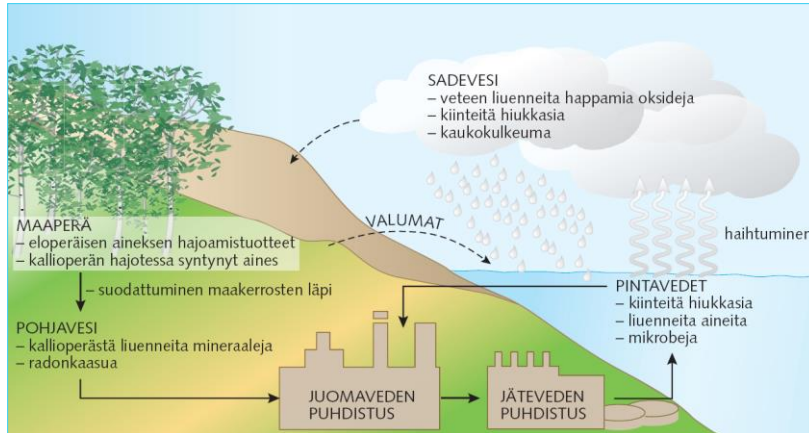


# Vedellä on erityisiä ominaisuuksia

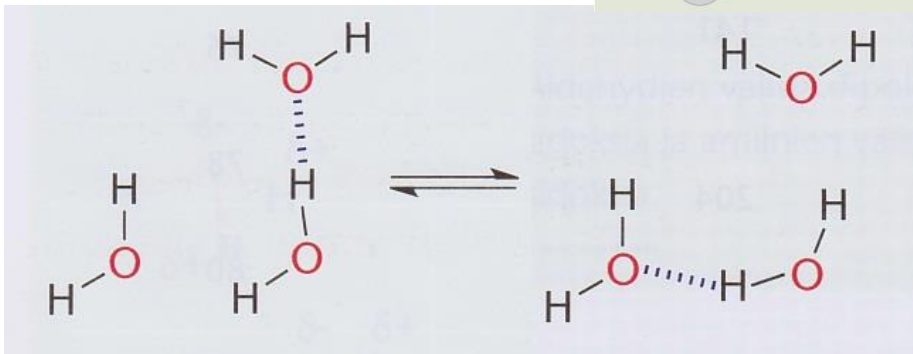
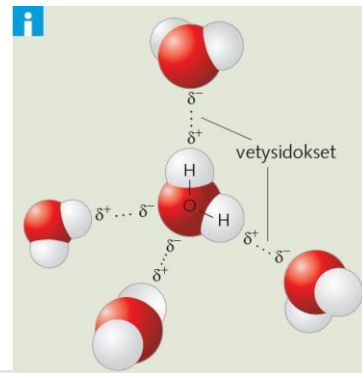
**Johdantoa:** Vesi on elämälle välttämätöntä. Se on hyvä liuotin, energian ja aineiden siirtäjä, lämmönsäätelijä ja se muodostaa vetysidoksia, jotka tekevät siitä poikkeuksellisen verrattuna muihin happiryhmän alkuaineisiin.

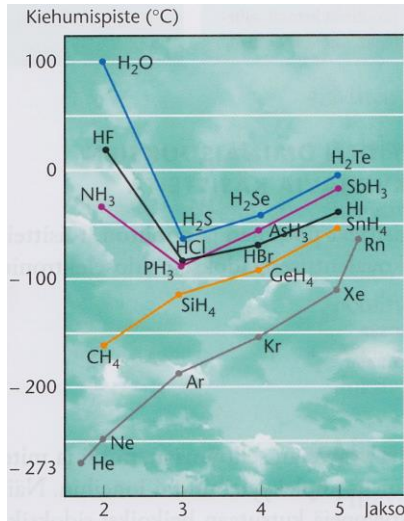
Elävän luonnon kemialliset reaktiot tapahtuvat pääosin veteen liuenneiden molekyylien ja ionien välillä. Tarkastellaan aluksi hieman veden kiertokulkua.



## Veden ominaisuudet:

Vesimolekyyli koostuu kahdesta vety ja yhdestä happiatomista, hapen ja vetyjen väliset sidokset ovat poolisia kovalenttisia sidoksia. Näin ollen vesimolekyyli on dipoli. Vesi muodostaa vetysidoksia, jotka tekevät siitä erityislaatuisen.





Vetysidosten vahvuus näkyy selvästi vieressä olevasta kuvasta. Siinä on esitetty 14.–17. ryhmien alkuaineiden vety-yhdisteiden ja jalokaasujen kiehumispisteet. Havaitaan, että kunkin ryhmän alkuaineiden vety-yhdisteiden kiehumispisteet nousevat, kun siirrytään ryhmässä alaspäin eli kun elektronien lukumäärä kasvaa. Voimakkaiden vetysidosten vuoksi vesi, vetyfluoridin ja ammoniakkin kiehumispisteet ovat elektronien lukumäärään nähden korkeat. Veden kiehumispiste on korkeampi kuin poolisemman vetyfluoridin, koska vesi muodostaa naapurimolekyylin kanssa neljä vetysidosta mutta vetyfluoridi vain kaksi.

Ilman vetysidoksia vesi esiintyisi maapallolla vain kaasuna, kuten hiilidioksidi tai metaani.

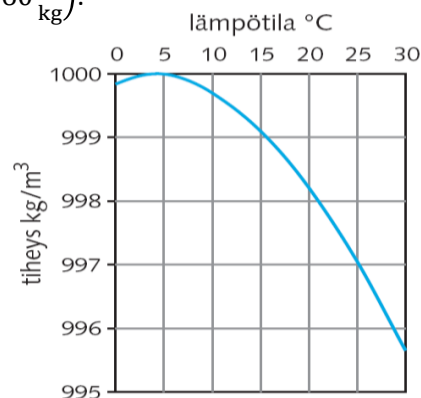
### Veden ominaisuudet (jatkuu):

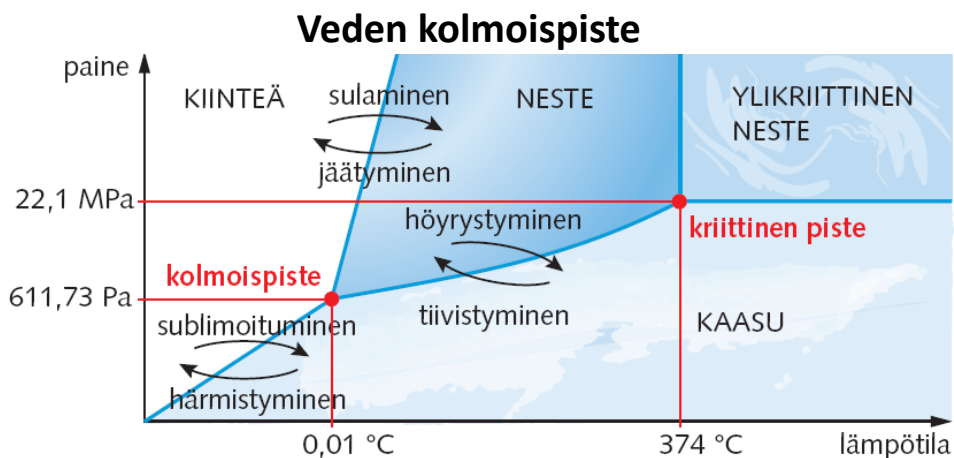
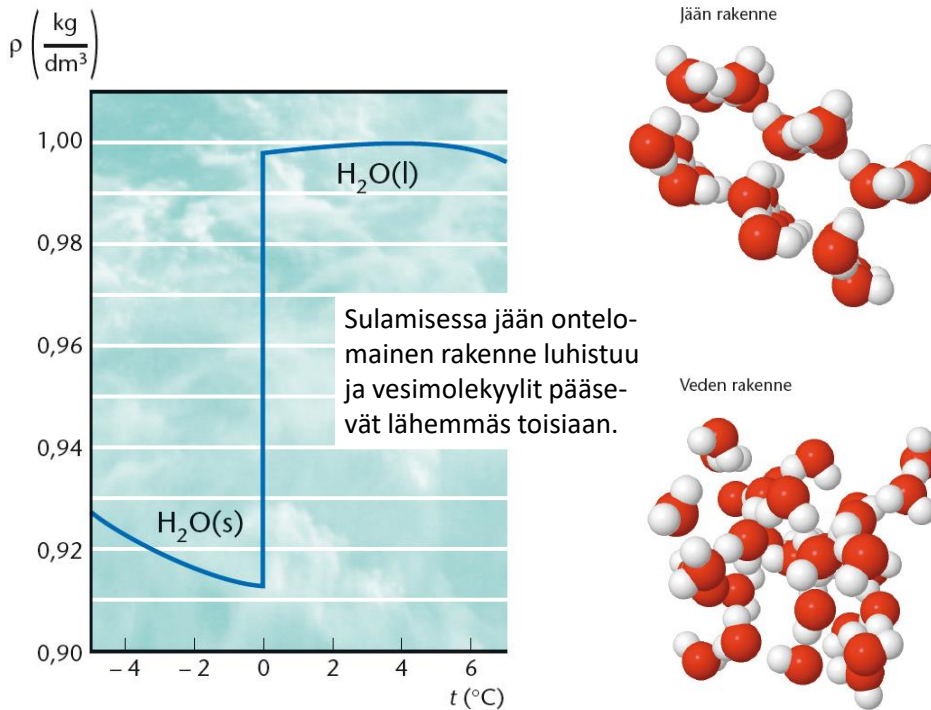
Veden muodostuessa vapautuu paljon energiaa ( $\Delta H = -286 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ ), eli kyseessä on eksoterminen reaktio. Puhdas vesi on huoneenlämpötilassa hajuton, väritön ja mauton.

Vedellä on moniin muihin molekyylikooltaan vastaavaan suuruisiin yhdisteisiin verrattuna korkea ominaislämpökapasiteetti ( $4,1819 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$ ), ominaissulamislämpö ( $333 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ ) ja höyrystyslämpö ( $2\,260 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ ).

Vesi poikkeaa muista aineista myös siinä, että sen kiinteä olomuoto (jää) on nesteistä harvempaa. Tilavuus kasvaa noin 9 % veden jäätyessä. → Jää kelluu veden pinnalla.

Vesiliöille elintärkeä veden ominaisuus on sen tiheys, tiheimmillään vesi on +4 °C lämpötilassa.





Kyseessä on veden faasidiagrammi. Ns. kolmoispisteessä veden lämpötila on 0,01  $^{\circ}\text{C}$  ja paine 611,73 Pa. Veden kriittinen piste saavutetaan 374 celsiusasteen lämpötilassa ja 22,1 megapascalin paineessa. Huomioitavaa on kiinteän ja nesteen välisen faasirajan "positiivinen kulmakerroin". Nimittäin He:lla se on negatiivinen.

**Faasi** on fysikaal. ja kemial. yhtenäinen olomuotoalue, jossa on selvä rajapinta. Fysikaalisesti = yhtenäinen koostumus, kemiallisesti = yhtenäiset ominaisuudet.

# Liukoisuus ja liukeneminen

**Määritelmä:** *Liukoisuus* ilmoittaa liuenneen aineen määrän grammoina kylläisessä liuoksessa tietyssä lämpötilassa, g/l tai g/100g tai mol/l.

*Liennut aine* on liuoksen se osa, jota tavallisesti on vähemmän kuin liuotinta.

*Liuotin* on aine, jota liuoksessa on tavallisesti eniten. *Kylläinen liuos* tarkoittaa liuosta, johon ei enää tietyssä lämpötilassa liukene enempää samaa ainetta.

## Esimerkkejä:

- Ruokaöljy ei liukene veteen
- Etanoli liukenee veteen
- Ruokasuola liukenee veteen → kunnes tulee kylläinen liuos

Liukoisuuteen vaikuttaa lämpötilan lisäksi paine. Esimerkiksi kaasuilla paineen kasvaessa liukoisuus kasvaa → kokis- tai shampanjapullot.

**Similia similibus solventum!** Eli samanlainen liuottaa samanlaista!

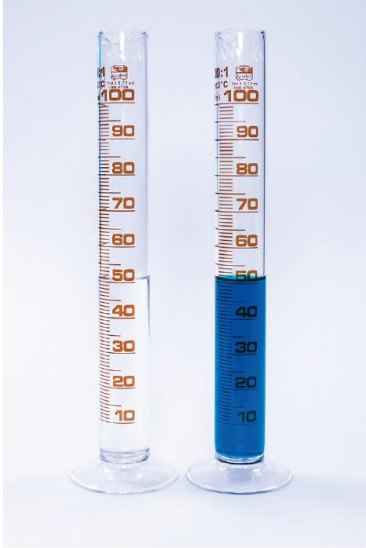
→ poolittomat molekyylit liukenevat poolittomiin liuottimiin ja pooliset molekyylit ja ioniyhdisteet poolisiin liuottimiin.

Vesi on tiheämpää kuin pooliton ruokaöljy, minkä vuoksi öljy jää omaksi kerrokseen veden päälle.



## Esimerkki Kun 1 + 1 ei olekaan 2?

50 ml vettä ja 50 ml etanolia



Sekoittamisen jälkeen veden ja etanolin yhteistilavuus on 98 ml.

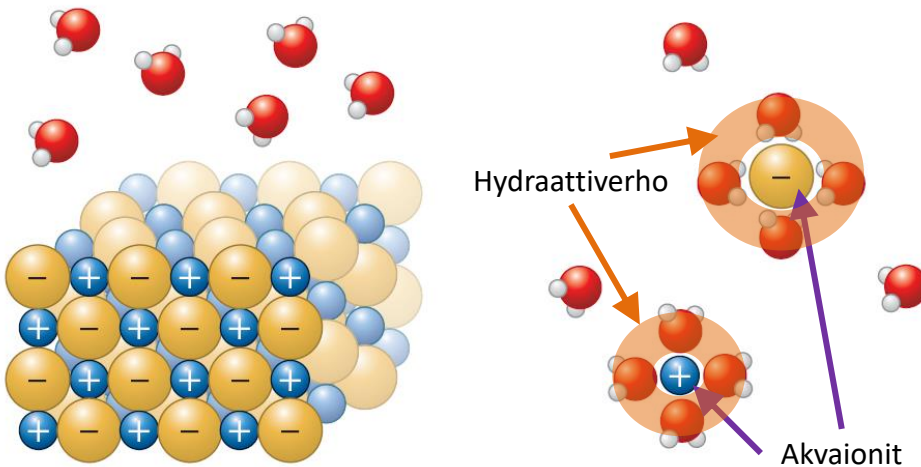


Kumpaakaan ainetta ei häviä seoksesta.

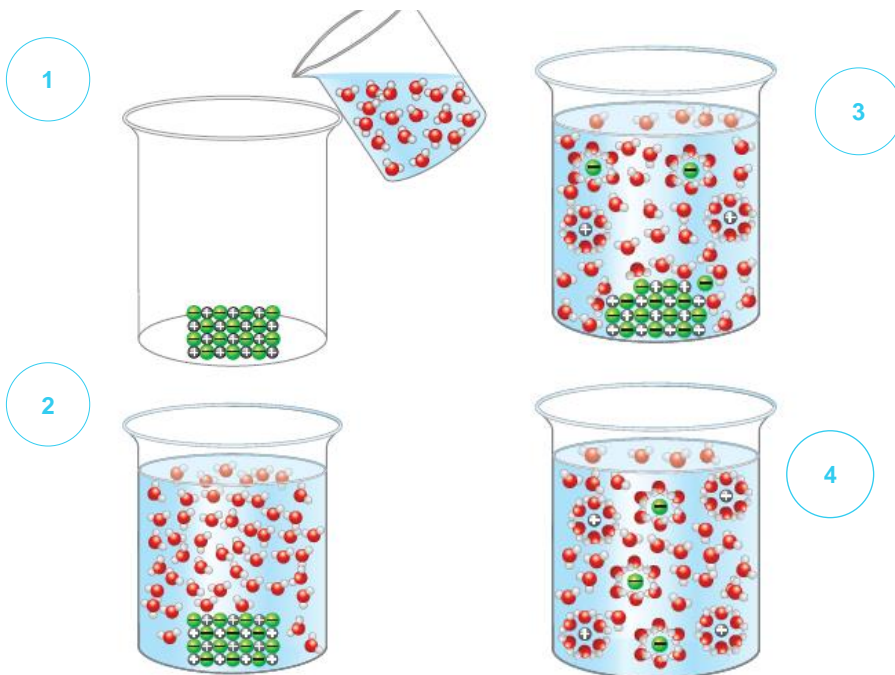
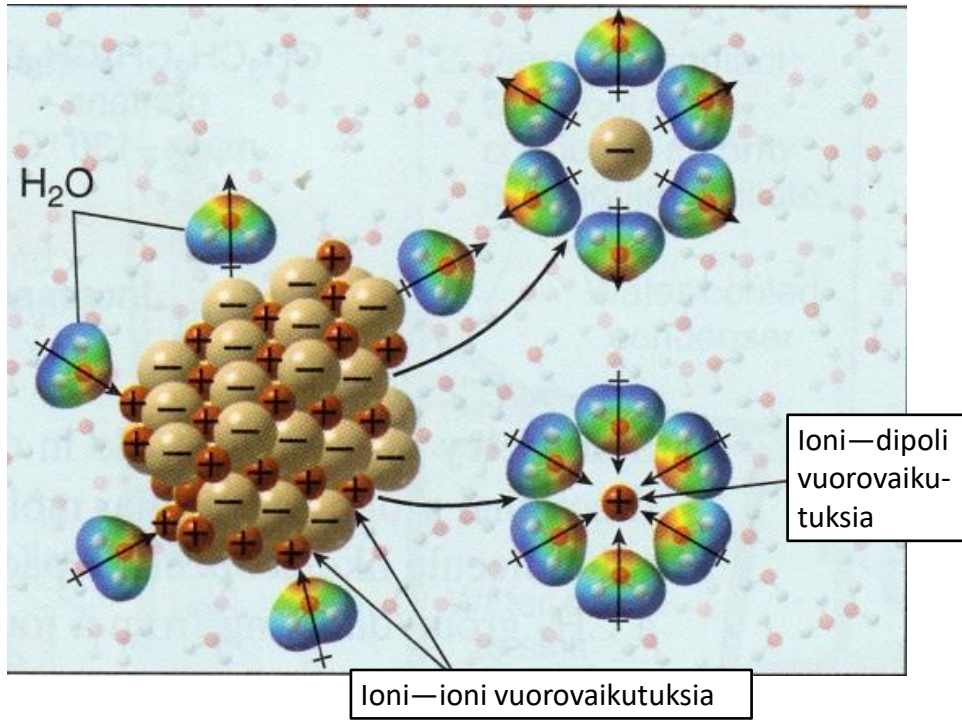
Poolisten vesi- ja etanolimolekyylien välille muodostuu vetysidoksia.

Niiden ansiosta vesimolekyylit ja etanolimolekyylit pakkautuvat tiiviimmin, ja seoksen kokonaistilavuus pienenee.

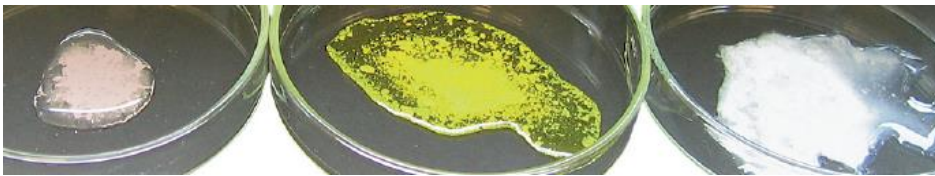
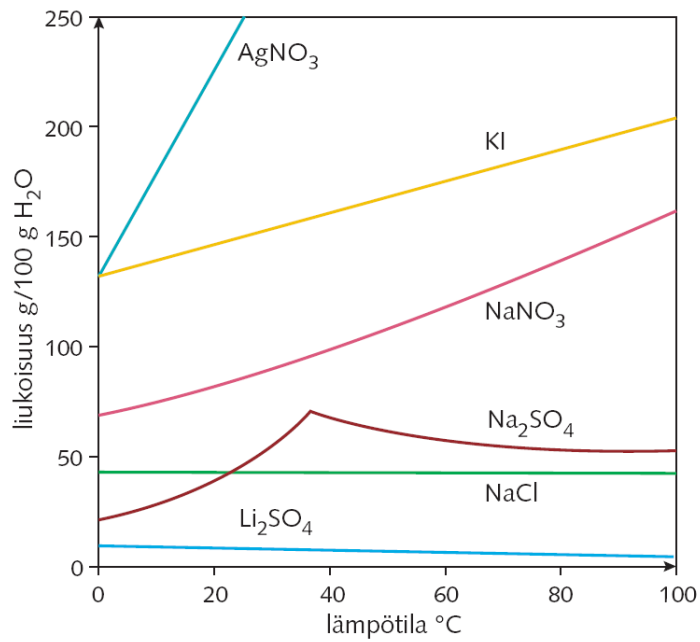
**Ioniyhdisteet** liukenevat hyvin ainoastaan poolisiin liuottimiin, kuten vesi, metanoli ja etanoli. Tässä ioniyhdiste (jokin suola) liukenee veteen, jolloin ionien ja vesi-molekyylien välille syntyy ioni-dipoli-sidoksia. Ilmiötä sanotaan *hydratoitumiseksi*.







## Eri suolojen liukoisuus veteen eri lämpötiloissa



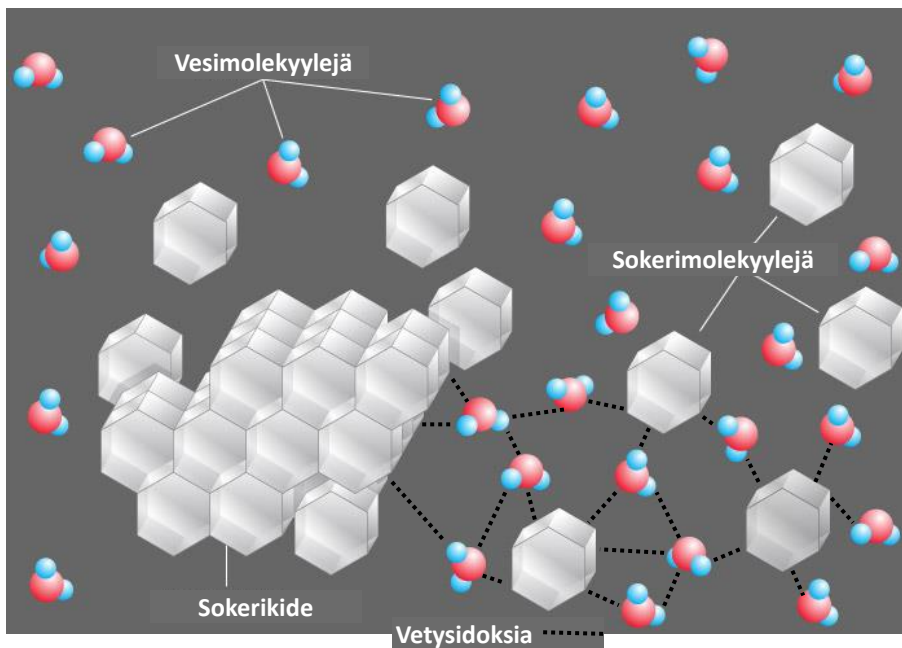
AgCl(s)

PbCrO<sub>4</sub>

CaSO<sub>4</sub>

Lisää eri ionien liukoisuuksista kirjassa REAKTIO 5 sivulla 131.

Poolisen molekyyliyhdisteen liukeneminen veteen.



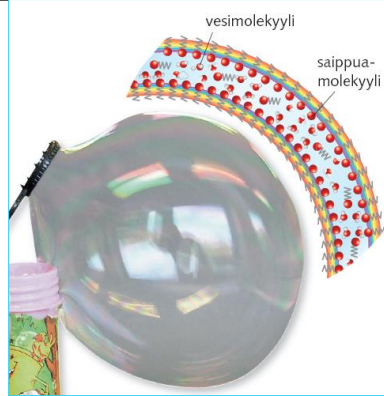
## Esimerkkejä

Yhdistetyyppi	Liukenevuus veteen	Liukenevuus orgaaniseen liuottimeen (kuten CCl <sub>4</sub> )
• Ionic NaCl	<b>soluble = liukeneva</b>	<b>insoluble = ei liukeneva</b>
• Covalent CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	<b>insoluble</b> (no N or O atom to hydrogen bond to H <sub>2</sub> O)	<b>soluble</b>
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	<b>soluble</b> (≤ 5 C's and an O atom for hydrogen bonding to H <sub>2</sub> O)	<b>soluble</b>
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> OH	<b>insoluble</b> (> 5 C's; too large to be soluble even though it has an O atom for hydrogen bonding to H <sub>2</sub> O)	<b>soluble</b>

**Huomaa**, että jos hiiliketjussa on enemmän kuin 5 hiiltä, niin liukenevuus pienenee/huononee ja lopulta häviää vaikka molekyylissä olisikin poolinen osa (kuten –OH ryhmä) ja näin mm. vetysidokset olisivat mahdollisia.

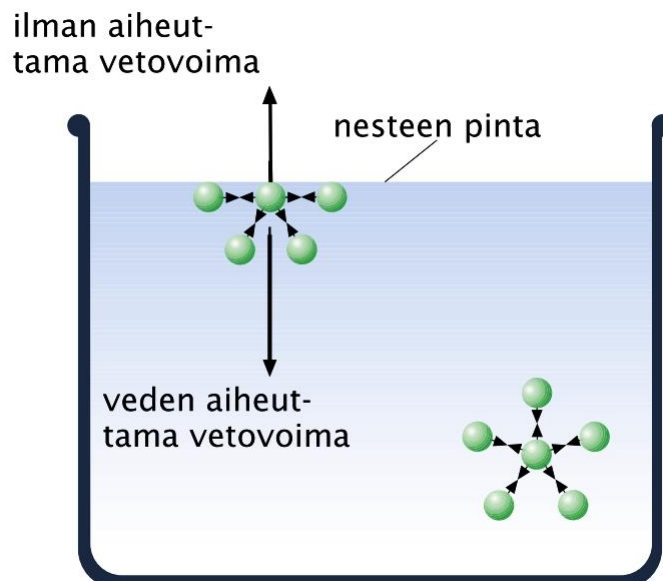


**Vedellä on pintajännitys, joka perustuu vetysidoksiin!**



Mitä vahvemmat ovat molekyylien väliset vetovoimat, sitä suurempi on pintajännitys.  
→ Veden pintajännitys on suurempi kuin etanolin.

## Veden pintajännityksen mallintaminen



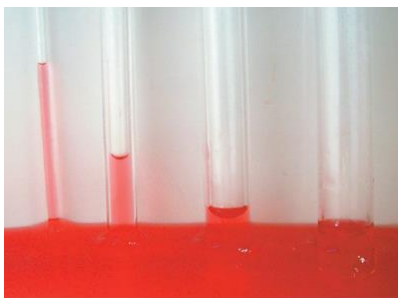
## Kapillaari-ilmiö



Adheesio tarkoittaa kahden eri aineen rakenneosien välistä vetovoimaa ja koheesio saman aineen rakenneosien välistä vetovoimaa.



Värjätty vesi



Eripaksuisia lasiputkia värjättyssä vedessä



Elohopea

## Diffuusio ja osmoosi



Petrialjassa on natriumhydroksidiliuosta ja puoliläpäisevässä kalvopussissa fenoliftaleiiniuosta.



Osmoosi tulee kreikan kielen työntämistä tarkoittavasta sanasta οσμός (*osmos*). Osmoosi-ilmiön keksi ranskalainen tutkija *J. A. Nollet* (1700–1770) jo vuonna 1748.

**Diffuusio** on ilmiö, jossa molekyylit pyrkivät siirtymään väkevämmästä pitoisuudesta laimeampaan tasoitteen mahdolliset pitoisuuserot ajan mittaan.

Esimerkiksi solun sisäisen ja ulkoisen suolatasapainon ylläpitäminen perustuu diffuusion.

Jos juot liikaa vettä, niin solun sisältä siirtyy suoloja solun ulkopuolelle → solutoiminta häiriintyy → tulee ns. vesipöhö, joka on vaarallinen.

Veden diffuusiota sanotaan *osmoosioksi*.

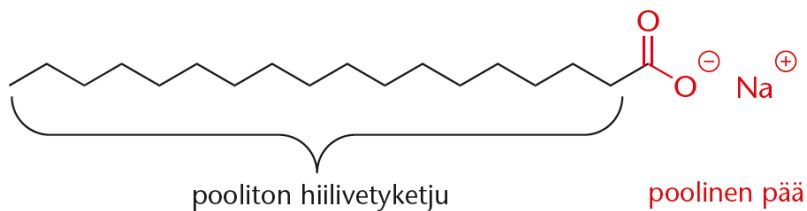


Vesiliukoinen väriaine liukenee veteen. Lämpöliikkeen vaikutuksesta se sekoittuu tasaisesti veden joukkoon.

## Pinta-aktiiviset aineet eli tensidit

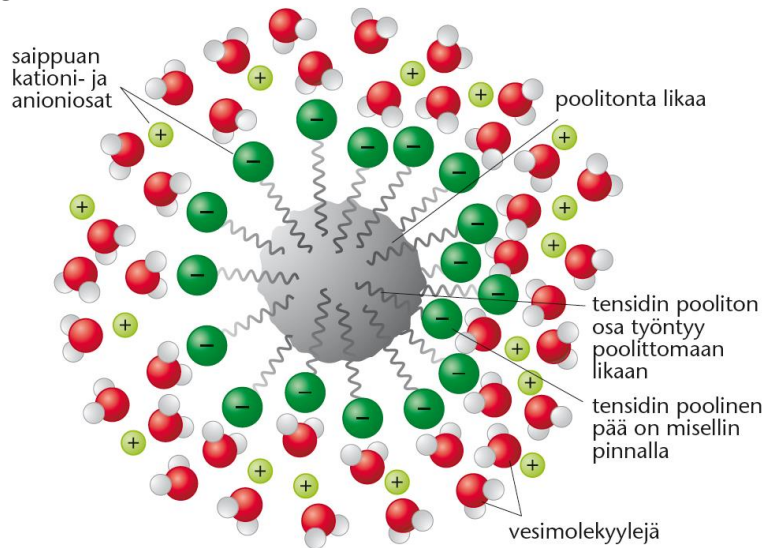
Aineita; jotka *laskevat liuoksen pintajännitystä* kutsutaan *pinta-aktiivisiksi aineiksi*. Voimakkaasti pintajännitystä alentavia aineita kutsutaan *tensideiksi*.

**Tensidit** eli **pinta-aktiiviset aineet** ovat kemiallisia yhdisteitä, joissa on hydrofiilinen (vesihakuinen) ja hydrofobinen (vesipakoinen) pää. Tällaisia yhdisteitä ovat esimerkiksi saippuat.

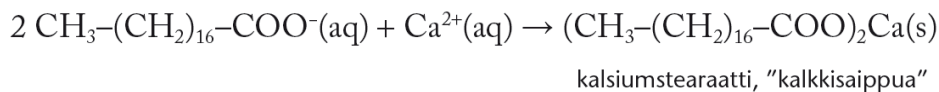


Eräs saippua, steariinihapon natriumsuola.

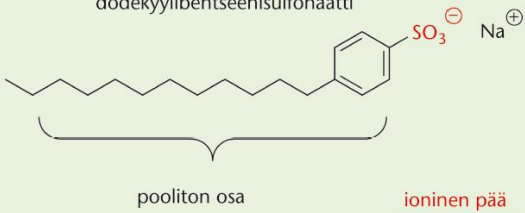
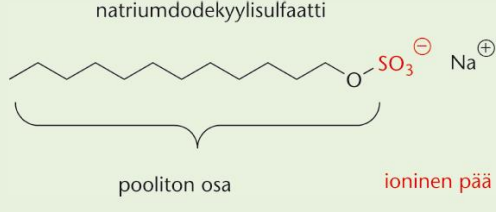


Tensidit tunkeutuvat vesiliuoksessa vesimolekyylien väleihin pienentäen pintajännitystä. Saippuan ja muiden tensidien toiminta perustuu siihen, että pooliton lika sitoutuu tensidien vedessä muodostamiin **miselleihin**.

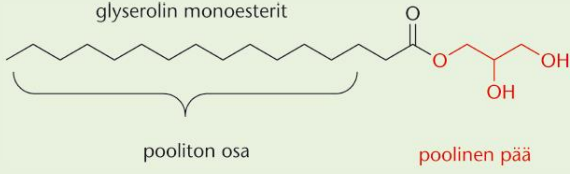

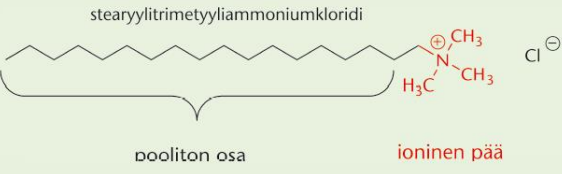



- Veden kovuus aiheutuu siihen liuenneista kalsium- ja magnesiumioneista  $\text{Ca}^{2+}$  ja  $\text{Mg}^{2+}$ .
- Mitä enemmän vedessä on kyseisiä ioneja, sitä kovempaa se on.
- Saippuan ongelma on, että kovassa vedessä olevat kalsium- ja magnesiumionit muodostavat rasvahappoanionien kanssa niukkaliukoisia suoloja, ns. kalkkisaippuaa.

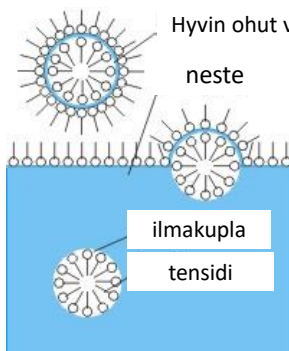


- Kalkkisaippuan muodostuminen voidaan estää myös käyttämällä synteettisiä tensidejä, jotka eivät muodosta kovassa vedessä niukkaliukoisia suoloja.

Tensidityyppi	Käyttökohde
<p>anioniset tensidit</p> <p>dodekylibentseenisulfonaatti</p>  <p>pooliton osa      ioninen pää</p> <p>natriumdodekyylisulfaatti</p>  <p>pooliton osa      ioninen pää</p>	<p>astian- ja pyykinpesuaineissa, yleispuhuaineissa</p>  <p>sampoissa, hammastahnoissa, pyykinpesuaineissa</p> 

<p>neutraalit tensidit</p> <p>glyserolin monoesterit</p>  <p>pooliton osa      poolinen pää</p>	<p>käsi- ja suihkusaippuissa, (tuovat helmiäismäisen ulkonäön)</p> 
<p>kationiset tensidit</p> <p>stearyylitrimetyyliammoniumkloridi</p>  <p>pooliton osa      ioninen pää</p>	<p>hiushoitotuotteissa ja muotovaahdoissa</p> 





Tensidit alentavat pintajännitystä, parantavat veden kostutuskykyä, irrottavat ja pilkkovat kuduista tehokkaasti likaa, estävät sähköisten ominaisuuksiensa ansiosta lian tarttumisen takaisin puhdistettavalle pinnalle, minkä vuoksi niitä käytetään pesuaineissa.

