

Оптическая спектроскопия низкоразмерных структур.

Лектор: д.ф.-м.н., профессор Авакянц Лев Павлович
(кафедра общей физики физического факультета МГУ)

Код курса:	
Статус:	обязательный
Аудитория:	общий
Специализация:	Физика
Семестр:	9
Трудоёмкость:	2 з.е.
Лекций:	32 часа
Семинаров:	0 часов
Практ. занятий:	0 часа
Отчётность:	экзамен
Начальные компетенции:	М-ПК-1, М-ПК-6
Приобретаемые компетенции:	М-ПК-2, М-ПК-3

Аннотация курса

Настоящий учебный курс представляет собой базовый элемент программы Фундаментальные дисциплины направления (специальности) "Физика". В рамках курса студенты должны получить представление о типах твердотельных низкоразмерных структур и их оптических свойствах: полупроводниковых гетероструктур, одностенных углеродных нанотрубок и фотонных кристаллов, технологии их изготовления, характеристики методами оптической спектроскопии и применении в приборах наноэлектроники и оптоэлектроники.

Приобретаемые знания и умения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать основные принципы оптики низкоразмерных структур и современные методы оптической спектроскопии для их характеристики.

Образовательные технологии

Курс имеет электронную версию для презентации. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования.

Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

Знания, умения и навыки, полученные в рамках данного курса, могут быть использованы при изучении курсов физики твердого тела, нанофизики, оптической спектроскопии конденсированных сред.

Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего

Научно-исследовательская практика, научно-исследовательская работа, курсовая работа, знания, умения и навыки, полученные в рамках данного курса, могут быть использованы при изучении курсов физики твердого тела, нанофизики, оптической спектроскопии конденсированных сред.

Основные учебные пособия, обеспечивающие курс

1. Ч.Киттель, «Введение в физику твердого тела», Издательство Наука, Москва, 1978.
2. А.Анималу Квантовая теория кристаллических твердых тел, Мир, М.1981.

Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс

1. Lecture Notes in Physics, Understanding Carbon Nanotubes, Springer, 2006.
2. В.С.Горелик Оптика глобулярных фотонных кристаллов. Препринт ФИАН, М.2006.

Основные научные статьи, обеспечивающие курс

1. Avakyants L.P., Bokov P.Yu., Chervyakov A.V., Chuyas A.V., Yunovich A.E., Vasileva E., Yavich B.S. «Electroreflectance diagnostics of InGaN/GaN/ALGaN based LEDs structures» // Phys. Status Solidi C V.6 No. 12, p. 2852 – 2854 (2009)
2. Avakyants L.P., Bokov P.Yu., Galiev G.B., Klimov E.A., Vasil'evskij, Kulbachinskii V.A., Chervyakov A.V. Interband optical transitions in GaAs modulation-doped quantum wells: photorefectance experiment and self-consistent cal-

- culations. Semiconductor Science and Technology. V.21, P.462-466, (2006).
3. Авакянц Л.П., Боков П.Ю., Казаков И.П., Волчков Н.А., Червяков А.В. Определение концентрации носителей в легированных слоях n-GaAs методами спектроскопии комбинационного рассеяния света и фотоотражения. Оптика и спектроскопия, том 102, вып. 5, стр. 789-793 (2007).
4. Avakyants L.P., Bokov P.Yu., Chervyakov A.V., Galiev G.B., Klimov E.A., Vasil'evskii I.S., Kul'bachniskii V.A. «Interband optical transitions in GaAs modulation-doped quantum wells: photoreflectance experiment and self-consistent calculations» // Semicond. Scie. Technol. Vol. 20, p. 462 – 466 (2006)

Программное обеспечение и ресурсы в интернете

Модельные задачи на MathCad

Контроль успеваемости

Промежуточная аттестация проводится на 8 неделе в форме коллоквиума с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

Текущая аттестация проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, уровень подготовки к лекциям.

Фонды оценочных средств

Контрольные вопросы для текущей аттестации на лекции; вопросы к экзаменам; тесты и компьютерные тестирующие программы; темы докладов.

Структура и содержание дисциплины

Раздел	Неделя
Строение и зонная структура кристаллов. Электронные состояния в твердых телах. Диэлектрики, полупроводники, проводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Полупроводниковый гетеропереход. Квазичастицы: фононы, полиритоны, плазмоны, экситоны.	1-2
Типы квантоворазмерных структур. Размерное квантование электронной подсистемы квантовых точек.	3
Технология получения квантово-размерных структур. Проблемы получения квантоворазмерных структур. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Газофазная эпитаксия. Нанолитография. Высокотемпературный синтез нанокристаллов в диэлектрических средах. Самоорганизация квантовых точек и квантовых нитей.	4
Классификация гетероструктур. Размерное квантование электронных состояний. Межзонное поглощение. Межзонные и внутризонные оптические переходы между подзонами размерного квантования. Правила отбора при оптических переходах в квантовых ямах.	5-6
Резонансное отражение и поглощение света в структурах с квантовыми ямами. Линейный отклик одиночной квантовой ямы. Вторичное свечение квантовых ям. Квантовые микрорезонаторы.	7
Оптические свойства квантовых нитей и квантовых точек. Методы изготовления квантовых нитей. Плотность электронных состояний. Оптические методы исследования квантовых точек. Однофотонное поглощение квантовыми точками. Двухфотонное поглощение квантовыми точками. Двухфотонно-возбуждаемая люминесценция квантовых точек.	8
Комбинационное рассеяние света в полупроводниковых гетероструктурах и низкоразмерных системах. Исследование фононных и электрон-фононных состояний методом КР.	9
Модуляционная спектроскопия полупроводниковых гетероструктур и низкоразмерных систем. Спектроскопия фотоотражения квантово-размерных эффектов в одиноч-	10-11

ных и двойных квантовых ямах на основе гетеропары GaAs/AlGaAs. Энергетический спектр электронов в таких системах. Расчет энергии уровней в квантовых ямах методом огибающей волновой функции.	
Синтез и свойства фотонных кристаллов. Концепция фотонного кристалла. Электромагнитные волны в периодических структурах Распространение и локализация электромагнитных волн в фотонных кристаллах. Испускание и рассеяние излучения в фотонных кристаллах: роль плотности фотонных состояний. Связанные состояния фотонов в фотонных кристаллах.	12-13
Свойства и синтез углеродных наноструктур. Полиморфизм углеродных соединений: от графена до нанотрубок. Плотность состояний и электронная структура , спектры поглощения, люминесценции и комбинационного рассеяния одностенных углеродных нанотрубок.	14-15
Применение квантово-размерных структур в приборах наноэлектроники и оптоэлектроники. Элементы наноэлектроники. Элементы оптоэлектроники. Лазеры на квантовых точках для волоконной связи. Квантовые точки в биологии и медицине	16