

Koloidy

czyli co mają ze sobą wspólnego: smog, majonez i greckie
Ouzo

Michał Wasiak

Katedra Chemii Fizycznej



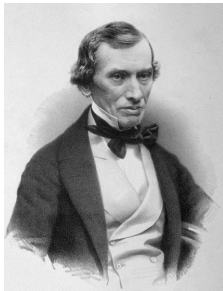
**WYDZIAŁ
CHEMII**
Uniwersytet Łódzki



Mieszanina – układ co najmniej dwóch substancji chemicznych (pierwiastków lub związków chemicznych)

- ▶ Jednorodne (składniki tworzą jedną fazę) – roztwory
- ▶ Niejednorodne

Koloid – gr. *kólla* ‘klej’, *eídos* ‘postać’
Nazwę *koloid* wprowadził w 1861 r. Thomas Graham



Rys. 1. Thomas Graham (1805 – 1869)

Układ koloidalny:

- ▶ jeden składnik stanowi fazę ciągłą (rozpraszającą, dyspersyjną), drugi rozproszoną.
- ▶ cząstki rozproszone mają średnicę rzędu 1 (grubość powierzchni międzyfazowej to 0,5 – 2 nm) – 100 nm (umownie).
- ▶ cząstki rozproszone mają jednakowe rozmiary układ – izo- lub monodispersyjny,
- ▶ cząstki rozproszone mają różne rozmiary – polidispersyjny

Podział koloidów

- ▶ koloidy cząsteczkowe - fazę rozproszoną stanowią pojedyncze makrocząsteczki, o dużych masach cząsteczkowych np. polimery, hemoglobina.
- ▶ koloidy fazowe - powstają poprzez rozdrobnienie większych cząsteczek lub strącenie roztworów właściwych.
- ▶ koloidy asocjacyjne (micelarne) - powstają samorzutnie na skutek skupienie się dużej liczby małych cząsteczek w agregaty.

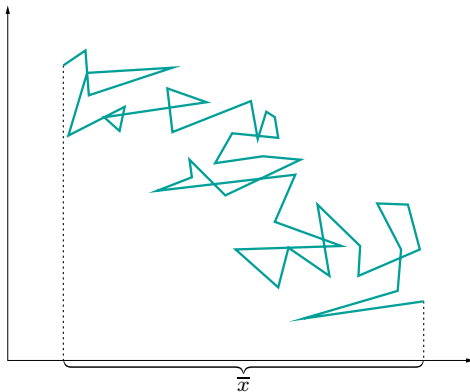
Tab. 1. Rodzajów koloidów fazowych

faza rozproszona	faza rozpraszająca	nazwa	przykład
ciecz	gaz	aerozole ciekłe	mgły, chmury
ciecz	ciecz	emulsje	mleko, białko jaj
ciecz	ciało stałe	żele (emulsje stałe)	kwarc mleczny
ciało stałe	gaz	aerozole stałe	dym, kurz
ciało stałe	ciecz	zole (zawiesiny)	farby, leki
ciało stałe	ciało stałe	zole stałe	kolorowe szkła
gaz	ciało stałe	piany stałe	pumeks
gaz	ciecz	piany	piana mydlana

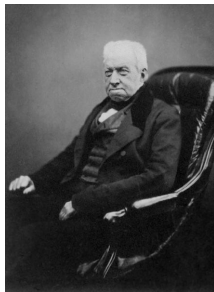
Smog – dymomgła – od dwóch angielskich słów *smoke* (dym) i *fog* (mgła).

Zanieczyszczenie powietrza powstające na skutek działalności (m.in. pyły) człowieka oraz zjawisk naturalnych: znacznego zamglenia (krople wody zawieszona w powietrzu) i bezwietrznej pogody

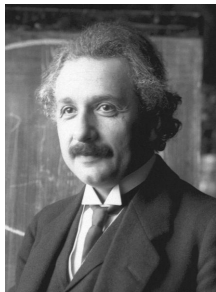
Charakterystyczne właściwości układów koloidalnych



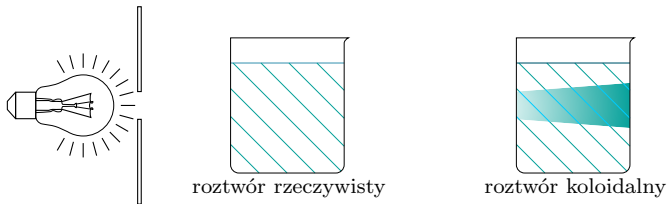
Rys. 2. Ruchy Browna



Rys. 3. Robert Brown (1773 – 1858)



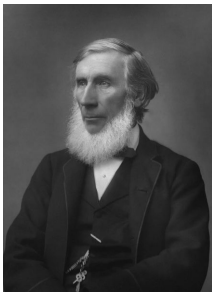
Rys. 4. Albert Einstein (1879 – 1955), Marian Smoluchowski (1872 – 1917)



Rys. 5. Efekt Tyndalla



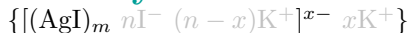
Rys. 6. Efekt Tyndalla



Rys. 7. John Tyndall (1820 – 1893)

Struktura koloidów

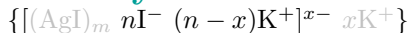
Koloidy Fazowe



- ▶ jądro
- ▶ warstwa adsorpcyjna
- ▶ warstwa dyfuzyjna

Struktura koloidów

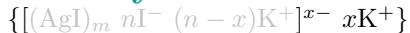
Koloidy Fazowe



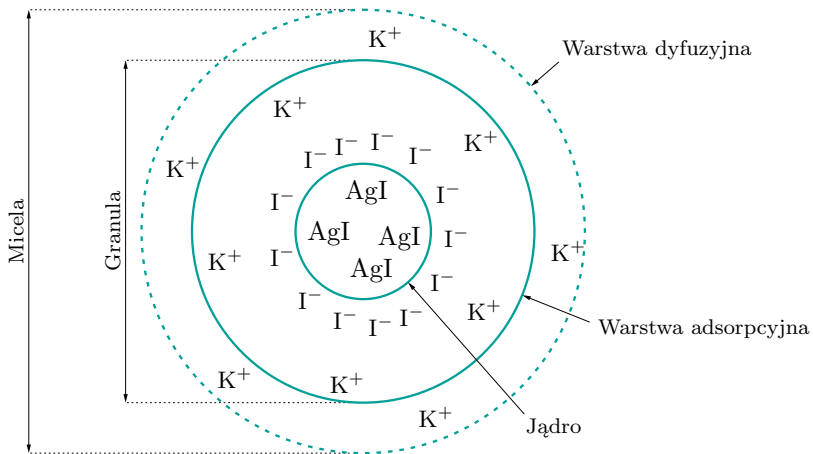
- ▶ jądro
- ▶ warstwa adsorpcyjna
- ▶ warstwa dyfuzyjna

Struktura koloidów

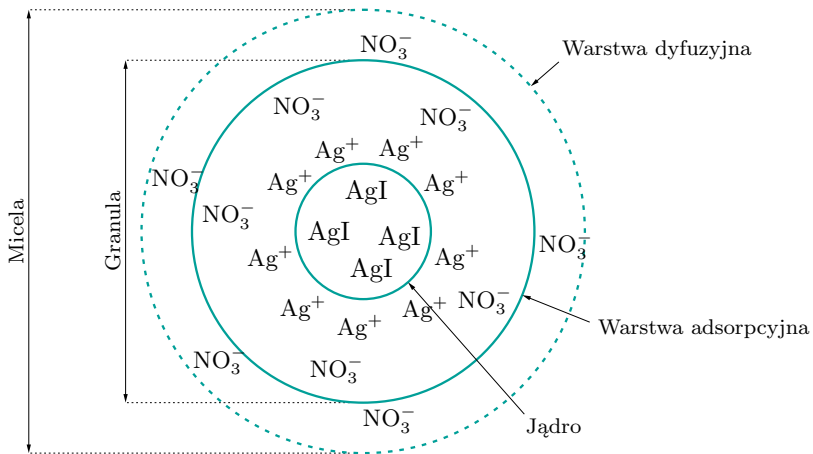
Koloidy Fazowe



- ▶ jądro
- ▶ warstwa adsorpcyjna
- ▶ warstwa dyfuzyjna

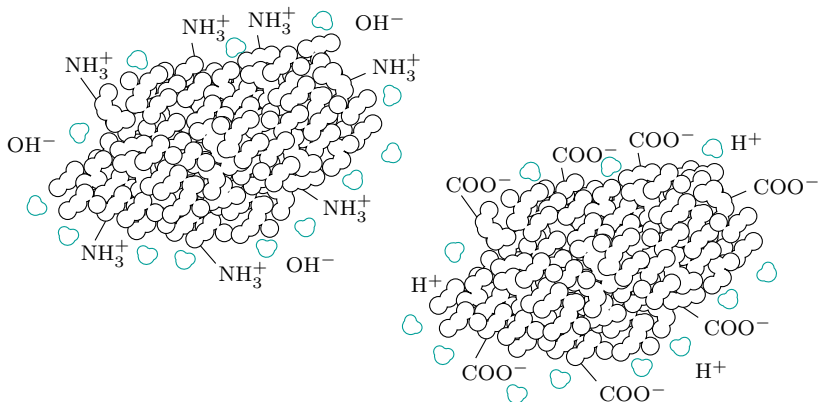


Rys. 8. Schemat budowy miceli AgI

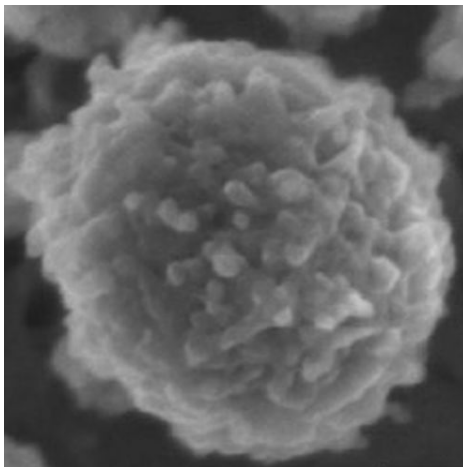


Rys. 8. Schemat budowy miceli AgI

Koloidy Cząsteczkowe



Rys. 9. Schemat budowy cząsteczki białka w roztworze

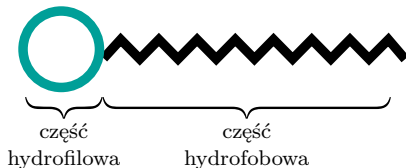


Rys. 10. Zdjęcie miceli kazeiny (mikroskop elektronowy)

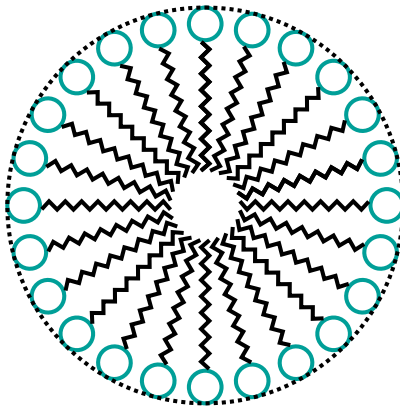
P. Hristov, I. Mitkov, D. Sirakova, I. Mehandgiiski, G. Radoslavov, Milk Proteins - From Structure to Biological Properties and Health Aspects, Dr. Isabel Gigli (Ed.), InTech, 2016, DOI: 10.5772/62779.

Koloidy asocjacyjne

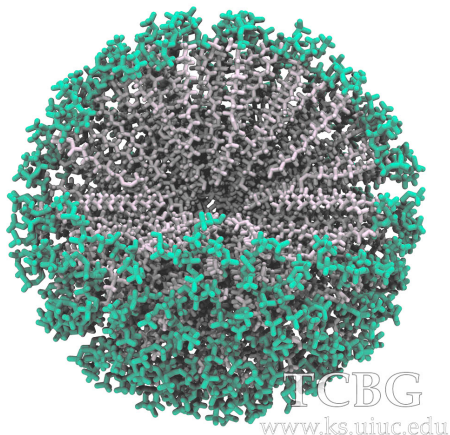
Związki powierzchniowo czynne – Surfaktanty (ang. *surface active agents*)



Rys. 11. Schemat budowy cząsteczki związku powierzchniowo czynnego (surfaktantu)



Rys. 12. Schemat budowy miceli



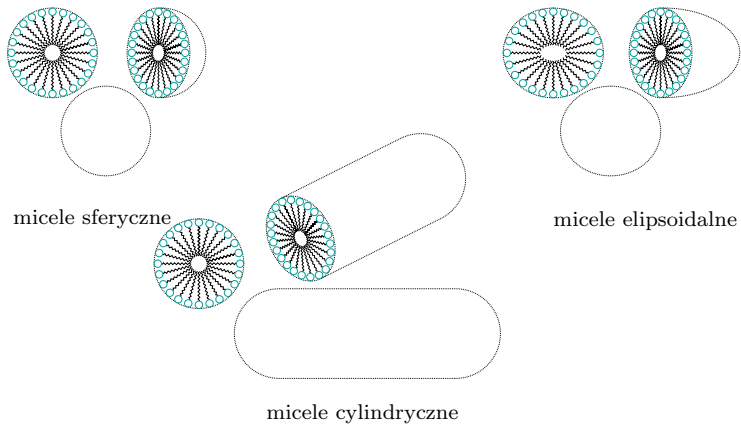
Rys. 13. Model miceli

This image was made with VMD/NAMD/BioCoRE/JMV/other software support.
VMD/NAMD/BioCoRE/JMV/ is developed with NIH support by the Theoretical and Computational Biophysics group at the Beckman Institute, University of Illinois at Urbana-Champaign
<http://www.ks.uiuc.edu/>

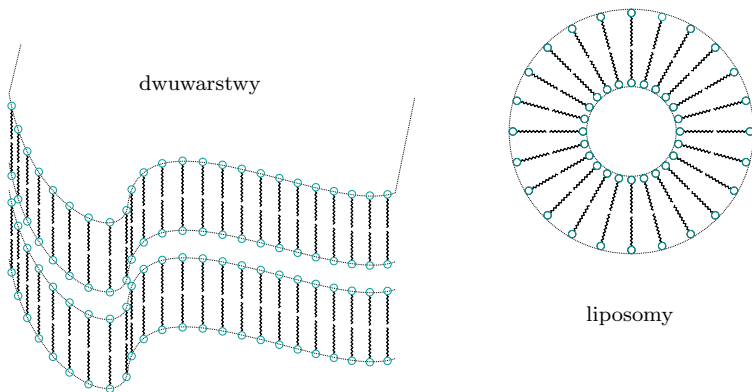


Rys. 13. Model miceli

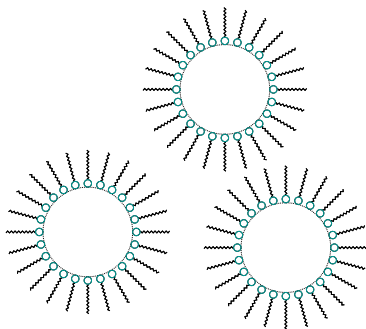
This image was made with VMD/NAMD/BioCoRE/JMV/other software support.
VMD/NAMD/BioCoRE/JMV/ is developed with NIH support by the Theoretical and Computational
Biophysics group at the Beckman Institute, University of Illinois at Urbana-Champaign
<http://www.ks.uiuc.edu/>



Rys. 14. Różne formy micel



Rys. 14. Różne formy micel



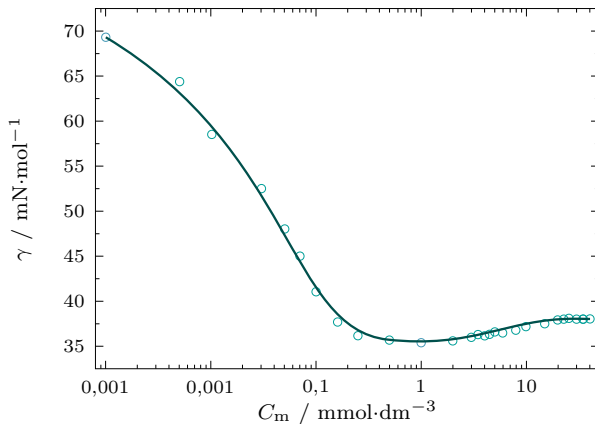
micele odwrócone

Rys. 14. Różne formy micel

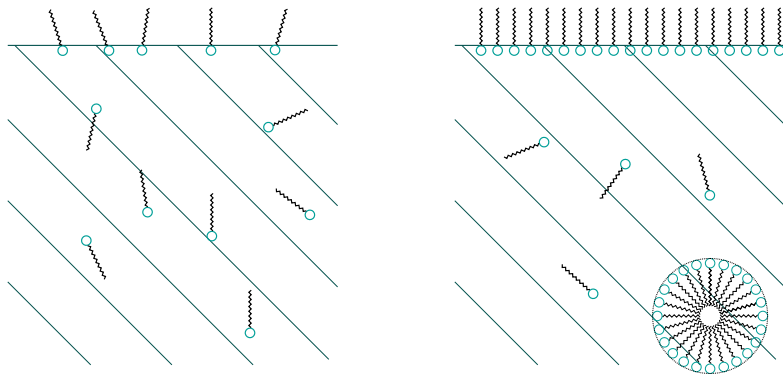
Związki powierzchniowo czynne. Proces micelizacji

- ▶ Dlaczego związki te nazywają się powierzchniowo czynne?
- ▶ Dlaczego ulegają procesowi agregacji (micelizacji)?

Napięcie powierzchniowe – wynika z niezrównoważenia sił działających na cząsteczki znajdujące się na powierzchni cieczy (z jednej strony inne cząsteczki z wnętrza cieczy, z drugiej cząsteczki np. powietrza) – siła przeciwstawiająca się zwiększaniu powierzchni skutkiem czego zewnętrzna warstwa cieczy zachowuje się jak sprężysta membrana.

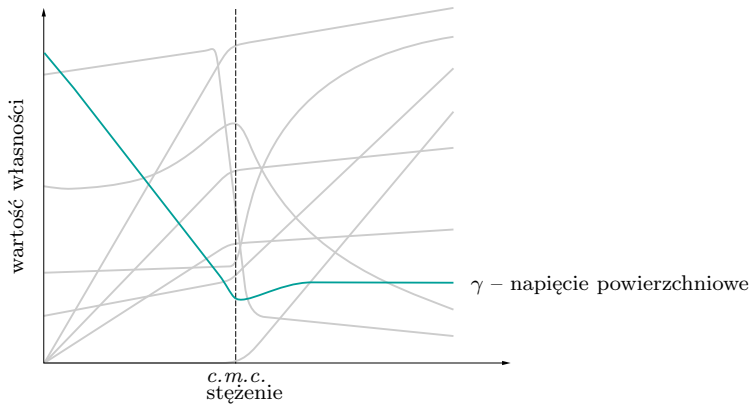


Rys. 15. Napięcie powierzchniowe wodnego roztworu siarczanu dodecylosodowego jako funkcja stężenia

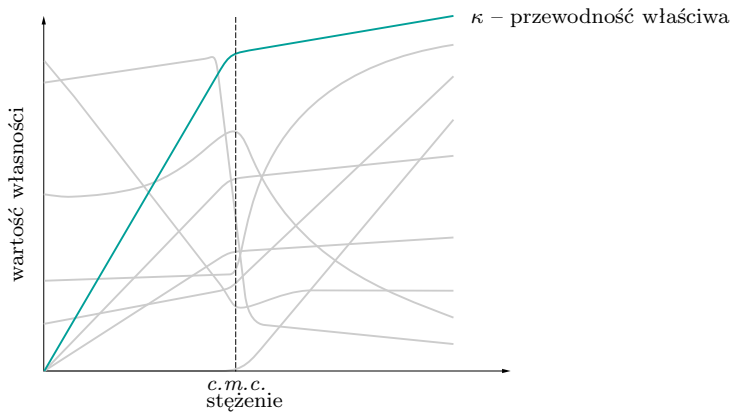


Rys. 16. Orientacja cząsteczek surfaktantu na powierzchni cieczy

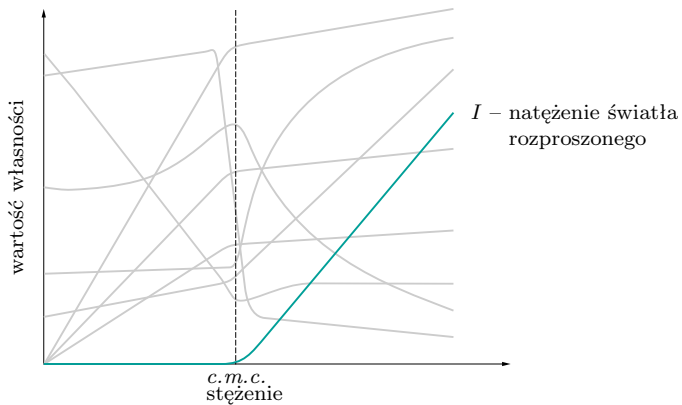
Krytyczne stężenie micelizacji (*c.m.c.* – *critical micelle concentration*)



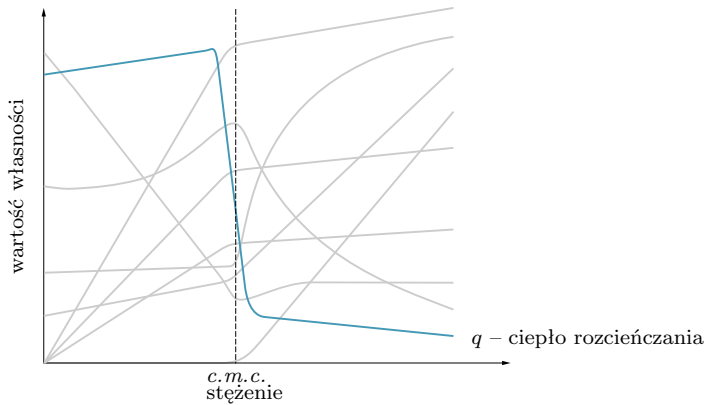
Rys. 17. Krytyczne stężenie micelizacji



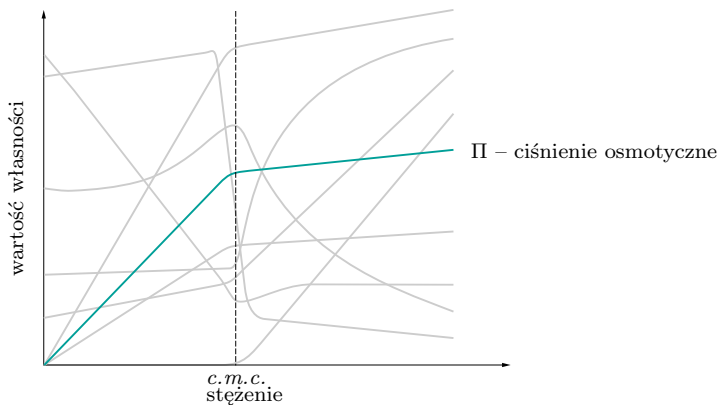
Rys. 17. Krytyczne stężenie micelizacji



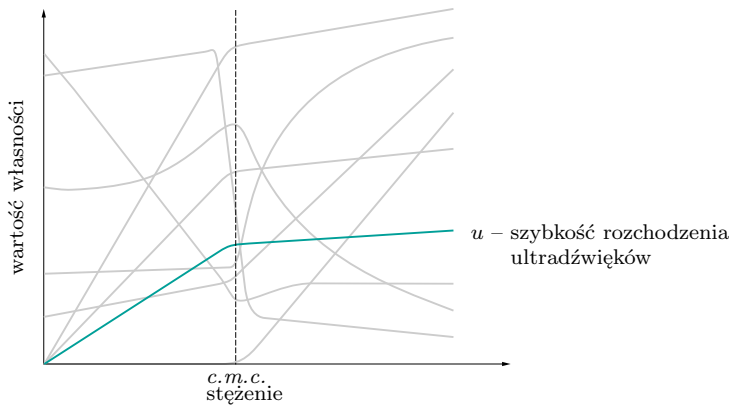
Rys. 17. Krytyczne stężenie micelizacji



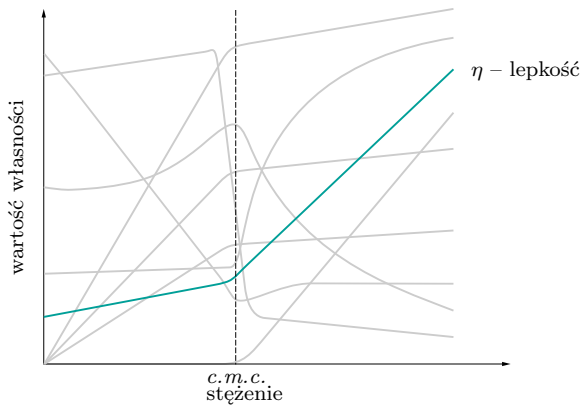
Rys. 17. Krytyczne stężenie micelizacji



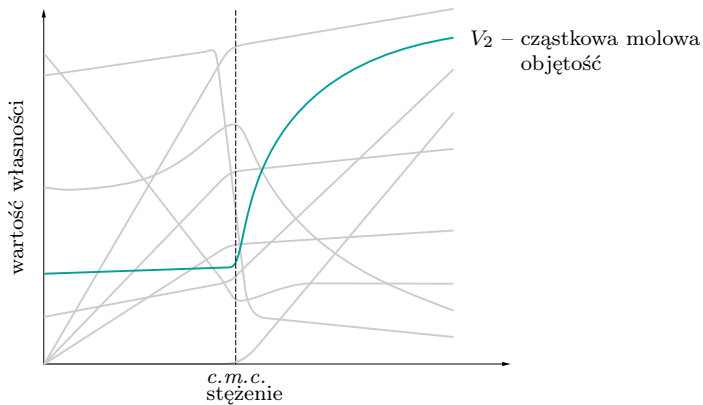
Rys. 17. Krytyczne stężenie micelizacji



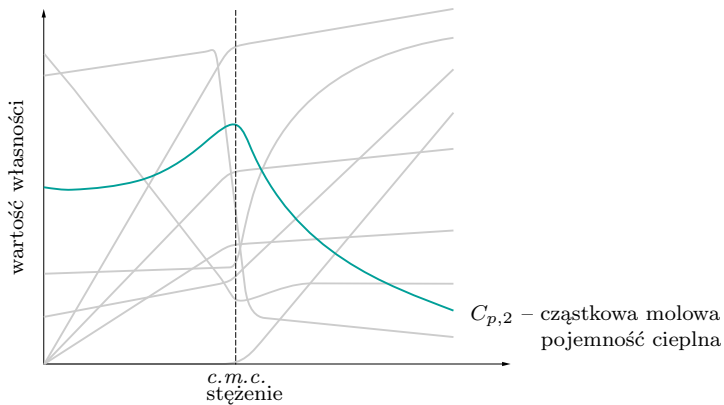
Rys. 17. Krytyczne stężenie micelizacji



Rys. 17. Krytyczne stężenie micelizacji



Rys. 17. Krytyczne stężenie micelizacji



Rys. 17. Krytyczne stężenie micelizacji

Związki powierzchniowo czynne

Podział

Klasyfikacja według budowy chemicznej cząsteczki

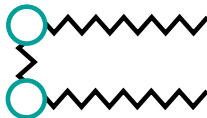
- ▶ klasyczne



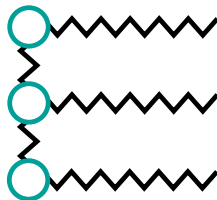
- ▶ bolaformowe



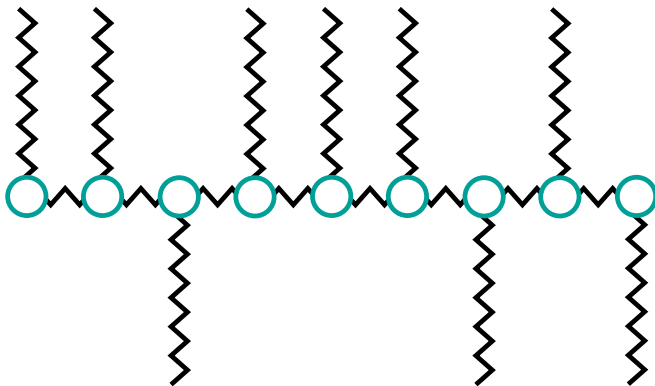
- ▶ geminalne (gemini)



► trimeryczne



▶ polimeryczne



- ▶ kopolimery dwublokowe



- ▶ związki chiralne



Klasyfikacja według liczby elementów strukturalnych cząsteczki

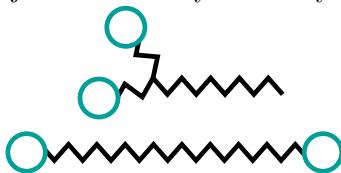
- ▶ jedna głowa polarna i jeden łańcuch hydrofobowy



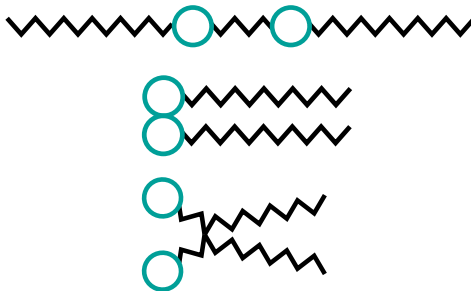
- ▶ jedna głowa polarna i dwa łańcuchy hydrofobowe



- ▶ dwie głowy polarne jeden łańcuch hydrofobowy



- ▶ dwie głowy polarne dwa łańcuchy hydrofobowe



Klasyfikacja według właściwości części polarnej

- ▶ jonowe
anionowe



kationowe



amfoteryczne



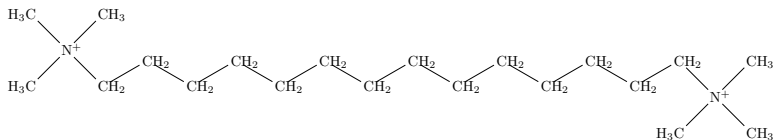
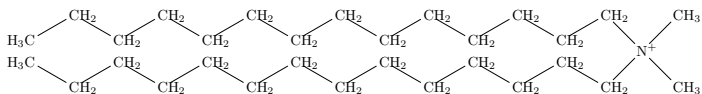
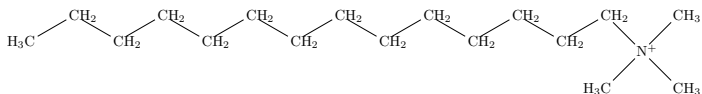
mezojonowe



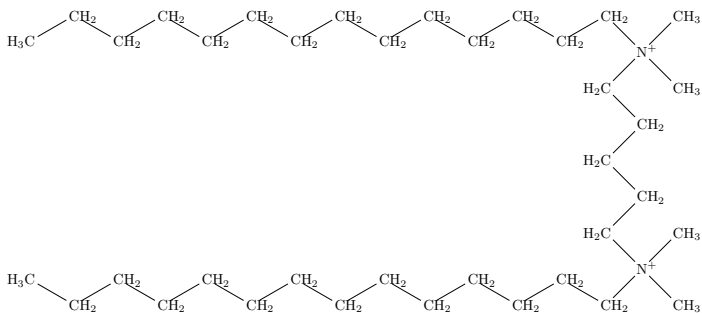
Klasyfikacja według właściwości części polarnej c.d.

- ▶ niejonowe

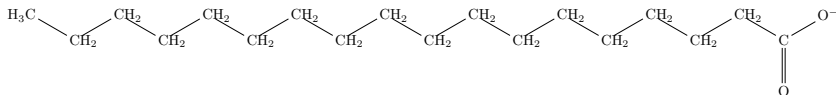




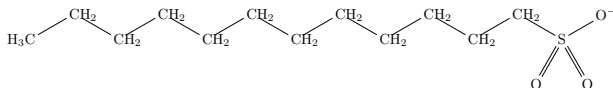
Rys. 18. Przykłady cząsteczek różnych związków powierzchniowo czynnych (surfaktantów)



Rys. 18. Przykłady cząsteczek różnych związków powierzchniowo czynnych (surfaktantów)



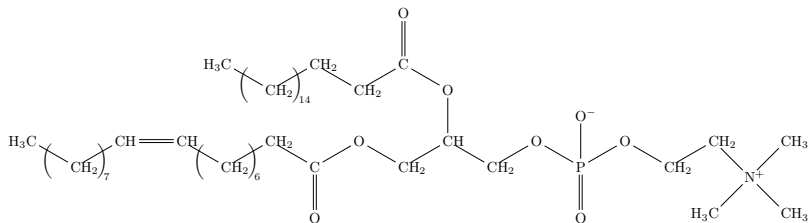
Stearynian sodu – mydło



Dodecylosiarczan sodu (ang. *sodium dodecyl sulfate* - SDS)

Laurylosiarczan sodu (ang. *sodium lauryl sulfate* SLS)

Rys. 18. Przykłady cząsteczek różnych związków powierzchniowo czynnych (surfaktantów)



Lecytyna – składnik żółtka kurzego jaja

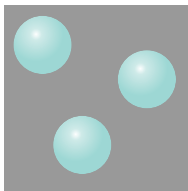
Rys. 18. Przykłady cząsteczek różnych związków powierzchniowo czynnych (surfaktantów)

Emulsje

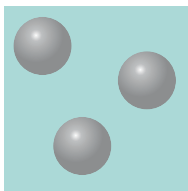
Układ heterogeniczny składający się z dwóch niemieszających się cieczy – jedna stanowi fazę ciągłą, druga rozproszoną. Jedną cieczą jest woda (W) drugą nierozpuszczalna w wodzie ciecz (czysta substancja bądź mieszanina) zwana zwyczajowo olejem (O).

Termodynamicznie nie trwałe.

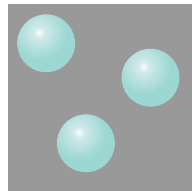
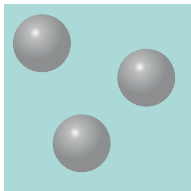
- ▶ woda w oleju W/O



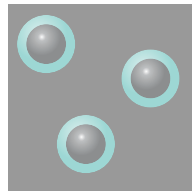
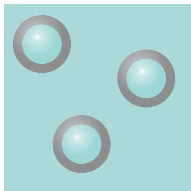
▶ olej w wodzie O/W



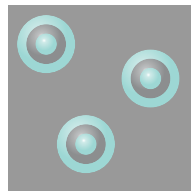
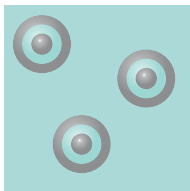
▶ proste

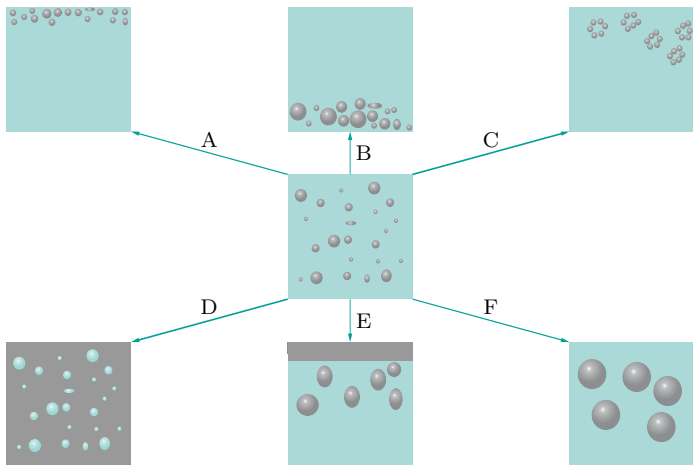


▶ podwójne



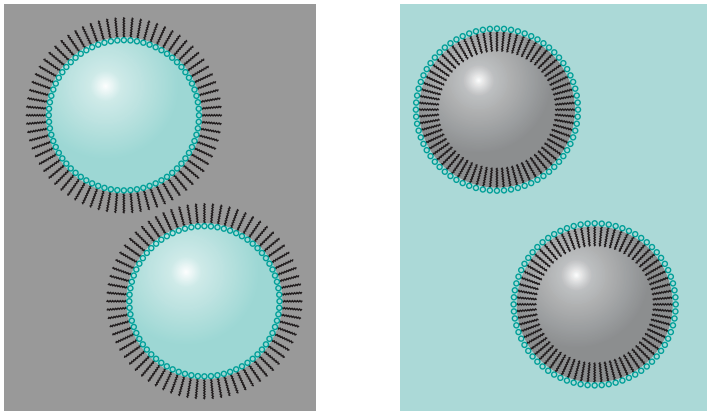
► wielokrotne





Rys. 19. Procesy destabilizacji emulsji, A – śmietankowanie, B – sedymentacja, C – flokulacja, D – inwersja faz, E – koalescencja, F – dojrzewanie Ostwaldowskie

Stabilizacja emulsji – użycie emulgatora – surfaktantu



Rys. 20. Rozmieszczenie cząsteczek surfaktantu w emulsji

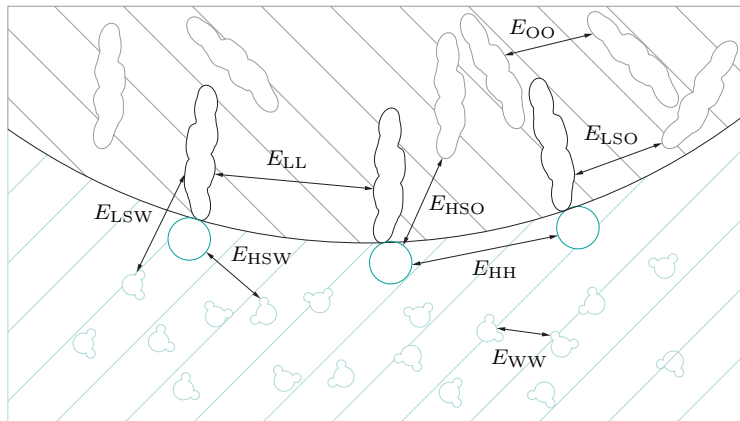
Majonez (wikipedia) – (z fr. *sauce mayonnaise*) – zimny, emulsyjny sos, o szerokim zastosowaniu. Głównym składnikiem klasycznego majonezu jest oliwa z dodatkiem surowego żółtka (lecytyna), jako składnika emulgującego, przyprawiona octem winnym lub cytryną, solą i białym pieprzem.

Mikroemulsje

Pozornie jednolita mieszanina wody i oleju z dużą ilością surfaktantu (kosurfaktantu)

Tworzą się spontanicznie

Stabilne termodynamicznie

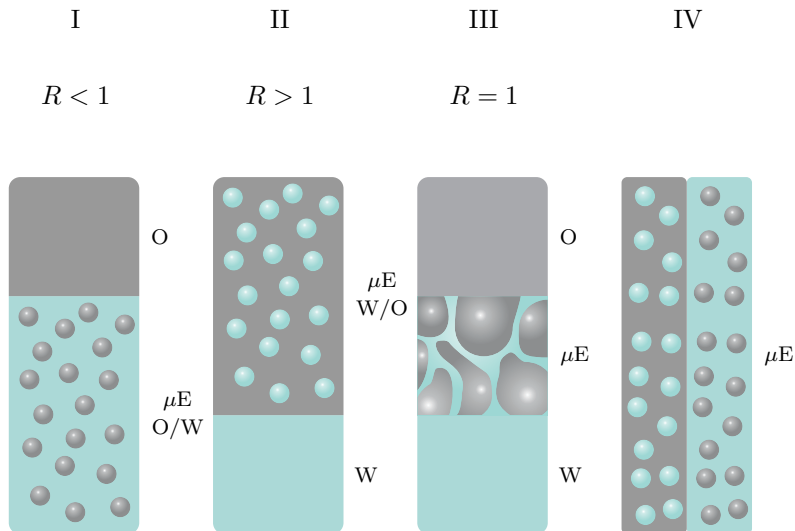


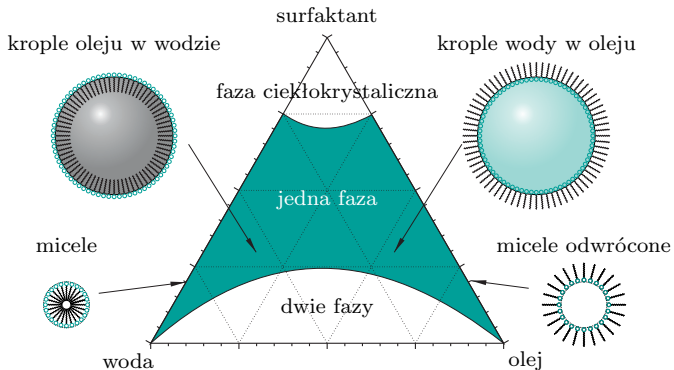
Rys. 21. Rodzaje oddziaływań międzycząsteczkowych w mikroemulsjach

Podział mikroemulsji według Winsora

$$R = \frac{E_{HSO} + E_{LSO} - E_{OO} - E_{LL}}{E_{HSW} + E_{LSW} - E_{WW} - E_{HH}}$$

Podział mikroemulsji według Winsora





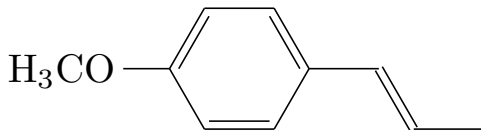
Rys. 22. Diagram fazowy mikroemulsji

Emulsje bezsurfaktantowe



Rys. 23. Grecka wódka Ouzo

Ouzo (gr. *ούζο*) – grecka wódka o zawartości alkoholu do 48%, aromatyzowana anyżem (anyżkiem). Podawana zazwyczaj z wodą (w dodatkowej szklance); po rozcieńczeniu wodą zmienia kolor na mleczny.



Rys. 24. Anetol – główny składnik olejku anyżowego

Efekt Ouzo

Powstawanie trwałych emulsji bezsurfaktantowych w układzie:

Woda – drugi rozpuszczalnik – substancja hydrofobowa (olej)

np.

woda – etanol – toluen

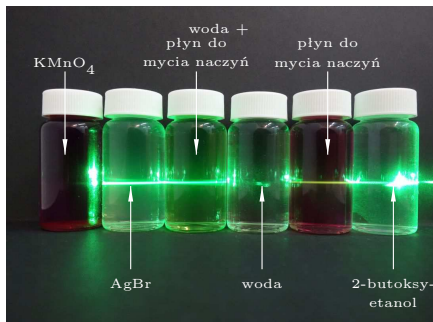
woda – etanol – diwinylobenzen

woda – acetonitryl – diwinylobenzen

Warunki zajścia zjawiska:

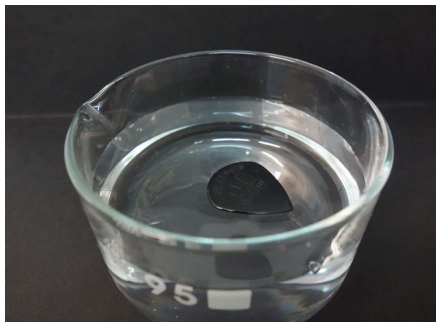
- ▶ woda i drugi rozpuszczalnik muszą się mieszać w dowolnym stosunku
- ▶ składnik hydrofobowy musi się dobrze rozpuszczać w drugim rozpuszczalniku, a nie rozpuszczać w wodzie
- ▶ mieszanie powinno być szybkie

Dziękuję za uwagę !!!



Rys. 25. Efekt Tyndala

Wiązka światła z lasera jest widoczna na skutek rozpraszania tylko w roztworach koloidalnych.

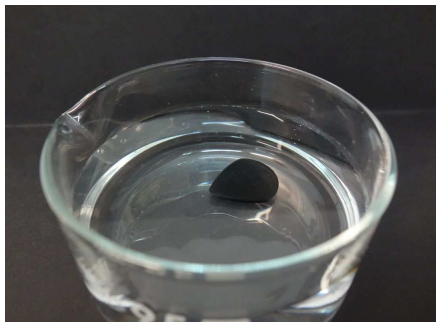


Rys. 26. Obniżenie napięcia powierzchniowego przez dodatek surfaktanta

Po umieszczeniu przedmiotu na powierzchni wody, napięcie powierzchniowe powstrzymuje go przed zatonięciem. Po zanurzeniu przedmiotu pod powierzchnię, przedmiot tonie.

Nie możliwe jest umieszczenie przedmiotu na powierzchni wody z dodatkiem płynu do mycia naczyń zawierającego surfaktant, przedmiot od razu tonie.

Surfaktant obniża napięcie powierzchniowe wody.



Rys. 26. Obniżenie napięcia powierzchniowego przez dodatek surfaktanta

Po umieszczeniu przedmiotu na powierzchni wody, napięcie powierzchniowe powstrzymuje go przed zatonięciem. Po zanurzeniu przedmiotu pod powierzchnię, przedmiot tonie.

Nie możliwe jest umieszczenie przedmiotu na powierzchni wody z dodatkiem płynu do mycia naczyń zawierającego surfaktant, przedmiot od razu tonie.

Surfaktant obniża napięcie powierzchniowe wody.



Rys. 26. Obniżenie napięcia powierzchniowego przez dodatek surfaktanta

Po umieszczeniu przedmiotu na powierzchni wody, napięcie powierzchniowe powstrzymuje go przed zatonięciem. Po zanurzeniu przedmiotu pod powierzchnię, przedmiot tonie.

Nie możliwe jest umieszczenie przedmiotu na powierzchni wody z dodatkiem płynu do mycia naczyń zawierającego surfaktant, przedmiot od razu tonie.

Surfaktant obniża napięcie powierzchniowe wody.



Rys. 27. Efekt Ouzo w układzie Etanol – Toluen – Woda

Mieszania etanolu, toluenu i wody o zawartości wody ok. 30%_{wag.} jest przejrzysta.

Po gwałtownym dodaniu jej do wody, tak że zawartość wody w mieszaninie wzrasta do 80%_{wag.} mieszanina staje się mleczno biała. Dzieje się tak na skutek tworzenie bezurfaktantowej emulsji, a zjawisko to nazywa się efektem Ouzo.



Rys. 27. Efekt Ouzo w układzie Etanol – Toluen – Woda

Mieszania etanolu, toluenu i wody o zawartości wody ok. 30%_{wag.} jest przejrzyste.

Po gwałtownym dodaniu jej do wody, tak że zawartość wody w mieszaninie wzrasta do 80%_{wag.} mieszanina staje się mleczno biała. Dzieje się tak na skutek tworzenie bezurfaktantowej emulsji, a zjawisko to nazywa się efektem Ouzo.