

Trójciałowa fizyka gazów ultrazimnych: teoria kwantowych stanów słabo związanych w układach silnie oddziałujących

Streszczenie popularnonaukowe

Jacek Gębala

1. Motywacja

Zimne i ultrazimne atomy są bardzo szybko rozwijającym się działem fizyki atomowej, przedstawiającym niezrównane możliwości badania dynamiki zderzeń atomów. Postępy w pułapkowaniu i chłodzeniu laserowym w ostatnich latach umożliwiły badanie ultrazimnej materii. Doświadczalny rozwój metod pułapkowania optycznego umożliwił z kolei kwantowe symulacje, co stwarza perspektywy przygotowywania przełomowych materiałów. Dzięki teorii oddziaływań dwuciałowych badacze są w stanie rozwiązywać złożone problemy fizyki wielu ciał. Jednak w niektórych przypadkach prawdziwa charakterystyka oddziaływań międzyatomowych ujawnia się dopiero po uwzględnieniu trzech lub więcej cząstek w modelu teoretycznym. Fizyka kilku ciał stała się nieodłącznym elementem teorii przewidywających stabilność gazów ultrazimnych, scharakteryzowanych temperaturami poniżej 1 mK.

2. Cele projektu naukowego

W trakcie projektu będziemy badać procesy formowania się trójatomowych cząsteczek. Naszym celem jest przewidywanie ścieżek reakcji wielu rodzajów atomów (również zjonizowanych), co pozwoli na dokładny opis natury zderzeń i oddziaływań chemicznych. Opiszemy poziomy energetyczne i oddziaływania elektronów w danej cząsteczce. Dzięki temu będziemy w stanie modelować oddziaływanie między całymi atomami i zbadać ścieżki ich zderzeń. Opiszemy zależność właściwości fizycznych badanych układów od zewnętrznych pól magnetycznych i elektrycznych, co w przyszłości pozwoli kontrolować zderzenia w badanych układach. Użyjemy zestawu narzędzi matematycznych i numerycznych, aby rozwiązać równania różniczkowe stanowiące równania ruchu układu (w tym równanie Shrödingera).

3. Plan pracy

W trakcie projektu będziemy współpracować z uznanymi światowo ośrodkami badawczymi zajmującymi się fizyką atomową, molekularną i optyczną (AMO). Skupimy się na pracy z ośrodkiem teoretycznym w JILA na University of Colorado oraz grupami doświadczalnymi z University of Amsterdam, University of Freiburg i Uniwersytetu Warszawskiego w celu opisania zderzeń atom-jon oraz atom-atom, a także właściwości rozproszeniowych funkcji falowej gazów ultrazimnych oraz ich oddziaływań chemicznych.