

В О П Р О С Ы
для экзамена по курсу
«Теория сверхпроводимости»

*Экзамен состоится в пятницу 13 января 2017 г.
в 10⁰⁰ в криогенном корпусе,
консультация в четверг 12 января в 11⁰⁰ там же.*

1. Второе уравнение Лондонов, «жёсткость» волновой функции электронов и сверхпроводящая щель.
2. Критерий Ландау. Его применение к электронным спектрам нормального и сверхпроводящего металла.
3. Элементарный вывод величины сверхпроводящей щели из существования парного притяжения между электронами: задача Купера.
4. Фрелиховское притяжение электронов за счет взаимодействия с фононами:
 - а) Диаграммы взаимодействия двух электронов через фонон. Волновые функции и матричный элемент взаимодействия во 2-м порядке теории возмущений при параллельных спинах электронов.
 - б) Диаграммы взаимодействия двух электронов через фонон. Волновые функции и матричный элемент взаимодействия во 2-м порядке теории возмущений при антипараллельных спинах электронов.
 - в) Зависимость матричного элемента взаимодействия электронов через фонон от их энергий и направлений их спинов.
5. Волновая функция основного состояния сверхпроводника в теории Бардина–Купера–Шриффера:
 - а) Лемма о возможности понижении энергии.
 - б) Многоэлектронный матричный элемент взаимодействия через фононы. Корреляции в волновой функции, необходимые для обеспечения неизменности его знака.
 - в) Куперовские пары. Волновая функция Бардина–Купера–Шриффера.
 - г) Нормировка волновой функции Бардина–Купера–Шриффера.

6. Гамильтониан сверхпроводника в теории Бардина—Купера—Шриффера. Редуцированный гамильтониан.
7. Определение коэффициентов u_p и v_p и энергетической щели сверхпроводника методом Бардина—Купера—Шриффера:
 - а) Вычисление средней энергии электронной системы.
 - б) Минимизация средней энергии и нахождение основного состояния электронной системы.
8. Волновые функции простейших возбужденных состояний сверхпроводника.
9. Метод Боголюбова:
 - а) Аномальное среднее. Модельный гамильтониан Боголюбова. Преобразование Боголюбова и его свойства.
 - б) Диагонализация модельного гамильтониана Боголюбова. Спектр элементарных возбуждений сверхпроводника. Плотность состояний боголюбовских возбуждений.
 - в) Температурная зависимость энергетической щели сверхпроводника.
10. Электронная теплоёмкость сверхпроводника.
11. Сверхпроводник с током. Преобразования Боголюбова. Вычисление вариационной средней энергии.
12. Минимизация средней энергии сверхпроводника с током. Закон дисперсии возбуждений в нём. Предел малой сверхпроводящей скорости.
13. Компоненты тока в сверхпроводнике. Ток конденсата и возбуждений.
14. Концентрации нормальных и сверхпроводящих электронов и их температурные зависимости.
15. Термоэлектрические явления в сверхпроводниках:
 - а) Линеаризация кинетического уравнения Больцмана при малом градиенте температуры.
 - б) τ -приближение для интеграла столкновений.
 - в) Транспортное время релаксации для примесного рассеяния возбуждений.

- г) Решение уравнения Больцмана для функции распределения возбуждений в τ -приближении.
- д) Теплопроводность сверхпроводников. Коэффициент электронной теплопроводности.
- е) Волновая функция конденсата. Поток конденсатных частиц. Определение вида тока из соображений калибровочной инвариантности.
- ж) Термоэлектрический ток и его наблюдение. Квантование магнитного потока.