

Streszczenie

Niniejsza rozprawa ma na celu zbadanie kwantowych przemian fazowych w spolaryzowanych mieszaninach ultrazimnych atomów fermionowych o nierównych masach. W takich układach wiodąca niestabilność morza Fermiego jest związana z parowaniem Coopera w kanale fal parcjalnych s . Skoncentrujemy się na przejściu fazowym zachodzącym między jednorodną fazą nadciekłą, a fazą normalną. Niezrównoważone mieszaniny Fermiego posiadają szeroki wybór parametrów kontroli, które pozwalają na dostrajanie ich właściwości. W szczególności dają one możliwość zmodyfikowania cech przemiany fazowej w $T = 0$. W tej dysertacji, podchodzimy do problemu kwantowych przemian fazowych z trzech różnych, ale uzupełniających się perspektyw.

Po pierwsze rozważamy przybliżenie średniego pola i rozwijamy efektywny potencjał w potęgach parametru porządku ϕ (co jest znane jako teoria Landaua-Ginzburga). Szczególnie jesteśmy zainteresowani możliwością sprowadzenia punktu trójkrytycznego do zerowej temperatury w taki sposób, że przemiana fazowa pozostaje ciągła w granicy $T \rightarrow 0$. W ten sposób badany układ zawiera kwantowy punkt krytyczny (QCP) na diagramie fazowym. Analitycznie identyfikujemy taką możliwość dla zakresu parametrów układu w trzech wymiarach ($d = 3$). Z drugiej strony pokazujemy, że występowanie QCP jest wykluczone w $d = 2$ (na poziomie pola średniego). Co więcej uwzględniając wyrazy gradientowe o postaci $|\nabla\phi|^2$ w efektywnym działaniu stwierdzamy, że można je sprowadzić do zera w granicy $T \rightarrow 0$ poprzez manipulację parametrami układu, co pozwala na zrealizowanie kwantowego punktu Lifszycy.

Po drugie skupiamy się na własnościach spektralnych fononowych modów kolektywnych (znanych jako mody Andersona-Bogoliubowa). Wzbudzenia te pełnią istotną rolę w opisie kwantowych zjawisk krytycznych. Badamy pochodzenie zespolonego bieguna propagatora fluktuacji parowania $\mathbb{F}_q$, który pozwala na znalezienie relacji dyspersji modów kolektywnych oraz ich współczynników tłumienia. Otrzymujemy nielocalne w czasie wkłady do rozwinięcia gradientowego propagatora $\mathbb{F}_q^{-1}$, które są związane z procesem tłumienia fononów Andersona-Bogoliubowa. Wyrażenia te pozwalają na wyprowadzenie analitycznego kryterium występowania tłumienia Landaua. Okazuje się, że jest ono obecne wyłącznie w fazie uporządkowanej dla odpowiednio dużego niedopasowania powierzchni Fermiego składników mieszaniny (co ma miejsce także dla $T = 0$). Następnie porównujemy otrzymane przewidywania z numerycznie obliczonymi współczynnikami tłumienia.

Na koniec przeprowadzamy analizę wykorzystującą nieperturbacyjną grupę renormalizacji (RG). Interesuje nas sytuacja w której kwantowa przemiana fazowa jest ciągła na poziomie pola średniego. Pokazujemy, że fluktuacje parametru porządku, wprowadzone przez człon tłumienia, destabilizują płynięcie RG w kierunku punktu stałego Wilsona-Fishera dla odpowiednio niskich T , co może oznaczać występowanie przemiany I rodzaju. Przy zwiększaniu T wpływ tłumienia znika i obserwuje się skalowanie krytyczne scharakteryzowane wykładnikiem dynamicznym $z = 1$. W tym przypadku układ wykazuje ciągłe przejście między reżimem kwantowym i klasycznym dla $T > 0$. Co więcej, przy braku tłumienia, QCP jest stabilny ze względu na fluktuacje i przemiana fazowa pozostaje II rodzaju.