

Duże krople

W lecie mało komu zależy na deszczu. Choć jedni ciężko pracują przy żniwach, a drudzy wprost przeciwnie – odpoczywają, to ani ci, ani tamci do opadów nie tęsknią. Wymarzony upał nie powinien jednak trwać zbyt długo. Nic tak nie odświeża atmosfery jak dobra burza.

Ale skąd się biorą deszcze? Ogólnie wiadomo, że deszcze padają z chmur, a chmury tworzą się w procesie kondensacji pary wodnej na cząsteczkach areozoli unoszących się w atmosferze. Chmura początkowo składa się tylko z malutkich kropelek, które stopniowo rosną, aż osiągną rozmiary rzędu jednego milimetra, co pozwala im na rozpoczęcie spadania, w czasie którego dalej rosną, aby stać się znanymi nam kroplami deszczu.

Jest jednak pewien problem. Ten proces trwa zbyt długo. Obliczenia prowadzą do oszacowania minimalnego czasu formowania się kropelek na kilkanaście godzin, podczas gdy obserwuje się czasy nawet nieprzekraczające pół godziny.

Specjaliści od dawna podejrzewają, że to wiatr przyspiesza proces formowania się kropelek, ale proste uwzględnienie go w modelach niewiele dotąd poprawiało.

W marcowym zeszycie *Physical Review Letters* ukazał się artykuł [1], który tak według autorów, jak i komentatorów [2] zawiera klucz do rozwiązania tego problemu. Jest nim uwzględnienie turbulencji. Wewnątrz chmury tworzą się małe wiry, które na zasadzie wirówki odrzucają kropelki na zewnątrz, tworząc ich zagęszczenia o milimetrowych rozmiarach – właśnie takich, jakie są potrzebne, aby kropelka mogła stać się deszczem.

Artykuł [1] opiera się na całej serii prac opublikowanych w ciągu ostatnich kilku lat, a dotyczących analitycznego modelowania ruchu masywnych cząsteczek w różnego rodzaju przepływach. Rozwinięte podejście może okazać się pomocne przy okazji badania dystrybucji wtryskiwanego do silników paliwa czy też rozkładu zanieczyszczeń atmosferycznych. Nadzieje wiąże się ze stworzeniem dla meteorologów prostych reguł typu „jeżeli wiatr jest odpowiednio silny, to deszcz zacznie padać za czterdzieści minut”. Niestety, na razie pozostanie to tylko marzeniem.

Bez względu na to, czy rozumiemy mechanizm powstawania kropli czy nie, wcześniej czy później dopadnie nas letnia burza. Gdy już uda nam się schronić przed nią pod dach, namiot czy do kabiny łódki, to możemy zapytać: co na temat wielkości kropelek można powiedzieć na podstawie ich łoskotu o nasze schronienie? Problem jest chyba nadal otwarty.

Inaczej sprawa wygląda w fizyce materii skondensowanej. Tam od dawna porcję przepływającego przez cienkie złącze ładunku mierzy się za pomocą „słuchania szumu” takiego przepływu.

Pod koniec kwietnia ukazał się artykuł [3], w którym zaprezentowane zostały wyniki badania przepływu prądu przez punktowe złącze pomiędzy dwoma nadprzewodnikami. Wyniki okazały się perfekcyjnie pasować do kwantowo-mechanicznych obliczeń teoretycznych [4].

Zespół [3] chciał sprawdzić zaskakujące przewidywania teorii nadprzewodnictwa. Normalnie w metalach nośnikami prądu są pojedyncze elektrony. W stanie nadprzewodnictwa elektrony łączą się w tzw. pary Coopera. Ale przewidywania dotyczące prądu płynącego przez słaby nadprzewodzący kontakt, łączący dwa nadprzewodniki są jeszcze dziwniejsze. Dla odpowiednio małego napięcia prąd przepływa w coraz większych porcjach. Dodatkowo, wielkość tych porcji dla odpowiednio małej przewodności złącza (odpowiadającej tunelowaniu przez barierę potencjału) coraz dokładniej odpowiada całkowitym wielokrotnościom ładunku elementarnego. Zależność wielkości porcji przesyłanego ładunku od przyłożonego napięcia staje się coraz bardziej schodkowa [1].

W doświadczeniu użyto nanotechnologii pozwalającej na uzyskiwanie punktowych złączy o regulowanej wielkości. Pracowano z jak najmniejszymi złączami składającymi się z pojedynczych atomów glinu. Glin ma w tych warunkach trzy kanały przewodności odpowiadające trzem dostępnymi orbitalom typu p . Do charakterystyki prądowo-napięciowej złącza można dopasować krzywe teoretyczne, których parametrami są przewodności w dostępnych kanałach. Liczby te nazywane są w środowisku badaczy PIN-kodem złącza. Ich wyznaczenie pozwala przewidzieć zależność wielkości przysyłanych przez złącze nośników ładunku od napięcia bez żadnych wolnych parametrów.

Okazało się, że wyniki pasują do przewidywań jak rękawiczka do ręki. Świadczy to o zrozumieniu teorii przewodnictwa we wspólnym obszarze zainteresowań fizyki ciała stałego i chemii.

Piotr ZALEWSKI

- [1] E. Balkowsky, G. Falkovich, A. Fouxon, *Intermittent Distribution of Inertial Particles in Turbulent Flows*, Phys. Rev. Lett. **86**(2001) 2790.
- [2] G. Brumfiel *How Raindrops Form*, Phys. Rev. Focus (22 marca 2001).
- [3] R. Cron, M.F. Goffman, D. Esteve, C. Urbina, *Multiple-Charge-Quanta Shot Noise in Superconducting Atomic Contacts* Phys. Rev. Lett. **86**(2001) 4104.
- [4] *Electric Current in Big Chunks*, Phys. Rev. Focus (30 kwietnia 2001).