

# **ĆWICZENIE 2 - OTRZYMYWANIE EMULSJI TYPU O/W I W/O Z ZASTOSOWANIEM EMULGATORÓW O RÓŻNYCH WARTOŚCIACH HLB. BADANIE WŁAŚCIWOŚCI EMULSJI**

## **CEL ĆWICZENIA**

- Celem ćwiczenia jest uzyskanie emulsji typu O/W i W/O z użyciem emulgatorów różniących się wartościami HLB oraz zbadanie właściwości otrzymanych emulsji.

## **ZAGADNIENIA**

- Budowa, rodzaje i właściwości emulsji.
- Otrzymywanie emulsji (reguła Bancrofta).
- Sposoby określania typu emulsji.
- Budowa, właściwości i rodzaje emulgatorów.
- Równowaga hydrofilowo - lipofilowa (HLB).
- Stabilność emulsji.
- Łamanie emulsji.
- Procesy powodujące destabilizację emulsji.
- Zastosowania emulsji.

## **CZEŚĆ TEORETYCZNA**

Emulsja to układ koloidalny, w skład którego wchodzi dwie niemieszające się ciecze o przeciwnym charakterze chemicznym, czyli ciecz polarna oraz ciecz niepolarna. Ciecze niepolarne określa się na ogół mianem oleju, a ciecze polarne wody. Jedną z cieczy tworzących emulsję stanowi fazę rozproszoną występującą w postaci małych kropelek (zakres średnic od  $10^{-7}$  do  $10^{-9}$  m) zdyspergowanych w drugiej cieczy stanowiącej fazę ciągłą. Ze względu na duży stopień rozdrobnienia fazy rozproszonej emulsja pozornie wygląda na układ jednorodny (homogeniczny), ale jej niejednorodną (heterogeniczną) strukturę można zaobserwować pod mikroskopem. Emulsje są układami niestabilnymi, które po ich utworzeniu z użyciem siły mechanicznej (mieszanie), szybko się rozwarstwiają. Dlatego, aby emulsja była trwała (lub przynajmniej trwalsza) konieczny jest dodatek substancji stabilizującej, tak zwanego emulgatora np. sufraktantu. Emulsje są często spotykanymi

układami koloidalnym. Są to np. mleko, masło, majonez, śmietana, lody, lateks, asfalt, a także większość maści i kremów.

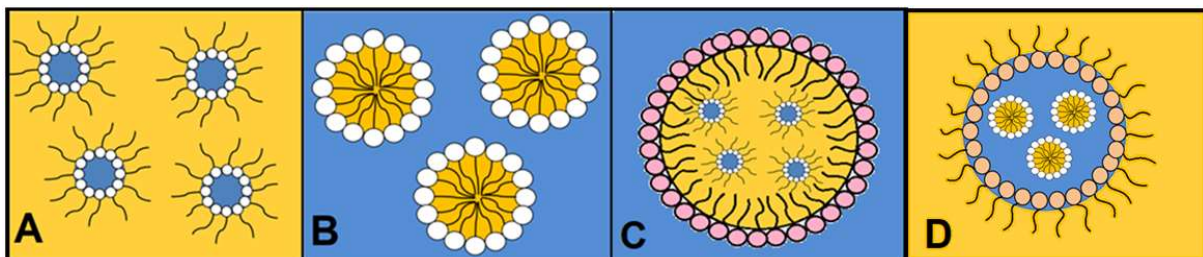
## Rodzaje emulsji

Emulsje można podzielić korzystając z różnych kryteriów. Podział emulsji ze względu na rodzaj fazy rozproszonej pozwala wyróżnić trzy typy emulsji:

- Olej w wodzie (O/W): olej dysperguje się w wodzie,
- Woda w oleju (W/O): kropelki wody rozproszone w oleju,
- Emulsje wielokrotne typu woda/olej/woda (W/O/W) i typu olej/woda/olej (O/W/O).

Drugim kryterium, służącym do wskazania typów emulsji jest rozmiar kropelek fazy rozproszonej. W oparciu o to kryterium można wyróżnić

- makroemulsje o średnicy kropelek w zakresie 200 nm – (500 nm) 1000 nm,
- mikroemulsje o średnicy kropelek w zakresie 10 nm - (60 nm) 200 nm.



Rys. 1. Rodzaje emulsji: A – emulsja woda w oleju (W/O), B – emulsja olej w wodzie O/W, C – emulsja wielokrotna W/O/W oraz D – emulsja wielokrotna O/W/O.

## Otrzymywanie emulsji

Najprostszym sposobem otrzymywania emulsji mechaniczne wstrząsanie obu cieczy, w odpowiednich wstrząsarkach lub mieszanie przy użyciu szybko obracających się mieszadeł. Zastosowana praca mechaniczna powoduje wzrost energii powierzchniowej układu ze względu na zwiększenie się powierzchni międzyfazowej kropelka oleju/woda. Wzrost tej energii jest tym większy, im wyższy jest stopień dyspersji. Dlatego też emulsje są tym mniej trwałe, im więcej energii wprowadzone zostanie do układu. Kiedy mieszanina oleju i wody jest energicznie wstrząsana lub poddawana działaniu ultradźwięków w obecności emulgatora, tworzą się jednocześnie kropelki oleju w wodzie i kropelki wody w oleju. Oba te rodzaje

kropelek mają silną tendencję do koalescencji\*. Ich zderzenie jest możliwe dzięki występowaniu ruchów Browna. Prawdopodobieństwo zderzeń pomiędzy kropelkami maleje przy zwiększaniu lepkości i obniżaniu temperatury układu. Podobny efekt uzyskuje się dzięki elektrostatycznemu odpychaniu się kropelek w wyniku adsorpcji substancji polarnych lub jonów. Do przemysłowego otrzymywania emulsji najczęściej stosuje się też urządzenia dyspergujące, które rozbijają duże krople na mniejsze. Nowoczesną metodą przemysłową jest otrzymywanie emulsji przy pomocy ultradźwięków. Niemieszające się ze sobą ciecze umieszcza się w polu ultradźwiękowym o oscylacji kilkuset tysięcy drgań na sekundę. Rodzaj powstającej emulsji zależy od kilku czynników. Do najważniejszych z nich należą:

- charakter chemiczny i stężenie emulgatora (Reguła Bancrofta),
- względna szybkość koalescencji dwóch rodzajów kropelek,
- stosunek ilości oleju do ilości wody użytych do otrzymania emulsji, w przypadku dużej przewagi jednej z faz otrzymuje się emulsję, w której faza występująca w nadmiarze jest ośrodkiem rozpraszającym,
- temperatura,
- obecność innych substancji w układzie,
- w przypadku użycia emulgatorów stałych (np. tworzenie emulsji Pickering) warunki zwilżania.

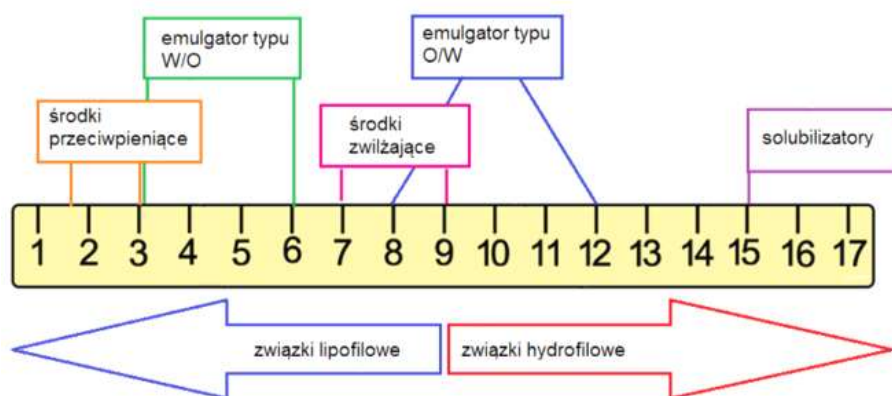
**Reguła Bancrofta** – dotyczy rodzaju tworzącej się emulsji. Według Bancrofta fazę ciągłą stanowi ta faza, w której emulgator rozpuszcza się lepiej. W związku z tym hydrofilowy emulgator będzie sprzyjał wytworzeniu emulsji typu O/W, a emulgator hydrofobowy emulsji typu W/O. Wynika to stąd, że emulgator tworzy na granicy faz swoistą warstewkę (błonę) o różnych wartościach napięcia międzyfazowego względem fazy wodnej i olejowej. Powierzchnie błony są w różnym stopniu zwilżane przez wodę i olej. Na skutek różnicy napięć błona ulega wygięciu, stając się wklęsła od strony cieczy gorzej zwilżającej jej powierzchnię. Ciecz ta stanowić będzie zatem fazą rozproszoną.

W celu ułatwienia przewidywania typu emulsji Griffin stworzył tak zwaną skalę HLB wykorzystując zaproponowany przez Clayтона **parametr HLB, nazywany równowagą hydrofilowo-lipofilową**. Parametr ten przedstawia stosunek równoczesnej rozpuszczalności

---

\* **koalescencja** – to proces polegający na stopniowym łączeniu się ze sobą cząstek fazy rozproszonej (np. kropli cieczy), co zmniejsza stopień dyspersji układu. Doprowadza to do rozbicia emulsji na odrębne fazy. Proces koalescencji zachodzący w chmurach prowadzi do powstawania kropli deszczu.

emulgatora w fazie wodnej i olejowej i określa skuteczność danego emulgatora w wytwarzaniu określonego rodzaju emulsji. Znajomość wartości HLB dla danej substancji informuje o tym w jakim stopniu dany emulgator jest hydrofilowy czy lipofilowy. HLB przyjmuje wartość 0 dla substancji całkowicie hydrofobowej (lipofilowej), a 20 dla substancji całkowicie hydrofilowej (lipofobowej). Wartości HLB przypisywane są najczęściej surfaktantom niejonowym na podstawie wyników przeprowadzonych badań. Wielkość ta ma charakter addytywny, tzn. dla mieszaniny związków powierzchniowo czynnych jest sumą odpowiednich wartości jej składników pomnożonych przez ich zawartość procentową.



**Rys. 2.** Skala HLB z zaznaczeniem potencjalnych zastosowań substancji w zależności od wartości równowagi hydrofilowo-lipofilowej.

Dwoma najważniejszymi metodami określania wartości liczby HLB są metoda Griffin'a (dla surfaktantów niejonowych) i metoda Davies'a uwzględniająca wpływ silniejszych i słabszych grup hydrofilowych na wartość HLB.

Należy podkreślić, że większość emulgatorów zawiera zarówno grupę hydrofilową (np. karboksylową, wodorotlenkową, estrową, sulfonową lub nitrową) jak i hydrofobową (rodniki alkilowe, grupa fenyłowa, naftyłowa). Między tymi grupami istnieje pewna równowaga jednak z niewielką przewagą jednej z tych części determinującej rodzaj emulgatora.

### Sposoby rozpoznawania typu emulsji

Chcąc określić typ wytworzonej emulsji można posłużyć się następującymi sposobami:

- Dodać pewną ilość jednej z cieczy tworzących emulsje i obserwować jej rozpuszczalność. Jeśli dodawaną cieczą jest woda i łatwo rozpuszcza się ona w emulsji to badana emulsja jest typu O/W.

- Stosując odpowiedni barwnik, który rozpuszcza się tylko w jednej cieczy (albo w oleju (Sudan III i Sudan IV) albo w wodzie (czerwień metylowa)). Barwnik, który jest rozpuszczalny w oleju, ale nie jest rozpuszczalny w wodzie rozpuścił się równomiernie tylko w emulsji typu W/O. Jeśli emulsja jest typu O/W barwnik nie miesza się z emulsją i pozostaje ona bezbarwna.
- Mierząc przewodnictwo elektryczne, które będzie znacznie większe w przypadku emulsji O/W. Wynika to z przewodności wody oraz obecności jonów np.  $\text{Na}^+$  pochodzących z dysocjacji emulgatora, np. oleinianu sodu.
- Znając liczbę HLB użytego emulgatora można określić typ emulsji.
- Mierząc współczynnik załamania światła badanej emulsji. Współczynnik ten ma inną wartość dla wody, a inną dla oleju. W związku z tym, ta substancja, której wartość współczynnika załamania światła jest bliższa współczynnikowi załamania światła emulsji stanowi fazę ciągłą.

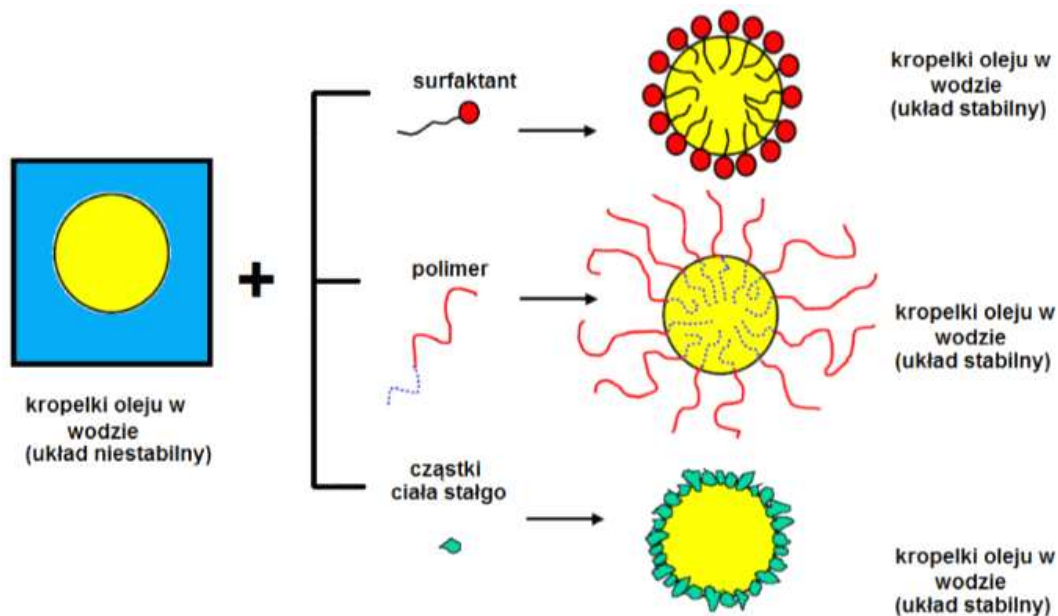
## **Emulgatory**

Jak już wspomniano emulsje są układami niestabilnymi, które szybko się rozwarstwiają. Dlatego w celu zapewnienia lepszej stabilności emulsji konieczny jest dodatek emulgatora. Emulgatory muszą charakteryzować się dobrą aktywnością powierzchniową oraz zdolnością do wytworzenia filmu międzyfazowego. Dodatkowo szybkości ich dyfuzji przez granicę faz musi być porównywalna do czasu tworzenia emulsji. Najczęściej używanymi emulgatorami są:

- Związki powierzchniowo czynne:
  - anionowo czynne (np. stearynian sodu, laurynian potasu, dodecylosiarczan sodowy),
  - kationowo czynne (np. czwartorzędowe sole amoniowe),
  - amfoteryczne (np. kazeina i żelatyna),
  - niejonowe (np. alkohole tłuszczowe i steroidowe, estry wyższych kwasów tłuszczowych, estry glikoli).
- Związki wielkocząsteczkowe tzw. emulgatory polimerowe (tragakanta, guma arabska, pektyny, alginiany, pochodne metylocelulozy), które zapewniają stabilizację steryczną lub elektrosteryczną (polimery jonowe) emulsji. Hydrofilowe zole związków wielkocząsteczkowych np. żelatyna tworzą emulsje typu O/W, a zole związków

wielkocząsteczkowych rozpuszczalnych w rozpuszczalnikach organicznych emulsje typu W/O.

- Drobnie rozdzielone, nierozpuszczalne substancje stałe o właściwościach amfifilowych (krzemionka, węglan wapnia, bentonit, tlenek glinu, sadza), używane np. do stabilizowania emulsji Pickering, zapewniające stabilizację w wyniku oddziaływań hydrofobowych. Substancje stałe, łatwo zwilżalne (np.  $\text{CaCO}_3$ ) lokujące się na powierzchni kropelek i nie dopuszczające do ich zetknięcia stabilizują emulsje typu W/O, zaś substancje hydrofobowe, trudno zwilżalne (np. sadza) stabilizują emulsje typu O/W.



Rys. 3. Rodzaje emulgatorów używanych do wytworzenia stabilnych emulsji.

Mechanizm działania emulgatora z fizykochemicznego punktu widzenia można łatwo wyjaśnić na przykładzie emulsji typu O/W. Gdy do układu emulsyjnego dodana zostanie niewielka ilość emulgatora np. palmitynianu sodowego, jego cząsteczki zaadsorbują się na powierzchni kropelek oleju, w taki sposób, że część polarna zorientuje się w stronę wody, zaś łańcuch węglowodorowy pozostaje w fazie olejowej, utrudniając łączenie się kropelek oleju. W ten sposób na granicy międzyfazowej dwóch niemieszających się cieczy powstaje monomolekularna warstwa stabilizująca. Ponadto, dzięki ujemnemu ładunkowi elektrycznemu, jaki uzyskuje kropla emulsji wskutek dysocjacji grup  $-\text{COONa}$  i wzajemnemu odpychaniu się naładowanych (ujemnie) kropelek emulsja jest dodatkowo stabilizowana. Ponieważ emulgatory są substancjami powierzchniowo czynnymi, które obniżają napięcie powierzchniowe (międzyfazowe), to zmniejszenie napięcia międzyfazowego na granicy faz

pomiędzy cieczami budującymi emulsję powoduje zmniejszenie pracy potrzebnej do jej wytworzenia.

### **Stabilność emulsji**

Emulsje można uznać za układy, które są stabilne kinetycznie lecz niestabilne termodynamicznie. Trwałość kinetyczna emulsji oznacza stabilność jej właściwości w określonym czasie. Natomiast trwałość termodynamiczna określa stan, w którym stabilność właściwości fizycznych jest niezmienną w czasie i posiada minimalną energię swobodną. Biorąc pod uwagę fakt, że emulsja nie znajduje się w stanie o najmniejszej możliwej energii swobodnej układ ten nie może być traktowany jako stabilny termodynamicznie. Miarą stabilności kinetycznej emulsji jest szybkość koalescencji. Na proces koalescencji wpływają następujące czynniki:

- **Charakter filmu międzyfazowego stworzonego przez surfaktant**  
Trwałość mechaniczna filmów surfaktantów jest determinowana przez silne oddziaływania międzycząsteczkowe i wysoką elastyczność. Na ogół mieszany środków powierzchniowo czynnych są korzystniejsze niż jeden środek powierzchniowo czynny.
- **Lepkość fazy ciągłej**  
Wyższa lepkość fazy ciągłej zmniejsza współczynnik dyfuzji, a to powoduje zmniejszenie częstości kolizji i zapobiega koalescencji. Lepkość układu emulsyjnego można zwiększyć przez dodanie naturalnych lub syntetycznych środków zagęszczających. Ponadto, lepkość układu rośnie wraz ze wzrostem ilości kropelek, dlatego emulsje bardziej stężone są zwykle stabilniejsze.
- **Rozkład wielkości kropelek**  
Emulsje z dość jednorodnym rozkładem wielkości kropelek są bardziej stabilne niż takie, w których średnia wielkości kropelek jest taka sama, ale rozkład ich wielkości jest znacznie szerszy.
- **Stosunek objętości faz**  
Gdy wzrasta objętość fazy rozproszonej stabilność emulsji maleje.
- **Temperatura**  
Temperatura wpływa na napięcie międzyfazowe, rozpuszczalność surfaktantu, ruchy Browna i lepkość układu. Wzrost temperatury powoduje zazwyczaj spadek stabilności emulsji. Optymalna temperatura przechowywania emulsji wynosi 4 – 20°C. Powyżej

20°C następuje szybsze rozwarstwienie emulsji na skutek zmniejszenia lepkości cieczy i szybszego opadania rozproszonych kropelek. Poniżej 0°C w emulsji typu O/W następuje zamarzanie fazy rozpraszającej, co niszczy emulsję.

- **Występowanie elektrycznej bariery pomiędzy fazami** (czynnik istotny głównie w emulsjach typu O/W).

W przypadku niejonowych emulgatorów, ładunek może powstać w wyniku dwóch procesów: adsorpcji jonów z fazy wodnej oraz poprzez kontakt międzyfazowy (faza z wyższą stałą dielektryczną jest naładowana dodatnio).

### **Rozbijanie (łamanie) emulsji**

Proces nieodwracalnego rozwarstwienia się faz emulsji jest nazywany łamaniem emulsji. Istnieją dwie ogólne metody rozbijania emulsji. Pierwsza z nich polega na unieczynnieniu /zniszczeniu emulgatora, natomiast druga na wywołaniu przerwania międzyfazowego filmu emulgującego. Zniszczenie emulgatora odbywa się poprzez dodanie do emulsji substancji chemicznej, która reaguje z emulgatorem, a produktami tej reakcji są substancje nie mające działania emulgującego np. rozbijanie emulsji stabilizowanej oleinianem sodu przez dodanie odpowiedniej ilości kwasu. Kwas reaguje z oleinianem sodu tworząc kwas oleinowy nieposiadający właściwości emulgujących. Jeśli chodzi o metodę drugą, czyli przerwanie międzyfazowego filmu emulgującego to zjawisko to może zachodzić w wyniku następujących procesów:

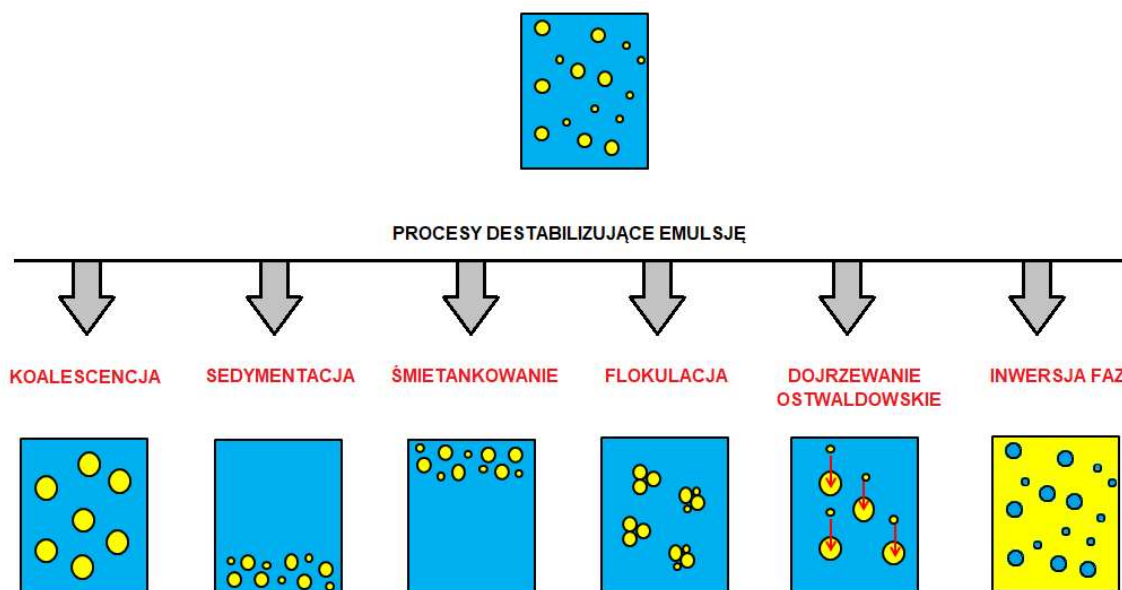
- Dodatku do emulsji emulgatora, który ma zdolność tworzenia emulsji przeciwnego typu,
- Dodatku do emulsji nadmiaru fazy rozproszonej,
- Dodatku do emulsji nadmiaru soli metali jednowartościowych, które odwadniają film międzyfazowy,
- Dodatku soli metali wielowartościowymi naładowanych przeciwnie do kropli,
- Zmiany temperatury: ogrzewania lub zamrażania,
- Filtracji, wirowania i działania ultradźwięków,
- Stosowanie wysokiego napięcia (przemysłowa metoda niszczenia emulsji).

### **Procesy wywołujące termodynamiczną niestabilność emulsji**

Emulsje jako układy niestabilne termodynamicznie wykazują tendencję do rozdzielania się na dwie fazy wodną i olejową. Do najważniejszych procesów wywołujących termodynamiczną



niestabilność emulsji należą: koalescencja, sedymentacja, śmietankowanie, dojrzewanie ostwaldowskie, flokulacja i inwersja faz.



Rys. 4. Procesy destabilizujące emulsję.

### **Koalescencja**

Jak już wspomniano, koalescencja jest procesem, w którym dwie lub więcej kropelek emulsji łączy się tworząc jedna większą krople. Zjawisko zachodzi wówczas, gdy cienki film fazy rozpraszającej przerywa się między dwiema ściśle przylegającymi kropelkami. Koalescencja jest procesem dynamicznym i wiąże się działaniem sił, które powodują fluktuacje grubości filmu międzyfazowego występującego między fazami emulsji i zmianę jego mechanicznych właściwości. Siły wywołujące proces koalescencji muszą być odpowiednio duże aby nastąpiło przerwanie filmu międzyfazowego i połącznie się kropelek.

### **Sedymentacja**

Sedymentacja jest procesem opadania cięższego składnika mieszaniny pod wpływem ziemskiego pola grawitacyjnego. Proces sedymentacji dotyczy najczęściej emulsji typu W/O. W wyniku sedymentacji krople fazy rozproszonej (wody) zaczynają się zbierać na dole układu emulsyjnego.

### **Śmietankowanie (kremowanie)**

Proces śmietankowania dotyczy najczęściej emulsji typu O/W. Jeżeli dwie fazy tworzące tę emulsję różnią się znacznie gęstością, to faza o mniejszej gęstości lokuje się w górnej części układu. Szybkość śmietankowania zwiększa obecność elektrolitów. Zapobieganie

śmietankowaniu polega na rozdrobnieniu emulsji do rozmiaru 0,1  $\mu\text{m}$ , zwiększeniu lepkości ośrodka dyspersyjnego i zwiększeniu gęstości fazy ciągłej.

### **Flokulacja**

Flokulacja jest procesem polegającym na agregacji (zlepianiu się) dwóch lub większej liczby kropeł fazy rozproszonej z zachowaniem stabilizujących je warstw. Powoduje to zmniejszenie się pierwotnej liczby kropeł fazy rozproszonej oraz zwiększenie masy lub objętość nowo powstałych agregatów. Za utrzymanie się agregatów w układzie odpowiadają m.in. wiązania (wodorowe lub jonowe) utworzone pomiędzy cząsteczkami substancji zaadsorbowanych na granicy faz. Agregacja powoduje obniżenie energii oddziaływania pary kropeł przy pewnej odległości. Efekt energetyczny takiego oddziaływania może być niewielki (wówczas flokulacja jest odwracalna) lub znaczący (wówczas flokulacja jest nieodwracalna). Zjawisko to bardzo często zachodzi w emulsjach, w których emulgatorem jest związek wielkocząsteczkowy. Flokulacja zwykle wspomaga śmietankowanie lub sedymentację gdyż duże zespoły kropeł szybciej się przemieszczają.

### **Dojrzewanie ostwaldowskie**

Proces ten polega na wzroście dużych kropeł kosztem mniejszych, na skutek dyfuzji fazy zdyspergowanej. Ma on związek z ciśnieniem wewnątrz miceli, które jest wyższe niż w fazie zewnętrznej. W związku z tym rozpuszczalność fazy wewnętrznej jest wyższa w mniejszych micelach niż w większych. Podczas długiego przechowywania emulsji różnica ciśnień prowadzi do dyfuzji składników emulsji fazy wewnętrznej z mniejszych miceli do większych. Podczas tego procesu następuje wyrównanie ciśnień wewnątrz niejednorodnych miceli. Proces ten prowadzi do zaniku małych miceli na rzecz dużych. Zapobieganie temu zjawisku polega na wprowadzeniu wielocząsteczkowego surfaktantu

### **Inwersja (odwrócenie) emulsji**

Inwersja faz emulsji polega na zmianie emulsji typu O/W na emulsję typu W/O lub odwrotnie. Wcześniejsza faza rozproszona staje się rozpuszczalnikiem, a dawna faza ciągła grupuje się w micelle. Do etapów inwersji faz zalicza się: zniszczenie filmu powierzchniowego na granicy dwóch faz, rozwarstwienie się emulsji, ponowne zemulgowanie faz. Inwersję wywołują takie czynniki jak: zbyt mała ilość surfaktantu w układzie emulsyjnym lub jego nieodpowiedni rodzaj, gwałtowne zmiany temperatury, obecność elektrolitów oraz za wysokie stężenie fazy rozproszonej.

## **Mikroemulsje**

Mikroemulsje to przezroczyste, termodynamicznie stabilne, izotropowe mieszaniny oleju, wody i surfaktantu o rozmiarach kropli 10 - 200 (60) nm. W przeciwieństwie do zwykłych emulsji, mikroemulsje są przezroczyste i tworzą się spontanicznie przez proste zmieszanie składników (nie wymagają intensywnego mieszania). Co więcej, ze względu na mniejsze rozmiary fazy rozproszonej są znacznie stabilniejsze. Podstawowe typy mikroemulsji to: W/O, O/W oraz struktury ciągłe (mikroemulsje Winsor). Mikroemulsje znalazły szczególne zastosowanie w farmacji. Umożliwiają dostarczenie leku do miejsca jego działania, kontrolowane uwalnianie substancji czynnej, przedłużone działanie terapeutyczne oraz zmniejszoną ogólną toksyczność wobec organizmu.

## **APARATURA I ODCZYNNIKI**

- waga laboratoryjna,
- zamykane naczynka – 9 sztuk,
- szkiełka zegarkowe – 18 sztuk,
- zakraplacze plastikowe,
- stoper,
- linijka,
- woda redestylowana,
- olej np. silikonowy,
- TWEEN 60 – roztwór 1%,
- SPAN 60 – roztwór 1%.

## **WYKONANIE ĆWICZENIA**

Emulsja 1 (składniki: woda i olej)

1. Przygotować dwie zlewki (do jednej nalać wodę, a do drugiej olej), trzy zamykane naczynka, zakraplacze i szkiełka zegarkowe. Pierwsze naczynko (Emulsja 1a) umieścić na wadze i wytarować wagę. Następnie za pomocą zakraplacza odważyć do naczynka 4 g wody oraz 4 g oleju; odstawić bez mieszania.
2. Drugie naczynko (Emulsja 1b) umieścić na wadze i wytarować wagę. Następnie za pomocą zakraplacza odważyć do naczynka 5 g wody oraz 3 g oleju; odstawić bez mieszania.

3. Trzecie naczynko (Emulsja 1c) umieścić na wadze i wytarować wagę. Następnie za pomocą zakraplacza odważyć do naczynka 3 g wody oraz 5 g oleju; odstawić bez mieszania.
4. Pierwsze naczynko zamknąć i energicznie wytrząsać zawartość (ok. 30 s), do powstania jednolitej emulsji. Następnie od razu po uzyskaniu jednolitej emulsji zbadać jej typ metodą **zlewania się kropeł**. W tym celu pobrać zakraplaczem trzy krople emulsji i umieścić na szkiełku zegarkowym. Następnie na krople emulsji odpipetować zakraplaczem dwie krople wody, przykryć szkiełkiem nakrywkowym i obserwować czy obie krople mieszają się ze sobą, czy też nie. Zmieszanie się kropeł dowodzi, że badana woda jest emulsją typu O/W, a brak zmieszania się kropeł dowodzi, że powstała emulsja typu W/O. Obserwacje zanotować w tabeli.
5. Procedurę opisaną w punkcie 4 powtórzyć dla dwóch pozostałych emulsji (Emulsja 1b, Emulsja 1c). Wyniki wpisać do poniższej tabeli.

	Emulsja 1a	Emulsja 1b	Emulsja 1c
Typ emulsji			

6. Odstawić naczynka na 15 min. Po tym czasie oszacować stabilność emulsji i ewentualnie zmierzyć linijką wielkość obu rozdzielonych faz.
7. W trakcie mierzenia czasu zacząć przygotowywać kolejną emulsję.

#### Emulsja 2 (składniki: woda, olej i emulgator TWEEN 60)

1. Przygotować dwie zlewki (do jednej nalać wodę, a do drugiej olej), trzy zamykane naczynka, zakraplacze i szkiełka zegarkowe. Pierwsze naczynko (Emulsja 2a) umieścić na wadze i wytarować wagę. Następnie za pomocą zakraplacza odważyć do naczynka 4 g wody, 4 g oleju oraz pięć kropli roztworu TWEEN 60; odstawić bez mieszania.
2. Drugie naczynko (Emulsja 2b) umieścić na wadze i wytarować wagę. Następnie za pomocą zakraplacza odważyć do naczynka 5 g wody, 3 g oleju oraz pięć kropli roztworu TWEEN 60; odstawić bez mieszania.
3. Trzecie naczynko (Emulsja 2c) umieścić na wadze i wytarować wagę. Następnie za pomocą zakraplacza odważyć do naczynka 3 g wody, 5 g oleju oraz pięć kropli roztworu TWEEN 60; odstawić bez mieszania.

- Pierwsze naczynko zamknąć i energicznie wytrząsać zawartość (ok. 30 s), do powstania jednolitej emulsji. Następnie od razu po uzyskaniu jednolitej emulsji zbadać jej typ metodą **zlewania się kropeł**. Obserwacje zanotować w tabeli.
- Procedurę opisaną w punkcie 4 powtórzyć dla dwóch pozostałych emulsji (Emulsja 2b, Emulsja 2c). Wyniki wpisać do poniższej tabeli.

	Emulsja 2a	Emulsja 2b	Emulsja 2c
Typ emulsji			

- Odstawić naczynka na 15 min. Po tym czasie oszacować stabilność emulsji i ewentualnie zmierzyć linijką wielkość obu rozdzielonych faz.
- W trakcie mierzenia czasu zacząć przygotowywać kolejną emulsję.

#### Emulsja 3 (składniki: woda, olej i emulgator SPAN 60)

- Przygotować dwie zlewki (do jednej nalać wodę, a do drugiej olej), trzy zamykane naczynka, zakraplacze i szkiełka zegarkowe. Pierwsze naczynko (Emulsja 3a) umieścić na wadze i wytarować wagę. Następnie za pomocą zakraplacza odważyć do naczynka 4 g wody, 4 g oleju oraz pięć kropli roztworu SPAN 60; odstawić bez mieszania.
- Drugie naczynko (Emulsja 3b) umieścić na wadze i wytarować wagę. Następnie za pomocą zakraplacza odważyć do naczynka 5 g wody, 3 g oleju oraz pięć kropli roztworu SPAN 60; odstawić bez mieszania.
- Trzecie naczynko (Emulsja 3c) umieścić na wadze i wytarować wagę. Następnie za pomocą zakraplacza odważyć do naczynka 3 g wody, 5 g oleju oraz pięć kropli roztworu SPAN 60; odstawić bez mieszania.
- Pierwsze naczynko zamknąć i energicznie wytrząsać zawartość (ok. 30 s), do powstania jednolitej emulsji. Następnie od razu po uzyskaniu jednolitej emulsji zbadać jej typ metodą **zlewania się kropeł**. Obserwacje zanotować w tabeli.
- Procedurę opisaną w punkcie 4 powtórzyć dla dwóch pozostałych emulsji (Emulsja 3b, Emulsja 3c). Wyniki wpisać do poniższej tabeli.

	Emulsja 3a	Emulsja 3b	Emulsja 3c
Typ emulsji			

6. Odstawić naczynka na 15 min. Po tym czasie oszacować stabilność emulsji i ewentualnie zmierzyć linijką wielkość obu rozdzielonych faz.

Wyniki pomiarów dotyczące stabilności otrzymanych emulsji należy wpisać do tabeli:

	Typ emulgatora	Emulsja a		Emulsja 2		Emulsja 3	
		Wysokość fazy olejowej [mm]	Wysokość fazy wodnej [mm]	Wysokość fazy olejowej [mm]	Wysokość fazy wodnej [mm]	Wysokość fazy olejowej [mm]	Wysokość fazy wodnej [mm]
Bez emulgatora	-----						
TWEEN 60							
SPAN 60							

### **OPRACOWANIE WYNIKÓW**

W opracowaniu należy umieścić wszystkie sporządzone tabele. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów należy także wyciągnąć wnioski dotyczące efektywności poszczególnych emulgatorów oraz stabilności uzyskanych emulsji.