

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ЮГО-ЗАПАДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ЮЗГУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Председатель  
Приемной комиссии

С.Г. Емельянов



(подпись)

« 28 » марта 2022 г.

**ВОПРОСЫ**  
**К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ЭКЗАМЕНУ В АСПИРАНТУРУ**  
по научной специальности  
**1.3.11. Физика полупроводников**

Курск 2022 г.

1. Связи атомов в кристаллах: Ван-дер-Ваальсова, ионная, ковалентная, металлическая.
2. Ковалентная химическая связь. Аллотропные формы углерода.
3. Фазовые превращения и диаграммы состояния полупроводниковых материалов.
4. Равновесные концентрации дефектов Френкеля и Шоттки в кристаллах.
5. Механические свойства полупроводников. Колебания кристаллической решетки. Акустические и оптические фононы. Распределение Бозе–Эйнштейна для фононов. Теплоемкость кристалла.
6. Уравнение состояния кристаллического диэлектрика. Тепловое расширение и плавление полупроводников. Жидкие полупроводники (расплавы).
7. Уравнение Шредингера для кристалла. Адиабатическое и одноэлектронное приближения. Концепция квазичастиц.
8. Теория квазисвободного и квазисвязанного электрона в кристалле. Модель Кронига–Пенни. Приближение эффективной массы.
9. Трансляционная симметрия кристалла. Функция Блоха. Обратная решетка. Квазиимпульс электрона проводимости. Зоны Бриллюэна.
10. Зонная электропроводность кристаллических полупроводников на постоянном токе. Эффективная масса электропроводности.
11. Прыжковая электропроводность. Миграция электронов (дырок) по водородоподобным атомам примеси в кристаллических полупроводниках.
12. Электропроводность полупроводников на переменном токе. Плазменная частота.
13. Водородоподобные примесные атомы в кристалле. Фактор вырождения энергетического уровня. Термическая и оптическая энергии ионизации примеси. Локальные центры (дефекты решетки) с отрицательной энергией корреляции в полупроводниках.

14. Диффузия примесных атомов в полупроводниках. Законы Фика.
15. Пороговая энергия образования атомных дефектов кристаллической решетки. Радиационные дефекты в полупроводниках.
16. Фундаментальное (собственное) поглощение света в кристаллических полупроводниках. (Эффекты Бурштейна–Мосса и Франца–Келдыша.)
17. Излучательная рекомбинация электронов с-зоны и дырок v-зоны в кристаллических полупроводниках. Соотношение Ван Русбрека–Шокли.
18. Экситоны в прямозонных и непрямозонных полупроводниках. Излучательный распад экситона. Свободные и связанные экситоны.
19. Структура и свойства поверхности полупроводников. Окисление кристаллического кремния.
20. Электронное сродство и термоэлектронная эмиссия из кристалла.
21. Электронные состояния на поверхности кристалла. Автоэлектронная эмиссия из кристалла в вакуум.
22. Выпрямление электрического тока на pn-переходе. Туннельный диод.
23. Полупроводниковые гетеропереходы. Электрические контакты металл–полупроводник и металл–диэлектрик–полупроводник.
24. Биполярные и полевые транзисторы: технология изготовления, принцип действия и схемы включения.
25. Классические и квантовые размерные эффекты в полупроводниках.
26. Сверхпроводимость. Квантование магнитного потока. Эффекты Джозефсона.
27. Квантование энергии и плотность состояний электронов проводимости в кристаллических пленках и проволоках (нитях).
28. Фазовые переходы первого и второго рода. Явление сверхтекучести.
29. Явление поляризации излучения. Оптически активные жидкие среды. Вращение плоскости поляризации.
30. Углеродородные нанотрубки. Методы получения и структура. Практическое использование.
31. Проблемы уравнения состояния для жидкости. Модельные теории

строения жидкости. Дырочная модель. Радиальная функция распределения.

32. Кристаллические твёрдые тела. Кристаллическая решетка. Анизотропия физических свойств. Физические тапы кристаллических решеток.

33. Вынужденные колебания. Дифференциальное уравнение и его решение. Явление резонанса. Классическая теория дисперсии света в веществе.

34. Плотность, сжимаемость и теплоёмкость жидкости. Флуктуация концентрации. Переход системы в равновесное состояние. Релаксация.

35. Тепловые свойства кристаллов. Физическая природа теплового расширения теплоемкость. Закон Дюлонга и Пти.

36. Осцилляторы. Пружинный, физический и математический маятники. Дифференциальное уравнение и его решение. Период и частота колебаний. Приведённая длина физического маятника.