

STRESZCZENIE

Tematem rozprawy doktorskiej jest teoretyczny opis ultrazimnych gazów atomowych w jedno- i dwuwymiarowych sieciach optycznych w obecności nieporządku prowadzącego do lokalizacji Andersona. Nieporządek jest generowany przez oddziaływanie z drugą frakcją losowo rozłożonych i unieruchomionych atomów.

W układach o obniżonej wymiarowości nie występuje przejście z fazy izolatora Andersona do fazy przewodzącej, jednak nie jest wykluczone istnienie dyskretnego zbioru stanów przewodzących. Pierwsza część pracy poświęcona jest własnościom takich stanów, które pojawiają się na skutek istnienia korelacji w rozkładzie nieporządku. W sieciach o skończonych rozmiarach obecność stanów przewodzących powoduje pojawienie się „okien transportu”, czyli zakresów energii, dla których długość lokalizacji jest większa od rozmiarów układu. Potencjalnym zastosowaniem takich układów jest tworzenie precyzyjnych, przestrajalnych filtrów energii atomów w sieci optycznej. W pracy opisano metodę pozwalającą analitycznie wyznaczać energie stanów niezlokalizowanych dla korelacji z klasy uogólnionych N-merów. Pokazano również, że nawet w nieskończonym układzie są to stany przewodzące. Następnie zaproponowano metodę tworzenia korelacji tego typu w eksperymencie, a także opisano technikę pozwalającą na generację nieporządku w amplitudach tunelowań, co umożliwia w jeszcze większym stopniu kontrolować ilość stanów przewodzących oraz ich energie.

W drugiej części pracy opisano metodę pozwalającą symulować w dwuwymiarowej sieci optycznej szczególny typ nieporządku: losowe pole magnetyczne. Układy tego typu, stworzone dzięki jednoczesnym modulacjom wysokości sieci i oddziaływań między frakcjami atomów pozwalają badać wiele zjawisk opisanych w ramach fizyki fazy skondensowanej takich jak ułamkowy kwantowy efekt Halla. W pracy zaprezentowano najistotniejsze efekty zaobserwowane podczas numerycznego obliczania długości lokalizacji dla szerokiego zakresu parametrów. W szczególności wytłumaczono anomalnie niską długość lokalizacji występującą dla skorelowanego nieporządku. Przedstawiono także porównanie średniej drogi swobodnej wyznaczonej z teoretycznego związku z długością lokalizacji z wynikami ewolucji w czasie zlokalizowanego pakietu falowego.

W załącznikach zawarto opis metod stosowanych do analizy periodycznie modulowanych układów oraz metod numerycznych służących do wyznaczania długości lokalizacji.