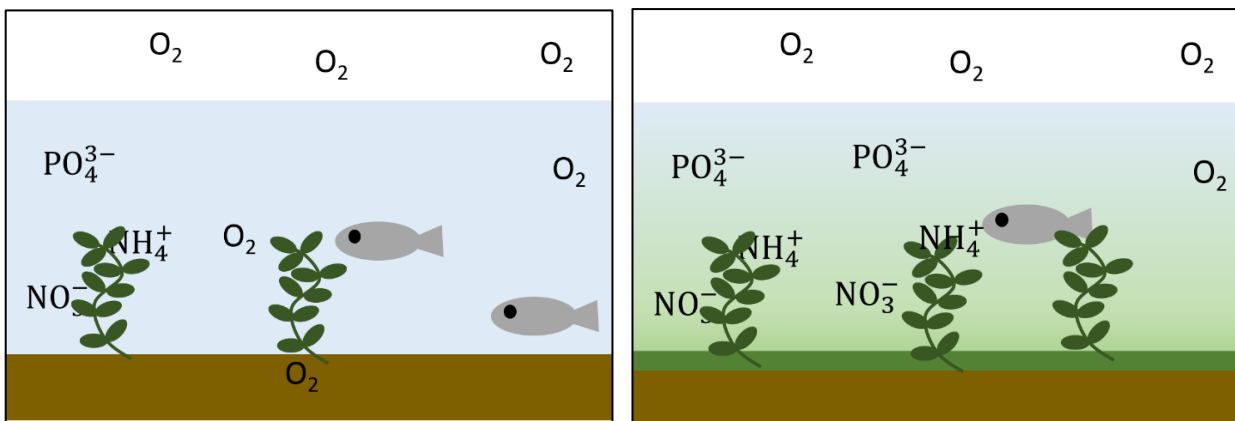
Jos ravinteita tulee liikaa, kasvit kasvavat liikaa. Rehevöitymisen näkee siitä, että kasveja ja levää on vedessä paljon. Ihmiselle haitallista voi olla sinilevä, joka on vähän myrkyllistä ja ärsyttää ihoa.

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 laitettut lannoitteet liikkuvat sateen mukana vesistöihin.



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

11.4 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 typpi ja muut ravinteet eivät mene vesistöihin.

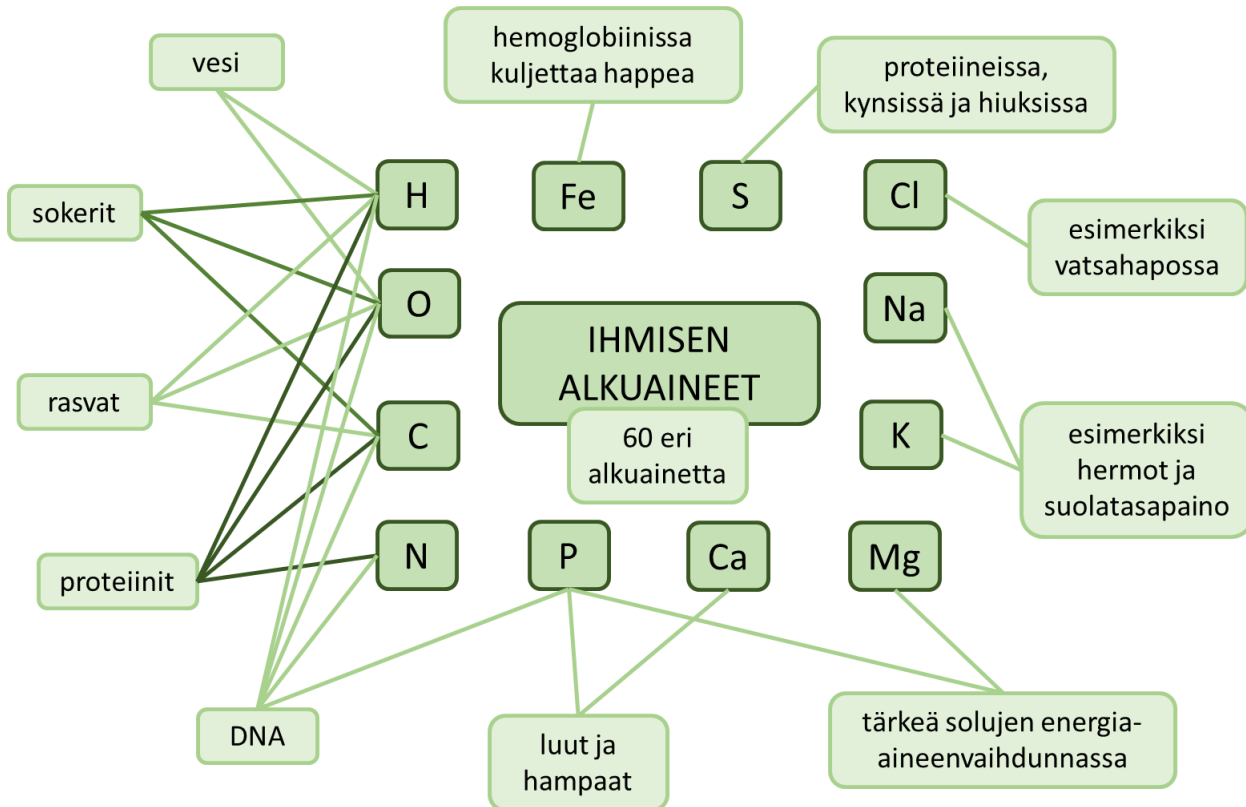
Kaupungeissa on jätevedenpuhdistamo. Yleensä jätevesistä kerätään ensin pois kiinteät roskat. Vesi voidaan esimerkiksi valuttaa hiekan läpi.

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.

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% typpiatomeista.

Puhdistettu jätevesi on kuitenkin vielä tosi likaista. Puhdistettua jätevettä ei voi juoda. Helsingissä jätevesi johdetaan mereen. Jätevedessä on vielä ravinteita, jotka pahentavat vesistöjen rehevöitymistä. Puhdistuksen jälkeen ravinteita on paljon vähemmän kuin ennen puhdistusta.

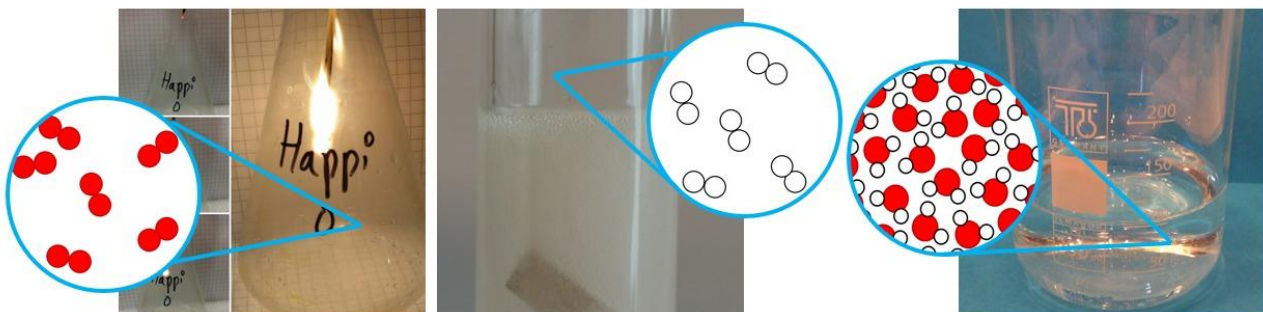
LUKU 12 : Ihmisen alkuaineet



12.1 Ihmisen alkuaineet ovat eri yhdisteissä

Ihmisessä on ainakin 60 eri alkuainetta. 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.

12.2 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). Typpeä 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.

12.3 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 58 Ihmisessä on ainakin 60 eri alkuainetta. 12 yleisintä alkuainetta on ihmisen kehosta yli 99 prosenttia. Alle prosentti on muita alkuaineita.

[illegible]