

Kontrolowalne ultrazimne układy kwantowe z długozasięgowymi oddziaływaniami

Popularnonaukowe streszczenie projektu

Mechanika kwantowa leży u podstaw wszystkich dzisiejszych technologii. Zrozumienie podstawowych praw rządzących zachowaniem materii w nanoskali pozwoliło na zbudowanie urządzeń takich jak tranzystor, które zrewolucjonizowały rozwój elektroniki. Obecnie uważa się, że wykorzystanie kolektywnych efektów kwantowych może doprowadzić do kolejnej rewolucji technologicznej. Badacze intensywnie pracują nad kwantowym hardware używając wielu różnych układów takich jak pętle nadprzewodzące czy układy fotoniczne.

Bardzo użyteczną platformą umożliwiającą badania wielociałowych układów kwantowych są ultrazimne atomy. Są one wytwarzane w postaci niezmiernie rzadkich gazów w temperaturach ułamek stopnia powyżej zera bezwzględnego. W tak ekstremalnych warunkach atomy mają tak mało energii kinetycznej, że mogą być pułapowane przy użyciu światła laserowego, odczuwają bowiem niewielką siłę przyciągającą je w rejon gdzie światło jest bardziej lub mniej intensywne, zależnie od ich cechy zwanej polaryzowalnością. W ultrazimnych układach zjawiska termiczne są zaniedbywalne i może się ujawnić kwantowa natura świata. Przykładem może tu być kondensat Bosego-Einsteina, niezwykle egzotyczny stan w którym wszystkie tworzące go atomy opisywane są jedną makroskopową funkcją falową. Ostatnim ważnym osiągnięciem eksperymentalnym jest umieszczenie pojedynczych atomów w nożycach optycznych i wykorzystanie ich jako kubitów do obliczeń kwantowych.

Z kilku powodów kuszącym pomysłem jest zamiana atomów na cząsteczki. Jednym z argumentów za tym są ich silne oddziaływania, innym bogata struktura wewnętrzna umożliwiająca nowe zastosowania. Ten projekt skupia się na badaniu układów cząsteczek polarnych traktując je jako modelowy przykład przestrajalnej materii kwantowej. Jego głównym celem jest zbadanie możliwości precyzyjnej kontroli własności układów cząsteczek, zarówno w fazie gazowej jak i w układzie nożyc optycznych. Używając znalezionych technik pokażemy jak wytworzyć w takich układach splątane stany wielu cząstek. We współpracy z grupami doświadczalnymi znajdziemy warunki do obserwacji egzotycznych stanów materii takich jak krople kwantowe. Wyniki projektu poszerzą nasze zrozumienie silnie oddziałujących układów kwantowych i będą stanowić krok w kierunku ich przyszłego wykorzystania.