В О П Р О С Ы

для зачёта и экзамена по курсу

«Сверхпроводимость и сверхтекучесть»

Экзамен состоится во вторник 9 января 2024 г.
в 11^{00} в криогенном корпусе

1. Фазовая диаграмма He^4. Основные свойства сверхтекучего гелия. Механокалорический эффект. Эффект фонтанирования. Опыт Капицы с паучком.

2. Спектр элементарных возбуждений He II. Критерий сверхтекучести Ландау.

3. Спектр возбуждений бозе-газа со слабым отталкиванием между частицами:

   а) Гамильтониан газа в представлении вторичного квантования. Упрощение члена взаимодействия при малых импульсах частиц.

   б) Основное состояние газа. Волновые функции состояний, близких к основному. Разложение гамильтониана при малом числе надконденсатных частиц.

   в) Преобразование Боголюбова. Диагонализация гамильтониана. Спектр элементарных возбуждений.

4. Волновая функция конденсата. Поток конденсатных частиц. Потенциальность сверхтекучего течения.

5. Вращение жидкого He II. Квантование вращения. Вихревые нити. Энергия вихревых нитей.

6. Условие возникновения первой вихревой нити. Плотность нитей при большой скорости вращения. Энергия нитей и энергия вращения жидкости как целого.

7. Вихревые кольца в жидком He II: скорость, энергия, импульс. Применение критерия Ландау к вихревым кольцам.

8. Двухжидкостная модель He II. Плотность нормальной компоненты.

9. Уравнения двухжидкостной гидродинамики сверхтекучей жидкости:
   а) Уравнение непрерывности. Уравнение Эйлера.
   б) Плотность потока массы и поток импульса. Уравнение для плотности потока импульса.
   в) Уравнение для скорости сверхтекучей компоненты. Уравнение переноса тепла.
10. Распространение звука в жидком He II. Второй звук. Скорость второго звука при низких температуах.
11. Свободная энергия магнетика в магнитном поле.
12. Термодинамический потенциал магнетика, зависящий от напряжённости магнитного поля.
13. Феноменологическое построение свободной энергии Гинзбурга–Ландау без магнитного поля. Её видоизменение в магнитном поле.
14. Вывод 1-го уравнения Гинзбурга–Ландау из свободной энергии. Граничные условия для волновой функции конденсата.
15. Вывод 2-го уравнения Гинзбурга–Ландау из свободной энергии. Вид уравнения внутри и вне сверхпроводника. Плотность сверхпроводящего тока.
16. Две характерных длины в уравнениях Гинзбурга–Ландау. Условия применимости теории Гинзбурга–Ландау.
17. Уравнения Гинзбурга–Ландау в безразмерной форме. Параметр Гинзбурга–Ландау.
18. Нахождение критического магнитного поля из теории Гинзбурга–Ландау.
19. Определение коэффициентов в уравнениях Гинзбурга–Ландау по наблюдаемым величинам.
20. Эффект близости.
21. Сверхпроводящая пластина в параллельном её плоскости магнитном поле. Зависимость критического поля пластины от её толщины. Изменение рода фазового перехода с толщиной пластины.
22. Поверхностная энергия границы раздела нормальной и сверхпроводящей фаз. Два рода сверхпроводников.

23. Квантование магнитного потока через отверстие в сверхпроводнике.

24. Теория эксперимента Литтла—Паркса. Магнитные осцилляции сверхпроводящего тока и критической температуры.

25. Флюктуации параметра порядка в малых сверхпроводящих частицах.

26. Теория пространственно-неоднородных флюктуаций параметра порядка в сверхпроводниках. Корреляционная функция и корреляционный радиус. Критерий малости флюктуаций в теории Гинзбурга—Ландау.

27. Связь равновесной свободной энергии сверхпроводника со свободной энергией частично неравновесного состояния с заданным пространственным распределением параметра порядка. Функциональное интегрирование.

28. Термодинамический потенциал магнетика в магнитном поле, обращающийся в ноль в отсутствие тела. Удельный магнитный момент и магнитная восприимчивость материала.

29. Влияние сверхпроводящих флюктуаций на магнитную восприимчивость материала при температуре выше температуры сверхпроводящего перехода.

30. Влияние сверхпроводящих флюктуаций на магнитные свойства образца при температуре выше температуры сверхпроводящего перехода. Магнитный момент тонкой пластины.

31. Влияние сверхпроводящих флюктуаций на магнитные свойства образца при температуре выше температуры сверхпроводящего перехода. Магнитный момент маленького шарика.

* * *