

Oszukać grawitację

2023-04-17



W mieszance orzechów w efekcie wstrząśnięcia mniejsze orzechy wypełniają luki powstałe na dnie, wypychając większe orzechy brazylijskie na wierzch (image source: Melchoir, CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons)

Fizycy z University of Utrecht i Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego zaobserwowali – po raz pierwszy eksperymentalnie – efekt orzecha brazylijskiego w mieszaninie naładowanych cząstek koloidalnych. Do tej pory uważano, że do powstania tego efektu niezbędny jest dopływ energii z zewnątrz, jednak naukowcom udało się potwierdzić, że proces ten może zajść samoczynnie. Wyniki badań, opublikowane w „The Proceedings of the National Academy of Sciences”, mogą znaleźć zastosowanie w wielu dziedzinach, od geologii po fizykę miękkiej materii.

Pewnie zdarzyło się wam kiedyś potrząsnąć otwartą torebką z mieszanką orzechów. Zauważyliście, że po takim zabiegu największe orzechy w mieszance – orzechy brazylijskie – unoszą się na wierzch? Zjawisko wydobywania się dużych przedmiotów na powierzchnię mieszaniny, noszące fachową nazwę konwekcji granularnej, popularnie określane jest właśnie jako „efekt orzecha brazylijskiego”. Występuje ono powszechnie w przyrodzie, zaobserwujemy je także potrząsając np. wiaderkiem z piaskiem i kamyczkami.

Ten niezwykle efekt przeczy intuicji, zgodnie z którą cięższe przedmioty powinny opadać na dno z powodu grawitacji. Tak dzieje się w przypadku powszechnego w przyrodzie zjawiska sedymentacji, procesu polegającego na opadaniu cząstek ciała stałego rozproszonego w cieczy, pod wpływem grawitacji lub sił bezwładności. Sedymentacja odgrywa rolę w takich procesach, jak formowanie się skał osadowych, wykorzystuje się ją także do oczyszczania wody i ścieków czy izolacji komórek z krwi.

Efekt orzecha brazylijskiego w koloidzie

Do tej pory uważano, że do powstania efektu orzecha brazylijskiego – niezbędny jest dopływ energii z zewnątrz, czyli np. wstrząśnięcie torebką. Jednak opracowywane modele teoretyczne sugerowały, że zjawisko to może zajść samoczynnie, bez dostarczenia energii spoza układu. Obliczenia teoretyczne udało się potwierdzić eksperymentalnie po raz pierwszy grupie fizyków doświadczalników i teoretyków z Uniwersytetu w Utrechcie i Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Wyniki badań ukazały się w pracy, opublikowanej w czasopiśmie „The Proceedings of the National Academy of Sciences” of the United States of America (PNAS). – Pokazaliśmy, że efekt orzecha brazylijskiego może zajść w mieszaninie naładowanych cząstek koloidalnych, napędzanych wyłącznie przez ruchy Browna i odpychanie się ładunków elektrycznych – podkreśla Jeffrey Everts z Wydziału Fizyki UW, który pod kierunkiem René van Roij z Instytutu Fizyki Teoretycznej Uniwersytetu w Utrechcie przeprowadził obliczenia teoretyczne. Za część eksperymentalną badania odpowiedzialna była Marjolein van der Linden, pracująca pod kierunkiem Alfonsa van Blaaderena z Instytutu Nanomateriałów im. Debye’a Uniwersytetu w Utrechcie.

Koloidalna mieszanina

Do przeprowadzenia doświadczenia badacze wykorzystali naładowane cząstki o różnych średnicach (tj. małe i duże) polimetakrylanu metylu. Jako środek rozpraszający zastosowano niskopolarny rozpuszczalnik, bromek cykloheksylu.

Jak podkreślają badacze, choć zarówno w mieszaninach ziarnistych (np. orzechach), jak i koloidalnych dochodzi do „efektu orzecha brazylijskiego”, mechanizmy jego powstania są kompletnie różne. W przypadku mieszanek orzechów w efekcie wstrząśnięcia mniejsze orzechy wypełniają luki powstałe na dnie, wypychając większe orzechy na wierzch. Tymczasem naładowane cząstki w zawiesinie koloidalnej wykonują ruchy Browna w wyniku zderzeń z otaczającymi je cząsteczkami rozpuszczalnika. – Każda z cząstek naładowana jest dodatnio. Cięższe, ale zarazem większe cząstki mają większy ładunek, więc odpychają się mocniej, co sprawia, że poruszają się w górę łatwiej, niż mniejsze, a zarazem lżejsze cząstki – wyjaśnia Jeffrey Everts.

Odkrycie efektu orzecha brazylijskiego w mieszaninach cząstek koloidalnych może być wykorzystane w wielu dziedzinach, od geologii po fizykę miękkiej materii. Wiedza ta może być bezpośrednio zastosowana w przemyśle, na przykład do stabilizacji farb i atramentów.

Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego:

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 Fizyki oraz Obserwatorium Astronomiczne. Badania pokrywają niemal wszystkie dziedziny współczesnej fizyki, w skalach od kwantowej do kosmologicznej. Kadra naukowo-dydaktyczna Wydziału składa się z ponad 250 nauczycieli akademickich. Na Wydziale Fizyki UW studiuje ponad 1100 studentów i ok. 170 doktorantów. Uniwersytet Warszawski w rankingu szanghajskim dla poszczególnych dziedzin (Shanghai's Global Ranking of Academic Subjects) znajduje się wśród 75 najlepszych na świecie jednostek, kształcących w dziedzinie fizyki.

PUBLIKACJA NAUKOWA:

M. N. van der Linden, J. C. Everts, R. van Roij, A. van Blaaderen *Realization of the Brazil-nut effect in charged colloids without external driving*.
<https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2213044120>

KONTAKT:

Dr Jeffrey Everts
Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego
email: jeffrey.everts@fuw.edu.pl
tel: +48 22 55 32 974

POWIĄZANE STRONY WWW:

<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:

FUW230417b_fot01

https://www.fuw.edu.pl/tl_files/press/images/2023/FUW230417b_fot01.jpg

W mieszanke orzechów w efekcie wstrząśnięcia mniejsze orzechy wypełniają luki powstałe na dnie, wypychając większe orzechy brazylijskie na wierzch
(image source: Melchoir, [CC BY-SA 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/), via Wikimedia Commons)

 [FUW230417a - Efekt orzecha brazylijskiego zaobserwowany po raz pierwszy w koloidzie.pdf](#)
(149.5 kB)