

ZADANIA Z PODSTAW KWANTOWEJ TEORII WIELU CIAŁ
(DLA DOKTORANTÓW)

Zestaw XI - na 2.04.2004

1. Wyprowadzić stałoprądowe równanie Josephsona korzystając z II równania Ginzburga–Landaua oraz zakładając, że *pochodna kowariantna* makroskopowej funkcji falowej po jednej stronie złącza jest związana z jej amplitudą po stronie drugiej zależnością

$$\left(-i\hbar\frac{\partial}{\partial x} - \frac{e^*}{c}A_x\right)\Psi_1 = -\frac{i\hbar}{b}\Psi_2,$$

gdzie b jest parametrem fenomenologicznym o wymiarze długości. Następnie, zróżniczkować po czasie wyrażenie na niezmienniczą względem cechowania różnicę faz

$$\gamma = \varphi_2 - \varphi_1 - \frac{2\pi}{\Phi_0} \int_1^2 \mathbf{A} \cdot d\mathbf{l},$$

i wyprowadzić zmiennoprądowe r. Josephsona, opisujące sytuację z niezerową różnicą potencjałów $V \equiv V_2 - V_1$ przyłożoną do złącza.

2. Wyprowadzić zmodyfikowaną wersję stałoprądowego równania Josephsona dla złącza umieszczonego w stałym polu magnetycznym (zakładamy, że przekrój podłużny złącza przenika strumień Φ , prostopadły do kierunku przepływu prądu). *Wskazówka:* Skorzystać z wyrażenia na niezmienniczą względem cechowania różnicę faz, podanego w poprzednim zadaniu i wyciągnąć stałoprądowe r. Josephsona dla nieskończenie wąskiego wycinka dx po całej szerokości złącza $-L/2 \leq x \leq L/2$.
3. Rozważyć układ złożony ze złącza Josephsona o prądzie krytycznym I_c , kondensatora o pojemności C i oporu R , połączonych równolegle, przez który płynie całkowity zewnętrzny prąd o natężeniu I . Jest to tzw. model *złącza Josephsona bocznikowanego oporowo i pojemnościowo* (RCSJ). Przedyskutować analogię tego układu do wahadła fizycznego z tłumieniem i pod działaniem zewnętrznego momentu siły. Wyprowadzić odpowiednie równania różniczkowe i podać charakter ich rozwiązań w zależności parametrów sterujących (zewnętrznego prądu lub momentu siły).