

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.


КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ДЕПАРТАМЕНТ
ОБРАЗОВАНИЯ
(ДО КФУ)

_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Физика конденсированного состояния Б1.Б.27

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Воронина Е.В.

Рецензент(ы):

Деминов Р.Г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Воронина Е. В.

Протокол заседания кафедры No _____ от "_____" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No _____ от "_____" _____ 201__ г

Регистрационный No 677218

Казань
2018

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, д.н. (доцент) Воронина Е.В. Кафедра физики твердого тела Отделение физики, Elena.Voronina@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Изучения фундаментальных результатов физики конденсированного состояния и способов практического использования свойств конденсированных сред, практическое овладение методами теоретического описания и основными теоретическими моделями конденсированного состояния, навыками постановки физического эксперимента по изучению свойств конденсированных сред и основными экспериментальными методиками. Формирование научной основы для осознанного и целенаправленного использования свойств конденсированных сред при создании объектов и систем в различных областях нанотехнологии и микросистемной техники.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.Б.27 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.03.02 Физика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

Дисциплина "Физика конденсированного состояния" является базовой частью модуля "Общая физика" профессионального цикла дисциплин подготовки студенто

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин
ПК-3 (профессиональные компетенции)	готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные типы конденсированных сред, симметричную классификацию кристаллических решеток, основные типы структурных дефектов, элементы теории упругости; особенности классического и квантово-механического описания электронного газа, основные термодинамические и кинетические характеристики и электромагнитные свойства электронного газа; методы описания динамики решетки, основные типы колебаний решетки и их физические проявления; свойства и основные типы сверхпроводников, макро- и микроскопические модели сверхпроводимости

2. должен уметь:

определить структуру простейших решеток по данным рентгеноструктурного анализа; рассчитать термодинамические и кинетические характеристики квантового электронного газа; уметь выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности и формулировать задачи; использовать полученные знания при решении профессиональных задач, связанных со свойствами твердого тела

3. должен владеть:

обладать навыками работы с научной литературой с использованием новых информационных технологий; методами научных исследований; освоение теорий и моделей; навыками в проведении физических исследований по заданной тематике;

4. должен демонстрировать способность и готовность:

иметь навыки:

- системного научного анализа проблем (как природных, так и профессиональных) различного уровня сложности;
- работы с лабораторным оборудованием и современной научной аппаратурой;
- проведения физического эксперимента.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) 216 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 6 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Типы твердых тел, типы связи	6	1	2	2	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Кристаллическая решетка. Элементы симметрии. Решетки Браве. Ячейка Вигнера-Зейтца.	6	2	4	2	6	Устный опрос
3.	Тема 3. Динамика кристаллической решетки.	6	3-4	6	2	0	Устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Модель свободных электронов. Теория металлов Зоммерфельда. Элементы зонной теории. Приближения слабо и сильно связанных электронов. Оптические свойства.	6	5-8	8	2	10	Тестирование
5.	Тема 5. Полупроводники и диэлектрики, сегнетоэлектрики. Полупроводники.	6	9-11	10	4	10	Устный опрос
6.	Тема 6. Намагниченность и восприимчивость. Диамагнетизм. Парамагнетизм.	6	12-13	8	2	4	Устный опрос
7.	Тема 7. Ферромагнетизм. Обменное взаимодействие. Антиферромагнетизм. Доменная структура.	6	14-15	6	0	0	Устный опрос
8.	Тема 8. Сверхпроводимость. Туннельные эффекты в сверхпроводниках.	6	16-17	6	2	6	Тестирование
9.	Тема 9. ДЕФЕКТЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ Упругие свойства кристаллов	6	18	4	2	0	Реферат
	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Экзамен
	Итого			54	18	36	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Типы твердых тел, типы связи

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Ионная, ковалентная и ван-дер-ваальсова связи. Промежуточные типы связей. Металлическая связь. Водородная связь. Характерные энергии связи.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Химические связи и энергия решеток. Решение задач из "Задачи по физике твердого тела": перевод с английского/ под ред Г.Дж.Голдсмида. Главная редакция физико-математической литературы, М.: Наука, 1976. 431 с.

Тема 2. Кристаллическая решетка. Элементы симметрии. Решетки Браве. Ячейка Вигнера-Зейтца.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Элементы симметрии. Решетки Браве. Базис кристаллической решетки. Примитивная ячейка, ячейка Вигнера- Зейтца. Кристаллографические направления и плоскости. Обратная решетка. Дифракция рентгеновских лучей.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Кристаллография и структура кристаллов. Решение задач из "Задачи по физике твердого тела" : перевод с английского/ под.ред Г.Дж.Голдсмида. Главная редакция физико-математической литературы, М.: Наука, 1976. 431 с.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Определение параметров кристаллической решетки из рентгеновской дифрактограммы

Тема 3. Динамика кристаллической решетки.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Динамика решетки. Адиабатическое приближение. Энергия кристаллической решетки. Роль трансляционной инвариантности . Колебания линейных цепочек. Общая классификация колебательных мод. Акустические и оптические колебания. Колебания неидеальных решеток, локальные моды . Квантование колебаний решетки . Фононы. Энергия, импульс и квазиимпульс фонона. Экспериментальные методы определения фононного спектра. Рассеяние нейтронов. Бесфононное, однофононное и двухфононное рассеяние. Рассеяние электромагнитного излучения. Рассеяние рентгеновского излучения. Бриллюэновское и мандельштам-рамановское рассеяние.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Методы исследования фононного спектра (тема семинара)

Тема 4. Модель свободных электронов. Теория металлов Зоммерфельда. Элементы зонной теории. Приближения слабо и сильно связанных электронов. Оптические свойства.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Теория металлов Друде. Статическая электропроводность. Теплопроводность. Закон Видемана-Франца. Эффект Холла, постоянная Холла. Теплоемкость. Теория металлов Зоммерфельда. Уравнение Шредингера для свободных электронов. Граничное условие Борна-Кармана. Элементы зонной теории. Понятие о самосогласованном поле в кристаллах. Квантовая механика частицы в пространственно-периодическом поле. Блоховские волновые функции. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна. Закон дисперсии электронов в кристаллах: общие свойства, разрешенные и запрещенные зоны. Движение электронов в кристалле под действием внешних электрических и магнитных полей. Поверхность Ферми. Энергетическая щель. Природа энергетической щели. Электронные, дырочные и открытые орбиты. Квантование орбит электрона во внешнем постоянном магнитном поле. Уровни Ландау для свободных электронов в магнитном поле. Уровни Ландау для блоховских электронов.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Электронная теория металлов. Энергетическая зонная структура. Решение задач из "Задачи по физике твердого тела" : перевод с английского/ под.ред Г.Дж.Голдсмида. Главная редакция физико-математической литературы, М.: Наука, 1976. 431 с.

лабораторная работа (10 часа(ов)):

Элементы зонной теории твердых тел. Температурная зависимость электропроводности полупроводника, металла. Эффект Холла. Используется методическое пособие, размещенное на странице кафедры ФТТ: http://kpfu.ru/docs/F129512433/05_pp.pdf

Тема 5. Полупроводники и диэлектрики, сегнетоэлектрики. Полупроводники.

лекционное занятие (10 часа(ов)):

Полупроводники и диэлектрики, сегнетоэлектрики. Статистика носителей заряда в полупроводниках. Электроны и дырки. Полупроводники с прямой и непрямой щелью. Оптическая и термическая активация. Легирование полупроводников. Доноры и акцепторы. Энергия примесных состояний. Полупроводниковые сверхрешетки. Квантование спектра. Системы пониженной размерности. Квантовый эффект Холла.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Свойства однородных полупроводников. Полупроводниковые переходы. Решение задач из "Задачи по физике твердого тела" : перевод с английского/ под.ред Г.Дж.Голдсмида. Главная редакция физико-математической литературы, М.: Наука, 1976. 431 с. Гетероструктуры на основе полупроводников

лабораторная работа (10 часа(ов)):

Внутренний фотоэффект в однородных полупроводниках Полупроводниковый инжекционный лазер Используется методическое пособие, размещенное на странице кафедры ФТТ: http://kpfu.ru/docs/F129512433/05_pp.pdf http://kpfu.ru/docs/F129512433/05_pp.pdf http://kpfu.ru/portal/docs/F1485176465/Lazer_V1.pdf

Тема 6. Намагниченность и восприимчивость. Диамагнетизм. Парамагнетизм.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Намагниченность и восприимчивость. Гамильтониан взаимодействия атомов и молекул с магнитным полем, расщепление уровней. Диамагнетизм. Формула Ланжевена для диамагнитной восприимчивости. Связь Рассела-Саундерса. Правила Хунда. Парамагнетизм. Восприимчивость атомов с частично заполненной оболочкой. Парамагнетизм Ван Флека. Ланжевенский парамагнетизм. Функции Бриллюэна и Ланжевена. Закон Кюри. Примеры: Редкоземельные ионы и ионы переходных элементов. Расщепление уровней внутрикристаллическим полем. Замораживание орбитального углового момента. Спиновый парамагнетизм Паули. Диамагнетизм Ландау.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Диамагнетизм и парамагнетизм. Решение задач из "Задачи по физике твердого тела" : перевод с английского/ под.ред Г.Дж.Голдсмида. Главная редакция физико-математической литературы, М.: Наука, 1976. 431 с.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Контактные явления в полупроводниках. Туннельный диод Вольт-амперные характеристики диода и фотодиода. Используется методическое пособие, размещенное на странице кафедры ФТТ: http://kpfu.ru/docs/F129512433/05_pp.pdf http://kpfu.ru/docs/F1692885196/06_pp2.pdf

Тема 7. Ферромагнетизм. Обменное взаимодействие. Антиферромагнетизм. Доменная структура.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Ферромагнетизм. Понятие об обменном взаимодействии. Обменный интеграл. Магнитные домены. Спиновые волны - магноны. Антиферромагнетизм. Доменная структура. Ферромагнитные домены. Движение границ при намагничивании, эффект Баркгаузена. Техническое и истинное насыщение, гистерезис, остаточная намагниченность, коэрцитивная сила, потери энергии, магнитомягкие и магнито жесткие материалы. Магнитная анизотропия, направления легкого и трудного намагничивания. Наведенная, обменная, поверхностная анизотропия.

Тема 8. Сверхпроводимость. Туннельные эффекты в сверхпроводниках.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Сверхпроводимость. Эффект Мейсснера. Сверхпроводники 1-го и 2-го рода. Вихри Абрикосова. Эффект Джозефсона. Высокотемпературные сверх-проводники. Уравнение Лондонов. Основные идеи теории Бардина-Купера-Шриффера. Электронные пары. Теория Гинзбурга-Ландау.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Ферромагнетизм, антиферромагнетизм и ферримагнетизм. Решение задач из "Задачи по физике твердого тела" : перевод с английского/ под.ред Г.Дж.Голдсмида. Главная редакция физико-математической литературы, М.: Наука, 1976. 431 с.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Контактные явления в полупроводниках. Вольт-амперные характеристики диода и фотодиода. Биполярный транзистор. Полевой транзистор. Используется методическое пособие, размещенное на странице кафедры ФТТ: http://kpfu.ru/docs/F129512433/05_pp.pdf
 Используется методическое пособие, размещенное на странице кафедры ФТТ: http://kpfu.ru/docs/F1692885196/06_pp2.pdf. Измерение кривой намагничивания. Параметры петли гистерезиса Используется методическое пособие, размещенное на странице кафедры ФТТ:<http://kpfu.ru/portal/docs/F870001481/Processy.namagnichivaniya.pdf>

Тема 9. ДЕФЕКТЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ Упругие свойства кристаллов

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Точечные дефекты. Дислокации. Основные типы дислокаций. Движение дислокаций. Дислокационные структуры. Источники Франка-Рида. Упругие свойства кристаллов Малоугловые границы. Высокоугловые границы

практическое занятие (2 часа(ов)):

Дефекты в кристаллах. Решение задач из "Задачи по физике твердого тела" : перевод с английского/ под.ред Г.Дж.Голдсмида. Главная редакция физико-математической литературы, М.: Наука, 1976. 431 с.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Типы твердых тел, типы связи	6	1	подготовка к устному опросу, повторение пройденного материала. Работа с литературой.	4	устный опрос
2.	Тема 2. Кристаллическая решетка. Элементы симметрии. Решетки Браве. Ячейка Вигнера-Зейтца.	6	2	подготовка к устному опросу. Работа с литературой. повторение пройденного материала.	8	устный опрос
3.	Тема 3. Динамика кристаллической решетки.	6	3-4	подготовка к устному опросу, повторение пройденного материала. Работа с литературой.	10	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Модель свободных электронов. Теория металлов Зоммерфельда. Элементы зонной теории. Приближения слабо и сильно связанных электронов. Оптические свойства.	6	5-8	подготовка к тестированию. Повторение материала, изложенного в предыдущих лекциях. Работа с литературой	5	тестирование
				подготовка к устному опросу, повторение пройденного материала. Работа с литературой.	5	устный опрос
5.	Тема 5. Полупроводники и диэлектрики, сегнетоэлектрики. Полупроводники.	6	9-11	подготовка к устному опросу. Работа с литературой. повторение пройденного материала.	10	устный опрос
6.	Тема 6. Намагниченность и восприимчивость. Диамагнетизм. Парамагнетизм.	6	12-13	подготовка к устному опросу. Работа с литературой. повторение пройденного материала.	8	устный опрос
7.	Тема 7. Ферромагнетизм. Обменное взаимодействие. Антиферромагнетизм. Доменная структура.	6	14-15	подготовка к устному опросу, повторение пройденного материала. Работа с литературой.	6	устный опрос
8.	Тема 8. Сверхпроводимость. Туннельные эффекты в сверхпроводниках.	6	16-17	подготовка к тестированию. Повторение материала, изложенного в предыдущих лекциях. Работа с литературой	6	тестирование
				подготовка к устному опросу, повторение пройденного материала. Работа с литературой.	4	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
9.	Тема 9. ДЕФЕКТЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ Упругие свойства кристаллов	6	18	подготовка к устному опросу. Работа с литературой. повторение пройденного материала.	2	устный опрос
				подготовка реферата Работа с литературой, рекомендованной преподавателем по теме реферата. Подгот	4	реферат
	Итого				72	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Чтение лекций, в том числе, с использованием мультимедийных средств.

Тестирование, разбор конкретных ситуаций.

Подготовка реферата, презентация реферата.

Экспериментальный этап, включающий выполнение 8 лабораторных работ из набора:

1. Определение параметров решетки из рентгеновской дифрактограммы
2. Эффект Холла
3. Температурная зависимость электропроводности полупроводника, металла
4. Внутренний фотоэффект в однородных полупроводниках
5. Полупроводниковый инжекционный лазер
6. Контактные явления в полупроводниках
7. Вольт-амперные характеристики диода и фотодиода.
8. Биполярный транзистор.
9. Полевой транзистор.
9. Туннельный диод
10. Измерение кривой намагничивания. Параметры петли гистерезиса

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Типы твердых тел, типы связи

устный опрос , примерные вопросы:

Типы твердых тел Промежуточные типы связей. Каковы характерные энергии связей различных типов. (направлен на формирование компетенций ОПК-3,ПК-5)

Тема 2. Кристаллическая решетка. Элементы симметрии. Решетки Браве. Ячейка Вигнера-Зейтца.

устный опрос , примерные вопросы:

Перечислить элементы симметрии. Перечислить решетки Браве. Дать определения примитивной ячейки, ячейки Вигнера- Зейтца. Кристаллографические направления и плоскости. Индексы Миллера. (направлен на формирование компетенций ОПК-3,ПК-3, ПК-4,ПК-5)

Тема 3. Динамика кристаллической решетки.

устный опрос , примерные вопросы:

В чем состоит адиабатическое приближение. Акустические и оптические колебания решетки. Энергия, импульс и квазиимпульс фонона. (направлен на формирование компетенций ОПК-3,ПК-3, ПК-4,ПК-5)

Тема 4. Модель свободных электронов. Теория металлов Зоммерфельда. Элементы зонной теории. Приближения слабо и сильно связанных электронов. Оптические свойства.

тестирование , примерные вопросы:

Примерные задания теста (направлен на формирование компетенций ОПК-3,ПК-3, ПК-4,ПК-5, ПК-1) 1.Металлическая связь 1. гомеополярная 2. молекулярная 3. гетерополярная 2. Ковалентный и металлический радиусы 1. идентичны 2. неидентичны 3. схожи 3.Полиморфный переход является 1. фазовым переходом первого рода 2. фазовым переходом второго рода 3. не является фазовым переходом 4. Число атомов, приходящееся на элементарную объёмцентрированную ячейку кристалла, равно 1. Один 2. Два 3. Восемь 4. Девять 6. координационное число простой кубической решетки 1. 2 2. 8 3. 6 7. сколько типов решеток, различающихся своими пространственными группами симметрии 1. 4 2. 14 3. 7 8. для конструктивной интерференции рентгеновских лучей на кристаллической решетки необходимо выполнение условий 1. при изменении волнового вектора на произвольный вектор обратной решетки 2. рентгеновские лучи должны испытывать зеркальное отражение от ионов каждой из плоскостей

устный опрос , примерные вопросы:

Положения теории металлов Друде. Закон Видемана-Франца. В чем состоит Эффект Холла. Положения теории металлов Зоммерфельда. Уравнение Шредингера для свободных электронов. В чем состоит граничное условие Борна-Кармана. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна. Закон дисперсии. Дать определение поверхности Ферми. Энергетическая щель. Уровни Ландау для свободных электронов в магнитном поле. (направлен на формирование компетенций ОПК-3,ПК-3, ПК-4,ПК-5, ПК-1)

Тема 5. Полупроводники и диэлектрики, сегнетоэлектрики. Полупроводники.

устный опрос , примерные вопросы:

Выражения для статистики носителей заряда в полупроводниках. Электроны и дырки. Охарактеризовать полупроводники с прямой и непрямой щелью. В чем состоит оптическая и термическая активация. Легирование полупроводников. Доноры и акцепторы. Квантовый эффект Холла. (направлен на формирование компетенций ПК-1,ПК-3, ПК-4,ПК-5)

Тема 6. Намагниченность и восприимчивость. Диамагнетизм. Парамагнетизм.

устный опрос , примерные вопросы:

Дать определения диамагнетизма и парамагнетизма. Функции Бриллюэна и Ланджевена. Сформулировать закон Кюри. Спиновый парамагнетизм Паули. Диамагнетизм Ландау. (направлен на формирование компетенций ПК-1,ПК-3, ПК-4)

Тема 7. Ферромагнетизм. Обменное взаимодействие. Антиферромагнетизм. Доменная структура.

устный опрос , примерные вопросы:

Охарактеризовать тип магнитного упорядочения - ферромагнетизм. Назвать причины формирования магнитных доменов. Спиновые волны - магноны. Охарактеризовать тип магнитного упорядочения - антиферромагнетизм. Доменная структура. (направлен на формирование компетенций ПК-1,ПК-3, ПК-4)

Тема 8. Сверхпроводимость. Туннельные эффекты в сверхпроводниках.

тестирование , примерные вопросы:

Примерные задания теста: 1. Сопротивление примесного полупроводника n-типа при $T=0$ К 1. Равно нулю 2. Равно бесконечности 3. Зависит от концентрации примеси 4. Зависит от положения уровня Ферми 2. Где расположена энергия Ферми у собственных полупроводников 1. Вблизи валентной зоны 2. Вблизи зоны проводимости 3. Вблизи середины запрещенной зоны 4. Вблизи примесного уровня 3. Сопротивление кристаллических проводников определяется 1. Рассеянием электронов на узлах кристаллической решетки 2. Рассеянием электронов на неоднородностях кристаллической решетки 3. Взаимодействием с дырками валентной зоны 4. Какое из перечисленных условий НЕ является необходимым для работы лазера непрерывного излучения: 1. Накачка среды до возникновения инверсной заселенности. 2. Наличие как минимум 3-х энергетических уровней активной среды 3. Наличие высокочастотного интерферометра Фабри-Перо 4. Наличие самопросветляющегося затвора 5. Полупроводники 1. При нормальных температурах проводят электрический ток, а при низких являются изоляторами 2. Выталкивают из себя магнитное поле при низких температурах 3. Проводят ток только в одном направлении 4. При нормальных температурах являются изоляторами (направлен на формирование компетенций ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5)

устный опрос, примерные вопросы:

В чем состоит эффект Мейсснера. Чем отличаются сверхпроводники 1-го и 2-го рода. В чем состоит эффект Джозефсона. Уравнение Лондонов. Основные идеи положения теории Бардина-Купера-Шриффера. (направлен на формирование компетенций ПК-1, ПК-3, ПК-4)

Тема 9. ДЕФЕКТЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ Упругие свойства кристаллов

реферат, примерные темы:

Примерные темы рефератов. 1. Оптические свойства пленок полупроводников на металлических подложках. 2. Нелинейно-оптические явления в микроструктурированных волокнах. 3. Спин-поляризованный транспорт в гетероструктурах. 4. Коллективные явления в полупроводниках с участием экситонов. 5. Жидкокристаллическое состояние вещества. (направлен на формирование компетенций ОПК-3, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-1)

устный опрос, примерные вопросы:

Перечислить типы дефектов. Перечислить типы дислокаций. Механизм источника Франка-Рида. Сформулировать закон Хола-Петча. (направлен на формирование компетенций ПК-1, ПК-3, ПК-4)

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Вопросы к экзамену

1. Типы твердых тел. Ионная, ковалентная и ван-дер-ваальсова связи. Промежуточные типы связей. Металлическая связь. Водородная связь.
2. Статистика носителей заряда в полупроводниках. Полупроводники с прямой и непрямой щелью.
2. Решетки Браве. Понятия примитивной ячейки, ячейки Вигнера-Зейтца.
2. Оптическая и термическая активация. Легирование полупроводников.
3. 1. Акустические и оптические колебания.
2. Квантовый эффект Холла.
4. 1. Энергия, импульс и квазиимпульс фонона. Методы исследования фононного спектра.
2. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Функции Бриллюэна и Ланжевена.
5. 1. Закон Видемана-Франца. Эффект Холла. Теория металлов Зоммерфельда.
2. Закон Кюри. Спиновый парамагнетизм Паули. Диамагнетизм Ландау.

6.
 1. Уравнение Шредингера для свободных электронов. Граничное условие Борна-Кармана.
 2. Эффект Мейсснера. Сверхпроводники 1-го и 2-го рода.
7.
 1. Квазиимпульс. Зона Бриллюэна. Закон дисперсии. Поверхность Ферми.
 2. Вихри Абрикосова. Эффект Джозефсона. Уравнение Лондонов.
8.
 1. Поверхность Ферми. Энергетическая щель.
 2. Основные положения теории Бардина-Купера-Шриффера.
9.
 1. Уровни Ландау для свободных электронов в магнитном поле.
 2. Ферромагнетизм. Магнитные домены.
10.
 1. Собственная проводимость полупроводников. Примесные полупроводники.
 2. Спиновые волны - магноны. Антиферромагнетизм.
11.
 1. Электропроводность в сильных электрических полях, отклонение от закона Ома, горячие электроны. Эффекты Ганна, Зинера.
 2. Доменная структура. Ферромагнитные домены. Движение границ при намагничивании, эффект Баркгаузена.
12.
 1. Явления в контактах. Условия равновесия контактирующих тел.
 2. Точечные дефекты. Дислокации. Основные типы дислокаций.
13.
 1. Контакт металл - полупроводник. Контакт двух полупроводников.
 2. Движение дислокаций. Движение дислокаций структуры.
14.
 1. Зарядная емкость. Выпрямление в контакте.
 2. Упругие свойства кристаллов. Малоугловые границы. Высокоугловые границы.
15.
 1. Туннельный диод.
 2. Туннельные эффекты в сверхпроводниках. Эффект Джозефсона.
16.
 1. Оптические свойства твердых тел. Типы поглощения и излучения. Плазменная частота. Плазмоны. Цвет металлов.
 2. Механизмы рассеяния электронов. Правило Матиссена. Уравнение Больцмана.
17.
 1. Спонтанное и индуцированное излучение. Твердотельные лазеры.
 2. Динамика решетки. Адиабатическое приближение.

(ОПК-3, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-1)

7.1. Основная литература:

1. Физика твердого тела: Учебное пособие / Ю.А. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 307 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-00967-3, 500 экз.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=363421>
2. Основы физики конденсированного состояния : [учебное пособие] / Ю. В. Петров .? Долгопрудный : Интеллект, 2013 .? 213 с.
3. Основы физики частично упорядоченных сред : жидкие кристаллы, коллоиды, фрактальные структуры, полимеры и биологические объекты / М. Клеман, О. Д. Лаврентович ; пер. с англ.: Е. Б. Логинова [и др.] ; под. ред. С. А. Пикина, В. Е. Дмитриенко .? Москва : Физматлит, 2007 .? 680 с.

7.2. Дополнительная литература:

1. Епифанов, Г.И. Физика твердого тела. [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2011. ? 288 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2023>
2. Кузнецов, С. И. Курс физики с примерами решения задач. 'Физика конденсированного состояния' [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. И. Кузнецов, Н. А. Тимченко. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. - 47 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=417650>.

7.3. Интернет-ресурсы:

Информационно-аналитическая система продвижения образовательных продуктов - <http://nano.fcior.edu.ru/card/27564/lekcii-po-discipline-sovremennye-problemy-fiziki-kondensirovannogo-so>
МГУ им. Ломоносова - shg.phys.msu.ru/educat/cond_mat/notes.html
нанотехнологическое сообщество Нанометр - http://www.nanometer.ru/2010/04/03/msu_210223.html
НИИЯФ МГУ им. Ломоносова - <http://nuclphys.sinp.msu.ru/solidst/index.html#%D1%81>
Образовательный проект А.Н. Варгина - www.ph4s.ru/book_ph_tv_telo.html

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Физика конденсированного состояния" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Лабораторные установки:

1. Эффект Холла
 2. Температурная зависимость электропроводности полупроводника, металла
 3. Внутренний фотоэффект в однородных полупроводниках
 4. Полупроводниковый инжекционный лазер
 5. Контактные явления в полупроводниках
- Вольт-амперные характеристики диода и фотодиода.

6. Биполярный транзистор.
7. Полевой транзистор.
8. Туннельный диод
9. Измерение кривой намагничивания. Параметры петли гистерезиса
10. Установка для выполнения рентгеноструктурного анализа.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.03.02 "Физика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Воронина Е.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Деминов Р.Г. _____

"__" _____ 201__ г.