

Popularnonaukowy opis badań naukowych planowanych przez wnioskodawcę podczas stażu podoktorskiego w ramach programu NCN Fuga

1. Cel planowanych badań

Podstawowym celem stażu jest zbadanie wpływu domieszek na stan nadprzewodzący w układach ze sprzężeniem spin-orbita w nanostrukturach, takich jak monowarstwy, pierścienie i ramki. W projekcie planowane jest zastosowanie innowacyjnych technologii informacyjnych oraz zaawansowanych metod numerycznych. Do obliczeń numerycznych wykorzystane zostaną klastry wieloprocessorowe oraz kart graficznych, wykorzystujących technologię CUDA. Stworzenie nowatorskiego specjalistycznego oprogramowania numerycznego stanowi dodatkowy cel stażu.

2. Opis realizowanych badań

Badania zostaną przeprowadzone w oparciu o samozgodne rozwiązywanie równań Bogolubova-de Gennesa (BdG) w przestrzeni rzeczywistej. Podejście to jest ogólnie stosowane w przypadku badań tej klasy układów w przestrzeni rzeczywistej. Należy pamiętać, że w standardowym podejściu (polegającym na dokładnej diagonalizacji macierzy o znacznych rozmiarach) technika ta umożliwia teoretyczne badanie układów o relatywnie małej liczbie węzłów sieci (rzędu tysiąca). Ze względu na te ograniczenia, konieczne jest zastosowanie zaawansowanych technik numerycznych oraz technologii informatycznych. Zastosowanie do obliczeń numerycznych procesorów wielordzeniowych (klastrów obliczeniowych jak i procesorów kart graficznych wykorzystujących technologię CUDA), umożliwi to na iteracyjne rozwiązywanie równań BdG, dla układów z liczbą węzłów rzędu stu tysięcy. Przyspieszenie to wynika z zastąpienia operacji dokładnej diagonalizacji macierzy, na operację mnożenia macierz-wektor.

3. Powody podjęcia danej tematyki badawczej

Realizowane badania wpisują się w światowy nurt badań związanych z badaniem układów, w których realizowane jest sprzężenie spin-orbita. Sprzężenie to jest źródłem wielu ciekawych zjawisk fizycznych, takich jak m. in. qubity spinowo-orbitalne i spinowy efekt Halla, czy powstawanie izolatorów topologicznych czy fermionów Majorany. Badania te są istotne ze względu na możliwe zastosowania w szybko rozwijających się dziedzinach nauki takich jak np. spinotronika, która w przeciwieństwie do elektroniki *steruje* nie elektronami (ruchem ładunku elektrycznego) a ich spinami (ruchem spinów elektronów).

Należy również pamiętać, że w wielu przypadkach istotna jest *czystość* materiałów. Ze względu na istotny wpływ na własności fizyczne domieszek, istotne jest zbadanie tego wpływu na interesujące zjawiska fizyczne. Powodem podjęcia niniejszej tematyki naukowej jest postęp technik eksperymentalnych umożliwiających realizację eksperymentalną nanostruktur wykorzystujących zjawiska fizyczne, których źródłem jest sprzężenie spin-orbita. Ze względu na możliwość aplikacyjnego zastosowanie takich struktur istotne jest dogłębne poznanie wpływu domieszek na ich własności fizyczne – ewentualnego polepszenia lub pogorszenia interesujących nas własności fizycznych.