

Strona czasopisma: <http://analit.agh.edu.pl/>

Koloidy w życiu codziennym

Colloids in everyday life

Tomasz Kurek, Kacper Kuryśko

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Polska

ABSTRAKT: Koloidy, czyli układy złożone z małych cząsteczek rozproszonych w medium, są obecne w wielu aspektach naszego codziennego życia. Jednym z najczęstszych zastosowań koloidów jest żywność. Wiele produktów spożywczych, takich jak mleko, ser i lody, to koloidy. Obecność koloidów w tych produktach może wpływać na ich teksturę, konsystencję i smak. Ponadto są one również stosowane w produkcji wielu produktów kosmetycznych i środków higieny osobistej, w tym balsamów, szamponów i past do zębów. Koloidy mogą pomóc w stabilizacji tych produktów, zapobiegając ich rozdzieleniu i zapewniając jednorodność [1]. Koloidy odgrywają również istotną rolę w miejscach o których większość z nas nie zdaje sobie sprawy, a które mają znaczny wpływ na nasze życie. Na przykład aerozole, w tym dezodoranty czy też leki w postaci sprayu, są koloidami. Układy tego typu nie są jednak tylko sztucznym tworem człowieka. Występują one również naturalnie, w postaci mgły dymu lub chmur. Dzięki koloidom możemy potwierdzić istnienie atomów, a także cieszyć się pięknym błękitnym niebem [2]. Podsumowując, koloidy są wszechobecne w naszym codziennym życiu i mają szeroki zakres zastosowań. Ich obecność znacząco wpływa nie tylko na właściwości i działanie różnych produktów, ale również na cały otaczający nas świat.

ABSTRACT: Colloids, which are complex systems of small molecules dispersed in a medium, are present in many aspects of our daily lives. One of the most common applications of colloids is in food. Many food products, such as milk, cheese and ice cream, are colloidal suspensions. The presence of colloids in these products can affect their texture, consistency and taste. In addition, they are also used in the production of many cosmetic and personal care products, including lotions, shampoos and toothpastes. Colloids can help stabilize these products, preventing separation and ensuring homogeneity. [1] Colloids also play an important role in areas that most of us are unaware of, but which have a significant impact on our lives. For example, aerosols, including deodorants or drug sprays, are colloids. However, systems of this type are not just an artificial creation of man. They also occur naturally, in the form of smoke mist or clouds. Thanks to colloids, we can confirm the existence of atoms, and enjoy the beautiful blue sky. [2] In summary, colloids are ubiquitous in our daily lives and have a wide range of applications. Their presence significantly affects not only the properties and performance of various products, but also the entire world around us.

Słowa kluczowe: Koloidy, piany, aerozole, oddziaływania międzycząsteczkowe, stany skupienia

1. Wstęp

Koloid to układ, najczęściej dwuskładnikowy, w których jeden ze składników stanowi fazę ciągłą, a drugi fazę rozproszoną. Fazę rozproszoną stanowią cząstki o wymiarach 1- 100 [nm]. Pomimo że ich istnienie zauważono już w starożytnej Grecji, kiedy to dostrzeżono specjalne właściwości mleka czy też wina po podgrzaniu lub intensywnym wymieszaniu, to dopiero w XIX wieku rozpoczęto na nich poważne badania naukowe.

Pionierem w tej dziedzinie był szkocki fizyk Thomas Graham, który stworzył termin "koloidy", aby opisać materiały, które są pośrednie pod względem wielkości między pojedynczymi molekułami, a większymi cząsteczkami. Graham był zainteresowany zachowaniem zawiesin koloidalnych, takich jak ruch cząstek przez półprzepuszczalne membrany, a jego praca położyła podwaliny pod współczesne badania koloidów.

Na początku XX wieku naukowcy tacy jak Albert Einstein i Jean Perrin wnieśli znaczący wkład w badania nad koloidami. Einstein opracował teoretyczny model ruchu Browna, który wyjaśniał losowy ruch małych cząsteczek zawieszonych w płynnym medium, natomiast Perrin przeprowadził eksperymenty, które potwierdziły model Einsteina i dostarczyły kolejnych dowodów na istnienie atomów i cząsteczek.

W połowie XX wieku badania nad koloidami rozszerzyły się, obejmując szeroki zakres dyscyplin, od materiałoznawstwa po biochemię. Koloidy można jednak zaobserwować w życiu codziennym. Często nie zdajemy sobie sprawy, że koloidy otaczają nas w każdej, niekiedy zaskakującej formie i na każdym kroku w naszym codziennym życiu.

2. Podział koloidów

Ze względu na różne oddziaływania pomiędzy substancją rozdrobnioną a ośrodkiem rozpraszającym wyróżnia się trzy rodzaje koloidów.

- 1) **Koloidy fazowe (liofobowe)**, wykazują małe powinowactwo do cząstek fazy rozpraszającej i tylko w nieznaczny sposób ulegają solwatacji. Oznacza to, że nie wykazują one skłonności do absorpcji cząstek rozpuszczalnika na ich powierzchni. Cecha ta oznacza, iż tego typu koloidy łatwo koagulują.
- 2) **Koloidy cząsteczkowe (liofilowe)** to przeciwieństwo koloidów fazowych. W wyniku silnego oddziaływania fazy rozpraszającej z cząstkami koloidu obserwuje się zjawisko solwatacji, czyli otaczania fazy rozproszonej przez cząsteczki ośrodka rozpraszającego.
- 3) **Koloidy asocjacyjne (micelarne)** powstają w wyniku samorzutnego procesu asocjacji pewnych pojedynczych cząsteczek rozpuszczonych w cieczy w agregaty (micele), które składają się z kilkudziesięciu i więcej monomerów

Innym, łatwiejszym sposobem podziału koloidów jest podział w zależności od stanu skupienia faz. W prosty i przejrzysty sposób przedstawiono to w poniższej **Tabeli 1**.

Tabela 1. Przedstawiająca podział koloidów w zależności od stanu skupienia faz, rozproszonej i rozpraszającej.

		Faza Rozproszona		
		Gaz	Ciecz	Ciało stałe
Faza rozpraszająca	Gaz	BRAK	Aerozol ciekły Przykład: Mgły, pary, lakiery do włosów	Aerozol stały Przykład: Dymy, niektóre chmury
	Ciecz	Piana Przykład: Pianka do golenia, Bita śmietana	Emulsje: Przykład: Mleko, majonez, krem do rąk	Zol Przykład: Atrament
	Ciało stałe	Piana stała Przykład: Aerożel, steropian,	Żel Przykład: Agar (E406), żelatyna, galaretki	Zol stały Przykład: Szkło rubinowe

2.1. Piany

Piany to jeden z najłatwiej dostrzegalnych koloidów w życiu codziennym. Powstają one w wyniku dyspersji gazu w fazie ciekłej, ale również stałej. Dla przykładu:

Piana stała:

- Aerożel
- Styropian

- Beton komórkowy

Piana:

- Bita śmietana
- Piana uformowana na piwie
- Pianka do golenia

Oprócz oczywistej różnicy w stanie skupienia, warto pamiętać, iż tylko piany stałe mogą mieć otwarte komórki. Gdyby w zwykłej pianie takową otworzyć ulegnie ona zniszczeniu, co jest spowodowane naturalnym zachowaniem cieczy.

Trwałość piany zależy od lepkości fazy rozpraszającej. Piany utworzone w ośrodku o małej lepkości ulegają rozpadowi. Przykładem tego jest woda gazowana. Jeśli ośrodek charakteryzuje się wystarczającą, bardzo dużą lepkością, to trwałość piany jest nieograniczona.

Piany dzieli się poprzez kształt fazy rozproszonej. Wyróżnia się piany kulkowe (wytworzona z oddzielnych pęcherzyków gazu, które nie oddziałują na siebie) oraz wielościennie (poliedryczne) powstające w obecności związków powierzchniowo czynnych.

Piany znajdują zastosowanie w pożarnictwie (w gaśnicach), w kosmetykach, oraz przemyśle spożywczym. Pojawiają się podczas mycia naczyń czy też podczas prania. Niestety nie zawsze one są pożądane. W wielu procesach technologicznych ich powstawanie jest zjawiskiem niepożądanym, a wręcz szkodliwym. W takich przypadkach stosuje się odpienianie, czyli pozbycie się lub zapobieganie powstawaniu pian. Proces ten przeprowadza się metodami mechanicznymi lub fizykochemicznymi. Przykładem pierwszej metody jest zmiana ciśnienia. Piany nie powstaną w niskim ciśnieniu oraz ulegają zniszczeniu w wysokim. W przypadku drugiej metody można zastosować substancje niskocząsteczkowe jak alkohol etylowy albo silikony jako związki aktywne. Fizykochemiczne metody kontroli mogą jednak powodować zanieczyszczenia masy w układzie, co potencjalnie może być problemem, zwłaszcza w przemyśle spożywczym i farmaceutycznym.

2.1.1. Aerozole

Aerozole to niezwykle ciekawe koloidy. Często nie zdajemy sobie sprawy z tego jak wiele z nich nas otacza. Aerozol to układ, w którym fazą rozpraszającą jest gaz, natomiast fazą rozproszoną jest ciało stałe lub ciecz. Obydwa przypadki mają swoją własną specjalną nazwę. Pierwszy z nich, czyli aerozol z ciałem stałym, powstaje na skutek spalania. Nazywa się go aerozolem pirogenicznym a potocznie określa się go jako dym. W drugim przypadku, czyli ciecz rozproszona w powietrzu, nazywa się go mgłą. Zarówno dymy oraz mgły występują naturalnie, jak i są sztucznie wytwarzane przez działania człowieka. Proces spalania niemal zawsze prowadzi do powstania szkodliwych dla środowiska i człowieka dymów oraz smogu. Efekt ten widać zwłaszcza w dużych miastach oraz zimą, kiedy zwiększone zapotrzebowanie na energię powoduje powstanie większej ilości szkodliwych pyłów. Aerozole ciekłe są z kolei dostępne na wyciągnięcie ręki w postaci perfum i dezodorantów. Aerozol taki tworzy się w celu łatwej aplikacji pożądanej substancji. Zastosowanie to jest bardzo szeroko stosowane w medycynie, w różnego rodzaju inhalacjach. Wreszcie mgły występują naturalnie na przykład jako zdrowotna mgła nadmorska.

Aerozole mają znaczny wpływ na nasze środowisko. Przez swoją mają lepkość występują w nich trzy bardzo ważne zjawiska:

- 1) **Fotoforeza**, czyli ukierunkowany ruch cząstek pod wpływem światła. W miejscu, w którym pada ono na cząstkę zostaje ono zaabsorbowane, przez co występuje lokalne ogrzanie. Wyższa temperatura sprawia, że cząstki mocniej o siebie uderzają, co doprowadza do ukierunkowanego ruchu.
- 2) **Termoforeza**, to ruch cząstek z obszarów wyższej temperatury do obszarów niższej temperatury. Aerozole również wędrują zgodnie z tą zasadą.
- 3) **Dyfuzjoforeza**, jest związana z różnicą ciśnień w mieszaninie gazów, w stałej temperaturze. Mieszanina wraz z aerozolem przemieszcza się do obszarów o niższym ciśnieniu.

Wymienione zjawiska mają wpływ na powstawanie oraz charakterystykę chmur i mgieł, a co za tym idzie powstawaniu opadów i oczyszczaniu atmosfery. Samo oczyszczanie powietrza można dokonać na kilka sposobów. Aby pozbyć się aerozoli należy zwiększyć liczbę zderzeń pomiędzy cząsteczkami. Doprowadzi to do ich zagęszczenia, a w efekcie do flokulacji lub koagulacji. Koagulacja aerozoli prowadzi do oczyszczenia powietrza lub gazów z dyspergowanych cząstek. Innym sposobem na pozbycie się aerozoli z powietrza jest odpylanie elektrostatyczne. Wytworzone w odpowiednich urządzeniach pole elektryczne przyciąga naładowane cząstki aerozoli, aby te osadziły się na powierzchni elektrody. Cząstki, które wcześniej nie były naładowane ulegają podczas tego procesu polaryzacji, przez co również mogą być usunięte z gazu. Metoda ta nazywa się metodą Cottrella-Mellera i jest stosowana na dużą skalę w przemyśle, gdzie ma wytwarzają się największe ilości pyłów. Dzięki temu niemal wszystkie cząstki pyłów i dymów są wychwytywane.

2.1.2 Emulsje

Emulsja jest układem koloidalnym, składającym się z dwóch niemieszających się cieczy. Jedna z nich stanowi ośrodek rozpraszający, a druga fazę zdyspergowaną, której cząsteczki mają wielkość koloidalną. Bardzo ważną kwestią w procesie tworzenia emulsji jest różnica napięć powierzchniowych cieczy – im jest ona mniejsza, tym łatwiej tworzy się emulsja. Aby lepiej zrozumieć ten typ układu koloidalnego użyjemy przykładów emulsji, w których jedną z cieczy stanowi woda. Najbardziej znanym koloidem typu ciecz organiczna rozpuszczona w wodzie jest olej w wodzie - O/W (np. mleko). Inny typ emulsji, w którym woda jest zdyspergowana w oleju, zapisujemy skrótowo jako W/O (np. margaryna).

Do metod otrzymywania emulsji możemy wyróżnić między innymi:

- Mieszanie za pomocą obracających się mieszadeł;
- Urządzenia dyspergujące, rozbijające duże krople na mniejsze;
- Ultradźwięki - dwie ciecze, nie mieszające się ze sobą, np. olej i wodę, umieszcza się w polu ultradźwiękowym o oscylacji kilkuset tysięcy drgań na sekundę.

Mimo użycia odpowiedniej metody w celu utworzenia emulsji nie można jedna zapominać o zjawisku koalescencji, rozdzieleniu się faz na skutek łączenia się ze sobą zdyspergowanych cząstek. Aby utrwalić emulsję często stosowane są emulgatory. Cechą charakterystyczną jest ich budowa z części hydrofilowej („głowa”) oraz hydrofobowej („Ogon”). Część hydrofilowa chętnie łączy się z wodą, natomiast hydrofobowa z tłuszczem. Dodanie emulgatora do mieszaniny np. O/W powoduje ułożenie hydrofobowych ogonów na powierzchni kropelek oleju i skierowanie hydrofilowych głów w kierunku wody. Emulgator tworzy warstwę na granicy dwóch faz, która zapobiega koalescencji.

Emulsje są wykorzystywane w dużej ilości branż przemysłowych. Między innymi znajdują zastosowanie w :

- przemyśle technologicznym do produkcji mas plastycznych i syntetycznych,
- przemyśle kosmetycznym jako kremy, płyny do demakijażu, mleczka kosmetyczne,
- przemyśle spożywczym – majonez, kremy do ciast, żółtka jaj, mleko, likiery kremowe,
- przemyśle roślinnym – stosowane jako środki owadobójcze,
- branży budowlanej - stosowane przy produkcji dróg asfaltowych (emulsje asfaltowe) ,
- farmacji – emulsje submikronowe umożliwiające dożylną aplikację substancji leczniczych nierozpuszczalnych/trudno rozpuszczalnych w wodzie.

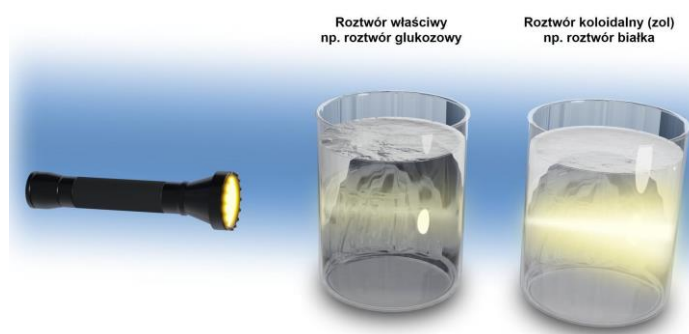
3. Efekt Tyndalla

Jednym z najbardziej znanych zjawisk związanego z koloidami jest efekt Tyndalla. Jest to zjawisko fizyczne, które polega na rozproszeniu światła na cząsteczkach koloidu lub zawiesiny. W konsekwencji światło formuje charakterystyczny, rozszerzający się stożek (**Rysunek 1**). Im większa jest różnica między współczynnikiem załamania fazy rozproszonej i ośrodka dyspersyjnego, tym

bardziej intensywne jest to zjawisko. Przykładami efektu Tyndalla w życiu codziennym są np. rozproszenie się światła z reflektorów podczas jazdy we mgle oraz smuga światła padająca z okna w zakurzonej szopie.

Zjawisko to nie tylko pozwala na odróżnienie roztworu właściwego od roztworu koloidalnego, ale również jest wykorzystywane w badaniach roztworów koloidalnych przy pomocy ultramikroskopu. Cząstki koloidalne obserwowane są jako punkty świetlne na czarnym tle, które wykonują nieustanne ruchy Browna. Poprzez zliczenie ilości cząstek koloidalnych w jednostce objętościowej badanego układu koloidalnego możemy wyznaczyć przybliżone rozmiary cząstek koloidalnych. Metoda ta ma głównie zastosowanie w przypadku cząstek koloidalnych nieorganicznych.

Przy pomocy ultramikroskopu nie możemy jednak obserwować ani kształtu, ani żadnych szczegółów powierzchni cząstki koloidalnej. Do badania tych parametrów służy mikroskop elektronowy. Efekt Tyndalla wykorzystywany jest również do badań nefelometrycznych, dzięki którym można wyznaczyć stężenie układu koloidalnego, na podstawie intensywności rozpraszania światła padającego na próbkę.



Rysunek 1. Efekt Tyndalla

4. Zjawisko tęczy w koloidach

Światło słoneczne docierające do atmosfery ziemskiej jest rozpraszane we wszystkich kierunkach przez gazy i cząsteczki znajdujące się w powietrzu. Odcień nieba, który obserwujemy jest wynikiem rozpraszania promieni słonecznych na cząsteczkach obecnych w atmosferze ziemskiej. Najczęściej występującą barwą, którą odbiera nasze oko jest niebieski, przemieszczający się jako krótsze i mniejsze fale. Dzieje się tak, ponieważ naturalnie występujące gazy w atmosferze (tlen i azot) są w stanie w większym stopniu rozpraszać jedynie fale elektromagnetyczne charakteryzujące się niewielkimi długościami.

4.1. Dlaczego dochodzi do zmiany odcienia nieba?

Jednym z powodów jest odległość, jaką musi przebyć fala elektromagnetyczna, aby dotrzeć do odbiorcy. Im jest ona większa tym więcej cząsteczek stoi na drodze rozchodzącej się fali. Przykładem jest obserwowany czerwony kolor podczas zachodu słońca. Nie jest to jednak jedyny parametr wpływający na odcień nieba. Również tymczasowo obecne w atmosferze większe cząsteczki, tworzące układ koloidalny mogą wpłynąć na omawiane zjawisko. Koloid jakim jest mgła lub mżawka wynika z obecności cząsteczek wody w powietrzu. Są one w stanie rozpraszyc każdą długość fali obecną w świetle białym. Wynikiem tego jest możliwość podziwiania zjawiska tęczy.

Literatura

- [1] Mohamed Nageeb Rashed, Colloids: Types, Preparation and Applications 2021

- [2] Terence Cosgrove, *Colloid Science: Principles, Methods and Applications*, 2010
- [3] <https://www.shutterstock.com/pl/search/colloidal-solutions> (odwiedzana 22.03.2023)
- [4] <https://spaceplace.nasa.gov/blue-sky/en/> (odwiedzana 10.05.2023)
- [5] *Fizykochemia układów koloidalnych 2023* Waldemar Pyda – wykłady
- [6] *Emulsions* Marie Nicole V. David; Hossein Akhondi.
- [7] Petrucci, et al. *General Chemistry: Principles & Modern Applications*. 9th ed. Upper Saddle River, New Jersey 2007