Вопросы к зачету по курсу Сверхпроводимость.

1. Даты, авторы и значение основных открытий в области сверхпроводимости.

2. Сверхпроводимость как макроскопическое квантовое явление. Экспериментальные свидетельства и феноменологическое описание. В чем заключается фундаментальное отличие сверхпроводника от идеального классического проводника? В каком случае имеет место квантование магнитного потока и квантование скорости сверхпроводящих пар? Квант магнитного потока. Почему сверхпроводимость является макроскопическим квантовым явлением?

3. Теория Гинзбурга–Ландау. Написать выражение для свободной энергии Гинзбурга–Ландау. Вывести уравнения теории Гинзбурга–Ландау. Физический смысл глубины проникновения магнитного поля, длины когерентности и параметра теории Гинзбурга–Ландау. Физический смысл различия между сверхпроводниками первого и второго рода.

4. Сверхпроводники II рода. Многосвязное сверхпроводящее состояние. Общее и различия в описании многосвязного сверхпроводящего состояния в модели Мендельсона и теории Абрикосова. Показать, что вихрь Абрикосова есть сингулярность в смешанном состоянии с фазовой когерентностью. Написать приближенное выражение для первого уравнения теории Гинзбурга-Ландау, применимое вблизи второго критического поля H_{c2}. Получить выражение для второго критического поля H_{c2}. Сколько дальних порядков предсказывается в работе Абрикосова? Какой смысл имеет параметр теории Абрикосова? Написать выражение для свободной энергии Гинзбурга-Ландау в приближении низшего уровня Ландау и получить выражения для средней плотности параметра порядка вблизи H_{c2}.

5. Кинетические явления в сверхпроводящем состоянии. Получить выражение для скорости распаривания из теории Гинзбурга-Ландау. Почему разность потенциалов не разгоняет сверхпроводящие пары до бесконечности в центрах проскальзывания фазы? Описать процесс возникновения сопротивления при движении вихрей в состоянии Абрикосова. Пиннинг вихрей. Крип вихревой структуры.

6. Слабая сверхпроводимость. Андреевское отражение. Одночастичное туннелирование. Стационарный эффект Джозефсона. Нестационарный эффект Джозефсона. Туннельный контакт в магнитном поле.

7. Основы теории Бардина–Купера–Шриффера. Почему для существования сверхпроводимости необходимо наличие щели в энергетическом спектре квазичастиц? В чем состояла сложность объяснения эффекта сверхпроводимости? Что является причиной спаривания в обычных низкотемпературных сверхпроводниках? Какой экспериментальный результат стимулировал поиск спаривания электронов через фононное взаимодействие? Изменение спектра квазичастиц при куперовском спаривании. Щель в спектре состояний при нулевой и конечной температуре. Смысл преобразования Боголюбова. Основное состояние в теории БКШ. Функция состояний и плотность состояний.

8. Флуктуационные эффекты в сверхпроводниках. Какой величиной определяется ширина флуктуационной области в сверхпроводниках? Ее зависимость от размерности сверхпроводника. К чему приводит наличие флуктуаций выше и ниже сверхпроводящего перехода? Почему уменьшаются размерности флуктуаций вблизи второго критического поля? Почему это приводит к отсутствию фазового перехода второго рода в H_{c2}? Сверхпроводящее состояние без фазовой когерентности.

9. Высокотемпературная сверхпроводимость. Основные высокотемпературные сверхпроводники, известные к настоящему времени и их критические температуры. В чем отличие известных высокотемпературных сверхпроводников от низкотемпературных? Что препятствует широкому применению высокотемпературных сверхпроводников?

Литература:

1. В.В.Шмидт "Введение в физику сверхпроводников", М., МЦНМО, 2000.
2. М.Тинкхам "Введение в сверхпроводимость", Атомиздат, 1980; second edition (in English), 1996.
3. Д.Р. Тилли, Дж. Тилли «Сверхтекучесть и сверхпроводимость» Изд. «МИР» Москва 1977.
4. А.А.Абрикосов "Основы теории металлов", М., Наука, 1987.
5. П.де Жен "Сверхпроводимость металлов и сплавов", М., Наука, 1968.
6. Д. Сан-Жам, Г. Сарма, Е. Томас «Сверхпроводимость второго рода» Изд. «МИР» Москва 1970.