

Mechanika kwantowa II B

ćwiczenia #13

9 stycznia 2018

Omówić charakterystyczne doświadczalne własności stanu nadprzewodzącego, czyli idealne przewodnictwo elektryczne (eksperyment Onnesa) oraz idealny diamagnetyzm (efekt Meissnera-Ochsenfelda).

Zadanie 1

(Pary Coopera) Rozważyć parę elektronów znajdujących się powyżej poziomu Fermiego, której hamiltonian jest postaci:

$$\hat{H} = -\frac{\hbar^2}{2m^*}\nabla_R^2 - \frac{\hbar^2}{2\mu}\nabla_r^2 + V(\vec{r}),$$

gdzie $\vec{R}$ jest położeniem środka masy pary elektronów, $\vec{r}$ jest położeniem względnym elektronów, $m^* = 2m_e$, $\mu = m_e/2$ oraz oddziaływanie między elektronami $V(\vec{r})$ efektywnie może być przyciągające w obszarze o szerokości ΔE ponad poziomem Fermiego E_F . Znaleźć energię wiązania pary i przedyskutować możliwość występowania stanu związanego.

Skomentować niestabilność Coopera dla morza Fermiego oraz przedyskutować wariacyjną funkcję falową Schiffra opisującą stan BCS.

Zadanie 2

Niech operator $b_k^\dagger = c_{k\uparrow}^\dagger c_{-k\downarrow}^\dagger$, będzie operatorem kreacji dla pary Coopera policzyć komutator $[b_k, b_p^\dagger]$. Co wynik mówi o własnościach par Coopera?

Zadanie 3

(Hamiltonian Fröhlicha) Wyprowadzić człon hamiltonianu opisujący oddziaływanie pomiędzy elektronami i fononami, który będzie punktem wyjścia do zrozumienia mechanizmu odpowiadającego za powstawanie efektywnego przyciągającego oddziaływania pomiędzy elektronami powyżej poziomu Fermiego.