



Warszawa, 15 lipca 2021

Mikrokropelki w emulsji mogą pływać dzięki wytwarzaniu własnych wici

Naukowcy z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, University of Cambridge, Queen Mary University of London oraz University of Sofia wykazali, że powolne chłodzenie zawiesiny kropeł oleju w wodzie z dodatkiem środka powierzchniowo czynnego może prowadzić do powstania niesferycznych kształtów kropeł. W toku dalszej ewolucji wytwarzają one nitkowate struktury przypominające wici bakteryjne. Tworzące się włókna indukują ruch kropeł, a proces ten jest w pełni odwracalny poprzez cykliczne zmiany temperatury ich otoczenia. Artykuł podsumowujący badania ukazał się właśnie w czasopiśmie "Nature Physics".

W *Nature Physics* ukazał się artykuł autorstwa naukowców z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, University of Cambridge, Queen Mary University of London i University of Sofia. Opisuje on zachowanie zawiesiny mikrokropelek oleju z dodatkiem środka powierzchniowo czynnego (surfaktanta) w wodzie. Kropelki mają średnicę około 20 mikrometrów, dzięki czemu są widoczne pod mikroskopem. Podczas powolnego chłodzenia kropelek, w temperaturach zbliżonych do 2-8 stopni Celsjusza, cząsteczki środka powierzchniowo czynnego wewnątrz kropelek oleju zaczynają tworzyć fazę plastyczną i przez to odkształcają kropelki w taki sposób, że zaczynają one wytwarzać wydłużone struktury przypominające włókna w jednym lub kilku miejscach na powierzchni. Tworzenie się tych elastycznych włókien powoduje ruch kropeł w sposób podobny do ruchu mikroskopijnych pływaków, takich jak bakterie. Co więcej, proces ten jest w pełni odwracalny poprzez cykliczne zmiany temperatury ich otoczenia.

„Prezentujemy nową klasę aktywnych, elastycznych mikroplawaków wytwarzanych przez proste schłodzenie 3-składnikowej mieszaniny. Są one łatwe do kontrolowania, a ich wytworzenie jest tanie. Dzięki temu mamy proste narzędzie do badania dynamiki znacznie bardziej skomplikowanych układów biologicznych” – mówi dr Maciej Lisicki z Wydziału Fizyki UW. „Zmieniając temperaturę zewnętrzną i kontrolując szybkość chłodzenia jesteśmy w stanie zaobserwować powstawanie misternych struktur geometrycznych przypominających wici pływających mikroorganizmów”. Surfaktanty użyte w tym badaniu są biokompatybilne, a zatem układ tego typu może być przydatny w dalszych badaniach dynamiki materii aktywnej, zwłaszcza w mieszaninach sztucznych i biologicznych mikroplawaków, w celu badania ich kolektywnej dynamiki i oddziaływań pomiędzy plawakami.”

„Analizujemy szczegółowo deformacje wytwarzanych włókien i wiążemy je z ruchem pływających kropelek. W ten sposób uzyskujemy nowe spojrzenie na ruch mikropływaków” - dodaje dr Lisicki. „Korzystając z narzędzi teoretycznych do opisu dynamiki płynów w mikroskali, jesteśmy w stanie zrozumieć, dlaczego te włókna się tworzą, wyjaśniamy ich kształty i określamy ilościowo obserwowany ruch kropelek.”

Prace są wynikiem wieloletniej współpracy międzynarodowej naukowców z Polski, Bułgarii i Wielkiej Brytanii. Kropelki zostały zsyntetyzowane i eksperymenty zostały przeprowadzone przez zespół kierowany przez prof. Nikolaia Denkova z Uniwersytetu Sofijskiego, we współpracy z grupą dr. Stoyana Smoukova z Queen Mary University of London. Opis ruchu w takim układzie wymaga uwzględnienia zarówno odkształcenia sprężystego włókien, jak i ich oporu hydrodynamicznego. Model przewiduje prędkość pływania kropelek oleju w zależności od elastycznych właściwości zestalonych włókien. Model teoretyczny opisujący dynamikę tych nowych cząstek aktywnych skonstruowali dr Maciej Lisicki (Warszawa), dr Gabriele De Canio i prof. Eric Lauga (Cambridge).

Fizyka i astronomia na Uniwersytecie Warszawskim pojawiły się w 1816 roku w ramach ówczesnego Wydziału Filozofii. W roku 1825 powstało Obserwatorium Astronomiczne. Obecnie w skład Wydziału Fizyki UW wchodzi Instytut: Fizyki Doświadczalnej, Fizyki Teoretycznej, Geofizyki, Katedra Metod Matematycznych oraz Obserwatorium Astronomiczne. Badania pokrywają niemal wszystkie dziedziny współczesnej fizyki, w skalach od kwantowej do kosmologicznej. Kadra naukowo-dydaktyczna Wydziału składa się z ponad 200 nauczycieli akademickich, wśród których jest 81 pracowników z tytułem profesora. Na Wydziale Fizyki UW studiuje ok. 1000 studentów i ponad 170 doktorantów.

PUBLIKACJE NAUKOWE:

‘Rechargeable self-assembled droplet microswimmers driven by surface phase transitions’
Diana Cholakova, Maciej Lisicki, Stoyan K. Smoukov, Slavka Tcholakova, E Emily Lin, Jianxin Chen, Gabriele De Canio, Eric Lauga, and Nikolai Denkov
Nature Physics (2021).
<https://www.nature.com/articles/s41567-021-01291-3>

KONTAKTY:

Maciej Lisicki
Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego
email: Maciej.Lisicki@fuw.edu.pl

POWIĄZANE STRONY WWW:

<http://softmatter.fuw.edu.pl>
Strona domowa Macieja Lisickiego

<https://www.fuw.edu.pl>
Strona Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego

<https://www.fuw.edu.pl/informacje-prasowe.html>
Serwis prasowy Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego

MATERIAŁY GRAFICZNE:

FUW210715b_fot01

https://www.fuw.edu.pl/tl_files/press/images/2021/FUW210715b_fot01.jpg

Podczas chłodzenia, kropelki oleju w wodnym roztworze środka powierzchniowo czynnego mogą tworzyć dwa włókna, podobne do wici bakterii, wytwarzane przez wytłaczanie materiału z wnętrza kropelki. Przed wytwarzaniem włókien kropelki przybierają wielokątne kształty z powodu zamarzania środka powierzchniowo czynnego przy powierzchni kropelek. Początkowo proste włókno ulega podczas wzrostu niestabilności wyboczeniowej, a jego ostateczny kształt wynika ze współzawodnictwa jego elastyczności i hydrodynamicznego oporu płynu. (Źródło: D. Cholakova, Uniwersytet Sofijski)

FUW210715b_fot02

https://www.fuw.edu.pl/tl_files/press/images/2021/FUW210715b_fot02.jpg

Kropelki emulsji po ochłodzeniu odkształcają się i ostatecznie wytwarzają jedno lub dwa włókna. Schemat (a) przedstawia kolejne etapy przekształcania początkowo kulistej kropli w pływaka. Zmiany kształtu kontrolowane są przez powierzchniowe przejście fazowe detergentu. (b-e) Seria pływaków o różnych kształtach i tempie pływania. Rodzaj użytego oleju i środka powierzchniowo czynnego decyduje o elastycznych właściwościach włókien. (Źródło obrazu: publikacja w *Nature Physics* (2021))

FILM:

FUW210715c_mov01

https://www.fuw.edu.pl/tl_files/press/images/2021/FUW210715c_mov01.avi

Włókna wytłaczane przez kropelki wywołują ruch kropelek podobny do pływania mikroskopijnych organizmów, takich jak bakterie i orzęski. Ten prosty, sztuczny mechanizm może dać nam nowy wgląd w fizykę pływania w mikroskali. (Źródło: D. Cholakova, Uniwersytet Sofijski)