

Задачи к Лекции 1

Литература: [1,2,4,5] а также "Электродинамика сплошных сред" Л & Л

1. Найти вид температурной зависимости критического поля сверхпроводника 1-ого рода $H_c(T)$ при низких температурах $T \ll T_c$, т.е. выразить $H_c(0) - H_c(T)$ через $H_c(0)$ и необходимые параметры металла в нормальном состоянии.

2. Выразить теплоемкость сверхпроводящего шара в промежуточном состоянии через внешнее магнитное поле и теплоемкости нормальной и сверхпроводящей фаз. Объяснить, почему ответ не сводится к простому усреднению теплоемкости по объему шара с учетом долей обеих фаз.

3. Выразить кинетическую индуктивность сверхпроводящей пленки на квадрат L_{\square} и кинетическую индуктивность сверхпроводящей проволоки на единицу длины \mathcal{L}_1 , через глубину экранирования магнитного поля λ в объемном сверхпроводнике из того же материала. Считать заданной, соответственно, толщину пленки $d \ll \lambda$ и радиус проволоки $a \ll \lambda$. Затем найти эти же величины в единицах СИ для Al и Nb, выбрав $d = a = 50\text{nm}$.

4. В чистых сверхпроводящих металлах лондоновская длина экранирования λ_L магнитного поля иногда оказывается много короче, чем "длина когерентности" - т.е. размер куперовских пар электронов ξ_0 . В этом случае (он называется "предел Пишарда") фактическая глубина проникновения магнитного поля в объемный образец λ_P оказывается параметрически большей, чем λ_L . Требуется выразить λ_P через λ_L и ξ_0 , считая граничные условия для электронов на поверхности металла зеркальными.

5. Задача про "идеальный проводник": длинный цилиндр ($L \gg a$, где L - длина, и a - радиус) металла помещается во внешнее магнитное поле, направленное вдоль оси цилиндра. Величина внешнего поля меняется периодически с круговой частотой ω и амплитудой H_0 . Считая удельную проводимость металла σ очень большой (т.е. больше любой другой величины той же размерности), найти амплитуду осцилляций магнитного поля на оси цилиндра. Показать, что в пределе $\sigma \rightarrow \infty$ в глубине цилиндра осциллирующее внешнее магнитное поле полностью экранируется. Объяснить, чем это состояние отличается от сверхпроводящего.