

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце:
 ФИО: ЧУМАЧЕНКО ТАТЬЯНА АЛЕКСАНДРОВНА
 Должность: РЕКТОР
 Дата подписания: 24.06.2022 11:44:42
 Уникальный программный ключ:
 9c9f7aaffa4840d284abe156657b8f85432bdb16



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В	Основы теоретической физики (физика твердого тела)

Код направления подготовки	44.03.05
Направление подготовки	Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Физика. Математика
Уровень образования	бакалавр
Форма обучения	очная

Разработчики:

Должность	Учёная степень, звание	Подпись	ФИО
Доцент	кандидат физико-математических наук, доцент		Свирская Людмила Моисеевна

Рабочая программа рассмотрена и одобрена (обновлена) на заседании кафедры (структурного подразделения)

Кафедра	Заведующий кафедрой	Номер протокола	Дата протокола	Подпись
Кафедра физики и методики обучения физике	Беспаль Ирина Ивановна	10	15.06.2019	
Кафедра физики и методики обучения физике	Беспаль Ирина Ивановна	1	10.09.2020	

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Пояснительная записка	3
2. Трудоемкость дисциплины (модуля) и видов занятий по дисциплине (модулю)	5
3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	6
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	11
5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	12
6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	16
7. Перечень образовательных технологий	18
8. Описание материально-технической базы	19

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Дисциплина «Основы теоретической физики (физика твердого тела)» относится к модулю части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины/модули» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» (уровень образования бакалавр). Дисциплина является дисциплиной по выбору.

1.2 Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 час.

1.3 Изучение дисциплины «Основы теоретической физики (физика твердого тела)» основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися следующих дисциплин: «Математическая физика», «Математический анализ», «Общая и экспериментальная физика (квантовая физика)», «Общая и экспериментальная физика (механика)», «Общая и экспериментальная физика (молекулярная)», «Общая и экспериментальная физика (оптика)», «Общая и экспериментальная физика (электричество и магнетизм)», «Основы теоретической физики (квантовая механика)», «Основы теоретической физики (классическая механика)», «Основы теоретической физики (статистическая физика и термодинамика)», «Основы теоретической физики (СТО)», «Основы теоретической физики (электродинамика)».

1.4 Дисциплина «Основы теоретической физики (физика твердого тела)» формирует знания, умения и компетенции, необходимые для освоения следующих дисциплин: «Основы теоретической физики (физика атомного ядра и элементарных частиц)», «подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена», «Экспериментальная физика».

1.5 Цель изучения дисциплины:

изучение макроскопических свойств кристаллических твердых тел на микроскопическом уровне с использованием идей, методов и подходов, изученных ранее студентами в предшествующих разделах теоретической физики.

1.6 Задачи дисциплины:

1) Научить студентов микроскопическому подходу в объяснении основных свойств кристаллических твердых тел

2) Развить умение самостоятельного изучения физических свойств конденсированных сред путем решения задач и разбора теоретического материала в рекомендуемой литературе;

3) Создать прочный теоретический фундамент в подготовке квалифицированного учителя физики; сформировать у будущих учителей систему знаний, позволяющую в дальнейшем грамотно излагать соответствующие разделы школьного курса физики.

1.7 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы:

№ п/п	Код и наименование компетенции по ФГОС
Код и наименование индикатора достижения компетенции	
1	ПК-1 способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по преподаваемому предмету в профессиональной деятельности
	ПК.1.1 Знает содержание, особенности и современное состояние, понятия и категории, тенденции развития соответствующей профилю научной (предметной) области; закономерности, определяющие место соответствующей науки в общей картине мира; принципы проектирования и реализации общего и (или) дополнительного образования по предмету в соответствии с профилем обучения
	ПК.1.2 Умеет применять базовые научно-теоретические знания по предмету и методы исследования в предметной области; осуществляет отбор содержания, методов и технологий обучения предмету (предметной области) в различных формах организации образовательного процесса
	ПК.1.3 Владеет практическими навыками в предметной области, методами базовых научно-теоретических представлений для решения профессиональных задач

№ п/п	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательные результаты по дисциплине
-------	--	--

1	ПК.1.1 Знает содержание, особенности и современное состояние, понятия и категории, тенденции развития соответствующей профилю научной (предметной) области; закономерности, определяющие место соответствующей науки в общей картине мира; принципы проектирования и реализации общего и (или) дополнительного образования по предмету в соответствии с профилем обучения	З.1 знает основные положения фундаментальных физических теорий; законы и явления из различных областей физики конденсированного состояния
2	ПК.1.2 Умеет применять базовые научно-теоретические знания по предмету и методы исследования в предметной области; осуществляет отбор содержания, методов и технологий обучения предмету (предметной области) в различных формах организации образовательного процесса	У.1 умеет применять базовые научно-теоретические знания в области ФТТ для анализа изучаемых явлений и решения задач
3	ПК.1.3 Владеет практическими навыками в предметной области, методами базовых научно-теоретических представлений для решения профессиональных задач	В.1 владеет навыками применения методов квантовой механики, электродинамики и статистической физики для обоснования основных результатов ФТТ; способами проектирования содержания изучаемой дисциплины на школьный курс физики.

2. ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ВИДОВ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Наименование раздела дисциплины (темы)	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Итого часов
	Л	ЛЗ	ПЗ	СРС	
Итого по дисциплине	32	18	18	40	108
Первый период контроля					
<i>Статические и динамические свойства кристалла</i>	<i>12</i>	<i>2</i>	<i>10</i>	<i>12</i>	<i>36</i>
Зонная теория кристаллов	10	2	8	10	30
Динамика кристаллической решетки	2		2	2	6
<i>Электрические и магнитные свойства твердых тел</i>	<i>20</i>	<i>16</i>	<i>8</i>	<i>28</i>	<i>72</i>
Электрические свойства металлов, полупроводников, диэлектриков	10	4	8	10	32
Магнетизм и сверхпроводимость	10	12		18	40
Итого по видам учебной работы	32	18	18	40	108
Форма промежуточной аттестации					
Экзамен					36
Итого за Первый период контроля					144

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

3.1 Лекции

Наименование раздела дисциплины (модуля)/ Тема и содержание	Трудоемкость (кол-во часов)
1. Статические и динамические свойства кристалла	12
Формируемые компетенции, образовательные результаты: ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), У.1 (ПК.1.2), В.1 (ПК.1.3)	
1.1. Зонная теория кристаллов Лекция №1. Введение. Межатомное и межмолекулярное взаимодействие в конденсированных системах. Описание структуры кристаллов 1. Ближний и дальний порядок. 2. Типы связей атомов в твердых телах. Лекция №2. Геометрия кристаллической решетки 1. Семь кристаллографических систем. Решетки Бравэ. Индексы Миллера. 2. Дифракция в кристаллах. Обратная решетка. Зоны Бриллюэна. Лекция № 3. Зонная теория кристаллов 1. Движение электрона в периодическом поле кристалла. Уравнение Шредингера. 2. Волновые функции Блоха. Квазиимпульс. Лекция № 4. Энергетический спектр электрона в кристалле 1. Зонный характер энергетического спектра. Квантовые числа электрона в кристалле. 2. Расщепление атомных энергетических уровней и образование энергетических зон в приближении сильной связи. Лекция № 5. Классификация кристаллов по типу проводимости на основе зонной теории. Понятие о полярной модели кристалла 1. Металлы, диэлектрики, полупроводники. 2. Затруднения зонной теории. Понятие о многоэлектронной полярной модели кристалла Учебно-методическая литература: 1, 2, 5, 7, 8	10
1.2. Динамика кристаллической решетки Лекция № 6. Динамика кристаллической решетки 1. Квантование колебаний кристаллической решетки. Метод квазичастиц. Фононы. 2. Квантовые теории теплоемкости кристалла по Эйнштейну и по Дебаю. Учебно-методическая литература: 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9	2
2. Электрические и магнитные свойства твердых тел	20
Формируемые компетенции, образовательные результаты: ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), У.1 (ПК.1.2), В.1 (ПК.1.3)	

<p>2.1. Электрические свойства металлов, полупроводников, диэлектриков</p> <p>Лекция № 7. Электронный газ в металле</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Закон дисперсии квазиимпульса и метод эффективной массы. 2. Поверхность Ферми - "современная визитная карточка металла. <p>Лекция № 8. Магнитные свойства электронного газа в металле</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Диамагнетизм газа свободных электронов (диамагнетизм Ландау). 2. Спиновый парамагнетизм Паули. <p>Лекция № 9. Классическая теория электропроводности металлов и ее затруднения</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Обоснование законов Ома и Джоуля Ленца в классической электронной теории Лоренца. 2. Закон Видемана-Франца. 3. Эффект Холла в металлах. 4. Затруднения классической электронной теории. <p>Лекция № 10. Квантовая теория электропроводности металлов</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Кинетическое уравнение Больцмана для электронов в металле. 2. Температурная зависимость электропроводности металлов. Природа остаточного сопротивления. Механизм Вонсовского – Свирского. <p>Лекция № 11. Диэлектрики в высокочастотных полях</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Микроструктура диэлектрической постоянной. 2. Физический смысл вещественной и мнимой части показателя преломления света. 3. Квантовая теория дисперсии света. Нормальная и аномальная дисперсия. <p>Учебно-методическая литература: 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10</p>	10
<p>2.2. Магнетизм и сверхпроводимость</p> <p>Лекции № 12-13. Классическая теория диамагнетизма и парамагнетизма</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация магнетиков. 2. Классическая теория диамагнетизма. 3. Классическая теория парамагнетизма. Функция Ланжевена. 4. Учет пространственного квантования магнитного момента. Функция Бриллюэна. <p>Лекция № 14. Природа ферромагнетизма</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные экспериментальные закономерности ферромагнитного состояния вещества. 2. Классическая теория ферромагнетизма. Молекулярное поле Вейсса. 3. Обменная природа ферромагнетизма. <ol style="list-style-type: none"> а) Модель локализованных электронов (модель Гейзенберга). б) Модель ферромагнитного газа коллективизированных электронов (модель Френкеля). в) s-d (f) –обменная модель Шубина-Вонсовского. <p>Лекция № 15. Явление сверхпроводимости</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные экспериментальные факты. 2. Природа сверхпроводящего состояния. Основы микроскопической теории Бардина-Купера-Шриффера (БКШ). <p>Лекция № 16. Проблема высокотемпературной сверхпроводимости (ВТСП)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Возможные механизмы ВТСП (Литтл, Гинзбург, Вонсовский и Свирский). 2. Экспериментальные достижения в области ВТСП. <p>Учебно-методическая литература: 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10</p>	10

3.2 Лабораторные

Наименование раздела дисциплины (модуля)/ Тема и содержание	Трудоемкость (кол-во часов)
1. Статические и динамические свойства кристалла	2
Формируемые компетенции, образовательные результаты: ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), У.1 (ПК.1.2), В.1 (ПК.1.3)	

1.1. Зонная теория кристаллов Занятие №1. Многоэлектронная полярная модель кристалла 1. Затруднения зонной теории. 2. Носители тока в полярной модели кристалла. 3. Компьютерный эксперимент по изучению энергетического спектра кристалла с учетом интеграла переноса и межэлектронных корреляций. Учебно-методическая литература: 2, 4, 5, 7	2
2. Электрические и магнитные свойства твердых тел	16
Формируемые компетенции, образовательные результаты: ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), У.1 (ПК.1.2), В.1 (ПК.1.3)	
2.1. Электрические свойства металлов, полупроводников, диэлектриков Занятие № 2. Электронный газ в металле 1. Расчет основных характеристик электронов на поверхности Ферми. 2. Квантование энергетического спектра в магнитном поле. Уровни Ландау. 3. Методы экспериментального исследования поверхности Ферми металлов. Занятие № 3. Эффект Холла в металлах 1. Теория эффекта Холла в металлах. 2. Компьютерный эксперимент по изучению эффекта Холла в меди, серебре, золоте. Учебно-методическая литература: 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10	4
2.2. Магнетизм и сверхпроводимость Занятие № 4. Спиновые волны в ферромагнетиках 1. Вычисление обменного интеграла и определение точки Кюри. 2. Энергетический спектр спиновых волн. 3. Эффективная масса магнона. 4. Закон 3/2 Блоха для намагниченности. Занятие № 5. Сверхпроводимость 1. Феноменологическая теория сверхпроводимости. Уравнения Ф. и Г. Лондонов. 2. Глубина проникновения магнитного поля в сверхпроводник. 3. Квантование магнитного потока в сверхпроводниках как пример макроскопического квантования. Занятие № 6. Контрольная работа 1. Основы зонной теории кристаллов. 2. Электронный газ в металле. 3. Сверхпроводимость. 4. Магнитные свойства вещества. Занятие № 7. Квантовые генераторы 1. Теоретические основы работы квантовых генераторов. 2. Двухуровневая система и лазеры. 3. Лазеры. 4. Применение квантовых генераторов. Занятия № 8-9. Физика плазмы твердого тела 1. Основные характеристики и уравнения плазменного состояния вещества. Магнитогидродинамическая модель. 2. Электрическое поле в плазме. Радиус Дебая-Хюккеля. 3. Плазма в магнитном поле. 4. Электростатические плазменные колебания. Плазмоны. 5. Электромагнитные и магнитогидродинамические волны в плазме. Учебно-методическая литература: 2, 4, 7, 8, 10	12

3.3 Практические

Наименование раздела дисциплины (модуля)/ Тема и содержание	Трудоемкость (кол-во часов)
1. Статические и динамические свойства кристалла	10
Формируемые компетенции, образовательные результаты: ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), У.1 (ПК.1.2), В.1 (ПК.1.3)	

<p>1.1. Зонная теория кристаллов</p> <p>Занятие № 1. Типы связей атомов в твердых телах</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ионная связь. 2. Металлическая связь. Модель одновалентного металла. <p>Занятие № 2. Обратная решетка. Зоны Бриллюэна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вектор обратной решетки. 2. Зоны Бриллюэна. 3. Определение типа кристаллической решетки по индексам Миллера. <p>Занятия № 3, 4. Зонная теория кристаллов</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Связь гамильтониана с квазиимпульсом. 2. Средняя скорость зонного электрона. 3. Зависимость эффективной массы от скорости. 4. Приближение почти свободных электронов. 5. Физическая причина появления энергетической щели на границах зоны Бриллюэна. <p>Учебно-методическая литература: 2, 3, 4, 6, 7, 8</p>	8
<p>1.2. Динамика кристаллической решетки</p> <p>Занятие № 5. Динамика кристаллической решетки</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Закон дисперсии в модели линейной цепочки атомов. 2. Анггармонизм колебаний кристаллической решетки и тепловое расширение кристалла. <p>Учебно-методическая литература: 2, 3, 7, 8, 9</p>	2
2. Электрические и магнитные свойства твердых тел	8
Формируемые компетенции, образовательные результаты: ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), У.1 (ПК.1.2), В.1 (ПК.1.3)	
<p>2.1. Электрические свойства металлов, полупроводников, диэлектриков</p> <p>Занятие № 6. Электропроводность полупроводников</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определение температурной зависимости концентрации электронов и дырок в невырожденном полупроводнике с собственной проводимостью. 2. Температурная зависимость подвижности токоносителей. 3. Зависимость электропроводности полупроводников от температуры. 4. Примесная проводимость полупроводников. <p>Занятие № 7. Гальваномагнитные явления в полупроводниках</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Эффект Холла. 2. Магнетосопротивление <p>Занятия № 8, 9. Диэлектрики в постоянном электрическом поле</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Эффективное поле в диэлектрике. 2. Индуцированные электрические моменты. 3. Температурная зависимость диэлектрической постоянной полярных диэлектриков. 4. Сегнетоэлектрики. <p>Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10</p>	8

3.4 СРС

Наименование раздела дисциплины (модуля)/ Тема для самостоятельного изучения	Трудоемкость (кол-во часов)
1. Статические и динамические свойства кристалла	12
Формируемые компетенции, образовательные результаты: ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), У.1 (ПК.1.2), В.1 (ПК.1.3)	
<p>1.1. Зонная теория кристаллов</p> <p>Задание для самостоятельного выполнения студентом:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Изучение рекомендованной учебной литературы. 2. Проведение подробных расчетов, выполнение заданий для самостоятельных работ по теме. 3. Решение задач по сборнику задач Серовой Ф.Г. и Янкиной А.А. 4. Подготовка к контрольной работе. <p>Учебно-методическая литература: 2, 3, 6, 7, 8</p> <p>Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: 1</p>	10

1.2. Динамика кристаллической решетки Задание для самостоятельного выполнения студентом: 1. Изучение рекомендованной учебной литературы. 2. Проведение подробных расчетов, выполнение заданий для самостоятельных работ по теме. 3. Решение задач по сборнику задач Серовой Ф.Г. и Янкиной А.А. 4. Подготовка к контрольной работе. Учебно-методическая литература: 2, 3, 7, 8, 9	2
2. Электрические и магнитные свойства твердых тел	28
Формируемые компетенции, образовательные результаты: ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), У.1 (ПК.1.2), В.1 (ПК.1.3)	
2.1. Электрические свойства металлов, полупроводников, диэлектриков Задание для самостоятельного выполнения студентом: 1. Изучение рекомендованной учебной литературы. 2. Проведение подробных расчетов, выполнение заданий для самостоятельных работ по теме. 3. Решение задач по сборнику задач Серовой Ф.Г. и Янкиной А.А. 4. Знакомство с работами уральских физиков- теоретиков в области квантовой теории твердого тела (магнетизм, сверхпроводимость, квантовая статистика). 5. Подготовка к контрольной работе. Учебно-методическая литература: 2, 3, 6, 7, 8, 10	10
2.2. Магнетизм и сверхпроводимость Задание для самостоятельного выполнения студентом: 1. Изучение рекомендованной учебной литературы. 2. Проведение подробных расчетов, выполнение заданий для самостоятельных работ по теме. 3. Решение задач по сборнику задач Серовой Ф.Г. и Янкиной А.А. 4. Знакомство с работами уральских физиков- теоретиков в области квантовой теории твердого тела (магнетизм, сверхпроводимость, квантовая статистика). 5. Подготовка к контрольной работе. Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 4, 7, 8	18

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Ссылка на источник в ЭБС
Основная литература		
1	Гуртов, В. А. Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие / В. А. Гуртов, Р. Н. Осауленко ; под редакцией Л. А. Алешина. — Москва : Техносфера, 2012. — 560 с.	URL: http://www.iprbookshop.ru/26903.html (дата обращения: 19.12.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2	Свирский М.С. Электронная теория вещества. М.: Просвещение, 1980.- 288 с.	
3	Серова Ф.Г., Янкина А.А. Сборник задач по теоретической физике (Электронная теория вещества). М.: Просвещение, 1988.- 192 с.	
Дополнительная литература		
4	Ашкрофт Н. Физика твердого тела в 2 т. / Н. Ашкрофт, Н. Мермин. — М.: 1979.	
5	Байков Ю. А. Физика конденсированного состояния : учебное пособие / Ю. А. Байков, В. М. Кузнецов. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 294 с.	URL: http://www.iprbookshop.ru/6548.html
6	Епифанов Г.И. Физика твердого тела . – СПб.: Лань, 2011. – 288 с.	
7	Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: 1978 - 791 с.	
8	Павлов Н.В. Физика твердого тела. Изд. стереотип. / Н.В. Павлов, А.Ф. Хохлов. – М.: URSS. – 2020. – 496 с.	
9	Разумовская, И. В. Физика твердого тела. Часть 2. Динамика кристаллической решетки. Тепловые свойства решетки / И. В. Разумовская. — Москва : Прометей, 2011. — 64 с.	URL: http://www.iprbookshop.ru/9611.html (дата обращения: 19.12.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
10	Свирский М.С. Электронная теория вещества. Челябинск, 1972. – 292 с.	

4.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование базы данных	Ссылка на ресурс
1	Яндекс–Энциклопедии и словари	http://slovari.yandex.ru

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

5.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Код компетенции по ФГОС						
Код образовательного результата дисциплины	Текущий контроль					Промежуточная аттестация
	Коллоквиум	Конспект по теме	Контрольная работа по разделу/теме	Отчет по лабораторной работе	Задача	Зачет/Экзамен
ПК-1						
3.1 (ПК.1.1)		+				+
У.1 (ПК.1.2)	+	+	+	+	+	+
В.1 (ПК.1.3)	+		+	+	+	+

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

5.2.1. Текущий контроль.

Типовые задания к разделу "Статические и динамические свойства кристалла":

1. Задача

Для некоторого элемента, находящегося в кристаллическом состоянии, теплоёмкость при постоянном объёме и температуре $T_1 = 373 \text{ К}$ равна $16 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$. Считая температуру Дебая постоянной, найти значение при температуре $T_2 = 173 \text{ К}$. (Использовать табличные значения функции Дебая).

Количество баллов: 5

2. Коллоквиум

1. Кристаллографические системы. Решетки Браве.
2. Обратная решетка. Зоны Бриллюэна.
3. Движение электрона в периодическом поле кристалла.
 - а) волновые функции Блоха;
 - б) квазиимпульс;
 - в) особенности энергетического спектра и квантовые числа электронов в кристалле.
4. Приближение почти свободных электронов.
5. Расщепление атомных энергетических уровней и образование энергетических зон в приближении сильной связи.
6. Классификация кристаллов по типу проводимости на основе зонной теории.
7. Квантование колебаний кристаллической решетки. Метод квазичастиц.
8. Классическая теория теплоемкости твердых тел и её затруднения.
9. Квантовая теория теплоемкости кристаллов (по Эйнштейну и Дебаю).
10. Ангстремизм и тепловое расширение кристаллов.

Количество баллов: 5

3. Конспект по теме

1. Описание электрона в периодическом поле кристалла.

а) Теорема Блоха. Волновые функции Блоха.

Проиллюстрируйте существенное отличие волновой функции свободного электрона от волновой функции Блоха с помощью наглядной картинки.

б) Что такое квазиимпульс? Почему в кристалле вместо импульса вводится квазиимпульс?

в) Докажите, что оператор кинетической энергии электрона в кристалле определяется суммой импульса и квазиимпульса (Электронная теория вещества, с. 23).

г) Каковы особенности энергетического спектра электрона в кристалле? Нарисуйте периодическую зонную схему.

д) Заполните сравнительную таблицу характеристик свободного электрона, электрона в атоме водорода и электрона в периодическом поле кристалла.

2. Приближение почти свободных электронов.

а) Энергетический спектр (формула и иллюстрации: расширенная зонная схема и схема приведенных зон).

б) В каких точках k – пространства возникают разрывы в энергетическом спектре? Какова физическая причина появления этих разрывов?

3. Приближение сильной связи.

а) Энергетический спектр электрона в приближении сильной связи и его иллюстрация (формула и рисунок).

б) Какова физическая причина образования энергетических зон в кристалле?

в) Как влияет величина интеграла переноса на ширину разрешенной зоны?

г) Что такое циклические граничные условия Борна-Кармана, и зачем они вводятся?

д) Как с точки зрения зонной теории объясняется существование различных типов электропроводности кристаллов (металлы, полуметаллы, изоляторы, полупроводники)? Приведите соответствующие зонные схемы.

4. Определение типа электропроводности следующих кристаллов:

а) литий;

б) магний;

в) криптон;

г) поваренная соль NaCl.

5. Недостатки зонной теории кристаллов.

Пайерлсовский и моттовский переходы металл-изолятор.

Количество баллов: 5

Типовые задания к разделу "Электрические и магнитные свойства твердых тел":

1. Задача

Показать, что в квазиклассическом приближении диамагнитная восприимчивость газа свободных электронов равна нулю.

Количество баллов: 5

2. Коллоквиум

1. Поверхность Ферми металлов.

2. Квантовая теория электропроводности металлов.

3. Электропроводность полупроводников.

4. Полярные диэлектрики и температурная зависимость их диэлектрической постоянной.

5. Нормальная и аномальная дисперсия. Физический смысл вещественной и мнимой части показателя преломления света.

6. Классическая теория диамагнетизма.

7. Классическая теория парамагнетизма. Функция Ланжевена.

8. Обменная природа ферромагнетизма.

9. Явление сверхпроводимости. Основные опытные факты.

10. Природа явления сверхпроводимости. Пары Купера.

Количество баллов: 5

3. Конспект по теме

1. Работы А.Г. Столетова, Я.Г. Дорфмана, Я.И. Френкеля по ферромагнетизму.

2. Основы s - d (f) обменной модели Шубина – Вонсовского.

3. Реализация промежуточной квантовой статистики в магнитных системах (работы С.В. Вонсовского, М.С. Свицкого).

4. Развитие теории сверхпроводимости, возможные механизмы ВТСП.

5. Экспериментальные успехи на пути решения проблемы ВТСП.

Количество баллов: 5

4. Контрольная работа по разделу/теме

1. Для кристалла калия
 - а) нарисуйте схему образования возможных энергетических зон;
 - б) определите число состояний в каждой зоне;
 - в) определите степень заполнения электронами каждой зоны;
 - г) установите тип электропроводности этого кристалла с точки зрения зонной теории.
2. Используя квадратичный закон дисперсии, определите волновое число на поверхности Ферми и энергию Ферми для магния. Концентрация электронов равна 10^{23} см⁻³. Эффективную массу принять равной массе свободного электрона.
3. Найти лондоновскую глубину проникновения магнитного поля в сверхпроводник для рения. Каков её физический смысл? ($\rho = 20.5$ г/см³)
4. По медной проволоке с площадью поперечного сечения $S = 0.01$ см² проходит ток 20 А. Оцените скорость дрейфа электронов в электрическом поле и сравните её со скоростью теплового хаотического движения при комнатной температуре. Считать, что эффективная масса равна массе свободного электрона.
5. Оценить величину энергии обменного взаимодействия электронов соседних узлов кристаллической решетки для железа, если температура Кюри составляет 1043 К.
6. Как меняется вид волновой функции электрона в кристалле по сравнению со свободным электроном? Что конкретно меняется, и какова причина этого изменения?
7. Как можно отличить металл от полупроводника по виду температурной зависимости электросопротивления? (Приведите соответствующие графики и формулы).
8. Какой вид магнетизма будет иметь электронный газ в металле в постоянном магнитном поле?
 - а) без учёта спина электрона;
 - б) с учётом спина?
9. В чём заключается эффект Мейсснера-Оксенфельда в сверхпроводниках? Каким уравнением он описывается?
10. В чём заключается метод квазичастиц, широко применяемый в физике твёрдого тела? Какие квазичастицы Вам известны?

Количество баллов: 10

5. Отчет по лабораторной работе

Отчет по лаб. работе:

1. Заполнить таблицу "Основные параметры поверхности Ферми в модели газа свободных электронов" и проиллюстрировать их значения на примере лития.
2. Квантующее влияние магнитного поля на газ электронов в металле. Каков вид электронного энергетического спектра в магнитном поле без учёта спина?
3. Осцилляционные эффекты в металлах при низких температурах. Установить связь периода осцилляций магнитной восприимчивости с площадью экстремального сечения поверхности Ферми.
4. Объяснение возникновения спинового парамагнетизма Паули.
5. Температурная зависимость электросопротивления металлов в области высоких и низких температур.

Количество баллов: 5

5.2.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации в ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ».

Первый период контроля

1. Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Типы связей атомов в твердых телах.
2. Геометрия кристаллической решетки. Решетки Бравэ.
3. Обратная решетка. Зоны Бриллюэна.
4. Движение электрона в периодическом поле кристалла. Волновые функции Блоха. Квазиимпульс.
5. Энергетический спектр и квантовые числа электронов в кристалле.
6. Приближение почти свободных электронов.
7. Расщепление атомных энергетических уровней и образование энергетических зон в приближении сильной связи.
8. Классификация кристаллов по типу проводимости на основе зонной теории.
9. Квантование колебаний кристаллической решетки. Метод квазичастиц. Фононы.
10. Квантовая теория теплоемкости кристаллов по Эйнштейну.
11. Квантовая теория теплоемкости кристаллов по Дебаю.
12. Ангармонизм и тепловое расширение кристаллов.

13. Закон дисперсии квазиимпульса и метод эффективной массы.
14. Поверхность Ферми металлов.
15. Диамагнетизм газа свободных электронов.
16. Парамагнетизм Паули.
17. Закон Ома в дифференциальной форме.
18. Закон Джоуля - Ленца в дифференциальной форме.
19. Закон Видемана-Франца.
20. Эффект Холла в металлах.
21. Затруднения классической электронной теории проводимости металлов.
22. Кинетическое уравнение Больцмана для электронов в металле.
23. Температурная зависимость электропроводности металлов согласно квантовой теории.
24. Собственная проводимость полупроводников и ее температурная зависимость.
25. Понятие о примесной проводимости полупроводников..
26. Эффективное поле в диэлектриках.
27. Формулы Клаузиуса - Моссоти и Лоренц - Лорентца.
28. Полярные диэлектрики и температурная зависимость их диэлектрической постоянной.
29. Микроструктура диэлектрической постоянной.
30. Нормальная и аномальная дисперсия. Физический смысл вещественной и мнимой части показателя преломления света.
31. Классическая теория диамагнетизма.
32. Классическая теория парамагнетизма. Функция Ланжевена.
33. Классическая теория ферромагнетизма. Молекулярное поле Вейсса.
34. Обменная природа ферромагнетизма.
35. Спиновые волны. Магноны. Закон $3/2$ Блоха для намагниченности.
36. Понятие об антиферромагнетизме.
37. Явление сверхпроводимости. Основные опытные факты.
38. Уравнения Лондонов. Глубина проникновения магнитного поля в сверхпроводник.
39. Природа явления сверхпроводимости. Пары Купера. Энергетическая щель в спектре одночастичных возбуждений сверхпроводника. Критическая температура сверхпроводящего перехода.
40. Проблема высокотемпературной сверхпроводимости.

Типовые практические задания:

1. Используя зависимость напряжённости критического магнитного поля от температуры, определить максимальную силу тока в оловянной проволоке диаметром $d=2\text{ мм}$ при температуре $T_1 = 2\text{ К}$, если критическая напряжённость поля при абсолютном нуле 24400 А/м и критическая температура перехода из нормального состояния в сверхпроводящее составляет 3.7 К . При каком диаметре проволоки по ней может протекать ток 200 А без перехода в нормальное состояние?

5.3. Примерные критерии оценивания ответа студентов на экзамене (зачете):

Отметка	Критерии оценивания
"Отлично"	<ul style="list-style-type: none"> - дается комплексная оценка предложенной ситуации - демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять - последовательное, правильное выполнение всех заданий - умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы
"Хорошо"	<ul style="list-style-type: none"> - дается комплексная оценка предложенной ситуации - демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять - последовательное, правильное выполнение всех заданий - возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя - умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы
"Удовлетворительно" ("зачтено")	<ul style="list-style-type: none"> - затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации - неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя - выполнение заданий при подсказке преподавателя - затруднения в формулировке выводов
"Неудовлетворительно" ("не зачтено")	<ul style="list-style-type: none"> - неправильная оценка предложенной ситуации - отсутствие теоретического обоснования выполнения заданий

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекции

Лекция - одна из основных форм организации учебного процесса, представляющая собой устное, монологическое, систематическое, последовательное изложение преподавателем учебного материала с демонстрацией слайдов и фильмов. Работа обучающихся на лекции включает в себя: составление или слежение за планом чтения лекции, написание конспекта лекции, дополнение конспекта рекомендованной литературой.

При изучении теоретической физики очень важно посещать лекции и подробно записывать излагаемый на них материал. Это обусловлено тем, что в учебных пособиях не содержатся детальные математические преобразования. Стандартный метод изложения сводится, как правило, к замечаниям типа: «как нетрудно показать», «после несложных преобразований получим» и т.д. Однако, за этими так называемыми «несложными преобразованиями» обычно скрываются несколько страниц математических преобразований, прежде чем получится требуемый результат! Эту специфику учебных пособий необходимо иметь в виду. В процессе чтения лекций материал излагается доказательно, подробно, со всеми промежуточными выкладками. Присутствующий на лекции студент становится соучастником процесса получения всех основных физических результатов. Только таким способом, постигая шаг за шагом весьма непростые вопросы, можно понять логику дисциплины и её основное содержание.

В процессе самостоятельной работы над курсом лекций необходимо уделить внимание основным понятиям, перечисленным в терминологическом минимуме по каждому разделу, и научиться самостоятельно выводить все главные формулы и уравнения.

2. Лабораторные

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.).

При выполнении лабораторных работ проводятся: подготовка оборудования и приборов к работе, изучение методики работы, воспроизведение изучаемого явления, измерение величин, определение соответствующих характеристик и показателей, обработка данных и их анализ, обобщение результатов. В ходе проведения работ используются план работы и таблицы для записей наблюдений.

При выполнении лабораторной работы студент ведет рабочие записи результатов измерений (испытаний), оформляет расчеты, анализирует полученные данные путем установления их соответствия нормам и/или сравнения с известными в литературе данными и/или данными других студентов. Окончательные результаты оформляются в форме заключения.

3. Практические

Практические (семинарские занятия) представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения практических занятий и семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

При подготовке к практическому занятию необходимо, ознакомиться с его планом; изучить соответствующие конспекты лекций, главы учебников и методических пособий, разобрать примеры, ознакомиться с дополнительной литературой (справочниками, энциклопедиями, словарями). К наиболее важным и сложным вопросам темы рекомендуется составлять конспекты ответов. Следует готовить все вопросы соответствующего занятия: необходимо уметь давать определения основным понятиям, знать основные положения теории, правила и формулы, предложенные для запоминания к каждой теме.

В ходе практического занятия надо давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов, доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

4. Экзамен

Экзамен преследует цель оценить работу обучающегося за определенный курс: полученные теоретические знания, их прочность, развитие логического и творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умения анализировать и синтезировать полученные знания и применять их для решения практических задач.

Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, утвержденным заведующим кафедрой. Экзаменационный билет включает в себя два вопроса и задачи. Формулировка вопросов совпадает с формулировкой перечня вопросов, доведенного до сведения обучающихся не позднее чем за один месяц до экзаменационной сессии.

В процессе подготовки к экзамену организована предэкзаменационная консультация для всех учебных групп.

При любой форме проведения экзаменов по билетам экзаменатору предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы, задачи и примеры по программе данной дисциплины. Дополнительные вопросы, также как и основные вопросы билета, требуют развернутого ответа.

Результат экзамена выражается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».

5. Конспект по теме

Конспект – это систематизированное, логичное изложение материала источника.

Различаются четыре типа конспектов.

План-конспект – это развернутый детализированный план, в котором достаточно подробные записи приводятся по тем пунктам плана, которые нуждаются в пояснении.

Текстуальный конспект – это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника.

Свободный конспект – это четко и кратко сформулированные (изложенные) основные положения в результате глубокого осмысливания материала. В нем могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом.

Тематический конспект – составляется на основе изучения ряда источников и дает более или менее исчерпывающий ответ по какой-то теме (вопросу).

В процессе изучения материала источника, составления конспекта нужно обязательно применять различные выделения, подзаголовки, создавая блочную структуру конспекта. Это делает конспект легко воспринимаемым, удобным для работы.

Этапы выполнения конспекта:

1. определить цель составления конспекта;
2. записать название текста или его части;
3. записать выходные данные текста (автор, место и год издания);
4. выделить при первичном чтении основные смысловые части текста;
5. выделить основные положения текста;
6. выделить понятия, термины, которые требуют разъяснений;
7. последовательно и кратко изложить своими словами существенные положения изучаемого материала;
8. включить в запись выводы по основным положениям, конкретным фактам и примерам (без подробного описания);
9. использовать приемы наглядного отражения содержания (абзацы «ступеньками», различные способы подчеркивания, шрифт разного начертания, ручки разного цвета);
10. соблюдать правила цитирования (цитата должна быть заключена в кавычки, дана ссылка на ее источник, указана страница).

6. Задача

Задачи позволяют оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Алгоритм решения задач:

1. Внимательно прочитайте условие задания и уясните основной вопрос, представьте процессы и явления, описанные в условии.
2. Повторно прочтите условие для того, чтобы чётко представить основной вопрос, проблему, цель решения, заданные величины, опираясь на которые можно вести поиск решения.
3. Произведите краткую запись условия задания.
4. Если необходимо, составьте таблицу, схему, рисунок или чертёж.
5. Установите связь между искомыми величинами и данными; определите метод решения задания, составьте план решения.
6. Выполните план решения, обосновывая каждое действие.
7. Проверьте правильность решения задания.
8. Произведите оценку реальности полученного решения.
9. Запишите ответ.

7. Коллоквиум

Коллоквиум - вид учебно-теоретических занятий, представляющий собой групповое обсуждение под руководством преподавателя достаточно широкого круга проблем, например, относительно самостоятельного большого раздела лекционного курса.

Подготовка к данному виду учебных занятий осуществляется в следующем порядке: преподаватель дает список вопросов, ответы на которые следует получить при изучении определенного перечня научных источников; студентам во внеаудиторное время необходимо прочитать специальную литературу, выписать из нее ответы на вопросы, которые будут обсуждаться на коллоквиуме, мысленно сформулировать свое мнение по каждому из вопросов, которое они выскажут на занятии.

8. Контрольная работа по разделу/теме

Контрольная работа выполняется с целью проверки знаний и умений, полученных студентом в ходе лекционных и практических занятий и самостоятельного изучения дисциплины. Написание контрольной работы призвано установить степень усвоения студентами учебного материала раздела/темы и формирования соответствующих компетенций.

Подготовку к контрольной работе следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данному разделу/теме и конспектов лекций.

Контрольная работа выполняется студентом в срок, установленный преподавателем в письменном (печатном или рукописном) виде.

При оформлении контрольной работы следует придерживаться рекомендаций, представленных в документе «Регламент оформления письменных работ».

9. Отчет по лабораторной работе

При составлении и оформлении отчета следует придерживаться рекомендаций, представленных в методических указаниях по выполнению лабораторных работ по дисциплине.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

1. Дифференцированное обучение (технология уровневой дифференциации)
2. Развивающее обучение
3. Проблемное обучение
4. Цифровые технологии обучения

8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ

1. компьютерный класс – аудитория для самостоятельной работы
2. учебная аудитория для лекционных занятий
3. учебная аудитория для семинарских, практических занятий
4. компьютерный класс
5. Лицензионное программное обеспечение:
 - Операционная система Windows 10
 - Microsoft Office Professional Plus
 - Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition
 - Справочная правовая система Консультант плюс
 - 7-zip
 - Adobe Acrobat Reader DC