

Программа

курса проф. В.В. Рязанова «Введение в физику металлов и сверхпроводимость»

Общие понятия теории металлов. Концепция модели свободных электронов, длина свободного пробега. Предположения теории Друде. Статическая электропроводность металла. Высокочастотная проводимость.
История сверхпроводимости. Жидкий гелий. Открытия Камерлинг Оннеса. Сверхпроводники: металлы, сплавы и оксиды. Эффект Мейсснера-Оксенфельда. Глубина проникновения магнитного поля в сверхпроводник. Обзор существующих теорий сверхпроводимости.
Линейная электродинамика сверхпроводников. Уравнения Лондонов. Двухжидкостная модель Гортера Казимира. Геометрическая и кинетическая индуктивность.
Скин-эффект и поверхностный импеданс в нормальных металлах и сверхпроводниках. Применение первого уравнения Лондонов. Глубина проникновения высокочастотных полей, температурная зависимость скин-глубины и поверхностного импеданса.
Второе уравнение Лондонов. Лондоновские и пиппардовские сверхпроводники. Распределение поля и тока в массивном сверхпроводнике. Лондоновская калибровка. Нелокальное соотношение Пиппарда между сверхтоком и векторным потенциалом. Глубина проникновения в пиппардовских сверхпроводниках.
Распределение поля и тока в сверхпроводящей пластине и тонкой пленке, помещенной в магнитное поле. Сверхпроводящие экраны. Индуктивность сверхпроводящей петли над сверхпроводящим экраном. Распределение тока в многосвязных сверхпроводящих петлях.
Сверхпроводящая волновая функция. Вектор-потенциал и градиентно-инвариантный импульс в сверхпроводнике. Импульс электромагнитной волны. Эффекты Ааронова-Бома. Квазиклассическое уравнение сверхпроводимости. Градиентная инвариантность. Квантование магнитного потока.
Термодинамические свойства свободного электронного газа. Основное состояние. Распределение Ферми-Дирака. Свободные энергии Гельмгольца и Гиббса. Термодинамика сверхпроводников. Новый тип конденсированного состояния. Свободная энергия, критическое поле, энтропия и теплоемкость. Термодинамика магнитных систем.
Переход в сверхпроводящее состояние. Фазовые переходы 2 рода типа порядок беспорядок. Сверхпроводящий параметр порядка. Функционал Гинзбурга-Ландау.
Основы теории Гинзбурга-Ландау. Уравнения Гинзбурга-Ландау. Длина когерентности в сверхпроводнике и нормальном металле, находящемся в контакте со сверхпроводником.
Сверхпроводники I и II рода. Энергия границ нормальной и сверхпроводящей фазы. Намагничивание магнетиков произвольной формы. Промежуточное состояние. Смешанное состояние сверхпроводников второго рода.
Энергия вихря Абрикосова. Критические поля сверхпроводников 2 рода. Пиннинг вихрей Абрикосова.
Слабая сверхпроводимость. Виды слабых связей. Эффекты Джозефсона. Генерация электромагнитных волн, ступени Шапиро.
Применения сверхпроводников. Применения для техники «сильных токов».
Сверхпроводниковая цифровая и квантовая электроника