Вопросы на экзамен

1. Классификация конденсированных сред. Кристаллическое состояние и его классификация. Аморфное состояние. Жидкое и газообразное состояния. Атомная структура кристаллов. Кристаллическая решетка. Элементарная ячейка. Базис решетки. Кристаллографические направления, плоскости. Индексы Миллера.

2. Методы роста кристаллов и аморфных тел. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Металлоорганическое химическое осаждение из паровой фазы. Бестигельная зонная славка. Метод Чохральского. Метод Вернейля. Метод Стокбаргера и Бриджмена.

3. Сингонии кристаллов. Решетки Бравэ. Структура полупроводников: Ge, Si и GaAs. Ячейка Вигнера-Зейтца. Симметрия кристаллов. Точечные операции симметрии. Пространственные группы симметрии.

4. Методы исследования поверхности твердых тел. Атомно-силовая микроскопия (АСМ). Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ). Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС).

5. Обратная решётка. Сфера Эвальда и зона Бриллюэна. Методы определения структуры твердых тел. Дифракционные методы определения атомной структуры. Условие Брэгга-Вульфа.

6. Природа и типы межатомных связей. Химическая связь и валентность. Энергия связи. Типы межатомных связей в твердых телах. Ионная связь. Ковалентная связь. Металлическая связь. Ван-дер-ваальсова связь. Молекулярные кристаллы. Водородная связь.

7. Металлы, диэлектрики, полупроводники. Собственные полупроводники. Свободные электроны в кристалле. Дырки. Генерация и рекомбинация носителей заряда. Тепловая генерация электронов и дырок. Рекомбинация электронов и дырок. Концентрация электронов и дырок в собственном полупроводнике.

8. Примесные полупроводники. Донорная примесь. Примесное истощение. Зависимость концентрации электронов от температуры. Дырки в электронном полупроводнике. Акцепторная примесь. Компенсация. Трансмутационное легирование полупроводников.

9. Рождение и смерть электрона и дырки. Глубокие центры: компенсаторы, ступеньки, убийцы. Жизнь и движение носителей заряда. Тепловое движение: средняя скорость, шарики для настольного тенниса на подносе и в ведре с водой. Движение в электрическом поле: подвижность, зависимость дрейфовой скорости от поля, энергетическая диаграмма. Диффузия (коэффициент диффузии, диффузионный ток, соотношение Эйнштейна, скорость диффузии, диффузия неравновесных носителей).

10. Колебания простой одномерной цепочки. Закон дисперсии. Колебания одномерной цепочки с базисом. Колебания трёхмерного кристалла. Квантование колебаний решётки.

11. Методы определения закона дисперсии колебаний решётки. Поглощение света на оптических фононах. Поляритоны. Комбинационное рассеяние света. Рассеяние нейтронов. Рассеяние электронов. Физические явления, происходящие с участием фононов – теплоёмкость.

12. Барьер на границе кристалла. Работа выхода. Двойной заряженный слой. Методы определения работы выхода. Поверхностные состояния. Уровни Тамма. Реальная поверхность. Изгибы зон, поверхностный потенциал.

13. Основные параметры энергетических барьеров в полупроводниках. Проникновение внешнего электрического поля в металл, диэлектрик, полупроводник. Металл. Диэлектрик. Полупроводник. Закон изменения поля с координатой. Распределение поля в барьере. Ширина барьера.

14. *p-n* переход. Способы получения *p-n* переходов. Сплавление, диффузия, ионная имплантация. Барьер на границе. Высота барьера. Обедненный слой. Распределение поля в барьере. Ширина барьера. *p-n* в состоянии равновесия. Обратное смещение. Высота и форма барьера. Обратный ток. Фотодиоды. Барьерная емкость. Варикапы. Ударная ионизация. Прямое смещение. Высота барьера. Прямой ток. Инжекция. Светодиоды. Солнечные батареи. Выпрямительные диоды.

15. Дефекты и диффузия в твердых телах. Классификация дефектов. Точечные дефекты. Дефекты по Френкелю. Дефекты по Шоттки. Термодинамика точечных дефектов. Радиационные дефекты. Центры окраски. Дислокации. Образование дислокаций в кристалле. Движение дислокаций. Дефекты упаковки. Границы зерен. Влияние дислокаций на свойства твердых тел и методы наблюдения дислокаций. Механизмы диффузии в твердых телах. Диффузия в кристаллах. Законы Фика. Твердые электролиты.

16. Сверхпроводимость. Эффект Мейснера. Сверхпроводники первого и второго рода. Изотопический эффект. Элементы зонной теории сверхпроводимости Бардина-Купера-Шриффера. Куперовские пары. Эффекты Джозефсона. Высокотемпературная сверхпроводимость. Применение сверхпроводников.

Список литературы для подготовки к экзамену:

1. Левинштейн М.Е., Симин Г.С. Знакомство с полупроводниками. М.: Наука, 1984. Библиотечка "Квант", вып. 33.
2. Левинштейн М.Е., Симин Г.С. Барьеры. М.: Наука, 1987. Библиотечка "Квант", вып. 65.
3. Гуртов, В.А., Осауленко, Р.Н. Физика твердого тела для инженеров: учеб. пособие. Издание 2-е, доп. – М.: Техносфера, 2012. – 560 с.
4. Ненашев А.В., Альперович В.Л. Колебания кристаллической решетки. Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск: РИЦ НГУ, 2015. – 99 с.
5. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978.