

Вопросы к экзамену по курсу «Физика полупроводников и низкоразмерных систем»

Направление подготовки 01.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» 6 семестр. 2015-2016 учебный год. Группа ЭН-31Б0

1. История развития физики полупроводников. Основные этапы и персоналии.
2. Типы химической связи. Силы Ван-дер-Ваальса (дисперсионное, ориентационное и индукционное взаимодействия). Ионная, ковалентная, металлическая и водородная связи. Классификация твердых тел по характеру сил связи.
3. Кристаллическая решетка. Решетка Бравэ. Решетка с базисом. Прямая и обратная решетки. Обозначения углов, направлений и плоскостей в кристалле.
4. Структура энергетических уровней в атоме. Строение электронных оболочек элементов периодической системы Д.И. Менделеева. Энергия и движение электрона в твердом теле. Энергетический спектр электронов в кристалле.
5. Образование зонной структуры. Заполнение энергетических зон носителями заряда. Диэлектрики, полупроводники, металлы. Проводимость различных типов твердых тел.
6. Зонная структура твердого тела в модели Кронига – Пенни
7. Модель Кронига – Пенни. Закон дисперсии
8. Электроны в идеальном кристалле. Основы зонной теории. Общая постановка задачи.
9. Уравнение Шредингера для кристалла. Адиабатическое приближение.
10. Одноэлектронное приближение. Метод Хартри. Метод Хартри-Фока.
11. Электрон в периодическом поле решетки кристалла. Теорема Блоха. Условие цикличности Борна-Кармана. Ячейка Вигнера – Зейтца. Зона Бриллюэна. Особые точки.
12. Приближение сильно связанных электронов. Гамильтониан кристалла и изолированного атома.
13. Локализованные и делокализованные волновые функции. Обменный интеграл. Интеграл перекрытия.
14. Энергетический спектр для случая простой кубической решетки. Основные положения зонной теории
15. Квазиволновой вектор. Число состояний и квазинепрерывный спектр. Закон дисперсии.
16. Основные типы зонной структуры полупроводников. Зонная структура Si, Ge, GaAs. Изоэнергетические поверхности.
17. Элементарные полупроводники. Основные характеристики Si, Ge, GaAs. Аморфные полупроводники.
18. Дефекты кристаллической структуры (вакансии, примеси, атомы в междоузлиях, дислокации и т.п.) Простейшая модель примесного состояния в полупроводнике. (модель изолированного атома)
19. Легирование полупроводников. Донорная и акцепторная проводимости. Компенсированные и сильно легированные полупроводники. Варизонные полупроводники. Понятие о структурном и концентрационном фазовых переходах типа «полупроводник-металл»
20. Элементарная теория электропроводности полупроводников. Закон Ома. Температурная зависимость проводимости и для собственных и примесных полупроводников.
21. Электропроводность (электронная и дырочная), подвижность носителей заряда, длина свободного пробега, время релаксации в полупроводниках. Вырождение.
22. Электропроводность. Механизмы рассеяния носителей заряда. Зависимость подвижности и длины свободного пробега электрона от температуры.
23. Эффективная масса электрона. Дырка. Тензор обратной эффективной массы. Эллипсоид эффективной массы
24. Продольная и поперечная эффективные массы. Изоэнергетические поверхности: радиус-вектор (\vec{p}) и нормаль ($\vec{\nu}$) к поверхности.
25. Метод эффективной массы. Влияние внешних полей на спектр энергии кристалла. Локализованные состояния. Квазимпульс. Движение носителей в электрическом поле. Связь между силой и ускорением.
26. Функция распределения Ферми-Дирака. Уровень химического потенциала. Плотность состояний. Распределение носителей по энергетическим уровням для собственных и примесных полупроводников.
27. Понятие о нормальных колебаниях решетки. Спектр нормальных колебаний. Температура Дебая. Фононы.
28. Теплопроводность полупроводников. Теплопроводность кристаллической решетки.
29. Электронная теплопроводность. Закон Видемана-Франца.
30. Контактные явления. Работа выхода. Контактная разность потенциалов.
31. Выпрямление на контакте двух металлов.
32. Контакт металла и полупроводника. ВАХ барьера Шоттки. Влияние сил изображения. Выпрямление на контакте металла и полупроводника.
33. Контакт электронного и дырочного полупроводников. Выпрямление на p-n переходе.
34. Эффект поля. Поверхностные состояния. Гетеропереходы
35. Термоэлектрические явления. Качественная картина эффектов Пельтье, Зеебека
36. Гальваномагнитные и термомагнитные явления. Эффект Холла.
37. Магнитосопротивление. Термомагнитные явления...
38. Собственные полупроводники. Концентрация носителей заряда в отсутствие вырождения. Положение уровня Ферми
39. Собственные полупроводники. Эффективная масса плотности состояний.
40. Уравнение электронейтральности. Примесные полупроводники. Положение уровня Ферми.
41. Примесные полупроводники. Температурная зависимость положения уровня Ферми
42. Оптические явления в полупроводниках. Поглощение света полупроводниками. Механизмы поглощения света в полупроводниках (межзонное, примесное, экситонное, на свободных носителях)
43. Фотопроводимость. Генерация и рекомбинация носителей заряда.
44. Спектр поглощения и фоточувствительность. Фотовольтаические эффекты (Дембера, Кикоина-Носкова)
45. Вентильный фотоэффект. Принцип работы и ВАХ солнечного элемента.
46. Оптические свойства низкоразмерных структур. Межзонное и внутризонное поглощение света квантовой ямой. Сверхрешетки.