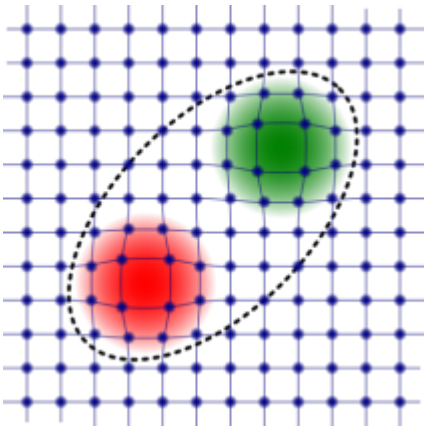
Квазичастицы в полупроводниках

Lecturers:
Сергей Тарасенко

Assistants:
Александр Пошакинский



Language:
Русский

Credit points:
3 з.е.

Monitoring type:
Экзамен

Educational Program:
Фотоника и спинтроника
2 семестр

Prerequisites:
Электродинамика
Статистическая физика
Дополнительные главы квантовой механики

Lectures (a.h)*	Practice (a.h)	Labs (a.h)
20	12	
*1 academic hour = 45 minutes		

Курс дает представление о современной физике и теоретическом описании квазичастиц – собственных возбуждений – в полупроводниковых системах. Будут рассмотрены квазичастицы, отвечающие возбуждениям кристаллической решетки (акустические и оптические фононы) и электронной подсистемы (экситоны, трионы, плазмоны, боголоны), а также составные квазичастицы: поляроны, поляритоны и фоноритоны, возникающие при сильном взаимодействии электронов, экситонов, фононов и фотонов. На лекциях и практических занятиях будут проанализированы спектры, статистика и кинетика квазичастиц, взаимодействие квазичастиц и фазовые переходы, описана роль квазичастиц в формировании электрических и оптических свойств полупроводников.

Course content

2 семестр

Квазичастицы в полупроводниках

Структура курса

Разделы	Лекции (ак.ч.)	Практика (ак.ч.)
Вводная лекция. Квазичастицы в полупроводниках	2	
Глава 1. Электронные возбуждения и многоэлектронные комплексы		
Зонная структура полупроводников. Сложная валентная зона	2	
Размерное квантование носителей заряда в наноструктурах		2
Колебания электронной плотности. Плазмоны.	2	
Экситоны и трионы	2	
Принципы оптической ориентации экситонов		2
Конденсация Бозе-Эйнштейна экситонов. Звук в конденсате, боголоны	2	2
Глава 2. Колебания кристаллической решетки		
Акустические и оптические фононы	2	
Механизмы электрон-фононного взаимодействия	2	2
Поляроны	2	
Глава 3. Поляритоны		
Взаимодействие электромагнитных волн с колебаниями кристаллической решетки. Поляритоны	2	
Экситонные поляритоны в объемных кристаллах		2
Экситонные поляритоны в структурах с микрорезонаторами. Режимы слабой и сильной связи	2	2

Recommended resources

1. Ансельм А.И. Введение в физику полупроводников.М.,Наука.1978. 616 с.
2. Зегря Г. Г. Основы физики полупроводников : учебное пособие для студентов вузов / Г. Г. Зегря, В. И. Перель. – Москва : Физматлит, 2009.
3. E.L. Ivchenko, Optical spectroscopy of semiconductor nanostructures. Harrow, U.K. : Alpha Science, 2005, - 427 p.
4. Левитов Л.С., Шитов А.В. Функции Грина. Задачи и решения. — Новое изд. — М.: МЦНМО, 2016

Grading Policy

Оценочные средства дисциплины: задача, устный экзамен.

Максимальное количество баллов за курс - 100
Максимальный балл за решение задача - 50
Максимальный балл за экзамен - 50

Тип самостоятельных заданий

1. Рассчитать дисперсию экситонных поляритонов в массиве квантовых ям. Определить величину продольно-поперечного расщепления в такой структуре и сопоставить ее с продольно-поперечным расщеплением в объемном полупроводнике.
2. Описать бозе-эйнштейновскую конденсацию в состояние с конечным волновым вектором. Путем решения уравнения Гросса-Питаевского определить спектр боголюбовских возбуждений в таком движущемся конденсате.
3. Рассмотреть оптомеханическую систему, представляющую собой оптический микрорезонатор, одно из зеркал которого может совершать гармонические колебания. Построить эффективный гамильтониан, описывающей взаимодействие фотонов в резонаторе с механическими колебаниями зеркала, оценить константу взаимодействия. Записать квантовомеханические

уравнения движения и определить силу давления света на зеркало.