

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Jednym z podstawowych problemów fizyki jest zrozumienie dlaczego w odpowiednio niskiej temperaturze ciała makroskopowe przybierają postać kryształów? Typowym przykładem jest tutaj przechodzenie wody w lód w temperaturze zera stopni. Zgodnie z fundamentalnym prawem fizyki, konfiguracje oddziałujących cząstek w odpowiednio niskich temperaturach minimalizują całkowitą energię układu - konfiguracje takie nazywamy stanami podstawowymi. Powyższy problem kryształu można więc sformułować matematycznie w następujący sposób: Dlaczego stany podstawowe układów wielu oddziałujących cząstek są przestrzennie okresowe, tak jak na przykład sześciennie kryształki soli kuchennej?

Przez wiele lat było założenie fizyki ciała stałego. W 1982 roku Dan Shechtman pokazał doświadczalnie istnienie kontrprzykładu. Za odkrycie pewnego stopu metalicznego, który nie tworzy żadnej sieci krystalicznej, dostał w 2011 roku nagrodę Nobla z chemii.

W niniejszym projekcie będziemy rozważać klasyczne gazy sieciowe, w których cząstki ulokowane są w węzłach okresowej kraty kwadratowej lub sześcienniej, natomiast nieokresowe są ich stany podstawowe. Będziemy badać stabilność nieokresowych stanów podstawowych ze względu na losowe ruchy cieplne.

Głównym zadaniem badawczym projektu jest konstrukcja gazu sieciowego z oddziaływaniami najbliższych sąsiadów, z nieokresowym stanem podstawowym stabilnym w niezerowej temperaturze. Byłby to pierwszy mikroskopowy model kwazikryształu.

Nasze konstrukcje oparte będą na nieokresowych parkietach. Problem istnienia nieokresowych parkietów pojawił się w 1900 roku w jednym z problemów postawionych przez Davida Hilberta, jednego z najwybitniejszych matematyków wszechczasów. Druga część 18-tego problemu Hilberta może być sformułowana w następujący sposób: Czy istnieje wielobok, taki że mając do dyspozycji nieskończenie wiele jego kopii możemy pokryć nieskończoną płaszczyznę ale tylko w sposób nieokresowy? Od tego czasu skonstruowano wiele zestawów dachówek, którymi można pokryć płaszczyznę ale tylko w sposób nieokresowy, najsłynniejszy zestaw, strzała i latawiec, jest autorstwa Rogera Penrose'a.

W projekcie będziemy się zajmować zagadnieniami dotyczącymi nieokresowych struktur, związanymi z fundamentalnym pytaniem: W jaki sposób lokalne translacyjnie-niezmienne reguły wymuszają globalny nieokresowy porządek. Nasze zadania badawcze łączą ze sobą różne dziedziny: fizykę statystyczną kwazikryształów, nieokresowe parkietowe układy dynamiczne, probabilistykę i teoretyczną informatykę.