

ДИСЦИПЛИНА «Физические основы микро и нанотехнологий»

Тема 1. Введение в нанотехнологию

Наночастицы в природе; Эмпирический закон Гордона Мура; Плюсы и минусы миниатюризации транзисторов; Принцип Ландауэра; Краткая справка по истории нанотехнологий; СТМ и АСМ микроскопия; Направления нанотехнологии; Две концепции создания наноструктур: путь «сверху - вниз» и путь «снизу - вверх»; Понятия нанотехнология, наноэлектроника и наногетероструктурная электроника.

Википедия и журнал Nature Physics, +Рыбалкина

Тема 2. Структура твёрдых тел

Потенциал Леннарда-Джонса; Кристаллическая решётка; Коэффициенты Миллера; Химические связи. Фононы; Дефекты в реальных кристаллах; Механизм роста кристаллов;. Наночастицы; Структурные и электронные магические числа; Наномолекулы.

Пул и Оуэнс 2.1. Атомарная структура

Тема 3. Законы квантового мира

Квантово-волновой дуализм; Связь частоты и энергии; Постулаты Планка и Гайзенберга; Уравнения деБройля; Описание движения свободной частицы; Волновая функция; Уравнение Шрёдингера; Орбиталь; Золотое правило Ферми; Прохождение частиц через потенциальный барьер.

Кванты

Тема 4. Зонная теория твёрдых тел

Уровни в молекулах; Уровни в наночастицах; Зонный энергетический спектр электронов в кристалле (металлы, п/п, диэлектрики); Наклон энергетических зон; Спектральные зависимости оптического поглощения газов, жидкостей, кристаллов; Длина волны Де-Бройля; Статистики Максвелла-Больцмана, Бозе-Энштейна, Ферми-Дирака.

Пул и Оуэнс 2.2. Структуры энергетических зон

Тема 5. Электронные свойства полупроводников

Собственные и примесные п/п

Температурные зависимости в п/п:

концентрации, подвижности, электрической проводимости

Полупроводники

Тема 6. Электропроводность твёрдых тел

Электропроводность металлов, сплавов, нанокompозитов; Влияние примесей на электропроводность; Сверхпроводимость; Эффекты сильного поля: Ударная ионизация,

Электростатическая ионизация, Термоэлектронная ионизация по Френкелю, Пробой диэлектриков, Эффект Ганна.

Тема 7. Электрические явления в диэлектриках

Поляризация диэлектриков

Диэлектрические потери

Зависимость ϵ и $\tan \delta$ угла диэлектрических потерь от температуры и частоты переменного поля

Ионная электропроводность в диэлектриках

Тема 8. Основы микроэлектроники

Термоэлектронная эмиссия, Автоэмиссия, Контактная разность потенциалов, Фотоэлемент, Электронно-дырочный переход, МОП, диод, биполярные и полевые транзисторы.

Тема 9. Основы нанoeлектроники

Квантовое ограничение электронов; Квантовые ямы, нити, точки;

Размерные эффекты: изменение плотности состояний, влияние на проводимость, проблемы легирования, влияние на оптические свойства, экситоны, кулоновский взрыв;

Приборы на наноструктурах: Лазеры с квантовыми структурами, Фотоприёмники на квантовых ямах, Туннельно-резонансный диод, Двухслойный туннельный транзистор, МПМ диод, Одноэлектронное туннелирование на эффекте кулоновской блокады, Квантово-точечные клеточные автоматы, Квантовый интерференционный транзистор;

Молекулярная нанoeлектроника: атомные переключатели, графеновый транзистор, диоды из углеродных нанотрубок, полевые транзисторы из углеродных нанотрубок, нанотрубки как источники электронов, нанопровода из углеродных нанотрубок, суперконденсатор; топливный элемент, датчики веществ, ДНК-анализатор, алмазная память для компьютеров;

Спинтроника.

Пул и Оуэнс ГЛАВА 9. Квантовые ямы, проволоки и точки - *ФИЗИКА*