

Kołowy atom Rydberga - egzotyczna domieszka magnetyczna w ultrazimnym środowisku kwantowym

Streszczenie popularnonaukowe

Michał Suchorowski

I. MOTYWACJA

Domieszki kwantowe, które drastycznie zmieniają właściwości układów, są dobrze znane w fizyce materii skondensowanej. Zjawiska fizyczne przez nie wywoływane, takie jak efekt Kondo czy nadprzewodnictwo w materiałach ciężkofermionowych, są intensywnie badane zarówno w eksperymentach, jak i w badaniach teoretycznych. Rozwój ultrazimnej fizyki otworzył nowe możliwości symulacji i badania układów wielociałowych, w tym układów z domieszkami. Unikalna kontrola nad parametrami układu oraz w pełni kwantowy obraz dają niespotykane dotąd możliwości, które są poza zasięgiem standardowych metod fizyki ciała stałego. Domieszki magnetyczne zanurzone w polarnym środowisku są szczególnie interesujące ze względu na anizotropowy i dalekosiężny charakter oddziaływań dipolowych. Co więcej, nie są one dobrze zrozumiane ze względu na złożoność matematycznego opisu posiadającej moment pędu domieszki, która silnie oddziałuje z kapielą cząstek.

II. CEL PROWADZONYCH BADAŃ

W ramach tego projektu będziemy badać wpływ domieszek magnetycznych w środowiskach wielu ciał, zwłaszcza w dipolowych gazach spinorowych. Chociaż znany jest ogólny formalizm opisu matematycznego domieszek spinowych, nie został on jeszcze zastosowany do domieszek dipolowych otoczonych ultrazimnym środowiskiem magnetycznym. Ponadto proponujemy nowy rodzaj domieszki, w postaci atomu rydbergowskiego w stanie kołowym, w którym elektron walencyjny posiada wysoki orbitalny moment pędu, co powoduje powstanie ogromnego momentu magnetycznego atomu, osiągającego nawet 10 razy większą wartość niż u najbardziej magnetycznych atomów w stanie podstawowym. Dlatego połączenie bezprecedensowo silnej interakcji dipol-dipol między domieszką a kapielą oraz fizyki polaronu rydbergowskiego może doprowadzić do powstania nowych, egzotycznych efektów wielociałowych, które są sercem tego projektu. Projekt badawczy będzie częściowo realizowany we współpracy z wiodącymi grupami teoretycznymi i eksperymentalnymi z Austrii, Japonii i Niemiec. Realizacja projektu dostarczy nowych wyników naukowych dotyczących jeszcze niezbadanych układów kwantowych, ukierunkuje potencjalne prace eksperymentalne w dziedzinie kwantowych symulacji problemów domieszek i atomów rydbergowskich oraz zapewni lepsze zrozumienie domieszek magnetycznych kluczowe dla rozwoju nowych materiałów .

III. OPIS BADAŃ

Będziemy wykorzystywać i rozwijać najnowocześniejsze techniki fizyki molekularnej i materii skondensowanej. Będziemy badać model pojedynczej kołowej domieszki rydbergowskiej zanurzonej w polarnym gazie spinorowym. Opracujemy metodę matematyczną, aby właściwie opisać nowy rodzaj domieszek i zbadać fizykę wielu ciał tego układu. Będziemy badać magnetyzację układu, dynamikę spinów i efekty wielociałowe, takie jak lokalizacja, tworzenie wzorów w układach tablicowych lub deformacja kondensatu, powstawanie samoorganizujących się struktur, takich jak krople lub wzory, oraz wzbudzenia topologiczne, takie jak wiry w gazie kwantowym.