

ДЗ-3: Андреевское отражение

Задача 3.1. (5 баллов)

Рассмотрим электрон, налетающий на идеальную (прозрачную) NS-границу (N = нормальный металл, S = сверхпроводник). Сверхпроводник имеет фазу φ .

(а) Используя андреевское приближение, найдите амплитуду r_A и вероятность R_A андреевского отражения.

(б) Нарисуйте график $R_A(E)$. Найдите асимптотическое поведение при $E \approx \Delta$ и $E \gg \Delta$.

(в) При подщелевых энергиях амплитуда может быть записана как $r_A = e^{i\chi}$. Найдите χ_e — фазу андреевского отражения для электрона.

(г) Найдите χ_h — фазу андреевского отражения для дырки.

Задача 3.2. (7 баллов)

Рассмотрим контакт между двумя сверхпроводниками (с параметрами порядка $\Delta e^{i\varphi_L}$ и $\Delta e^{i\varphi_R}$) через короткий одноканальный рассеиватель (точечный контакт) с некоторой матрицей рассеяния \hat{S} . Поскольку контакт короткий, можно считать, что \hat{S} не зависит от энергии.

(а) Найдите андреевские уровни в таком точечном контакте (сделайте это в общем случае, не предполагая симметрию обращения времени). Ответ выразите через следующие характеристики рассеяния: вероятность прохождения T и фазу, описывающую нарушение симметрии обращения времени (в общем случае $|t'| = |t|$, но $t' \neq t$, поэтому $t' = te^{i\alpha}$, где фаза α характеризует нарушение симметрии обращения времени и зануляется при наличии такой симметрии).

(б) Упростите результат в случае, когда есть симметрия обращения времени.