

ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ ПРОГРАММА ПО ОСНОВАМ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ
2021/2022 УЧЕБНОГО ГОДА.

1. Кристаллические структуры твёрдых тел, трансляционная симметрия кристаллов, решётка Бравэ, элементарная и примитивная ячейки (на примере ГЦК–решётки), базис.
2. Рентгеновские и нейтронные методы исследования кристаллических структур, дифракция Вульфа–Брэгга, обратная решётка, зона Бриллюэна.
3. Типы связей в кристаллах: кулоновская (атомные кристаллы), ковалентная (обменное взаимодействие), ван-дер-ваальсовская (молекулярные кристаллы), металлическая. Потенциал Леннард-Джонса.
4. Дефекты кристаллической решетки.
5. Колебания моноатомной цепочки, понятие о квазиимпульсе. Роль первой зоны Бриллюэна. Дискретность квазиимпульса как следствие граничных условий.
6. Колебания двухатомной цепочки, акустическая и оптическая ветви колебаний. Роль первой зоны Бриллюэна.
7. Нормальные моды колебаний решётки, понятие о фононах. Фононы как квазичастицы. Ангармонизм.
8. Решёточная теплоёмкость. Закон Дюлонга-Пти. Модель Эйнштейна.
9. Решёточная теплоёмкость. Модель Дебая, температура Дебая.
10. Решёточная теплоёмкость двумерной и одномерной решеток.
11. Решёточная теплопроводность при высоких температурах. Процессы переброса.
12. Решёточная теплопроводность фононного газа при низких температурах.
13. Модель желе для электронного газа. Импульс, скорость и энергия Ферми, плотность состояний на поверхности Ферми, температура вырождения.
14. Распределение Ферми–Дирака, химпотенциал.
15. Вклад электронов в теплоёмкость металлов, температурная зависимость, соотношение с решёточной теплоёмкостью.
16. Электроны в периодическом потенциале ионной решетки. Теорема Блоха.
17. Физическая причина появления зон разрешённых и запрещённых значений энергии, модели слабой и сильной связи. Проводники, изоляторы и полупроводники.
18. Понятие о ферми-жидкости, электроны и дырки как квазичастицы.
19. Электропроводность металлов. Кинетика электронов в металле.
20. Правило Матиссена. Температурная зависимость электропроводности при высоких температурах.
21. Электропроводность металлов при низких температурах. Закон Блоха–Грюнайзена.
22. Электронная теплопроводность. Закон Видемана–Франца.
23. Электрон-дырочные возбуждения в собственном полупроводнике. Распределение электронов и дырок в зоне проводимости и в валентной зоне. Понятие об эффективной массе.
24. Зависимость концентрации электронов и дырок в невырожденном собственном полупроводнике от температуры. Статфакторы зон. Положение уровня Ферми (химпотенциала) в собственном полупроводнике.
25. Донорные и акцепторные примеси в полупроводниках. Оценка энергии мелкого донорного уровня.
26. Температурная зависимость концентрации носителей в примесных полупроводниках и правило «рычага».

27. Электропроводность полупроводников. Подвижность носителей заряда, ее зависимость от температуры.
28. Причины отсутствия проводимости металлического типа по примесным уровням. Прыжковая проводимость.
29. Распределение зарядов в $(p-n)$ -переходе, возникновение потенциального барьера; $(p-n)$ -переход во внешнем электрическом поле и его вольт-амперная характеристика.
30. Бозе-конденсация. Квантовые возбуждения в сверхтекучей жидкости, критерий сверхтекучести Ландау, критическая скорость. Двужидкостная модель.
31. Явление сверхпроводимости, критическая температура, эффект Мейснера, лондоновская глубина проникновения.
32. Термодинамическое критическое магнитное поле, его зависимость от температуры.
33. Модель БКШ. Роль кристаллической решётки в явлении сверхпроводимости, изотоп-эффект, куперовское спаривание. Суммарный импульс, орбитальный момент и спин куперовской пары электронов. Длина когерентности, её связь с величиной сверхпроводящей щели.
34. Критический ток в сверхпроводниках, связь его величины с критерием Ландау.
35. Квантование магнитного потока в сверхпроводниках.
36. Сверхпроводники I рода и II рода, верхнее и нижнее критические поля, понятие о вихрях магнитного потока (вихрях Абрикосова), вихревая решётка. Пиннинг.
37. Эффект Ааронова–Бома.
38. Парамагнетизм Паули.
39. Квантование Ландау энергетического спектра электронов, заполнение уровней в двумерном электронном газе в магнитном поле. Диамагнетизм Ландау.
40. Эффект Холла в полупроводниках, холловское удельное сопротивление (постоянная Холла). Понятие о целочисленном квантовом эффекте Холла, квантовый эталон сопротивления.
41. Диа-, пара-, ферромагнетики, антиферромагнетики и ферримагнетики.
42. Теория парамагнетизма Бриллюэна.
43. Модель Гейзенберга. Ферромагнетизм. Теория молекулярного(среднего) поля. Закон Кюри-Вейсса.
44. Спиновые волны. Закон дисперсии спиновых волн в ферромагнетике. Магноны. Закон $3/2$ Блоха.
45. Энергия анизотропии. Модель Изинга.
46. Магнетизм электронов проводимости. Критерий Стонера.

Экзаменационный билет состоит из вопроса по выбору, вопроса по программе и задачи.