

## **Projekt 5.2. NUANCE: Nowe kwantowe stany materii w ultrazimnych gazach atomowych badane metodami ab initio**

**Promotor:** dr hab. Krzysztof Pawłowski

**Instytut:** Centrum Fizyki Teoretycznej PAN

**WWW:** [www.cft.edu.pl](http://www.cft.edu.pl)

### **Opis:**

Projekt dotyczy gazów, schłodzonych do ultraniskich temperatur. Od obserwacji tzw. kondensatu Bosego-Einsteina ćwierć wieku temu, układ ten wydawał się dobrze zrozumiany.

Nieoczekiwanie w 2016 roku zauważono w doświadczeniu, że schłodzony gaz może osiągnąć inną fazę materii, zwaną obecnie kroplami kwantowymi. Faza ta pojawia się, gdy różne typy oddziaływań, krótkozasięgowe odpychanie i destabilizujące gaz nielokalne przyciąganie równoważą się, a układ jest stabilny dzięki kwantowym korelacjom. Dwa lata temu w tym układzie zmierzono tzw. "supersolid".

Odkrycia doświadczalne otwierają szereg ścieżek badawczych. Nie wiadomo jakie są własności tych układów, jakie jest równanie stanu, jak krople kwantowe zanikają wraz ze wzrostem temperatury. Znając mechanizm powstawania kropli, można ich szukać w innych układach fizycznych, np. we wnękach rezonansowych.

Temat wymaga poznania fizyki kondensatu Bosego-Einsteina, teorii układów wielu-ciał oraz zaawansowanych metod numerycznych (punktem startowym będzie Density-Matrix Renormalization Group DMRG).

W trakcie doktoratu zaplanowane jest szkolenie (poza instytutem) z metod typu "Machine Learning".

Doktorat będzie finansowany z projektu Sonata Bis "NUANCE: Novel quantum phases in cold gases", który przewiduje stworzenie w celu realizacji tego projektu zespołu (kierownik, dwóch doktorantów, post-doc, magistrant).

### **Cel projektu:**

Przedmiotem tego projektu jest zbadanie diagramu fazowego i wzbudzeń elementarnych w układzie, w którym nielokalne przyciąganie i lokalne odpychanie równoważą się, a stabilność układu i jego własności są zdeterminowane przez kwantowe korelacje między atomami. Badania będą oparte na teoriach ab initio.

Nowe fazy materii będą poszukiwane w realizowanych obecnie układach doświadczalnych: w gazach atomów o trwałym momencie magnetycznym oraz we wnękach rezonansowych.

### **Wymagania:**

- Podstawy programowania,
- Doświadczenie w mechanice kwantowej wielu-ciał będą dodatkowym atutem,
- Otwartość na współpracę, zaangażowanie.