

Zdrowie i bezpieczeństwo

Z ferrofluidem należy obchodzić się ostrożnie, nie wstrząsać.

Probówki nie należy otwierać. W przypadku stłuczenia probówki nie wylewać ferrofluidu do zlewu. Musi być zutylizowany jak olej silnikowy.

W przypadku kontaktu ze skórą miejsce narażone umyć obficie wodą i mydłem.

Ferrofluid jest łatwopalny.

Na czym polega to doświadczenie ?

Celem tego doświadczenia jest pokazanie, w jaki sposób właściwości ciała stałego mogą zmienić nanoskalę.

Ferrofluid to zawiesina nanokryształków magnetytu, małych magnesików o rozmiarze ok. 10 nm. Kryształki są pokryte błoną ze specjalnego materiału zwanego środkiem powierzchniowo czynnym: materiałem, który redukuje siły kohezyjne między cząstkami magnezytu. Izoluje to każdy pojedynczy nanokryształ od sił przyciągania położonych w pobliżu cząstek i zapobiega ich grupowaniu się i tworzeniu masy stałej.

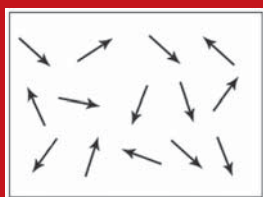
Bez magnesu w pobliżu cząstki ferrofluidu poruszają się swobodnie w cieczy. W obecności magnesu cząsteczki są chwilowo namagnesowane i ferrofluid zachowuje się

bardziej jak ciało stałe. Kiedy magnes zostaje usunięty, cząstki są rozmagnesowane i ferrofluid zachowuje się ponownie jak ciecz niemagnetyczna. Takie zachowanie określa się jako **paramagnetyzm**.

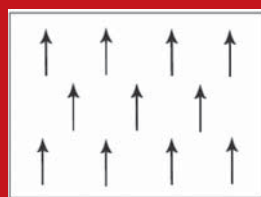
Pojedyncze nanokryształki w ferrofluidzie są zorientowane przypadkowo, w związku z tym ciecz nie zachowuje się jak magnes: ferrofluid nie jest płynnym magnezem!

Kiedy przyłożymy zewnętrzne pole magnetyczne, początkowo przypadkowo zorientowane nanocząstki układają się natychmiast wzdłuż linii pola, stając się magnetycznymi. A więc ferrofluid jest cieczą, która ma właściwości ciała stałego, kiedy jest poddawana działaniu pola magnetycznego.

Inaczej jest w przypadku piasku magnetytowego, który jest zawsze namagnesowany.



Kiedy wszystkie nanocząsteczki są zorganizowane przypadkowo przy braku pola magnetycznego, ferrofluid jest cieczą niemagnetyczną.



Kierunek pola magnetycznego

Kiedy wszystkie nanocząstki są ułożone w linii jak pole magnetyczne, ferrofluid jest magnetyczny.

Zastosowania

Stworzenie reaktywnego ferrofluidu nie jest tak łatwe jak mieszanie małych cząstek z cieczą. Cząstki muszą być naprawdę małe. Nie można ich wytworzyć przez zgniecenie czy zdrapanie materiału magnetycznego, są wytracone z roztworu.

Ferrofluidy zostały oficjalnie opracowane w latach 60-tych w Centrum Badań NASA, gdzie naukowcy badali różne sposoby przetwarzania cieczy, szczególnie paliw. W kosmosie nie ma grawitacji, więc materiał ciekły nie utrzyma się na szkle ani nie da się przelać z jednego naczynia do drugiego! Naukowcy opracowali sposób na syntezę nowego rodzaju cieczy, która może być sterowana i kontrolowana za pomocą pola magnetycznego.

Właściwości ferrofluidów powodują, że są one użyteczne w wielu przypadkach. Ferrofluidy są używane w uszczelnieniach dysków twardych, a głośniki wykorzystują ferrofluidy do tłumienia wibracji. W przyszłości ferrofluidy mogą być używane jako nośniki leków, używając pola magnetycznego do przeniesienia leku w określone miejsce organizmu. Używając elektromagnesów i czujników można dynamicznie kontrolować lepkość ferrofluidów: jest to wykorzystywane w aktywnych układach zawieszenia samochodów sportowych.

Niektóre żyjące organizmy wykorzystują nanokryształy magnetytu. Pstrąg podczas migracji orientuje się za pomocą kryształków magnetytu zlokalizowanych w specjalnych komórkach, będących w kontakcie z ich centralnym systemem nerwowym, które działają jak kompas. Bakteria *Magnetotacticum bavaricum* może produkować kryształy magnetytu.



Pomysły na przeprowadzenie ćwiczenia bądź dyskusji

- Możesz zapytać dzieci, jak im się wydaje, czym jest ferrofluid i jaka jest różnica pomiędzy piaskiem magnetytowym a ferrofluidem
- Możesz je zapytać o potencjalne zastosowania ferrofluidu

Cele ćwiczenia

- Wprowadzić do tematu magnetyzmu
- Zrozumieć różne zachowania materii w skali makro i mikro
- Zdobyć wiedzę o sposobie manipulowania materią przez naukowców i inżynierów w nanoskali