Akceptuję
W ramach naszej witryny stosujemy pliki cookies w celu świadczenia państwu usług na najwyższym poziomie, w tym w sposób dostosowany do indywidualnych potrzeb. Korzystanie z witryny bez zmiany ustawień dotyczących cookies oznacza, że będą one zamieszczone w Państwa urządzeniu końcowym. Możecie Państwo dokonać w każdym czasie zmiany ustawień dotyczących cookies. Więcej szczegółów w naszej Polityce Prywatności

Półpłynne łańcuchy z morza mikrocząstek

Z cieczy zawierającej mikrocząstki można za pomocą elektrody wyciągać zaskakująco długie łańcuchy drobin. Ogniwa tych łańcuchów są ze sobą spojone przez otaczającą je cienką warstwę cieczy. Zjawisko to odkryto w Polsce.

Elektroda powoli odsuwa się od powierzchni cieczy. Za nią, jedna po drugiej, wyciągane są kolejne kuliste drobiny, jeszcze przed chwilą rozmieszczone chaotycznie w koloidalnym roztworze. Nad cieczą samoczynnie formuje się długi, regularny łańcuszek mikrocząstek – zjawisko nigdy wcześniej nie obserwowane.

Po raz pierwszy zauważyli je, zbadali i opisali naukowcy z Instytutu Chemii Fizycznej PAN, Wydziału

Fizyki Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu (UAM), Northwestern University w Evanston (Illinois, USA) oraz Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego (FUW). To spektakularne zjawisko opisano w znanym czasopiśmie „Nature Communications" (https://www.nature.com/articles/ncomms15255.)

Choć odkrycie jest świeże, wydaje się, że atrakcyjne właściwości koloidalnych i ziarnistych łańcuchów zostaną szybko wykorzystane. Już teraz trwają prace nad użyciem zjawiska do produkcji cienkich, przewodzących struktur osadzanych na podłożach o różnej chropowatości i właściwościach. Struktury te mogłyby być elementami np. elastycznych układów elektronicznych. Potencjalnie łańcuchy można byłoby tworzyć także z żywych komórek, co otwierałoby drogę do ewentualnych zastosowań biotechnologicznych czy nawet medycznych.

ŁAŃCUCH ZDARZEŃ

„Zapewne każdy miał okazję widzieć u mamy czy babci naszyjniki z korali nawleczonych na nić. Łańcuchy mikrocząstek, wytwarzane i badane przez nasz zespół, są do nich z wyglądu bardzo podobne, lecz mają znacznie mniejsze rozmiary. Najciekawsza jest jednak działająca tu fizyka. Za powstawanie tych regularnych struktur odpowiada zespół wcale nietrywialnych zjawisk, a rolę nici łączącej poszczególne drobiny pełni… ciecz. Co więcej, nić w naszyjniku przechodzi przez środki koralików, podczas gdy nasza nić, czyli ciecz, mikrocząstki otacza” - mówi dr Filip Dutka (FUW).

„Samo odkrycie zjawiska – do czego doszło w trakcie doświadczeń prowadzonych w Instytucie Chemii Fizycznej PAN – było dość przypadkowe - wspomina dr Zbigniew Rozynek, główny autor publikacji w czasopiśmie „Nature Communications”, obecnie pracujący na Wydziale Fizyki UAM. - Za pomocą elektrody pod napięciem kilkuset woltów badałem szklane mikrobańki pływające na powierzchni oleju. W pewnej chwili wyciągnąłem elektrodę z cieczy i ze zdziwieniem zauważyłem na jej końcu długi, bardzo regularny łańcuszek, który po obejrzeniu pod mikroskopem okazał się mieć grubość pojedynczej drobiny”.

BUDUJEMY MOSTY

Jak zbudować koloidalny łańcuch? Wystarczy wziąć naczynie z nieprzewodzącą cieczą, dodać kuliste i przewodzące drobiny, całość wymieszać. Gdy do tak przygotowanej zawiesiny zbliżymy elektrodę (np. w kształcie igły), jej koniec przyciągnie którąś kulkę. Ponieważ ta przewodzi prąd, staje się przedłużeniem elektrody. Przy odpowiednio dobranej wartości napięcia możliwe staje się wyciąganie z cieczy kulki za kulką, co skutkuje uformowaniem się łańcuszka drobin otoczonych warstewką cieczy.

Między każdą parą „ogniw” ciecz tworzy mostek kapilarny, przyciągający sąsiednie drobiny do siebie. Powstają wtedy stałe w czasie styki elektryczne. Dzięki nim prąd płynie przez cały łańcuch niemal równie wydajnie, jak przez pojedynczą drobinę i w efekcie ostatnio dołączona kulka jest w stanie przyciągnąć kolejną z roztworu.

„W uformowanym łańcuchu mostki kapilarne, kształtem przypominające klepsydrę, znajdują się między wszystkimi kolejnymi kulkami. Po wyłączeniu napięcia ich rola staje się wręcz kluczowa: przyciągając kulki do siebie, odpowiadają za utrzymanie łańcucha w całości. A ponieważ mostki kapilarne to po prostu ciecz, uformowany łańcuch pozostaje konstrukcją bardzo giętką” - wyjaśnia dr Dutka.

Łańcuchy mikrocząstek powstają w wyniku złożonej gry oddziaływań o charakterze elektrycznym, grawitacyjnym i kapilarnym (a więc związanych z istnieniem napięcia powierzchniowego cieczy). W tym towarzystwie grawitacja pełni rolę czarnego charakteru: nożyczek przecinających zbyt ciężki łańcuch. Wiele wskazuje, że łańcuchy mogłyby się tworzyć także w stanie nieważkości, gdzie ich długość mogłaby być praktycznie dowolna.

„Po uformowaniu nasze konstrukcje z mikrodrobin zachowują się właśnie jak łańcuchy: są elastyczne i można je wyginać w różne kształty" - mówi dr Rozynek. Sporo zależy jednak od rodzaju użytych cieczy. W niektórych eksperymentach wyciągaliśmy łańcuchy z roztopionej parafiny. Chwilę po wyciągnięciu mostki zastygały i całość sztywniała. Możliwy jest też wariant pośredni.

"Jeśli weźmiemy np. mieszaninę żywicy z alkoholem, po odparowaniu alkoholu żywica zgęstnieje. Łańcuch straci wtedy sporo na elastyczności, jednak nie będzie całkowicie sztywny” - zauważa dr Rozynek.

Długość łańcuchów koloidalnych zależy od liczby i ciężaru mikrocząstek, co zazwyczaj ma ścisły związek z rozmiarami tych ostatnich. Polscy badacze, finansowani z grantów Narodowego Centrum Nauki i Fundacji na rzecz Nauki Polskiej, przeprowadzili eksperymenty dla cząstek o średnicach od ok. 100 nanometrów do 200 mikrometrów. Łańcuchy wytworzone z mikronowych cząstek liczyły nawet kilka tysięcy elementów i osiągały długość rzędu kilkunastu centymetrów.

A LA CZOCHRALSKI

Odkryte zjawisko wizualnie przypomina jeden z najważniejszych procesów technologicznych współczesnej cywilizacji: opracowaną przez prof. Jana Czochralskiego metodę hodowli monokryształów, polegającą na wolnym wyciąganiu pręta z zarodkiem krystalizacji z roztopionego materiału. Metoda, pozwalająca wytwarzać wysokiej jakości półprzewodniki dla przemysłu elektronicznego, podobno także narodziła się przypadkiem. Prof. Czochralski w trakcie robienia notatek miał w roztargnieniu zanurzyć stalówkę swego pióra zamiast w kałamarzu, w stojącym obok tygielku ze stygnącą cyną. Gdy szarpnął ręką by wyciągnąć pióro, na końcu stalówki uformowała się nić, która po zbadaniu okazała się kryształem.

„Materiały produkowane metodą Czochralskiego to kryształy, czyli substancje o budowie regularnej w każdym z trzech wymiarów przestrzennych. My wytwarzamy nasze struktury nie z atomów czy cząsteczek, lecz z mikrodrobin ułożonych regularnie tylko w jednym wymiarze. Z pewną dozą umowności nasze łańcuchy można więc traktować jako kryształy, tyle że jednowymiarowe” - mówi dr Rozynek.

Źródło: www.naukawpolsce.pap.pl

http://laboratoria.net/naturecom/27456.html
Informacje dnia: Jazda na rolkach - Czy jest dobrym sportem? Polimer o właściwościach przeciwgrzybiczych Stypendia ministra nauki dla niemal 400 studentów Skuteczniejsze leczenie chorych na nowotwory krwi Tylko 36% transgranicznych wód podziemnych ma ochronę Technologia ultradźwiękowa w diagnostyce chorób Jazda na rolkach - Czy jest dobrym sportem? Polimer o właściwościach przeciwgrzybiczych Stypendia ministra nauki dla niemal 400 studentów Skuteczniejsze leczenie chorych na nowotwory krwi Tylko 36% transgranicznych wód podziemnych ma ochronę Technologia ultradźwiękowa w diagnostyce chorób Jazda na rolkach - Czy jest dobrym sportem? Polimer o właściwościach przeciwgrzybiczych Stypendia ministra nauki dla niemal 400 studentów Skuteczniejsze leczenie chorych na nowotwory krwi Tylko 36% transgranicznych wód podziemnych ma ochronę Technologia ultradźwiękowa w diagnostyce chorób

Partnerzy