

Mechanika kwantowa IIB: Ćwiczenia #10

mgr Piotr Zdybel

piotr.zdybel@fuw.edu.pl

www.fuw.edu.pl/~pzdybel/kwant18.html

Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski — 11 grudnia 2018

Zadanie 1: *Pary Coopera*

Rozważyć parę elektronów znajdujących się powyżej poziomu Fermiego, której hamiltonian jest postaci:

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

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

Omawiane zagadnienia

- 1) Przewidywania klasycznej teorii przewodnictwa Drudego dla typowych metali. Reguła Matthiessena. Zależność oporności własnej typowego metalu od temperatury.
- 2) Omówienie eksperymentu Kammerlinga Onnesa z 1911 roku dla rtęci. Nadprzewodnik jako idealny przewodnik. Nadprzewodniki I i II typu.
- 3) Efekt Meissnera (1933) i idealny diamagnetyzm dla nadprzewodników.
- 4) Efekt izotopowy jako przesłanka świadcząca o tym, że oddziaływania elektron-fonon są kluczowe dla mechanizmu nadprzewodnictwa I typu.
- 5) Hamiltonian Fröhlicha i jego interpretacja.
- 6) Transformacja kanoniczna Schieffera-Wolfa. Szkic wyprowadzenia efektywnego hamiltonianu między elektronami - hamiltonian BCS. Omówienie efektywnego przyciągającego oddziaływania pomiędzy elektronami.
- 7) Rozważenie problemu dwóch przyciągających się elektronów powyżej poziomu Fermiego.
- 8) Omówienie własności funkcji falowej pary elektronowej. Nadprzewodnictwo singletowe i trypletowe.
- 9) Wyprowadzenie energii wiązania pary elektronów i pokazanie, że tworzą one stan związany - parę Coopera - dla dowolnie słabych oddziaływań.
- 10) Omówienia niestabilności Coopera dla morza Fermiego.