

Streszczenie

„Nadprzewodnictwo w układach ze złamaną symetrią inwersji.”

Celem pracy jest opisanie nadprzewodnictwa w kryształach bez środka inwersji, gdzie oddziaływanie spin-orbita (ASOC) odgrywa kluczową rolę. Zbadano własności uporządkowań: singletowego typu „s” i trypletowych typu „p” na sieci kwadratowej w modelu ciasnego wiązania. Obliczenia były prowadzone w bazie stanów spinowych zgodnych z symetrią parowania, która nie diagonalizuje hamiltonianu pasmowego. To podejście pozwoliło opisać współzawodnictwo pomiędzy spinowo zależnym oddziaływaniem parującym a heliakalną strukturą spinową hamiltonianu pasmowego z ASOC. Ten problem, okazał się szczególnie istotny w obecności zewnętrznego pola magnetycznego wymuszającego nową oś kwantyzacji spinów niekompatybilną z osią wyznaczaną przez ASOC.

Rozważamy pasmo przewodnictwa scharakteryzowane przez szerokość pasma, jego zapelnienie oraz możliwe osobliwości van Hove’a powstające także na skutek sprzężenia spin-orbita. W tym względzie nasze obliczenia wychodzą poza przybliżenie gazu Fermiego, zastosowane we wcześniejszych publikacjach. Poza efektami pasmowymi omawiamy różne reżimy ASOC i oddziaływania parującego.

Praca składa się z 7 rozdziałów i 2 dodatków. We wstępie prezentujemy najważniejsze własności ASOC i jego wpływu na nadprzewodnictwo tzn.: rozszczepienie powierzchni Fermiego, mieszany singletowo-trypletowego charakter par Coopera oraz parowanie między i wewnątrzpasmove.

W ramach rozdziału drugiego prezentujemy formalizm funkcji Greena w zastosowaniu do nadprzewodników bez środka inwersji, w tym także znajdujących się w prostym polu zeemanowskim. Otrzymane funkcje Greena normalna i anomalna oddają mieszany charakter par Coopera w badanym układzie. Analizując strukturę funkcji anomalnej wskazujemy na możliwość pojawienia się egzotycznego parowania w nieparzystych częstościach.

Rozdział trzeci został poświęcony omówieniu ewolucji gęstości stanów pod wpływem antysymetrycznego sprzężenia spin-orbita, co jest podstawą do interpretacji zależności temperatur krytycznych od ASOC w wypadku parowania wewnątrzpasmowego. Wyniki własne stanowiące zasadniczą część pracy obejmują rozdziały 4, 5 i 6.

Analizę właściwości nadprzewodników singletowych typu „s” dla różnych wartości potencjału parującego typu BCS i zapelnień pasma przedstawiono w rozdziale 4. Wykazano w nim m.in., że wbrew wcześniejszym ustaleniom, antysymetryczne sprzężenie spin-orbita ma duży wpływ na temperatury krytyczne poprzez mechanizm zmiany gęstości stanów.

W rozdziale 5 przedstawiono analizę różnych, dozwolonych przez symetrię sieci, uporządkowań trypletowych typu „p” A_1, A_2, B_1, B_2 dla separowanego potencjału parującego. W szczególności od wcześniejszych prac, wykazano duży wpływ ASOC na temperatury krytyczne stanu A_2 poprzez mechanizm zmiany splotu gęstości stanów i parametru oddziaływania. Przedyskutowano wpływ ASOC na temperatury krytyczne dla wszystkich stanów dla reprezentatywnych zapelnień pasma i różnych wartości oddziaływania parującego.

W końcu w rozdziale 6 zbadano własności nadprzewodnictwa singletowego typu „s” w zeemanowskim polu magnetycznym. Skupiono się na, słabo przebadanym przypadku

prostopadłej do płaszczyzny sieci orientacji pola uwzględniając nieciągłe przejścia fazowe. Wykazano możliwość istnienia nieciągłego przejścia pomiędzy fazami z dużą i małą wartością parametru porządku, przedstawiono złożone diagramy fazowe, a także zbadano współzawodnictwo pomiędzy stabilizującym wpływem ASOC na nadprzewodnictwo singletowe w sytuacji deparującego wpływu pola magnetycznego a generalnie niszczącym wpływem ASOC na nadprzewodnictwo wywołane obniżeniem gęstości stanów. Krótko omówiono też wpływ ASOC na indukowane parowanie w nieparzystych częstościach, obliczone zerowym przybliżeniu tj. bez uwzględniania średnich różnoczasowych w efektywnym hamiltonianie.

Ostatni rozdział to zakończenie, poświęcone szczegółowemu podsumowaniu wyników uzyskanych w pracy.