

Климонский С.О.

НАНОМАТЕРИАЛЫ И ПРИБОРЫ НА ИХ ОСНОВЕ

План лекций

Лекция 1. Введение.

Область масштабов наномира. Специфика наномира. Терминология наномира. Многообразие объектов наномира. Нульмерные, одномерные, двумерные и трехмерные наноматериалы. История предмета. Место нанотехнологий в настоящее время и в будущем.

Лекция 2. Строение и свойства твёрдых тел.

Строение вещества. Агрегатные состояния. Специфика твердого агрегатного состояния. Кристаллы. Понятие о свободных электронах, электронном зонном спектре и плотности электронных состояний. Зона Бриллюэна. Понятие о металлах, полупроводниках и диэлектриках.

Лекция 3. Физика наномира.

Понятие о квантовых размерных эффектах. Спектр электрона в одномерной квантовой яме.

Эффекты нанометрового масштаба размеров: изменения полной энергии системы, изменения структуры системы, влияние ограниченности размеров на электронные, тепловые, химические, механические, магнитные и оптические свойства нанобъектов.

Лекция 4. Методы изготовления нанобъектов.

Процессы «сверху вниз»: измельчение, литография, механическая обработка. Процессы «снизу вверх»: методы осаждения тонких пленок, химические и электрохимические подходы к синтезу наночастиц и наноструктур. Методы изготовления нанопористых мембран. Методы шаблонного роста наноматериалов. Самосборка и самоорганизация наносистем.

Лекция 5. Методы контроля размеров нанобъектов.

Электронная микроскопия: общие вопросы, сканирующая электронная микроскопия, просвечивающая электронная микроскопия.

Зондовые методы: туннельная микроскопия, атомно-силовая микроскопия и др.

Лекция 6. Введение в физику полупроводников.

Специфика полупроводников: электронная и дырочная проводимость, легирование, эффективная масса, оптические свойства, экситоны, фононы. Типы полупроводников. Прямые и непрямые полупроводники. Широкозонные, узкозонные и бесщелевые полупроводники. Полупроводниковые диоды, триоды, полевые транзисторы, фотодетекторы и светоизлучающие диоды.

Лекция 7. Наноразмерные полупроводники.

Электронные квантовые размерные эффекты в полупроводниках. Квантовые ямы, квантовые проволоки, квантовые точки и сверхрешетки. Методы изготовления квантовых ям и квантовых точек. Физические явления в полупроводниковых наноструктурах (модуляционное легирование, квантовый эффект Холла, резонансное туннелирование, баллистический перенос, специфика поглощения и излучения и пр.). Свойства наноразмерного кремния. Устройства на основе полупроводниковых наноструктур.

Лекция 8. Наномагнитные материалы и устройства.

Общие представления о магнитных материалах. Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики. Магнитная анизотропия. Процессы намагничивания и перемангничивания.

Специфика наномагнитных материалов. Мягкие и жесткие магнитные наноматериалы. Наномагнетизм в технике.

Лекция 9. Неорганические непроводящие наноматериалы.

Методы получения неорганических нанопорошков и наноматериалов. Консолидация нанопорошков. Структура и механические свойства наноматериалов. Конструкционные, оптические, каталитические и другие применения неорганических наноматериалов. Наносцинтилляторы.

Лекция 10. Самосборка и самоорганизация в нанотехнологии.

Принципы самосборки. Самосборка как метод получения и структурирования наночастиц. Коллоидные кристаллы. Жидкие кристаллы и устройства на их основе.

Лекция 11. Фотонные кристаллы и метаматериалы.

Понятие о фотонных кристаллах. Синтез, строение и свойства фотонных кристаллов. Управление световыми потоками с помощью фотонных кристаллов. Микросветоводные структуры с периодическим распределением центров поглощения. Понятие о метаматериалах.

Лекция 12. Наноразмерные формы углерода и их применение.

Аллотропные формы углерода. Графен и углеродные нанотрубки: структура, синтез, свойства. Применение графена и нанотрубок.