

Streszczenia rozprawy doktorskiej

Agata Krzywicka

Pair condensation in the Bose-Hubbard Model: a path integral analysis

Abstract

Two bosonic pairing mechanisms with different sources are studied within the quantum rotor method of the path integral formulation. Firstly, interaction-based pairing is derived from density-induced tunnelling, the first-order correction to the Bose-Hubbard model, which stems from many body correlations and contributes significantly to hopping in bosonic systems especially. The pair condensate term is additionally transformed into dissipative in two approaches: assumed, where the pair fraction is treated as the environment and coupled harmonically to the single particle system, and derived, where the dissipation is internal. The second pairing mechanism is correlation-based, generated by the second order expansion of the standard Bose-Hubbard correlator. Both pair effective phase models take the form of an extended Quantum Phase model. The difference lies in the single and pair condensation coefficients, which depend nontrivially on the Bose-Hubbard parameters, as well as imaginary time. Imaginary time dependence emerges in different coefficients in the interaction-based and the correlation-based models. The properties of the pair condensate and its effect on single particle condensation in both effective phase models are compared. In both cases, the pair fraction strengthens the single particle condensate phase, increasing its critical temperature.

Streszczenie

Praca przedstawia wyprowadzenia dwóch efektywnych modeli fazowych z kondensacją par bozonowych z użyciem metody rotatorów kwantowych. Rozważane są dwa bozonowe modele mikroskopowe. Pierwszy to rozszerzony model Bose-Hubbarda z oddziaływaniem density-induced tunnelling, które w układach bozonowych ma szczególnie istotny wpływ na tunelowanie oraz kondensację. Parowanie wynika z interakcji między wieloma cząstkami. Człon parujący można po rozwinięciu w szereg potraktować jako dyssypatywny, co umożliwi dalszą analizę wpływu par na kondensat pojedynczych bozonów. Dyssypacja może grać standardową rolę zewnętrznego środowiska lub zawierać się w korelatorze, jako wrodzona cecha zamkniętego układu. Drugi mechanizm parujący bazuje na standardowym modelu Bose-Hubbarda. Przy rozwinięciu korelatora w szereg Taylora uwzględnione zostają człony drugiego stopnia, co prowadzi do członu parowego zależnego od czasu urojonego. Oba mechanizmy prowadzą do rozszerzonego kwantowego modelu fazowego z parowaniem. Modele efektywne różnią się jedynie współczynnikami, które w przeciwieństwie do standardowych modeli fazowych nie są dowolne i stałe, lecz uwikłane i zależne od parametrów Bose-Hubbarda. Zależność od czasu urojonego objawia się w obu modelach, lecz przy innej kondensacie. Niemniej, oba mechanizmy parujące wzmacniają kondensat pojedynczych bozonów, zwiększając jego temperaturę krytyczną.