

Введение в физику сверхпроводимости и ее применения

1. Открытие сверхпроводимости. Основные экспериментальные факты.

Открытие сверхпроводимости. Эффект Мейсснера - Оксенфельда. Критическая температура и критическое магнитное поле. Сверхпроводники 1 и 2 рода. Промежуточное и смешанное состояния. Критическое термодинамическое магнитное поле. Энтропия сверхпроводника. Фазовый переход.

2. Основные положения микроскопической теории сверхпроводимости Бардина-Купера-Шриффера (БКШ).

Куперовские пары электронов. Распределение электронов по кинетической энергии в основном состоянии сверхпроводника. Энергия основного состояния сверхпроводника. Спектр элементарных возбуждений сверхпроводника. Электронные и дырочные возбуждения. Энергетическая щель. Температурная зависимость.

3. Линейная электродинамика сверхпроводников.

Теория Лондонов. Глубина проникновения поля. Распределение поля и тока в телах простейшей формы. Кинетическая индуктивность. Влияние экрана на индуктивность. Нелокальная электродинамика Пиппарда. «Чистые» и «грязные» сверхпроводники. Предельные случаи. СВЧ электродинамика сверхпроводников. Двухжидкостная модель. Комплексная проводимость. Температурная зависимость поверхностного импеданса.

4. Результаты теории Гинзбурга-Ландау (ГЛ).

Критическое параллельное поле и критический ток тонкой пленки. Явление распаривания. Фазовый S-N переход толстых и тонких пленок в параллельном магнитном поле. Эффект близости. Энергия границы раздела сверхпроводящей и нормальной фаз. Параметр Гинзбурга-Ландау. Сверхпроводники 1 и 2 рода.

5. Сверхпроводники 2-го рода.

Абрикосовские вихри. Структура одиночного вихря. Квант потока магнитного поля. Энергия вихря и первое критическое поле. Взаимодействие вихрей. Сила Лоренца. Решетка абрикосовских вихрей. Второе критическое поле. Третье критическое поле. Высокотемпературные сверхпроводники. Гранулированные образцы и монокристаллы. Анизотропия свойств. Критические поля и токи. Глубина проникновения поля и длина когерентности.

6. Макроскопические квантовые эффекты в сверхпроводниках.

Эффект Джозефсона. Стационарный и нестационарный эффекты. Резистивная модель джозефсоновского перехода. Туннельные джозефсоновские переходы. Нелинейная кинетическая индуктивность сверхпроводящей компоненты тока. Явление макроскопической квантовой интерференции в сверхпроводниках. Сверхпроводящие квантовые интерференционные датчики (сквиды). Сквиды постоянного и переменного токов. Вторичные макроскопические квантовые эффекты. Кубиты.

7. Применение сверхпроводимости в различных областях деятельности.

Применение сверхпроводников в технике, медицине, науке и электронике. Кабели, магниты, системы хранения энергии, моторы, генераторы. Стандарт Вольт, сквид-магнитометры в медицине, науке, технике. Аналоговая и цифровая электроника. Быстрая одноквантовая логика.