

Kryształy czasowe

Z kryształami mamy do czynienia na codzień, jednak "kryształ czasowy" brzmi conajmniej dziwnie – co to jest? Kryształ przestrzenny, tzn. normalny znany nam kryształ, to regularnie poukładane atomy w przestrzeni. Mechanika kwantowa mówi nam, że aby można było zaobserwować struktury krystaliczne musi zajść zjawisko spontanicznego łamania symetrii ze względu na przesunięcia całego układu w przestrzeni. To znaczy, że najpierw trzeba zmierzyć położenie jednego atomu, dopiero wówczas prawdopodobieństwa pomiaru kolejnych atomów wykazują periodyczne przestrzenne zachowanie.

Spontaniczne pojawienie się periodycznych struktur w czasie utożsamiane jest z formowaniem kryształu czasowego. Kryształ czasowy to innymi słowy periodyczny ruch układu. Brzmi to dość trywialnie, bo np. wskazówki zegara również poruszają się periodycznie, a wcale nie mówimy o nim "kryształ czasowy". Wyjątkowość idei kryształu czasowego polega na tym, że układ, którego nie napędzamy periodycznie (nie ma żadnego "silnika"), zostaje przygotowany w stanie o najniższej energii, a następnie spontanicznie (tzn. pod wpływem dowolnie słabego zaburzenia np. w wyniku pomiaru położenia pojedynczej cząstki) odślania ruch periodyczny. Idea formowania kryształów czasowych została zaproponowana dwa lata temu, między innymi przez laureata Nagrody Nobla – Franka Wilczka. Idea budzi kotrowsje w literaturze naukowej. Celem niniejszego projektu jest przeprowadzenie pełnych wielociałowych kwantowych symulacji formowania kryształu i rozwianie wątpliwości dotyczących realności zjawiska kryształu czasowego.

Pomysł Franka Wilczka stanowi dla nas inspirację. Okazuje się, że ciekawe zjawiska krystaliczne w czasie mogą być również realizowane w układach periodycznie zaburzanych. Periodyczne zaburzenie stanowi w kryształach czasowych odpowiednik zewnętrznego potencjału periodycznego w przestrzeni w modelach fizyki ciała stałego. Otwiera to nowe, bardzo szerokie możliwości badania nietrywialnych stanów fizyki materii skondensowanej w domenie czasu. Będziemy badać takie zjawiska.

Do czego można wykorzystać kryształy czasowe? Idea kryształu czasowego jest bardzo młoda i w tym momencie trudno roztaczać dalekosiężne wizje. Jedną z możliwości praktycznego wykorzystania jest budowa precyzyjnych wzorców częstotliwości bazujących na makroskopowych zjawiskach fizycznych lub precyzyjnego pomiaru pól magnetycznych porównując okres ruchu układu ze wzorcami częstotliwości.