

Задачи к Лекции 13. Неоднородные сверхпроводящие состояния.

1. Найти низколежащие андреевские уровни в плоском контакте сверхпроводник - нормальный металл - сверхпроводник (S-N-S) в зависимости от разности фаз  $\chi$  на сверхпроводящих берегах и при произвольном соотношении  $\hbar v_F/\Delta$  и толщины нормальной области  $d$ .

2. Показать, что S-N-S контакт при разности фаз  $\phi = \pi$  всегда содержит андреевский уровень с энергией  $E = 0$ .

3. Найти электронную теплоемкость в смешанном состоянии сверхпроводника I рода, считая, что нормальные домены имеют плоскую форму и их толщина равна  $d_N \gg \hbar v_F/\Delta$ , а температура  $T \ll T_c$ .

4. Найти эффективную массу  $M_z$  возбуждений в коре абрикосовского вихря для произвольного отношения электронных масс  $m_z/m_\perp$ .

5. Найти плотность электронных состояний в s-сверхпроводнике в смешанном состоянии с магнитным полем  $B \ll H_{c2}$  при малых энергиях  $E \ll \Delta$ , и его теплоемкость при  $T \ll T_c$ .

6. Рассмотреть гранулу очень малого размера  $a$  из сверхпроводящего металла. Найти (используя стандартную модель БКШ) оценку для величины  $a$ , при которой конечность размера гранулы начинает заметно влиять на условие для куперовской неустойчивости нормального металлического состояния.

7. Найти уровни  $\epsilon_\mu$  в вихре в сверхпроводнике с  $p$ -спариванием типа  $d_\pm(k) \propto k_x \pm ik_y$  (как в А-фазе  $^3\text{He}$ ), для случая магнитного поля направленного вдоль оси  $z$ .

Литература:

1. Глава 5 книги [2], также задача на стр.155
2. Параграф 55 книги [1].
3. М.А.Скворцов, кандидатская диссертация: <http://skvor.itp.ac.ru/disser.ps>  
- см. Глава 2 и Приложение Б.
4. N. V. Kopnin and M. M. Salomaa, Phys. Rev. B 44 (1991), 9667.