

Tänään

1. Emulsiot
2. Projeityötupa

A!

Aalto-yliopisto
Kemian tekniikan
korkeakoulu

CHEM-C2230 Pintakemia

Barnes & Gentle: luku 6

L6 Neste–neste- rajapinnat: Emulsiot

Prof. Monika Österberg

Mitä yhdistää näitä tuotteita?



maito



voi



majoneesi

Ne ovat emulsioita



maali



lääkkeet



asfaltti



kosmetiikka

Oppimistavoitteet

Luennon jälkeen osaat:

- Selittää konseptit emulsio, emulgointiaine, kermottuminen ja emulsion hajoaminen
- Erottaa O/W- ja W/O-emulsiot toisistaan
- Selittää misellin, emulsion ja mikroemulsion erot
- Luetella eri tapoja stabilisoida emulsioita ja osaat myös tarkemmin selittää steerisen ja sähköstaattisen stabiloinnin mekanismit
- Antaa esimerkkejä emulsioista
- Kertoa mikä yhdistää emulsion ja vaahdon

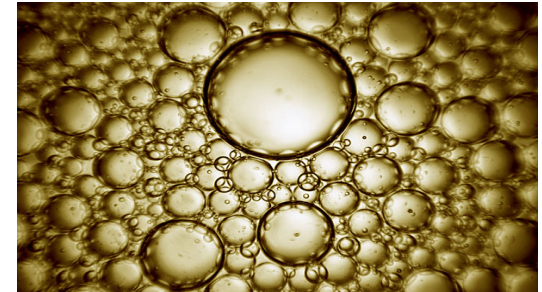
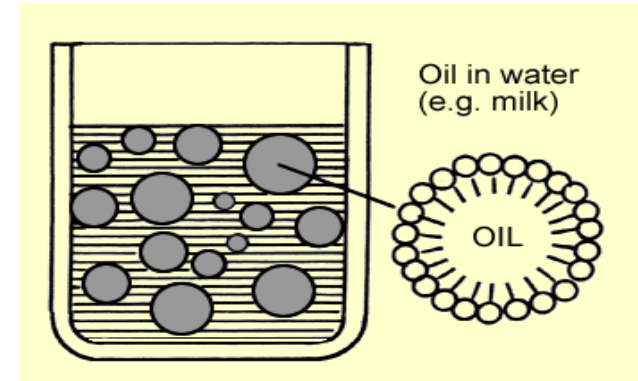
Sisältö

- **Emulsiot**
 - Määrittäminen
 - O/W- ja W/O-emulsiot
 - Emulsioiden stabilointi
 - Miten emulsioita muodostetaan ja niiden ominaisuudet
 - Faasidiagrammit
 - Mikroemulsiot
- **Vaahdot**

Emulsiot: *määrittäys*

Emulsio on

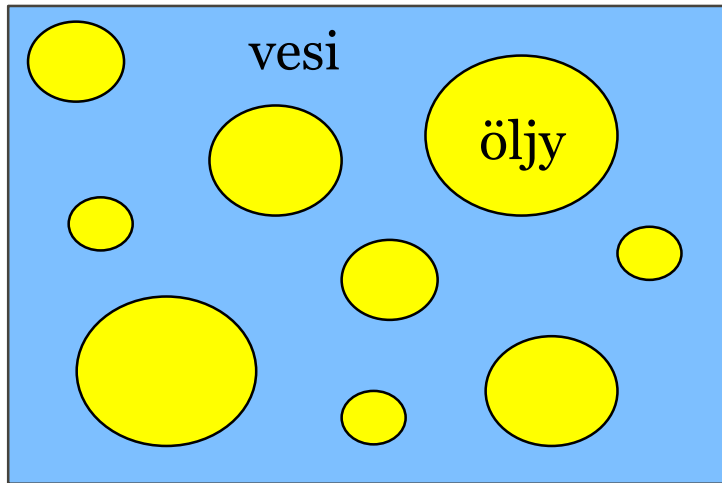
- Kahden toisiinsa luonnostaan sekoittumattoman nesteen seos
- **Termodynaamisesti epästabiili**
- Kolloidi
- Koostuu dispergoituneesta faasista (nestepisarat), jotka ovat dispergoituneet jatkuvaan faasiin (toinen neste)



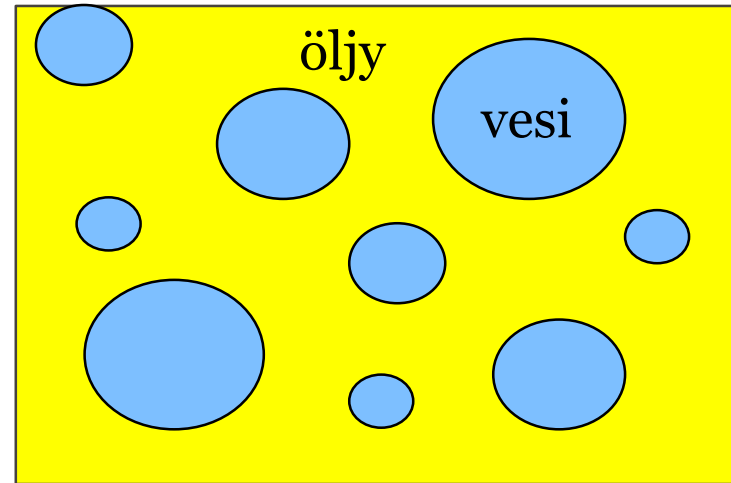
Onko vedellä laimennettu viskipaukku emulsio? Entä samppanja? Maito?

Emulsiot: *O/W* ja *W/O*

Emulsio muodostuu poolisesta nesteestä (usein **vesi**) ja poolittomasta nesteestä (**öljy**), joka ei liukene pooliseen nesteeseen



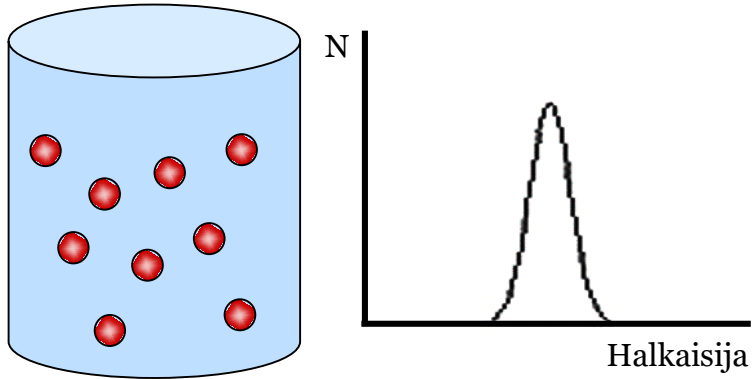
*Öljy-vesi (oil in water, O/W)
emulsio*



*Vesi-öljy (water in oil, W/O)
emulsio*

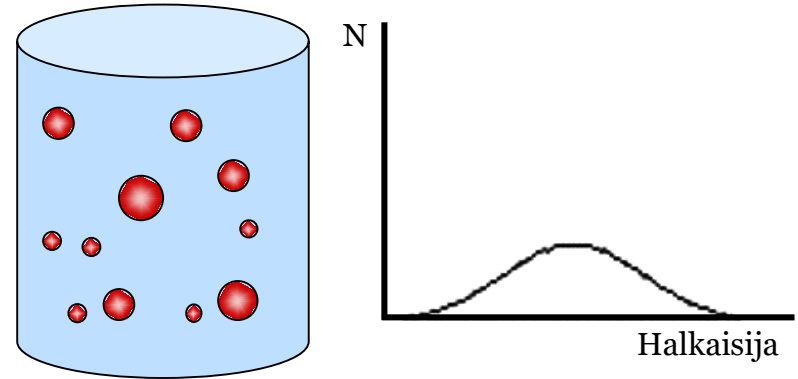
Kokojakauma

Monodispersiivinen emulsio



N = tietyn kokoisten pisaroiden määrä

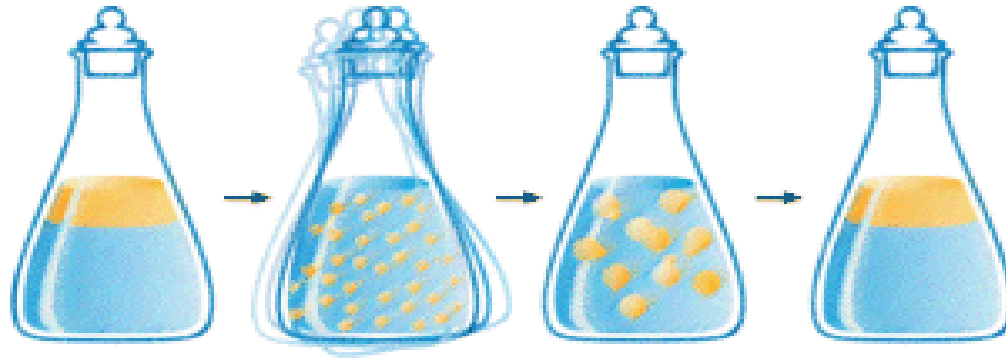
Polydispersiivinen emulsio



Mittausmenetelmät:
valonsironta (luento 8)

Tavalliset makroemulsiot ovat *termodynaamisesti epästabiileja*

Hajoavat nopeasti eri faaseiksi – *miksi?*



Pintajännitys
veden ja öljyn
välillä olevassa
rajapinnassa on
korkea

Pisarat kasvavat
nopeasti
minimoidakseen
rajapintaa ja siten
energiaa

Emulsio hajoaa

Mailman suosituin emulsio (?)



Wikipedia

Sisältää: Kermaa, maitoa, sokeria,...

Lisätään kananmunan keltuaista stabiloimaan emulsiota.

Lesitiini toimii emulgointiaineena.

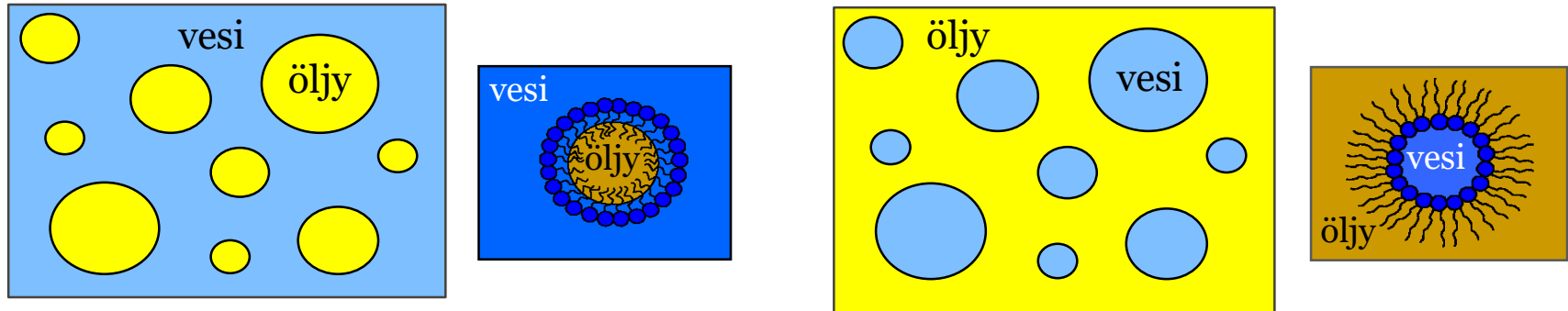
Toinen esimerkki: majoneesi

Miten emulsiota stabiloidaan? I

Lisätään emulgointiainetta → adsorboituu vesi-öljy-rajapintaan

Emulsion muodostukseen ja stabilointiin voidaan käyttää pinta-aktiivisia aineita, muita amfifiilisiä molekyyliä, proteiineja, polymeerejä ja nanopartikkeleita.

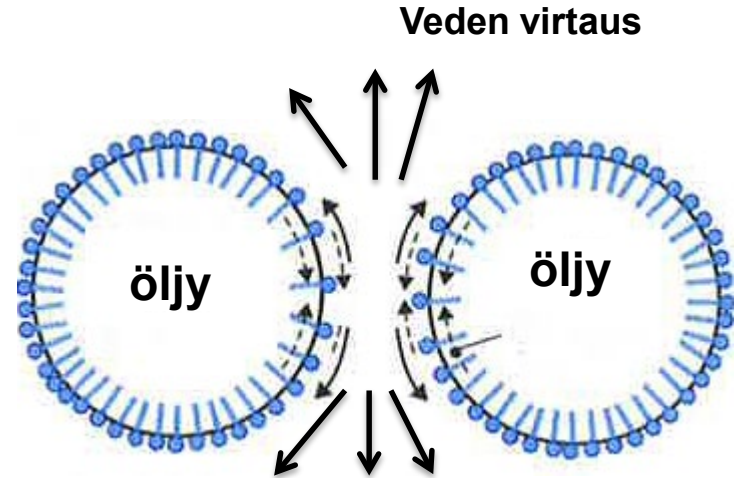
Miten pinta-aktiivinen aine adsorboituu rajapintaan alla olevissa emulsiotyypeissä?



Miten emulsiota stabiloidaan? II

Stabilointimekanismeja:

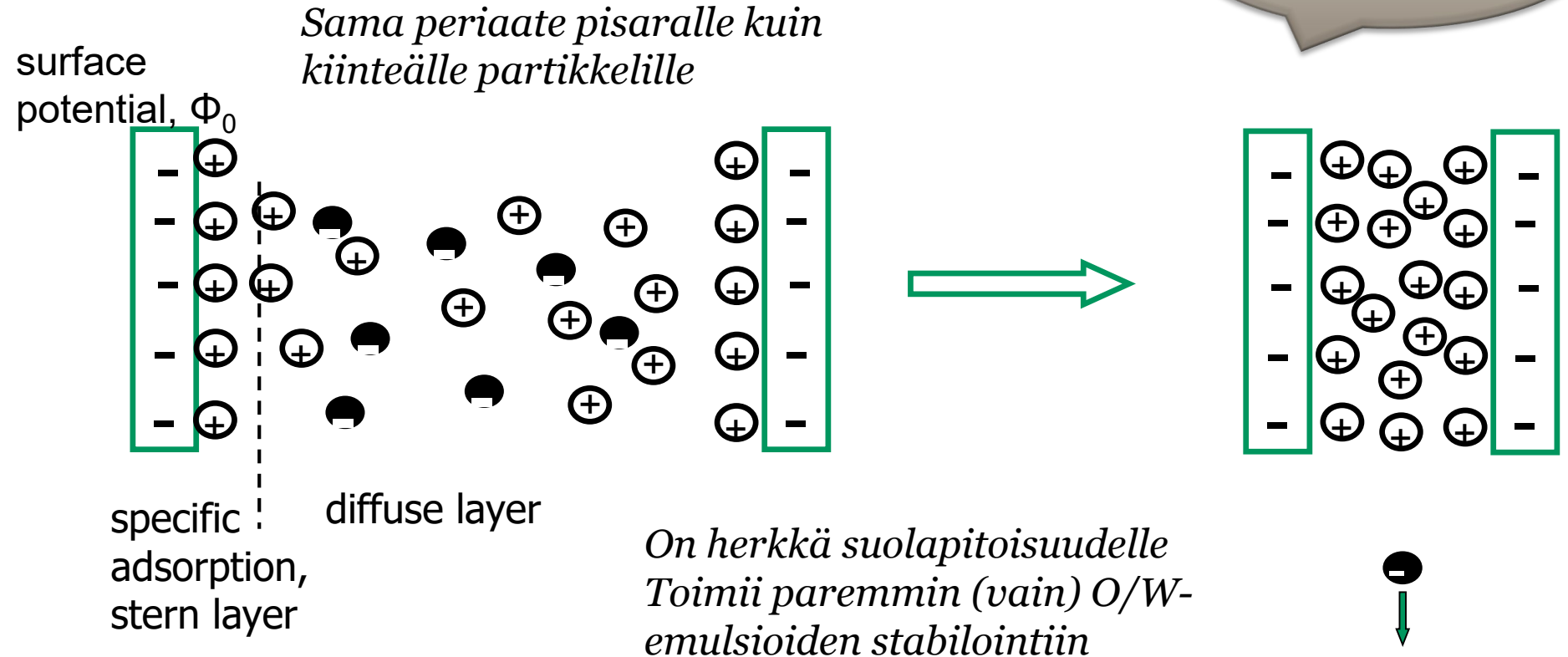
- Rajapinnan pintajännityksen pienentäminen
- Sähköstaattinen repulsio
- Steerinen repulsio



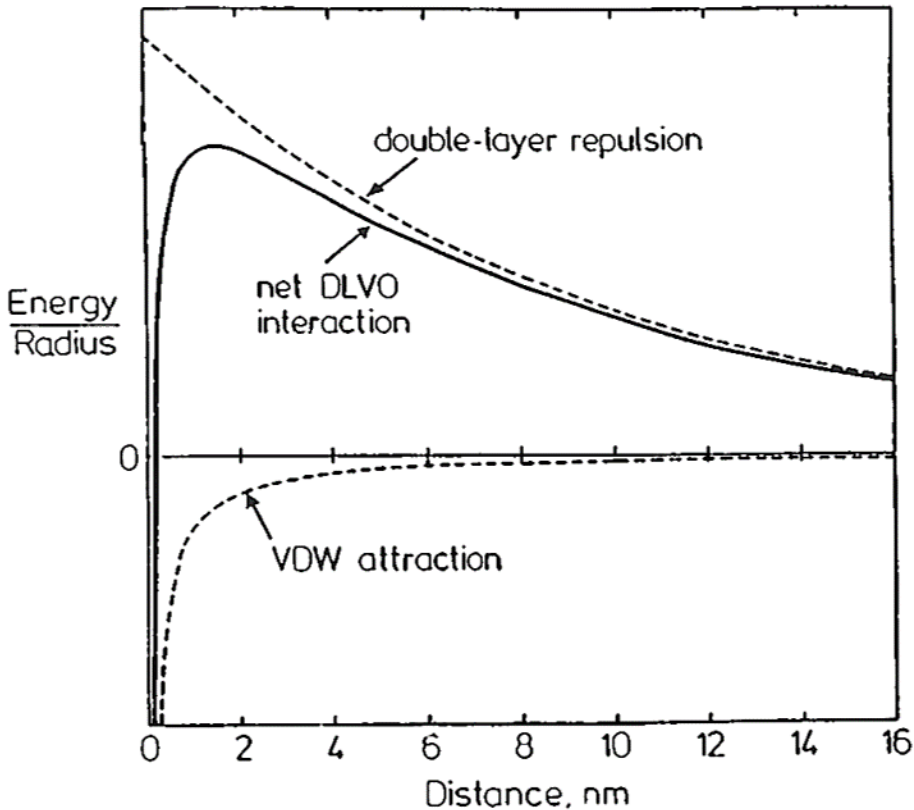
Marangoni-effekti: johtuu pintajännitysgradientista

Sähköstaattinen repulsio

Syvällisemmin 8. luennolla



Voimien tasapaino



***Kokonaisvoima =
attraktiivinen van der Waals
voima + sähköstaattinen
repulsio***

$$F_{\text{tot}} = F_{\text{van der Waals}} + F_{\text{electrostatic}}$$

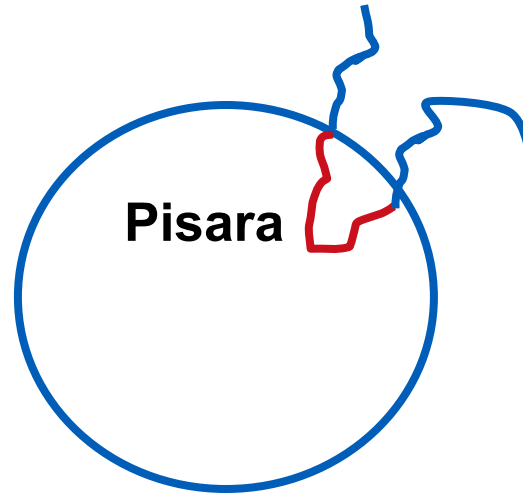
(F = force)

Riippuu:

- etäisyydestä
- suolapitoisuudesta
- varauksesta

Steerinen stabilointi

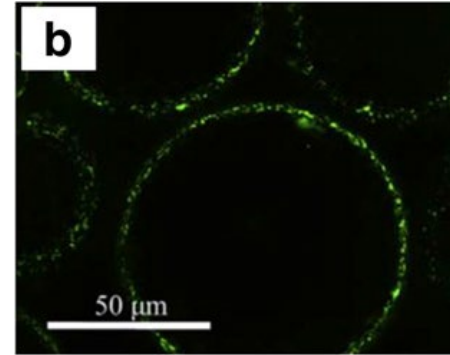
Amfifiiliset polymeerit



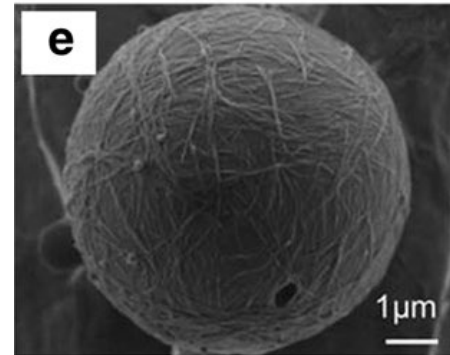
Entropiaeffekti: Vähemmän konformaatiovapausasteita kun pisarat/partikkelit lähestyvät toisiaan

Pickering emulsio = Partikkeleilla stabiloitu emulsio

- **Mekanismi:**
 - Steerinen stabilointi + vähentää vedenpoistoa pisaroiden välistä
- **Partikkelit:**
 - Epäorgaaniset: (hydrofoboitu) SiO₂
 - Luonnonpartikeleita: ligniini, cellulosa, kitiini, proteiinit
- **Käyttö: Vaahdot – eristematerialit, kevyet huokoiset materiaalit,...**



Kitosaani nanopartikkeleita vesi/öljy rajapinnassa (konfokaali mikroskopia)

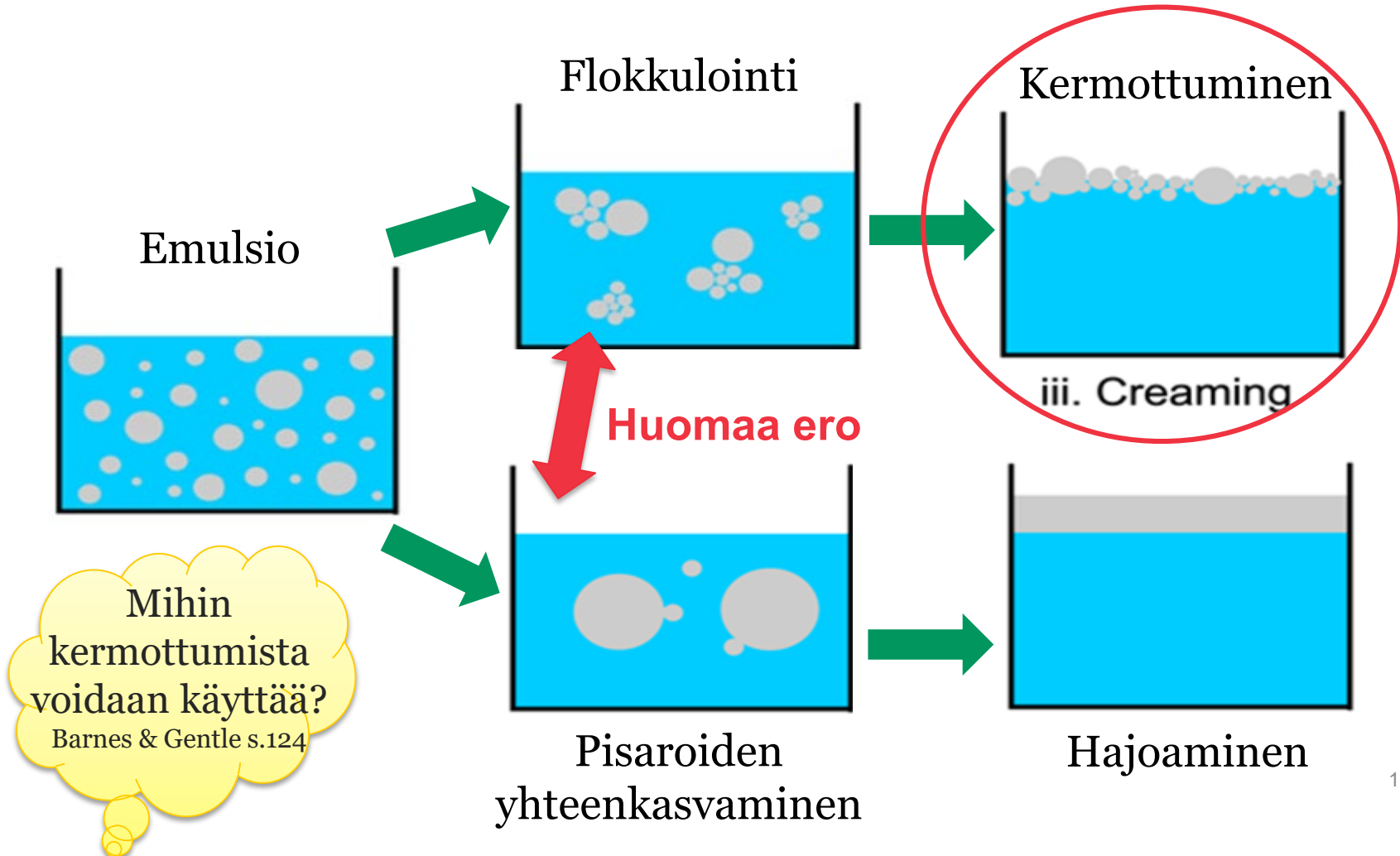


Bakteeriselluloosa rajapinnassa polymeroidun styreenin ja veden välillä (pyyhkäisy elektronimikroskopia)

Kertaus: Miten stabiloidaan emulsioita?

- 1. Tärkein mekanismi:**
 - 2. Muita menetelmiä:**
 1. ..
 2. ..
 3. ...
- 1. Pintajännityksen alentaminen, käytetään pinta-aktiivisia aineita**
 - 2. Pintajännityksen alentamisen lisäksi myös:**
 - 1. Sähköstaattinen stabilointi, pinta-aktiivinen aine, joka on myös varautunut**
 - 2. Steerinen stabilointi joko amfifiilisen polymeerin avulla tai partikkeleiden avulla (pickering emulsion)**

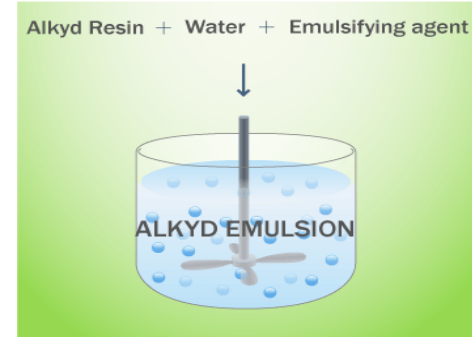
Emulsion stabiliteetti ja hajoaminen



Miten emulsioita valmistetaan?

Mekaaninen dispergointi

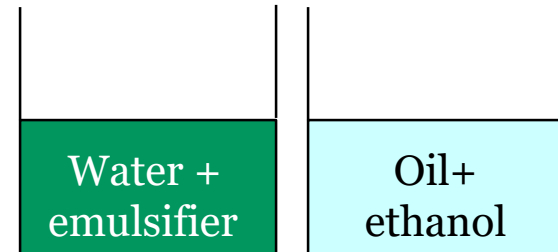
Vesi + öljy + emulgointiaine +
voimakas sekoitus



Kondensaatio

Liutetaan “öljy” etanoliin
ja lisätään veteen.

Etanoli liukenee veteen
ja öljypisarat jäävät.



Emulsion ominaisuuksiin vaikuttavia parametreja

Öljy–vesi-tilavuussuhde

Öljyn ominaisuudet

Emulgointiaineen ominaisuudet

Suola, lämpötila

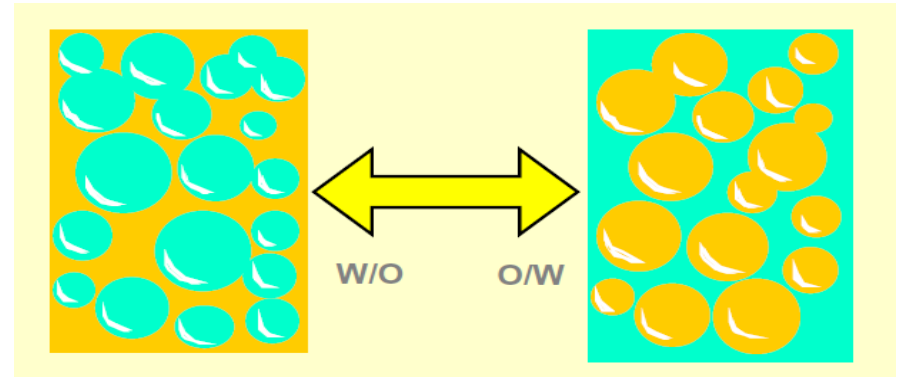
Valmistusmenetelmä...

O/W- ja W/O-emulsiot

O/W- ja W/O-emulsioiden viskositeetti ja johtokyky eroavat.

Johtokyky: $O/W > W/O$

Viskositeetti: $O/W < W/O$



Inversio: muutos yhdestä emulsiotyypistä toiseen

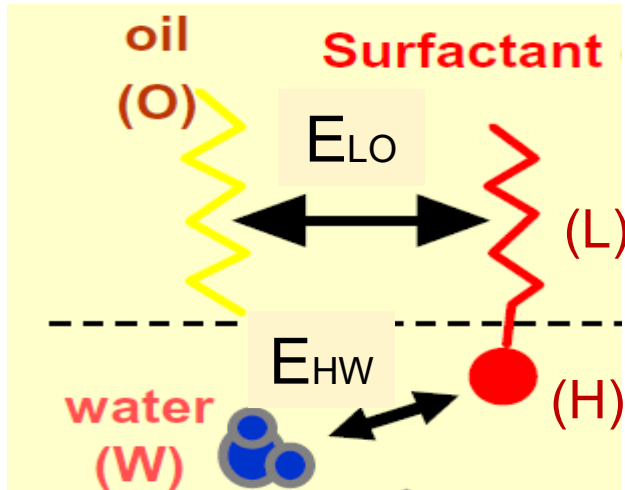
Muodostuuko O/W- vai W/O-emulsio?

Winsorin
suhde:

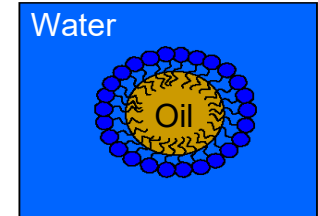
$$R = \frac{E_{LO}}{E_{HW}}$$

E_{LO} = Vuorovaikutusenergia lipofiilisen (L)
“hännän” ja öljyfaasin (O) välillä

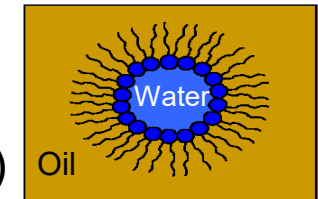
E_{HW} = Hydrofiilisen “pään” (head=H) ja veden
(water=W) välinen vuorovaikutusenergia



$R < 1 \rightarrow$ O/W-emulsio
(Winsor I -emulsio)



$R > 1 \rightarrow$ W/O-emulsio
(Winsor II -emulsio)

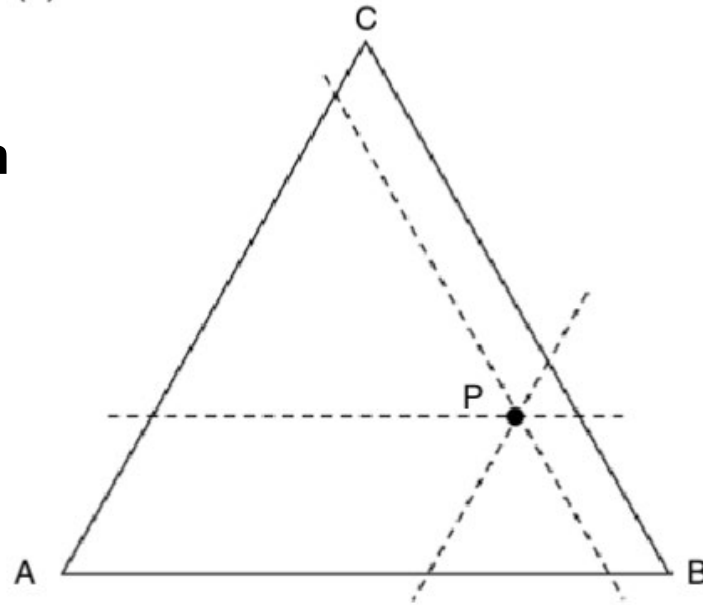


Johdatus faasidiagrammeihin

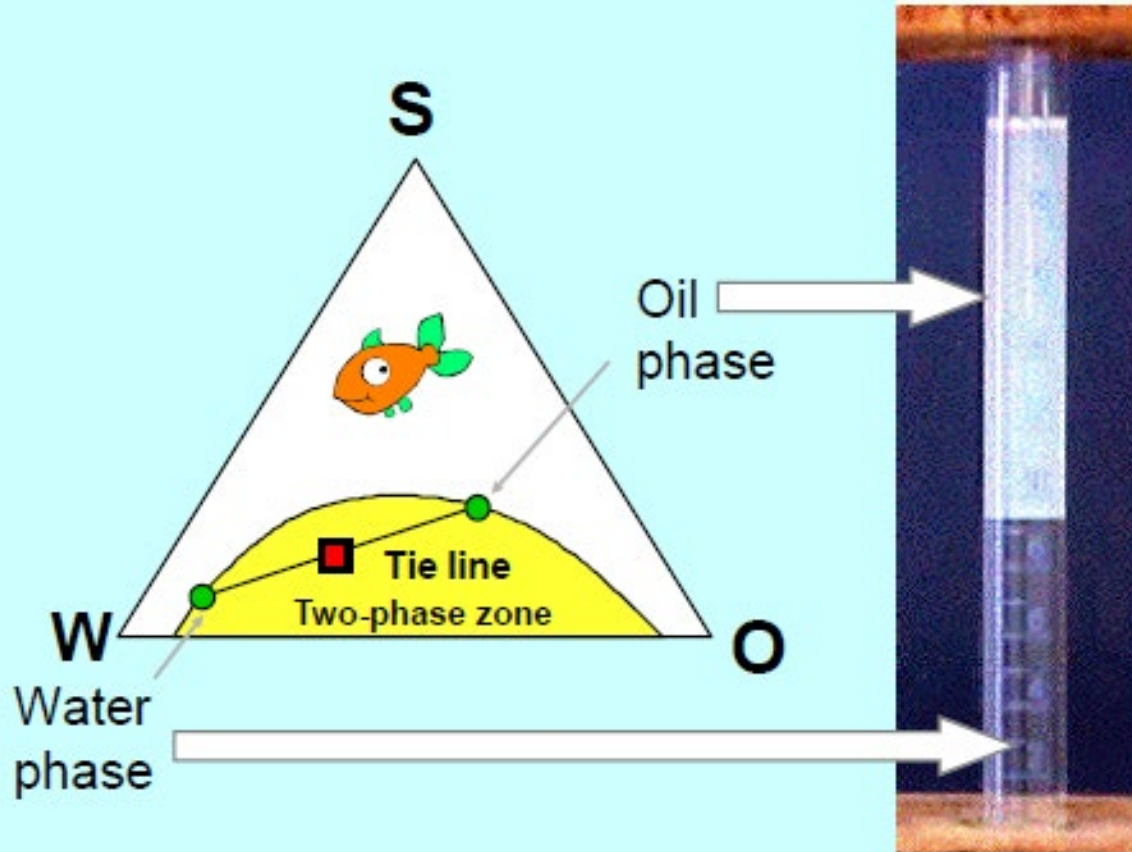
Kronberg et al kappale 5

**Kolmen komponentin seos:
Mikä on kaikkien komponenttien
konsentraatio pisteessä p?**

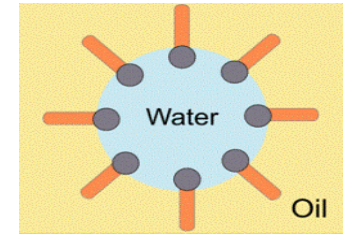
A: 10%, B 60%, C:30%



Phase Behavior



$R > 1$



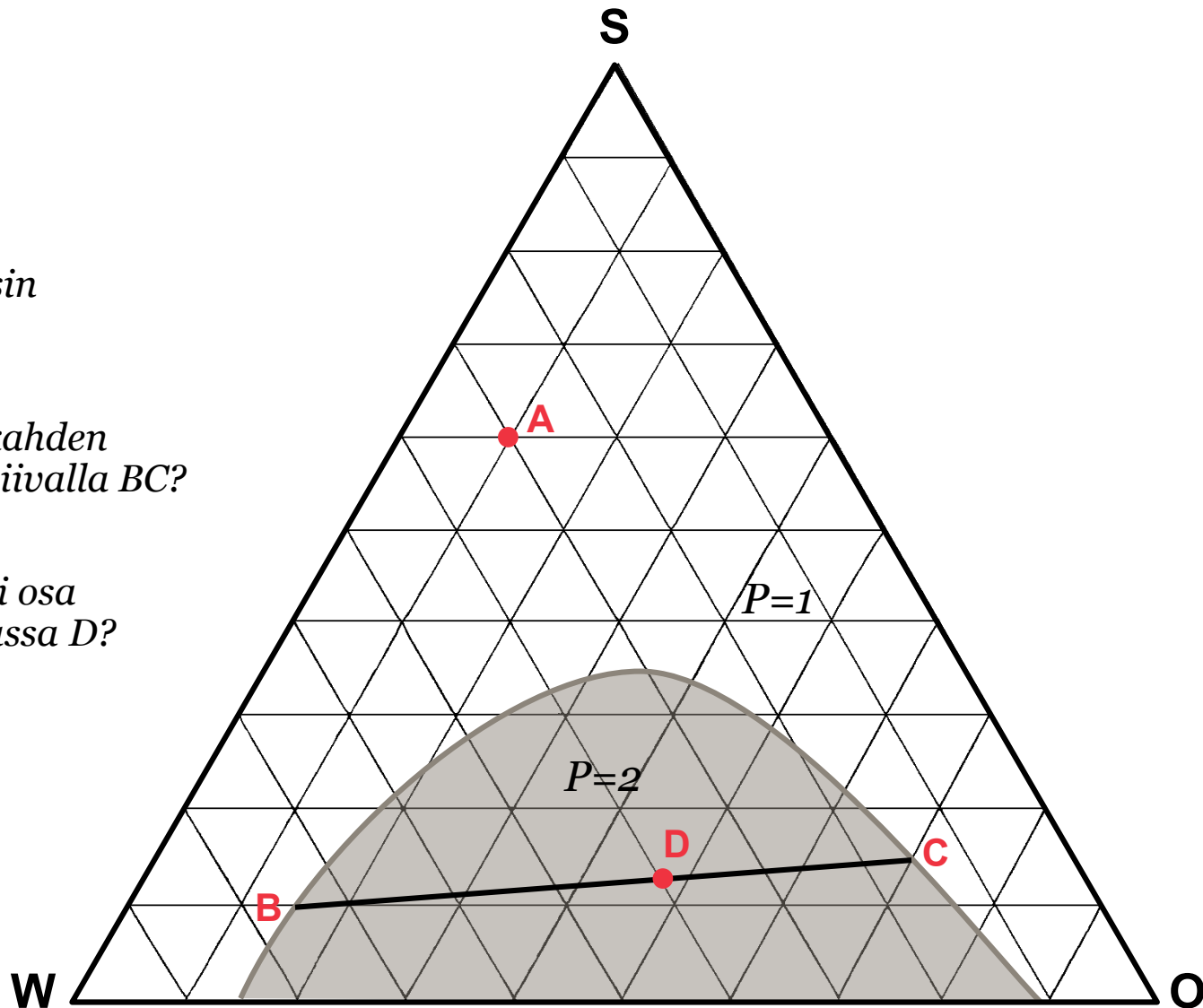


Aalto-yliopisto
Kemian tekniikan
korkeakoulu

Tehtävä 1: Mikä on faasin koostumus pisteessä A?

Tehtävä 2: Mitkä ovat kahden faasin koostumukset t-viivalla BC?

Tehtävä 3: Kuinka suuri osa kutakin faasia on kohdassa D?



[presemo.aalto.fi/
pintakemia](http://presemo.aalto.fi/pintakemia)



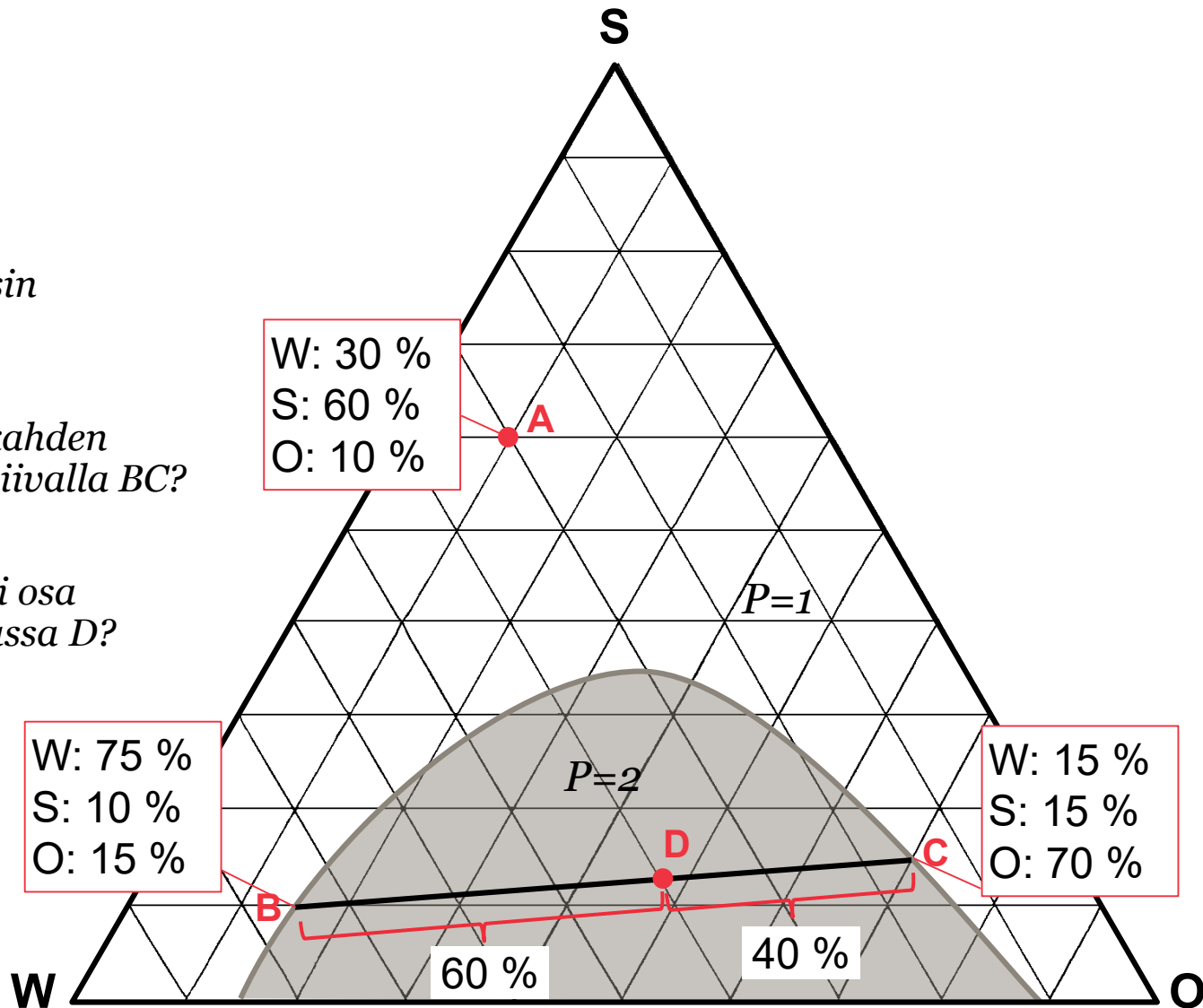
Aalto-yliopisto
Kemian tekniikan
korkeakoulu

Tehtävä 1: Mikä on faasin koostumus pisteessä A?

Tehtävä 2: Mitkä ovat kahden faasin koostumukset t-viivalla BC?

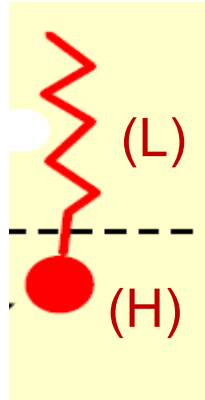
Tehtävä 3: Kuinka suuri osa kutakin faasia on kohdassa D?

[presemo.aalto.fi/
pintakemia](http://presemo.aalto.fi/pintakemia)



Muodostuuko O/W- vai W/O-emulsio?

Hydrophilic-Lipophilic Balance (HLB)



Myös lipofiilisen hännän (L) ja hydrofiilisen pään (H) kokosuhde vaikuttaa emulsion muotoon

Mikroemulsiot

- Termodynaamisesti stabiileja
- Muodostuvat spontaanisti sekoittaessa öljy, vesi ja emulgointiaine
- Tarvitaan usein enemmän kuin kahta komponenttia (surfactant + cosurfactant)



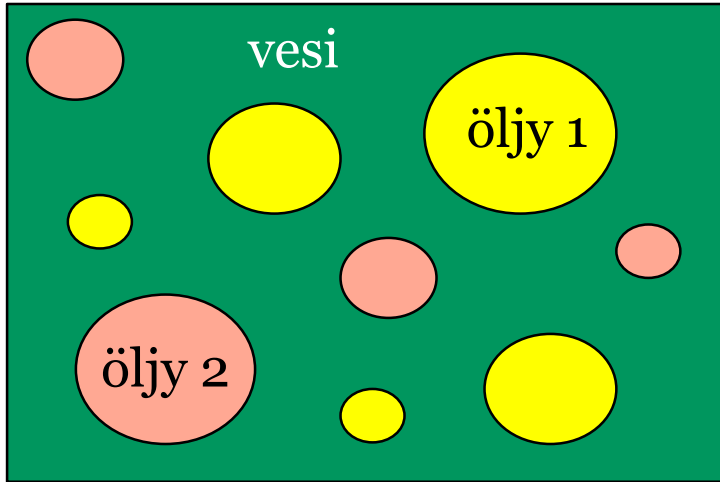
Emulsio **Mikroemulsio**

Mikroemulsiot ovat kirkkaita kun taas normaalit emulsiot ovat maitomaisia – Miksi?

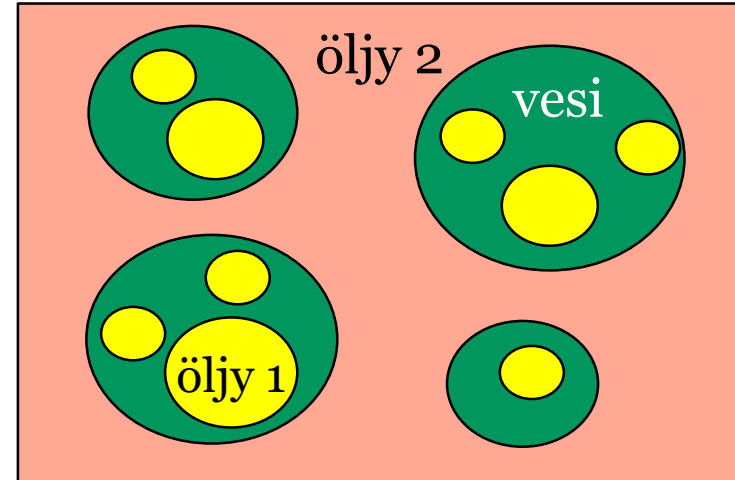
Pisaroiden koko: 1–60 nm

Mitkä ovat misellin, mikroemulsion ja emulsion erot?

Muita emulsiotyyppejä

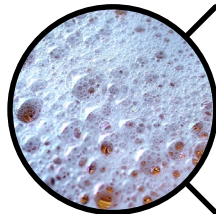
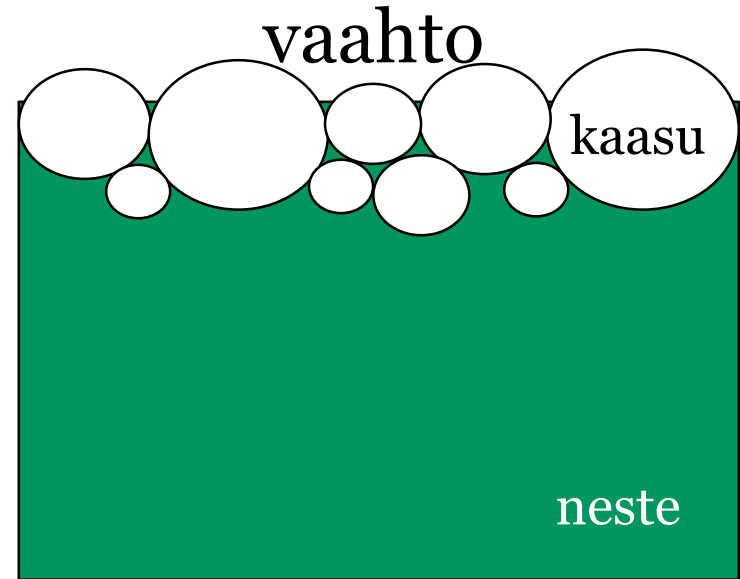
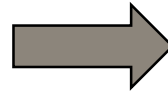
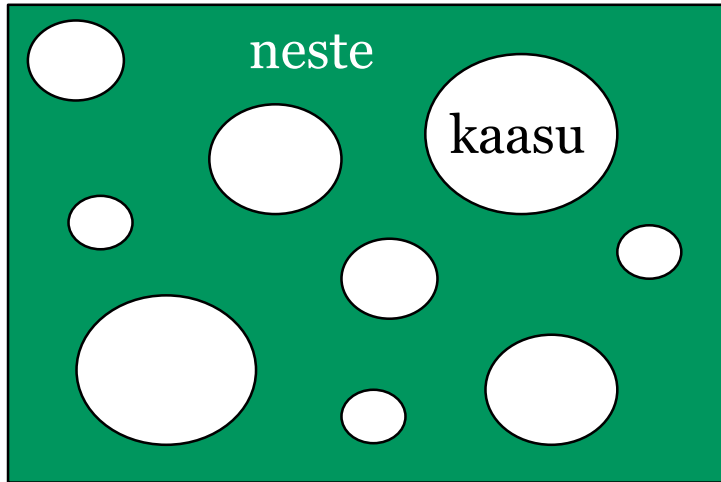


**Biemulsio: kaksi eri
öljyfaasia vedessä**



O/W/O-emulsio

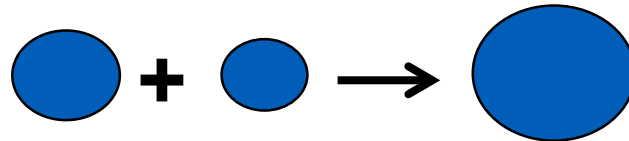
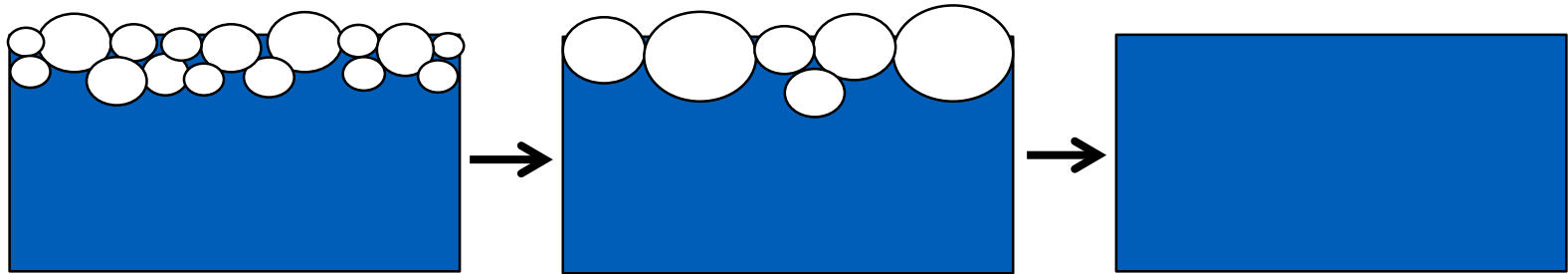
Vaahdot I



Vaahdot on dispersio, jonka jatkuva faasi on neste (tai kiinteä aine) ja dispergoitunut aine on kaasu

Vaahdot II

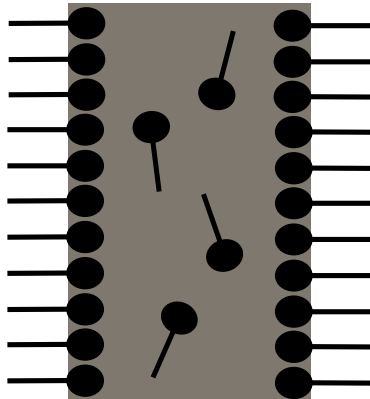
- Vaahdot ovat termodynaamisesti epästabiileja
- Vaahdot eivät muodostu puhtaissa nesteissä



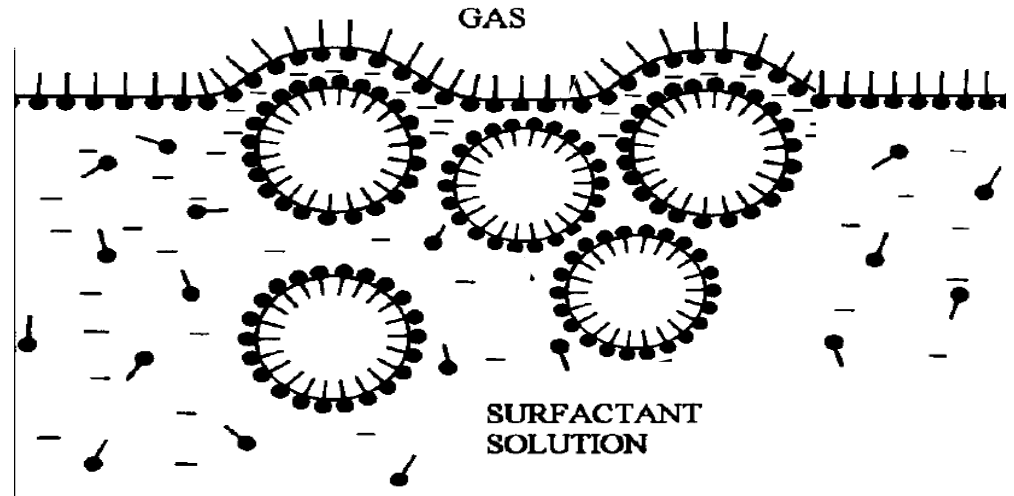
Vaahto III

Molekyylit, jotka adsorboituvat neste–kaasu-rajapintaan, stabiloivat vaahtoa.

Esim. pinta-aktiiviset aineet, proteiinit, amfifiliset polymeerit ja hydrofobiset nanopartikkelit stabiloivat vaahtoa.

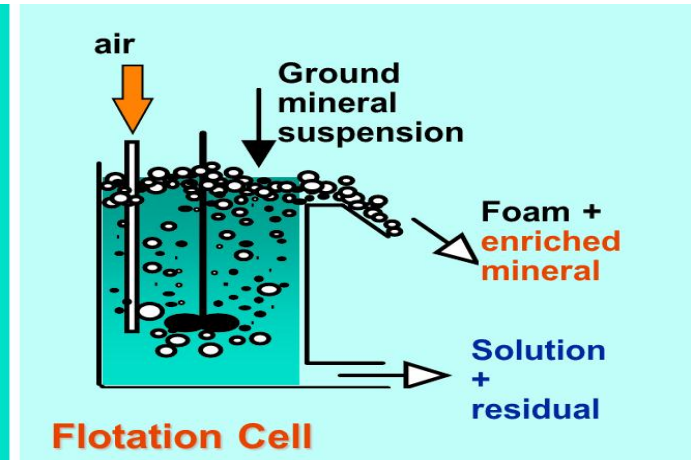
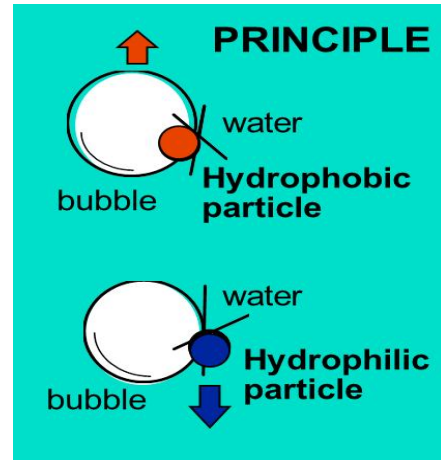
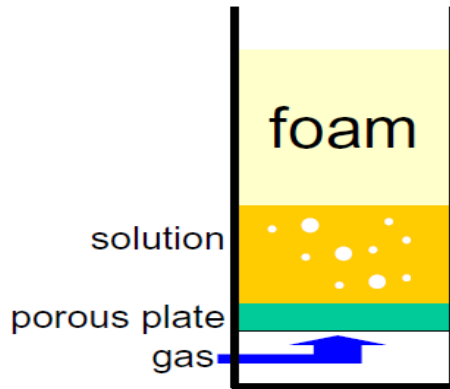


Saippuakalvo



Vaahdon muodostus

- Sekoitus, ravistus
- Kaasun injektointi, kaasukuplan puhallus

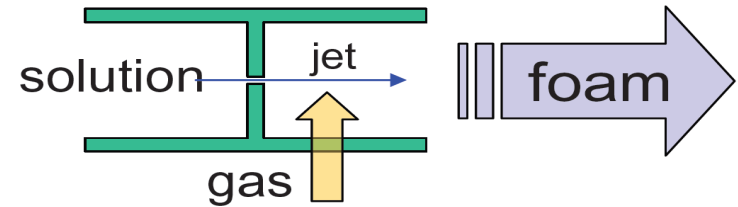


Vaahdon muodostus – *esimerkkejä*

Kaasun vapautuminen tai muodostus



Turbulentti ohuen nestesuihkun sekoitus kaasun kanssa

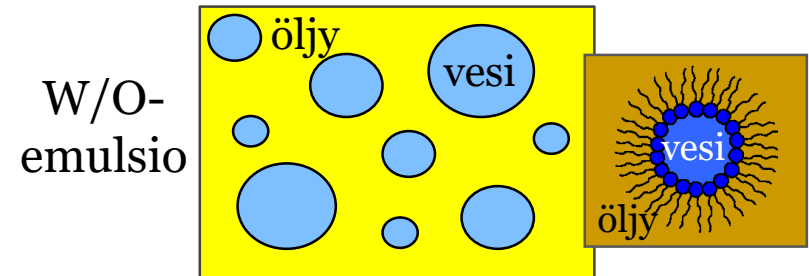
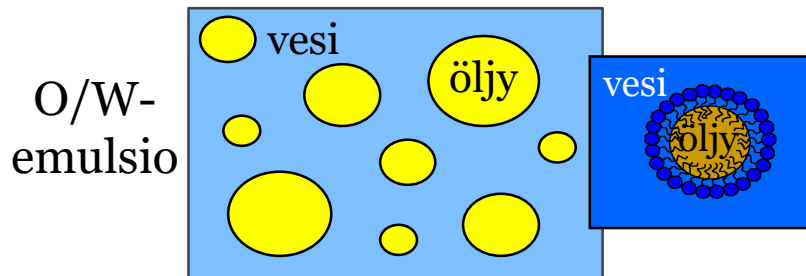


Osaatko?

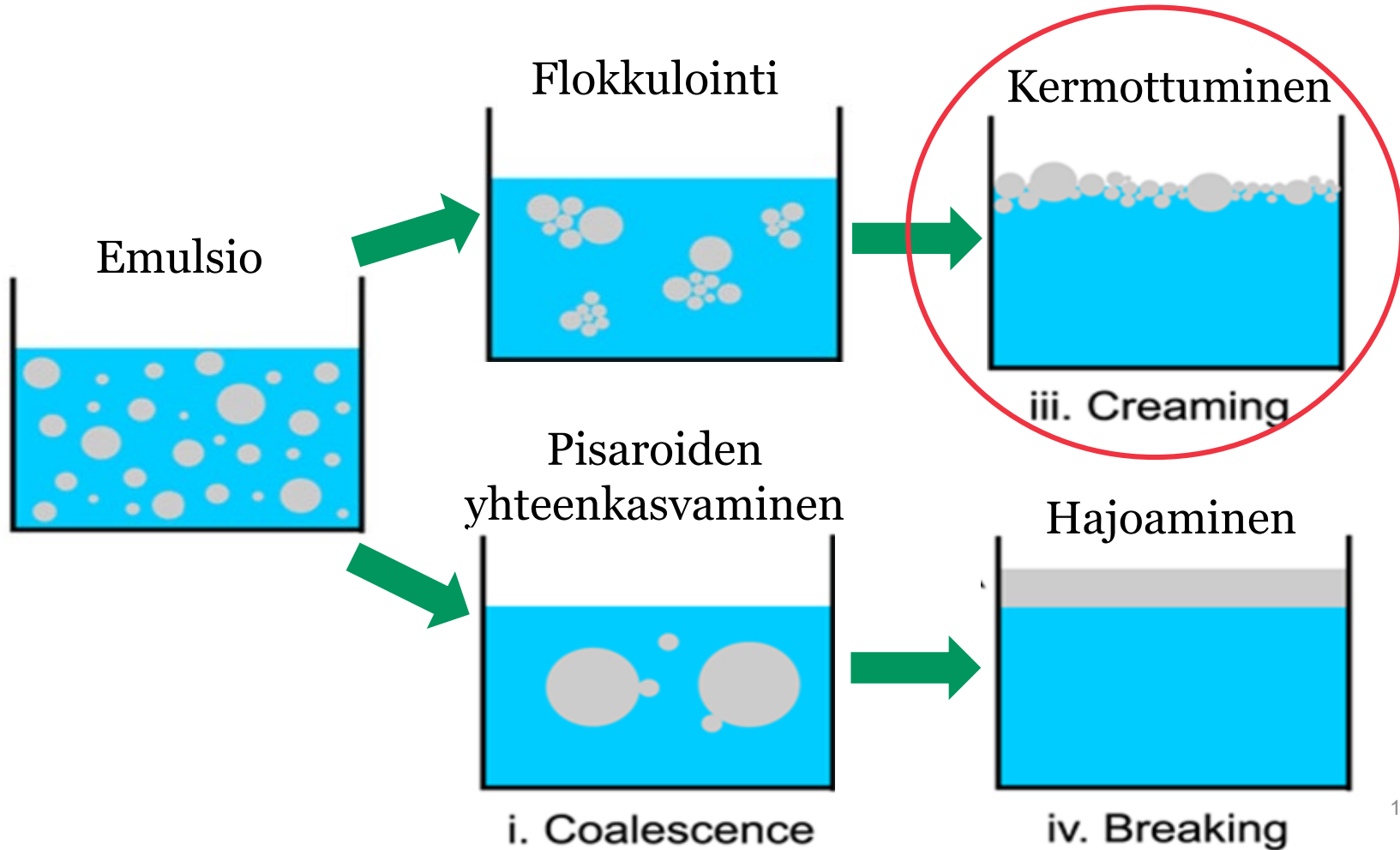
- **Selittää konseptit emulsio, emulgointiaine, kermottuminen ja emulsion hajoaminen**
- **Erotaa O/W- ja W/O-emulsiot toisistaan**
- **Selittää misellin, emulsion ja mikroemulsion erot**
- **Luetella eri tapoja stabilisoida emulsioita ja osaat myös tarkemmin selittää steerisen ja sähköstaattisen stabiloinnin mekanismit**
- **Antaa esimerkkejä emulsioista**
- **Kertoa mikä yhdistää emulsion ja vaahdon**

Yhteenveto

- Emulsio on kolloidi ja koostuu dispergoituneesta faasista (nestepisarat) jotka ovat dispergoituneet jatkuvaan faasiin (toinen neste)
- Emulgointiainetta käytetään emulsion stabilointiin, se adsorboituu neste–neste-rajapintaan vähentäen pintajännitystä
 - Pinta-aktiiviset aineet, proteiinit, polymeerit, nanopartikkelit
 - Steerinen ja elektrostaattinen stabilointi



Emulsion stabiliteetti ja hajoaminen



Kirjallisuus

- **Interfacial Science: An Introduction, Barnes & Gentle**
 - Luku 6
- **Foundations of Colloid Science, Hunter**
 - (Kolloidisten dispersioiden valmistaminen 1.4.1), Emulsiot 1.4.4, Stabilointi 1.6, Koaguloinnista 1.6.2, Steerinen stabilointi 1.7.1
- **Surface chemistry of surfactants and polymers, Kronberg & Holmberg & Lindman**
 - Luvusta 24 sivut 431-432 ja 441
 - Luku 5 faasidiagrammeista
 - *Faasidiagrammeista myös täällä*

Projektityön ensimmäinen palautus

- **Yes/No: Yes= ei asiavieheitä voitte tulostaa posterin**

Posteritulostus (tarkemmat oheet tulossa MyCourseen)

Lisäohjeita posteritulostukseen.

Käykää täyttämässä Unigrafian tilauslomakkeen:

<https://shop.unigrafia.fi/painotuotteet/>

Huomatkaa seuraavat asiat:

Koko A1, mattapaperi 140 g, ei laminointia, noudatte itse, ei kuljetusputkea

Tiedosto pdf-muodossa.

Kun olette ladanneet posteritiedoston pdf muodossa: Painakaa ”lisää ostoskoriin”. Seuraavalla sivulla klikkaa ”mene kassalle”. Asiakastiedot sivulla on alakulmassa vaihtoehtona ”Maksa paytrailin kautta” tai ”Laskutus”. **Klikatkaa ”laskutus”**. Muistakaa vielä muuttaa toimitus ”**nouto Otaniemi**” eikä nouto Pitäjänmäki. Sen jälkeen alla oleva tieto löytänee oikeat paikat.