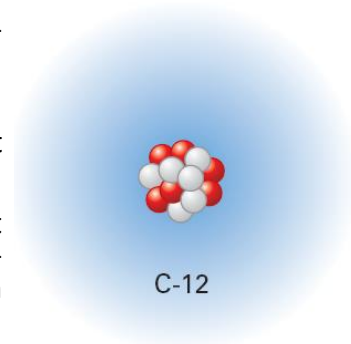


# KERTAUSTA 1.-KURSSISTA

IHMISEN JA  
ELINYMPÄRISTÖN  
KEMIAA, KE2

## Atomin rakenne

1. Atomin pääraakenneosat ovat elektronit, protonit ja neutronit.
2. Positiivisesti varautuneet protonit ja varauksettomat neutronit muodostavat atomin ytimen.
3. Negatiivisesti varautuneet elektronit kiertävät ydintä muodostaen elektroniverhon. Sen rakenne määrää atomin kemialliset ominaisuudet.



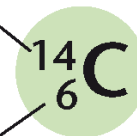
	Symboli	Sähkövaraus (C)	Massa (g)	Massa (u*)
protoni	p <sup>+</sup>	+1,602 · 10 <sup>-19</sup>	1,673 · 10 <sup>-24</sup>	1,0073
neutroni	n <sup>0</sup>	0	1,675 · 10 <sup>-24</sup>	1,0087
elektroni	e <sup>-</sup>	-1,602 · 10 <sup>-19</sup>	9,109 · 10 <sup>-28</sup>	0,0005486

\* u = atomimassayksikkö

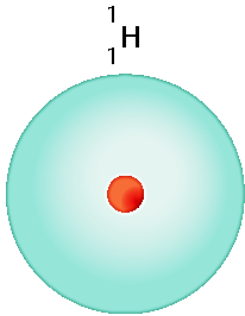
- Atomin ytimessä olevien protonien lukumäärää sanotaan ytimen **protoniluvuksi eli järjestyslukuksi, Z**.
- Protoneista ja neutroneista käytetään yhteisnimeä **nukleonit** ja niiden yhteistä lukumäärää sanotaan **atomin massaluvuksi, A**.

Massaluku, A  
= protonien + neutronien lukumäärä  
= 6 + 8 = 14

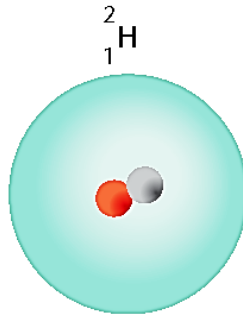
Protoniluku, järjestysluku, Z  
= protonien lukumäärä  
= 6



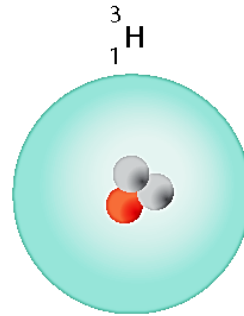
Vedyllä on kolme isotooppia:  ${}^1_1\text{H}$ ,  ${}^2_1\text{H}$  ja  ${}^3_1\text{H}$



tavallinen vety, H  
protium  
99,9844 %

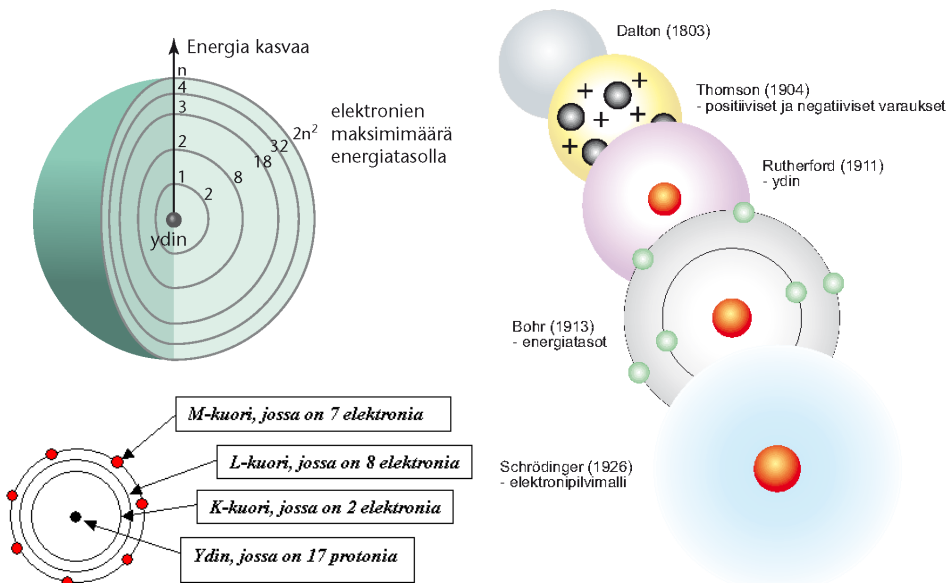


deuterium, D  
0,0156 %



tritium, T  
 $10^{-12}$ – $10^{-16}$  %  
radioaktiivinen  
puoliintumisaika  
12,3 vuotta

## ATOMIN ELEKTRONIVERHO



Aineen ominaisuuksien kannalta on tärkeää tietää ja ymmärtää

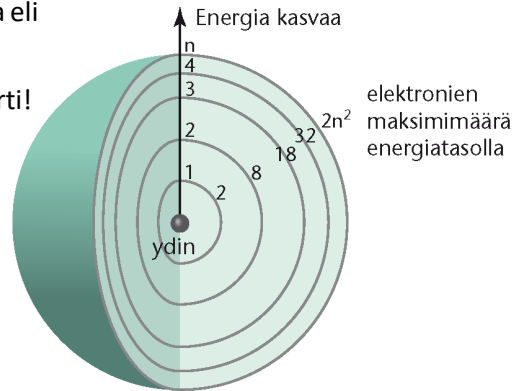
- 1) miten elektronit ovat asettuneet atomytimen ympärille ja
- 2) kuinka monta ulko- eli valenssielektronia atomilla on.

Miksi?

**Vastaus:** Ulkoelektronit ”tekevät kemialla”, eli ne osallistuvat vanhojen sidosten purkamiseen ja samalla uusien sidosten muodostamiseen. Näin aine muuttuu toiseksi eli tapahtuu kemialla.

**Kuorimalliksi** kutsutaan mallia, jossa elektronit ajatellaan kiertävän atomin ydintä ympyrän muotoisilla radoilla eli kuorilla (Niels Bohr).

→ Tästä mallista olisi hyvä päästä irti!



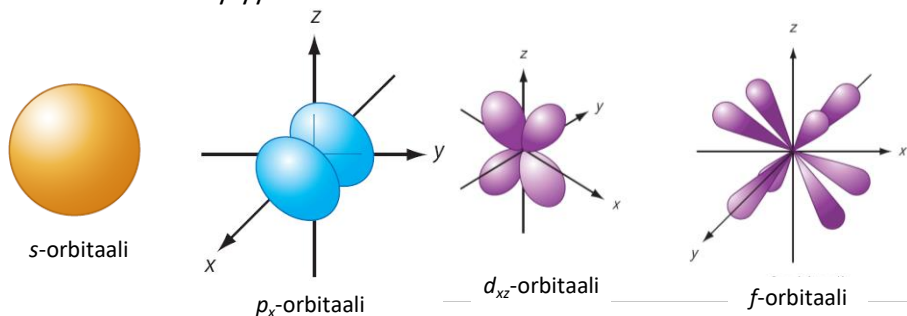
### Kvanttimekaaninen atomimalli

Tämän mallin mukaan:

- Kukin elektroni voi saada vain tiettyjä energian arvoja, energia on kvantittunut.
- Elektronit sijaitsevat energiatiloilla (elektronipilvessä).

Kvanttimek. atomimallissa puhutaan orbitaaleista, joissa elektronit ovat.

**Määritelmä** Orbitaaliksi sanotaan, sitä avaruuden osaa, jolta elektroni todennäköisemmin löytyy.



Elektronit täyttävät alakuoria energiainimiperiaatteen mukaisesti. Puhutaan tietyn alkuaineen elektronikonfiguraatiosta eli elektronirakenteesta.

Alkuaine	Elektronirakenne	1s	2s	2p	3s
H	$1s^1$	↑			
He	$1s^2$	↑↓			
Li	$1s^2 2s^1$	↑↓	↑		
Be	$1s^2 2s^2$	↑↓	↑↓		
B	$1s^2 2s^2 2p^1$	↑↓	↑↓	↑ □ □	
C	$1s^2 2s^2 2p^2$	↑↓	↑↓	↑ ↑ □	
N	$1s^2 2s^2 2p^3$	↑↓	↑↓	↑ ↑ ↑	
O	$1s^2 2s^2 2p^4$	↑↓	↑↓	↑↓ ↑ ↑	
F	$1s^2 2s^2 2p^5$	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑	

Alakuorien täyttymisjärjestys

## MUUTOKSET ELEKTRONIRAKENTEESSA

### Ulkoelektronit ja oktettisääntö

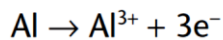
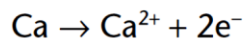
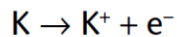
Yksi piste tarkoittaa yhtä elektronia, viiva elektroniparia.



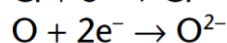
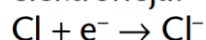
Kaikki alkuaineet pyrkivät reaktioissaan saavuttamaan mahdollisimman pysyvän elektronirakenteen joko luovuttamalla tai vastaanottamalla elektroneja tai muodostamalla yhteisiä elektronipareja.

Tätä pyrkimystä kahdeksaan ulkoelektroniin sanotaan **oktetti-säännöksi**.

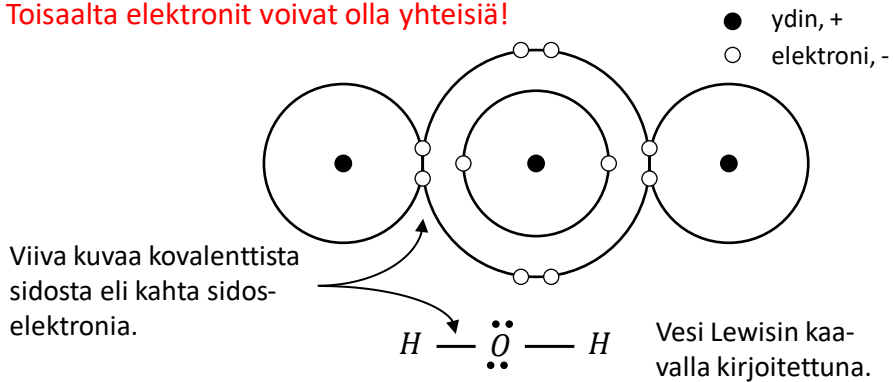
Metallit luovuttavat elektroneja.



Epämetallit vastaanottavat elektroneja.



Toisaalta elektronit voivat olla yhteisiä!



Alkuaineet siis pyrkivät saamaan jalokaasun elektronirakenteen yhdisteissä:

- Elektronien luovutus/vastaanotto (ionit) tai yhteiset elektroniparit (molekyylit)



Mistä tiedetään, mitä tapaa kukin alkuaine käyttää?

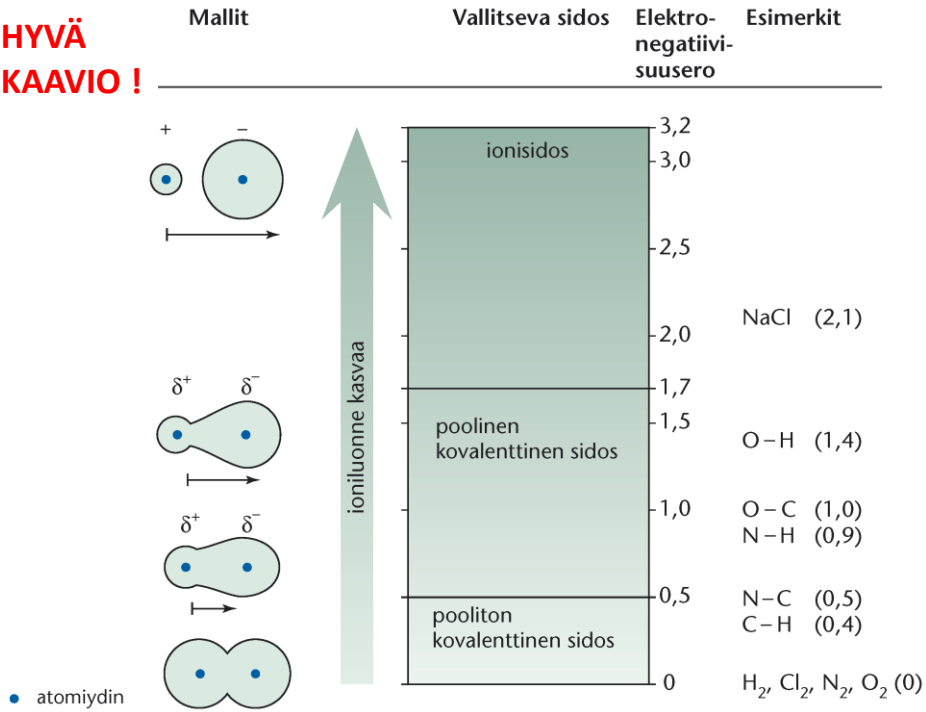
Tukeudutaan *jaksolliseen järjestelmään* ja alkuaineiden *elektronegatiivisuusarvoihin*.

**Määritelmä:** Elektronegatiivisuus kuvaa sidoksen/sidosten muodostumiseen osallistuvan alkuaineen kykyä vetää puoleensa elektroneja.

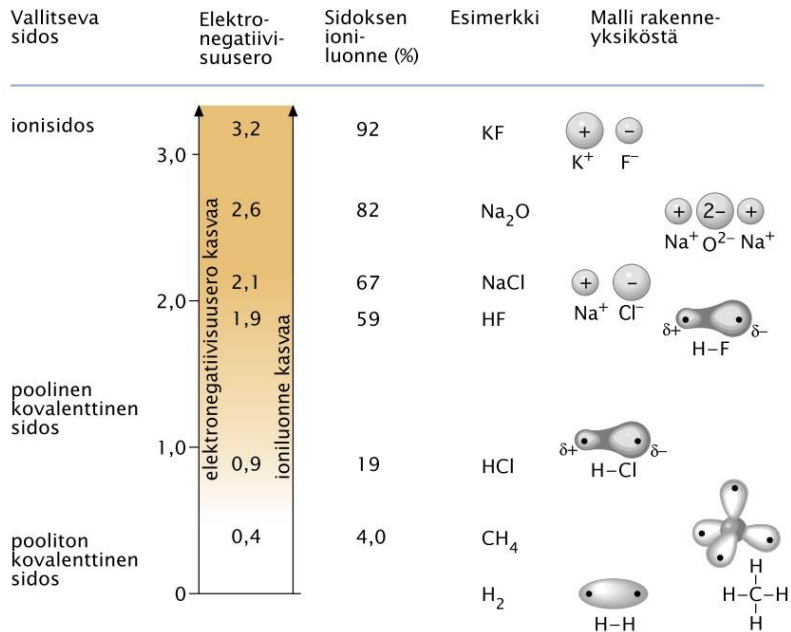
Mitä suurempi on alkuaineen elektronegatiivisuusarvo sitä voimakkaammin se vetää elektroneja puoleensa. Fluori  $F$  on elektronegatiivisin alkuaine, merkitään  $\chi_F = 4.0$  [khii]. Elektronegatiivisuusarvot ovat taulukoituja  $\rightarrow$  MAOL.

		kasvaa $\rightarrow$																															
kasvaa $\uparrow$	H																	B	C	N	O	F											
	Li	Be															Al	Si	P	S	Cl												
	Na	Mg															K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I																
	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At																
	Fr	Ra	Ac																														

**HYVÄ  
KAAVIO !**



## SIDOKSEN IONILUONTEEN KASVU



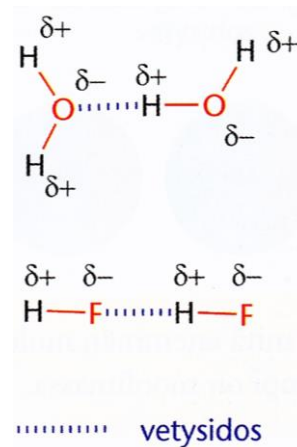
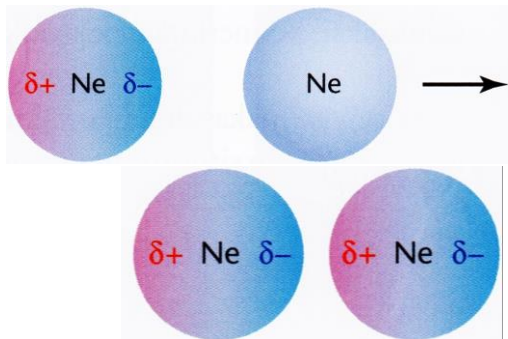
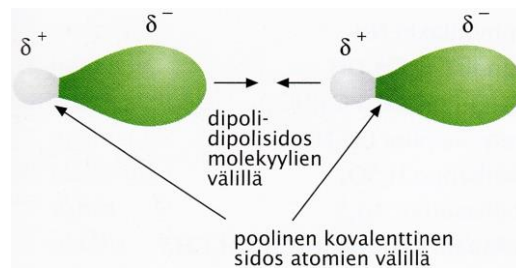
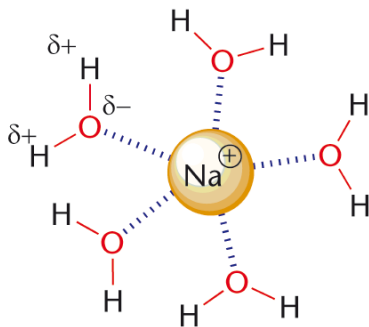
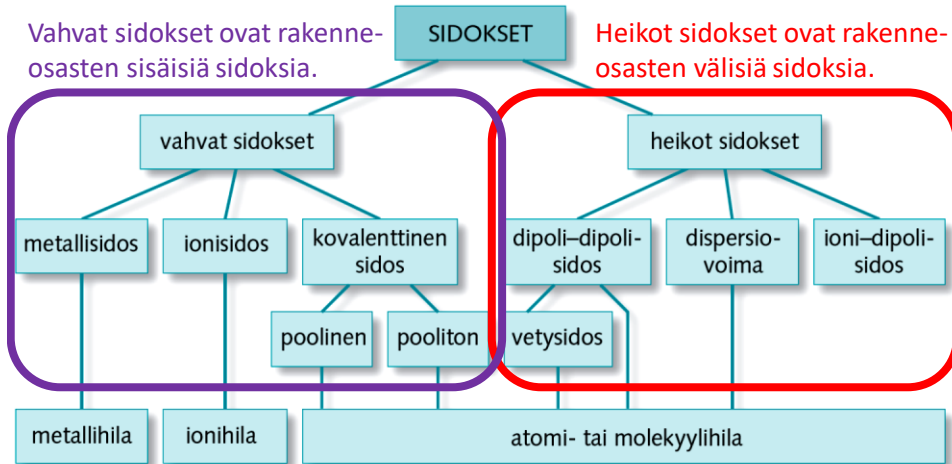
# HEIKOT SIDOKSET

On tärkeää ymmärtää ero sisäisten ja ulkoisten voimien välillä:

Vahvat sidokset ovat rakenne-  
osasten sisäisiä sidoksia.

SIDOKSET

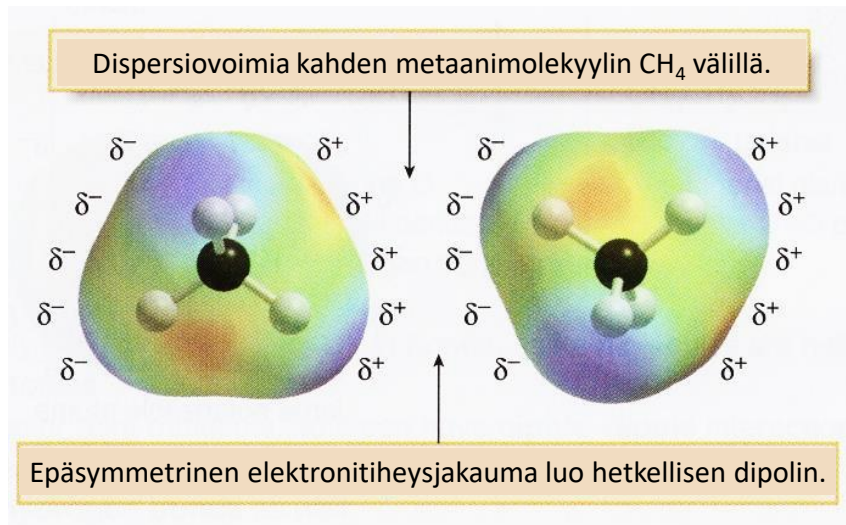
Heikot sidokset ovat rakenne-  
osasten välisiä sidoksia.



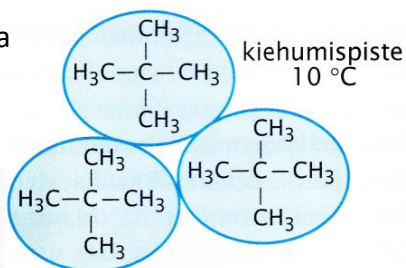


## KUVIA HEIKOISTA SIDOKSISTA

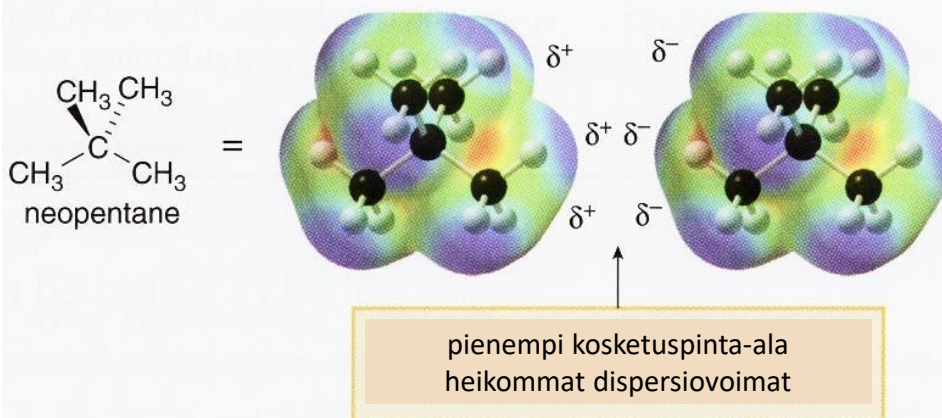
Kirjasta: **Organic Chemistry**, Second edition, *Janice Gorzynski Smith*, McGraw-Hill International edition  
 van der Waals – vuorovaikutukset ovat sama asia kuin dispersiovoimat (myös Londonin voimiksi kutsuttuja voimia)



Molekyylin koko (siis hiiliketjun pituus) ja muoto (haarautunut vai ei) vaikuttavat sulamis- ja kiehumispisteisiin!

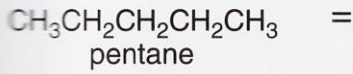


kompakti, pallomainen molekyyli.

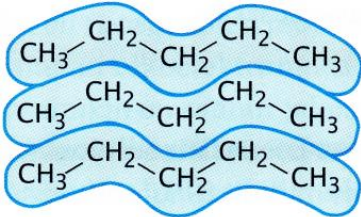




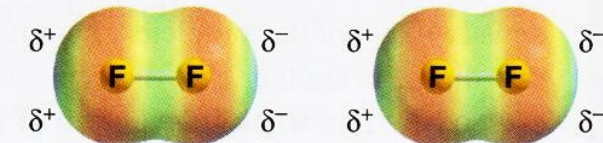
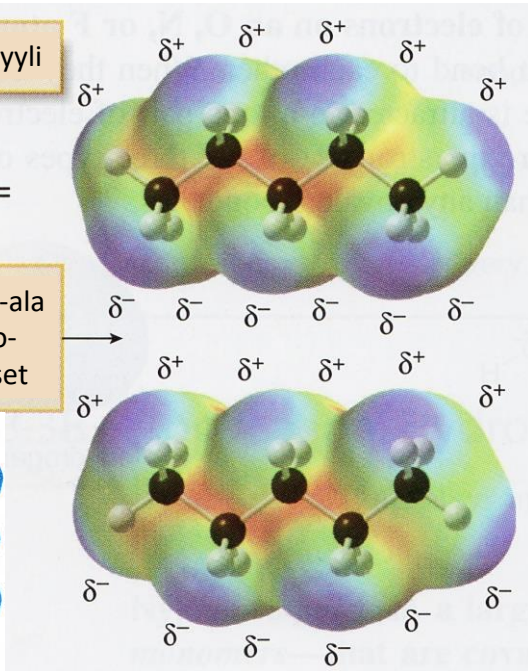
pitkä, sylinterimäinen molekyyli



laajempi kosketuspinta-ala  
vahvemmat dispersio-  
voima vuorovaikutukset



kiehumispiste  
36 °C

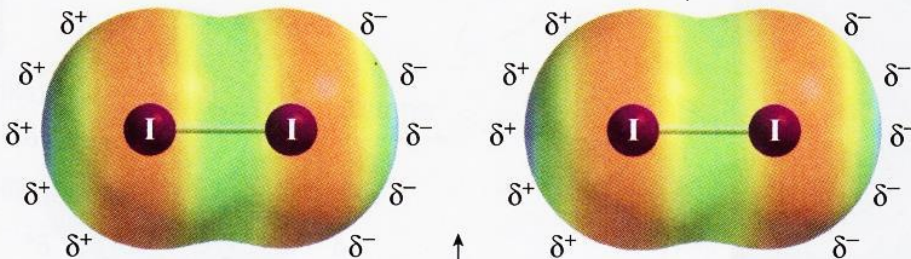


pieni ja vähemmän  
polarisoituneet atomit

pieni ja vähemmän  
polarisoituneet atomit

heikot vetovoimat

Mitä enemmän elektro-  
neja sitä vahvemmat dis-  
persiovoimat

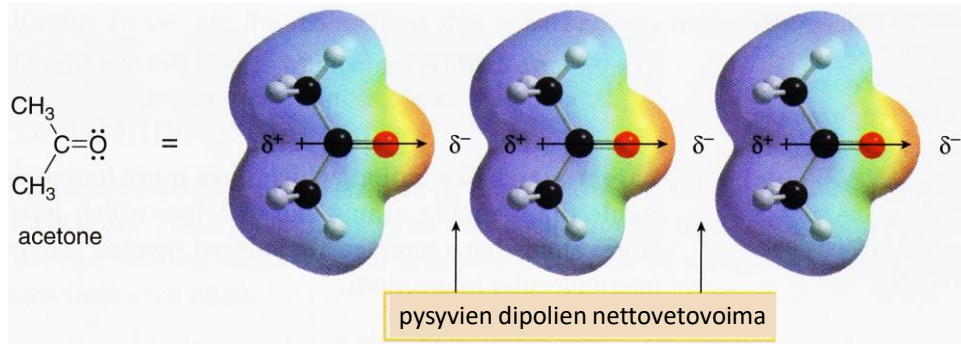


suuri, polarisoituneet atomit

suuri, polarisoituneet atomit

vahvemmat vetovoimat

## Asetonin dipoli-dipolisidos:

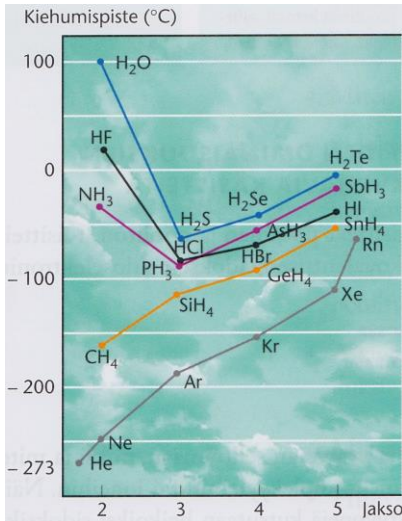


Hilatyypit	Rakenneosat	Hilaa koossapittävän sidoksen nimi ja tyypillinen sidosenergia kJ/mol	Esimerkkialne ja sulamispiste °C	Tyypillisiä ominaisuuksia
Ionihila 	kationit ja anionit	ionisidos 500–2000	NaCl 801 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2 045 Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> 1 670 NH <sub>4</sub> Cl	korkeat sulamispisteet, kovia, murtuvat iskusta, kiinteinä eristeitä, sulina ja vesiliuoksina johteita, useat liukenevat veteen
Atomihila 	atomit	kovalenttiset sidokset 150–1000	C (timanti) 3 845 Si 1 420 Ge SiO <sub>2</sub> BC	hyvin korkeat sulamispisteet, kovia, murtuvia, eristeitä tai puolijohteita
Metallihila 	metallikationit ja vapaat elektronit	metallisidos 100–900	Hg -39 Na 98 Cu 1 083 W 3 410	sulamispisteet ja kovuus vaihtelevat, sähkön- ja lämmönjohteita, muokattavia, veteen liukenemattomia
Molekyylihila 	pooliset molekyylit	vetysidos 8–40 dipoli–dipoli-sidos 4–25	H <sub>2</sub> O 0 NH <sub>3</sub> -78 HCl -114	suhteellisen matalat sulamispisteet, kovuus vaihtelee, eristeitä, liukenevat poolittomiin liuottimiin
Molekyylihila 	poolittomat molekyylit (hetkelliset dipolit)	dispersiovoima 0,5–5	N <sub>2</sub> -210 CH <sub>4</sub> -183 heksaani -95 I <sub>2</sub> 114	hyvin matalat sulamispisteet, eristeitä, liukenevat poolittomiin liuottimiin, helposti haihtuvia









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.

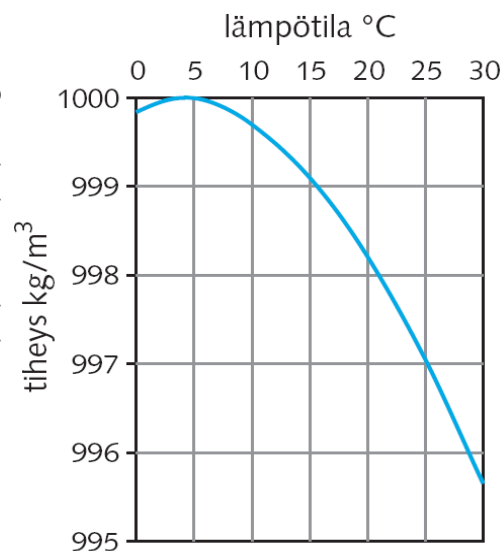
Ilman vetysidoksia vesi esiintyisi maapallolla vain kaasuna, kuten hiilidioksidi tai metaani.

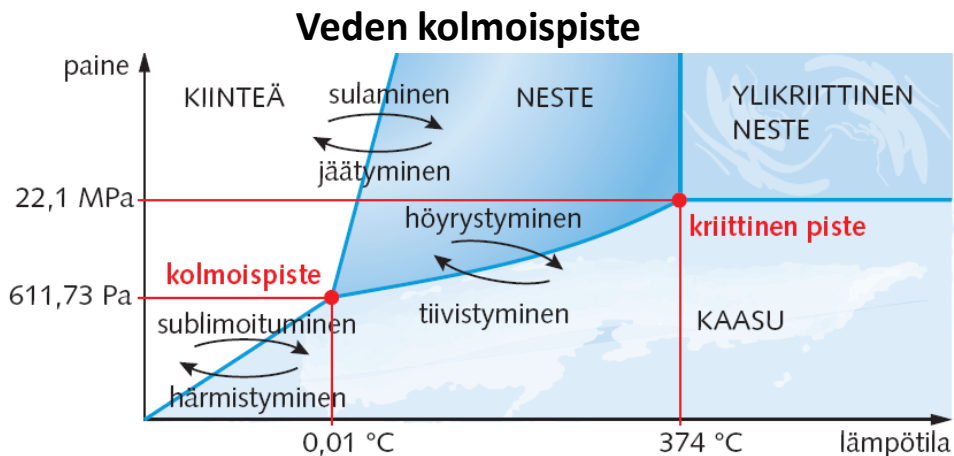
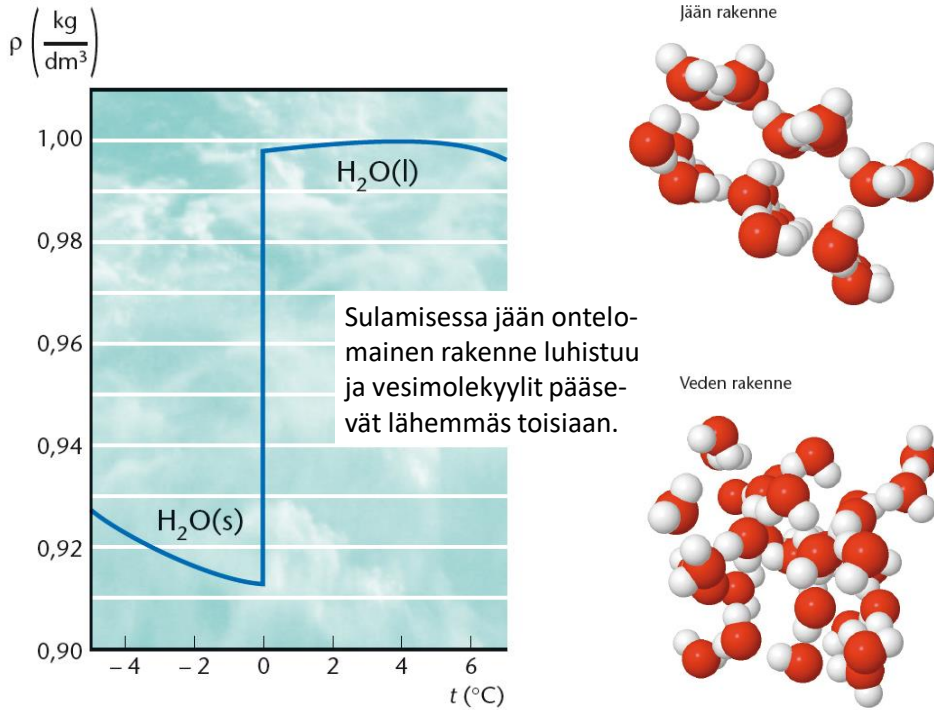
### Veden ominaisuudet (jatkuu):

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

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

Vesieläöille 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 611,73Pa. Veden kriittinen piste saavutetaan 374 celsiusasteen lämpötilassa ja 22,1 megapascalin paineessa.

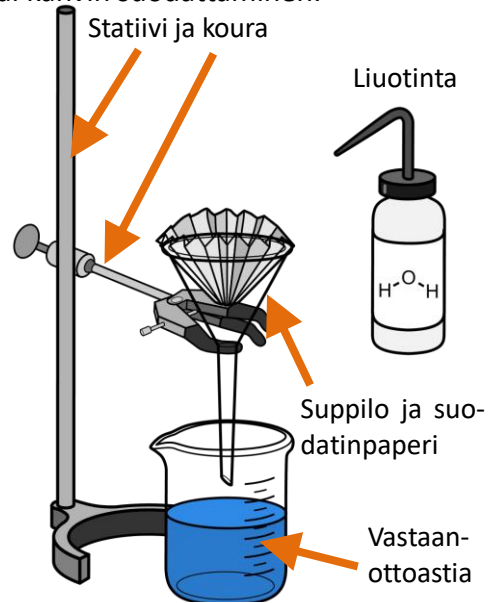
**Faasi** on fysikaal. ja kemial. yhtenäinen olomuotoalue, jossa on selvä rajapinta. Fysikaalisesti = yhtenäinen koostumus, kemiallisesti = yhtenäiset ominais.

## Seosten erotusmenetelmiä SUODATUS = FILTERING

Ehkäpä tutuin suodatus on teen tai kahvin suodattaminen.

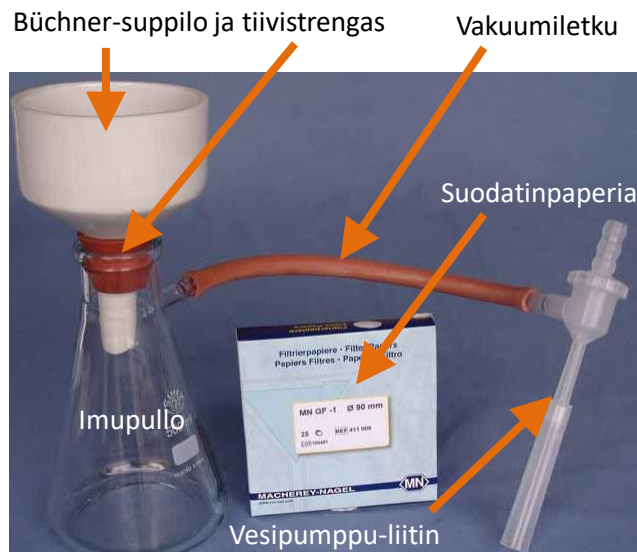
Mikäli jokin seoksessa oleva kiinteä aine ei liukene käytettyyn liuottimeen muodostuu heterogeeninen seos.

Tällöin liukenematon komponentti saadaan erotettua muista suodattamalla.



## IMUSUODATUS = SUCTION FILTRATION

Imusuodatus on erityisen käyttökelpoinen silloin, kun liukenematon kiinteä aine on hienojakoista.





Lasisintteri on väline, joka suodattaa hienojakoisen kiinteän aineen läpi. Sintteriä ei saa puhdistaa tai raapia esim. lasisauvalla, koska se rikkoo sen.

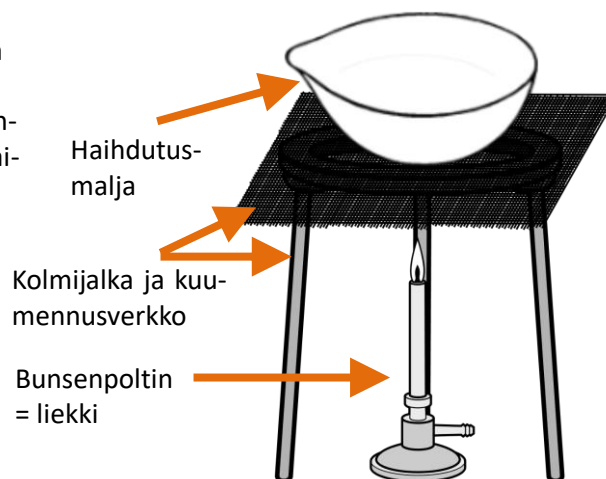


## HAIHDUTUS = EVAPORATION

Haihdutuksessa seoksen liuotin erotetaan (poistetaan) lämmittämällä seosta, jolloin jäljelle jää kiinteä aine.

### Huom!

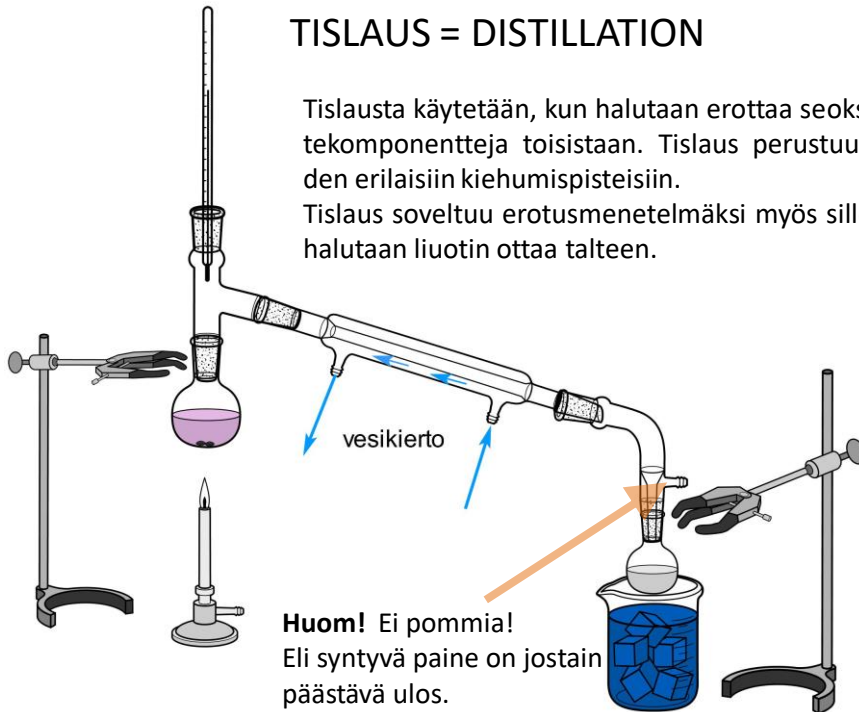
Haihdutuksessa pitää olla varovainen!  
Lopussa liian raju kuumentaminen johtaa kiinteän aineen roiskumiseen ulos haihdutusmaljasta.



## TISLAUS = DISTILLATION

Tislausta käytetään, kun halutaan erottaa seoksen nestekomponentteja toisistaan. Tislaus perustuu nesteiden erilaisiin kiehumispisteisiin.

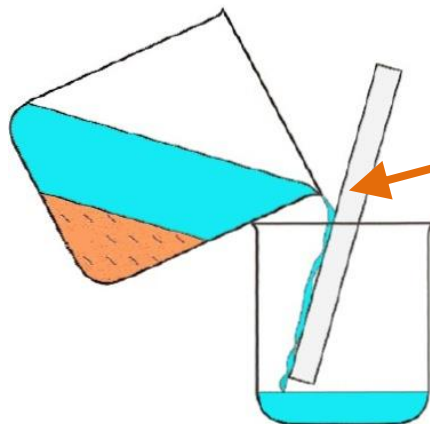
Tislaus soveltuu erotusmenetelmäksi myös silloin, kun halutaan liuotin ottaa talteen.



## DEKANTOINTI = DECANTING

Dekantoinnissa liuotin erotetaan kiinteästä aineesta kaatamalla liuotin varovasti pois. Liukenematon aine jää dekanterilas pohjalle.

Tämä menetelmä on nopea ja soveltuu kun seoksen kiinteä komponentti on tarpeeksi karkeajakoista, eli ei liukene liuottimeen ja on tiheämpää kuin liuotin → ei tarvita suodattamista.

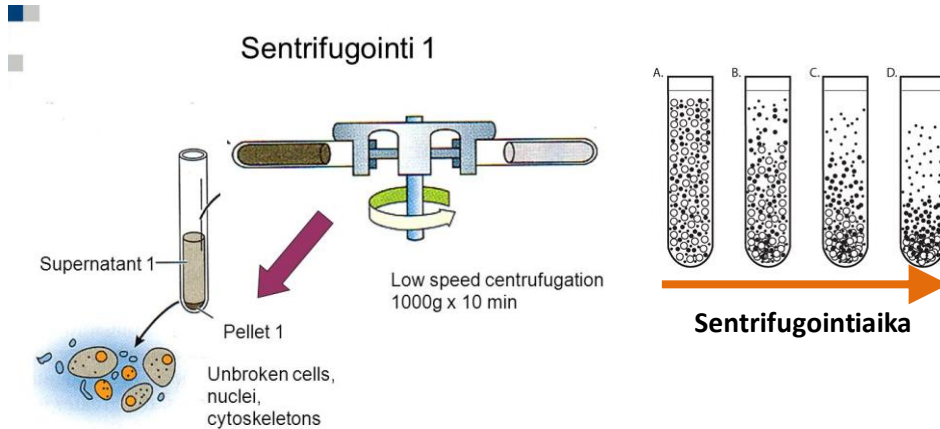


### Huom!

Roiskumisen estämiseksi kannattaa kuvan mukaisesti kaataa lasisauvaa pitkin.

## SENTRIFUGOINTI = CENTRIFUGATION

Linkoaminen eli sentrifugointi tarkoittaa seoksen hiukkasten erottamista toisistaan ringolla. Raskaimmat komponentit painuvat pohjalle ja keveimmät jäävät pinnalle.



OLOGIAN LAITOS, SEPPO SAARELA, 2011

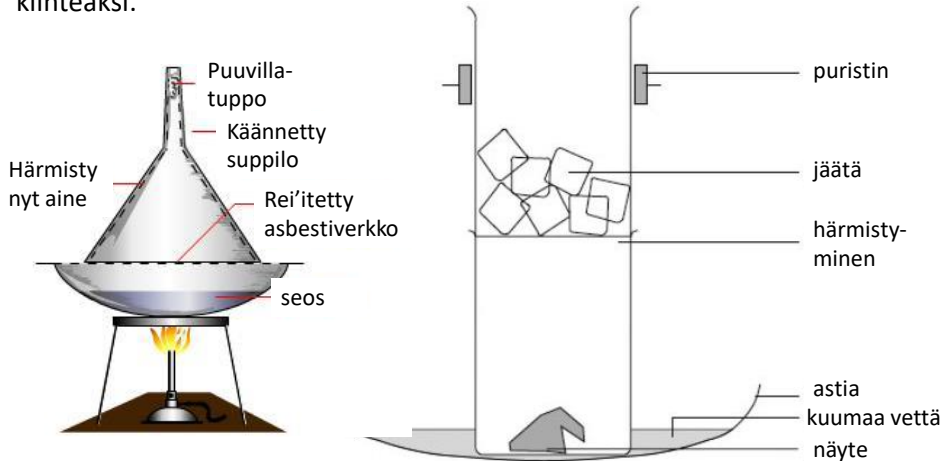
OULUN YLIOPISTO  
UNIVERSITY OF OULU

Koeputket laitetaan laitteeseen, joka pyörittää niitä.



## SUBLIMOINTI = SUBLIMATION

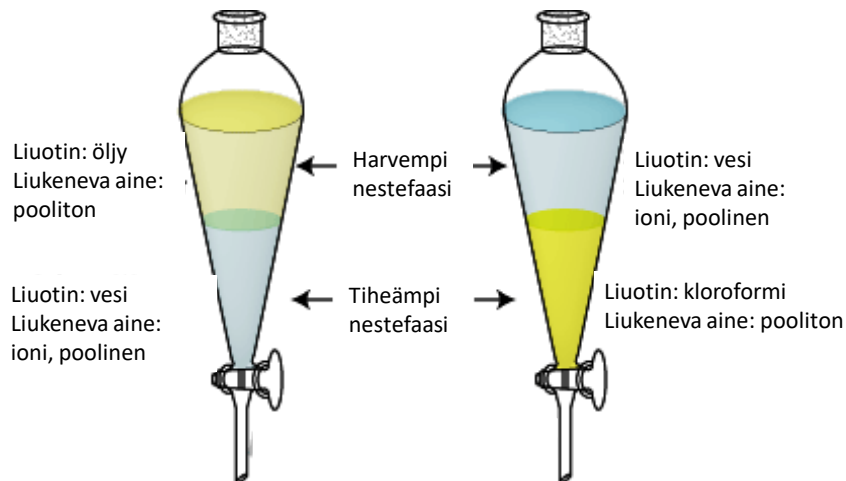
Sublimointi soveltuu erotusmenetelmäksi silloin, kun seoksessa on sellainen kiinteä aine, joka muuttuu lämmitettäessä suoraan kiinteästä kaasuksi. Kun kaasu jäähdytetään uudelleen, erottunut aine härmistyy eli muuttuu takaisin kiinteäksi.



## UUTTO = EXTRACTION

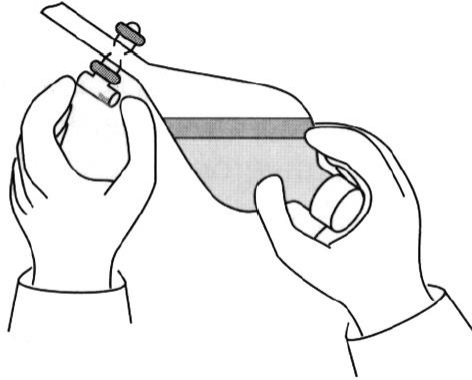
Uutto on erotusmenetelmä, jossa hyödynnetään aineiden erilaista liukoisuutta. Esim. poolinen ja pooliton liuotinseos.

Huomaa, että vesi ei aina ole ns. alempi nestefaasi!



## UUTTO

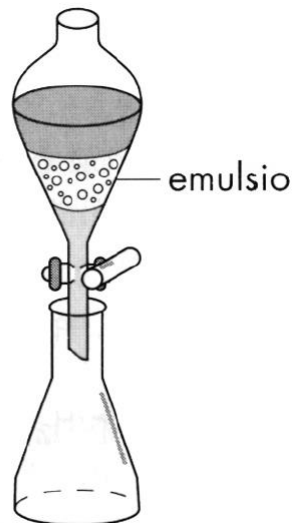
## Uuttamisen vaiheet 1



Täytä erotussuppilo korkeintaan puolilleen. Poista mahdollinen ylipaine siten, että käännät suppilon ylösalaisin ja raotat hanaa.

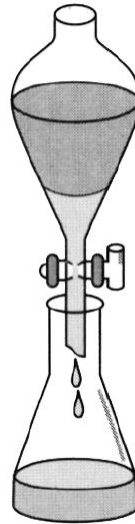
## Uuttamisen vaiheet 2

Jätä suppilo seisomaan riittävän pitkäksi aikaa, jotta kerrokset erottuvat kunnolla.



## Uuttamisen vaiheet 3

Valuta alempi nestekerros astiaan nesteiden rajapintaan saakka. Muista avata korkki ettei suppiloon synny alipainetta. Poista ylempi kerros kaatamalla yläkautta.



## KROMATOGRAFISET MENETELMÄT = CHROMATOGRAPHIC METHODS

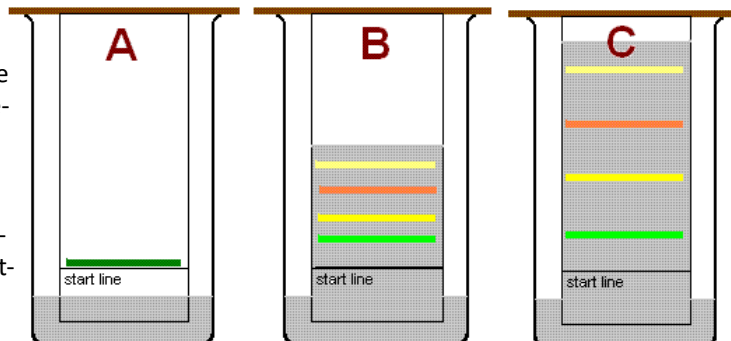
Kromatografiset menetelmät perustuvat siihen, että seoksen komponentit jakautuvat niin sanotun paikallaan pysyvän faasin ja liikkuvan faasin kesken.

Kromatografian lajit:

1. Paperi-,
2. ohutlevy-,
3. pylväs-,
4. kaasu- ja
5. nestekromatografia.

Paperi tai ohutlevy, johon näyte on pipetoitu asetetaan ajoliuokseen.

Ajoliuos nousee ja kuljettaa näytteen komponentteja mukana.



Pylväskromatografiassa näyteliuos pipetoidaan pylvään (byretti) yläosaan.  
 Näytteen annetaan valua kiinteää faasia alaspäin hetken ajan.  
 Sitten näytteen komponentit erotellaan valuttamalla ajoliuosta pylvään läpi.

