



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра общей и экспериментальной физики



Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Б1.В.01 Квантовая теория твёрдого тела

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Профиль подготовки: Физика материалов твердотельной электроники и фотоники

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная.

Согласовано с УМК:
физического факультета
Протокол № 42
от «15» апреля 2024 г.

Председатель: д.ф.-м.н., профессор
Н.М. Буднев

Рекомендовано кафедрой:
общей и экспериментальной физики
Протокол № 7
от «26» марта 2024 г.

Зав.кафедрой д.ф.-м.н.
/ А.А. Гаврилук

Иркутск 2024 г.

Содержание

I	Цели и задачи дисциплины (модуля).....	3
II	Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО.....	3
III	Требования к результатам освоения дисциплины.....	3
IV	Содержание и структура дисциплины (модуля).....	4
4.1	Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов.....	4
4.2	План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	5
4.3	Содержание учебного материала.....	6
4.3.1	Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ.....	7
4.3.2	Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС).....	8
4.4	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	8
4.5	Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии).....	9
V	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).....	9
	а) перечень литературы.....	9
	б) периодические издания.....	9
	в) список авторских методических разработок.....	9
	г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	9
VI	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).....	10
6.1	Учебно-лабораторное оборудование.....	10
6.2	Программное обеспечение.....	10
6.3	Технические и электронные средства.....	10
VII	Образовательные технологии.....	11
VIII	Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации.....	11

I. Цели и задачи дисциплины (модуля):

Программа разработана в соответствии с основной образовательной программой ФГОС по направлению 03.03.02 Физика и предназначена для обеспечения курса «Квантовая теория твёрдого тела», изучаемого студентами в течение шестого семестра.

Основная цель курса:

- освоение студентами фундаментальных знаний в области квантовой теории твердого тела, кристаллических решеток, электронов, их законов дисперсии, плотности состояний, квантовых эффектов, практического применения кристаллических материалов.

Для достижения данной цели были поставлены задачи:

- формирование базовых знаний в области квантовой теории твердого тела,
- обучение студентов основным понятиям в квантовой теории твердого тела, понятию элементарных возбуждений и концепции квазичастиц в квантовой теории твердого тела;
- формирование подходов к выполнению самостоятельных исследований студентами в области физики конденсированного состояния вещества в рамках выпускных работ на степень магистра.

II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО:

Дисциплина «Квантовая теория твёрдого тела» входит в модуль Б1.В.01, относящийся к обязательной части профессионального цикла основной образовательной программы по направлению 03.03.02 Физика

III. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) :

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ПК-1.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-1.	Способен использовать специализированные знания в области физики и физики конденсированного состояния для освоения профильных физических дисциплин	<p>знает: основные сведения о структуре кристаллов, основные постулаты и положения квантовой теории; роль квантовой статистики в формировании зонной структуры твердого тела; классификацию твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории</p> <p>умеет: оценивать пределы применимости классического подхода, роль и важность квантовых эффектов при описании физических процессов; оценивать физические параметры материалов (проводимость, диэлектрические и магнитные свойства, термодинамические функции) по экспериментальным данным;</p> <p>владеет: методами квантово-механического описания простейших квантовых систем, способами расчетов проводимости, диэлектрических и магнитных свойств, теплоемкости твердых тел:</p>

IV. Содержание и структура дисциплины

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часа, в том числе 108 часов контактной работы. Занятия проводятся только в очной форме обучения с применением дистанционного контроля самостоятельной работы студентов через ЭИОС факультета. На практическую подготовку отводится 36 аудиторных часов (во время выполнения практических заданий). Форма промежуточной аттестации: экзамен.

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/н	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекции	Семинарские/ практические/ лабораторные занятия	Консультации		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Раздел 1. Энергетический спектр электрона в идеальном кристалле.	6	26	6	9	6	1	10	Опрос Решение задач
2	Раздел 2. Методы расчета зонной структуры.	6	21	4	9	6	1	10	Решение задач
3	Раздел 3 Эффективная масса.	6	21	4	9	6	1	10	Решение задач
4	Раздел 4. Взаимодействие между электронами.	6	21	4	9	6	1	10	Решение задач
5	Раздел 5. Колебания кристаллической решетки.	6	21	4	9	6	2	3	Решение задач
6	Раздел 6 Взаимодействие электронов с колебаниями решетки.	6	21	4	9	6	2	3	Опрос
	Подготовка к экзамену	6	27				2		Тестирование
	Экзамен	6	8						
	КСР	6	14						
	Итого часов	6	180	26	54	36	10	46	

4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
2	Разделы 1,2,3,4,5,6	Решение домашних задач	В течение семестра	21	Задачи и упражнения	Из списка литературы.
2	Подготовка к экзамену	Работа с лекционным материалом и учебной литературой	В конце семестра	25	Тест	Из списка литературы.
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				46		

4.3 Содержание учебного материала

Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1. Энергетический спектр электрона в идеальном кристалле.

- 1.1. Свободные электроны
- 1.2. Электроны в периодическом поле кристаллической решетки.
- 1.4. Свойства квазиимпульса.
- 1.5. Симметрия обращения времени.

Раздел 2. Методы расчета зонной структуры.

- 2.1. Приближение сильной связи.
- 2.2. Приближение слабой связи.
- 2.3. Пример двумерной квадратной решетки.
- 2.4. Методы численных расчетов зонной структуры.

Раздел 3. Эффективная масса.

- 3.1. Приближение эффективной массы: случай невырожденных зон.
- 3.2. Приближение эффективной массы для вырожденных зон.
- 3.3. Понятие дырки.

Раздел 4. Взаимодействие между электронами.

- 4.1. Газовый параметр.
- 4.2. Диэлектрическая проницаемость электронного газа.
- 4.3. Экранирование поля заряженного примесного центра.
- 4.4. Плазменные колебания.
- 4.5. Диэлектрическая проницаемость полупроводника.
- 4.6. Экситон.
- 4.7. Переход Мотта металл– диэлектрик.
- 4.8. Сильно легированные полупроводники.
- 4.9. Ферми–жидкость.

Раздел 5. Колебания кристаллической решетки.

- 5.1. Колебания трехмерной кристаллической решетки.
- 5.2. Функция распределения частот.
- 5.3. Динамика решетки ионных кристаллов.
- 5.4. Соотношение Лиддена–Закса–Теллера.
- 5.5. Квантовая теория колебаний.
- 5.6. Колебания кристалла с дефектами.

Раздел 6. Взаимодействие электронов с колебаниями решетки.

- 6.1. Адиабатическое приближение.
- 6.2. Электрон–фононное взаимодействие.

4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1.	1	Энергетический спектр электрона в идеальном кристалле.	6	6	опрос, контрольное задание	ОПК-1
2.	2	Методы расчета зонной структуры.	6	6	опрос	
3.	3	Эффективная масса.	6	6	опрос, контрольное задание	
4.	4	Взаимодействие между электронами.	6	6	опрос, контрольное задание	
5.	5	Колебания кристаллической решетки.	6	6	опрос, контрольное задание	
6.	6	Взаимодействие электронов с колебаниями решетки.	6	6	опрос	

4.3.2 Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	Электроны в периодическом поле кристаллической решетки. Свойства квазиимпульса.	Внеаудиторная работа.	Изучение литературы. Решение задач.	Из списка литературы. Интернет источники.	3
2.	Методы расчёта зонной структуры. Пример двумерной квадратной решетки.	Внеаудиторная работа.	Изучение литературы.	Из списка литературы. Интернет источники.	2
3.	Приближение эффективной массы для вырожденных зон.	Внеаудиторная работа.	Изучение литературы.	Из списка литературы. Интернет источники.	2
4.	Плазменные колебания в электронном газе.	Внеаудиторная работа.	Изучение литературы. Решение задач	Из списка литературы. Интернет источники.	5
5.	Динамика решетки ионных кристаллов. Соотношение Лиддена–Закса–Теллера.	Внеаудиторная работа.	Изучение литературы. Решение задач	Из списка литературы. Интернет источники.	5
6.	Адиабатическое приближение для динамики решётки.	Внеаудиторная работа.	Изучение литературы.	Из списка литературы. Интернет источники.	4
10.	Текущие консультации				2
11.	Подготовка к экзамену			Вся литература. Интернет источники.	27

4.4 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Теоретические знания, полученные студентами на практических занятиях и при самостоятельном изучении курса по литературным источникам, закрепляются при выполнении практических заданий.

При выполнении практических заданий обращается особое внимание на выработку у студентов умения грамотно выполнять и оформлять документацию, умения пользоваться научно-

технической справочной литературой. Каждый студент должен подготовиться к защите своего отчета, разобравшись с теорией исследуемого явления.

Текущая работа над учебными материалами включает в себя систематизацию теоретического материала каждой практической работы, заполнения пропущенных мест, уточнения схем и выделения главных мыслей основного содержания работы. Для этого используются имеющиеся учебно-методические материалы и другая рекомендованная литература.

Границы между разными видами самостоятельных работ достаточно размыты, а сами виды работы пересекаются. Таким образом, самостоятельная работа студентов может быть как в аудитории, так и вне ее.

Закрепление всего изученного материала осуществляется на контрольной работе. Также может быть проведен опрос по всем темам курса. Преподаватель помогает разобраться с проблемными вопросами и задачами (по мере их поступления) в ходе текущих консультаций.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) перечень литературы

1. Аплеснин, С. С. Элементы квантовой механики в физике твердого тела : учебное пособие / С. С. Аплеснин. — 2-е изд., доп. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2020. — 144 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165874>.
2. . Епифанов Г.И. Физика твердого тела [Электронный ресурс]. – 2022. Режим доступа: ЭБС «Издательство «Лань». – Неогранич. доступ. <https://e.lanbook.com/book/210671>
3. Морозов В.Г. Физика низкоразмерных структур [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Морозов В.Г. — М.: МИРЭА – Российский технологический университет, 2019, 122 с.

б) периодические издания

<http://perst.issp.ras.ru/Control/Inform/perst.htm>

в) список авторских методических разработок

г) Базы данных, поисково-справочные и информационные системы

- Книгафонд - библиотека онлайн чтения. www.knigafund.ru
- ЭЧЗ «БИБЛИОТЕХ» <https://isu.bibliotech.ru/>
- ЭБС «ЛАНЬ» <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС «РУКОНТ» <http://rucont.ru>
- Архив научных журналов JSTOR (<http://www.jstor.org>)



VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в учебной аудитории по расписанию. Лабораторное оборудование не предусмотрено.

На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет, стандартные средствами просмотра презентаций и других материалов по курсу.

6.2. Программное обеспечение:

Стандартные сервисы сети Интернет, стандартные средствами просмотра презентаций и других материалов по курсу

6.3. Технические и электронные средства:

Для проведения практических и лекционных занятий в качестве демонстрационного оборудования используются проектор, экран и меловая доска. Используются современные образовательные технологии: информационные (лекции и презентации в Power Point), проектные (мультимедиа, видео, документальные фильмы). Использование глобальной компьютерной сети позволяет обеспечить доступность Интернет-ресурсов и реализовать самостоятельную работу студентов, в ходе которой они могут вычитывать научные статьи по темам курса. На лекциях могут использоваться мультимедийные средства: проектор, переносной экран, ноутбук. На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет.

Материалы: научные статьи из рецензируемых журналов и монографии, рассматривающие современные подходы и исследования в области квантовой физики твёрдого тела.

VII. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО, в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий. Интерактивные формы работы на учебных занятиях предусматривают активную позицию студентов при изучении материала, например, самостоятельно подготовить дополнение к теме и вынести его на обсуждение, провести дискуссию, включить элементы собственных научных исследований и сделать краткую презентацию своих выступлений на научных конференциях. Все это формирует способности применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в области исследований магнитного состояния вещества.

На практических занятиях студенты используют авторские задачи. По материалам наблюдений они приобретают исследовательские навыки, необходимые

для работы по междисциплинарным направлениям, после получения базового образования и формируют компетенцию готовности выявить естественнонаучную сущность проблем, компетенцию готовности использовать методы теоретической и экспериментальной физики в профессиональной деятельности для изучения магнитных веществ.

Программа основана на использовании современных образовательных технологий: информационных (лекции и презентации в Power Point), проектных (мультимедиа, видео), дистанционные, научно-исследовательской направленности и т. п.

VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

Фонд оценочных средств (ФОС) представлен в приложении.

8.1.1. Оценочные средства для входного контроля проводится опрос на первом занятии.

8.1.2. Оценочные средства текущего контроля.

Содержание учебного материала разделено на дидактические единицы (ДЕ) – предметные темы, подлежащие обязательному изучению и усвоению в процессе обучения. Учитывается промежуточная аттестация по итогам самостоятельной работы, предусмотренной программой курса.

Примерные тестовые задания по квантовой теории твёрдого тела приведены в фондах оценочных средств.

8.1.3 Оценочные средства для промежуточной аттестации Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Опрос. Проверка решения домашней задачи	Энергетический спектр электрона в идеальном кристалле.	ОПК-1
2.	Опрос.	Методы расчета зонной структуры.	ОПК-1
3.	Опрос.	Эффективная масса.	ОПК-1
4.	Опрос. Проверка решения домашней задачи	Взаимодействие между электронами.	ОПК-1
5.	Опрос. Проверка решения домашней задачи	Колебания кристаллической решетки.	ОПК-1
6.	Опрос.	Взаимодействие электронов с колебаниями решетки.	ОПК-1

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Разработчик:

 д.ф.-м.н. Гаврилюк А.А.

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики
«26» марта 2024 г. Протокол № 7

Зав. кафедрой  д.ф.-м.н. Гаврилюк А.А.

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Иркутский государственный университет»

(ФГБОУ ВО «ИГУ»)

Физический факультет

Кафедра общей и экспериментальной физики

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине Б1.В.01 Квантовая теория твёрдого тела

направления подготовки 03.03.02 Физика

направленность (профиль) Физика материалов твердотельной электроники и фотоники

Иркутск, 2024

Одобен

УМК физического факультета

Протокол № 42 от «15» апреля 2024 г.

Председатель д.ф.-м.н. профессор

Н.М. Буднев



Разработан в соответствии с приказом от 7 августа 2020 г. № 891 об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 физика с учетом требований проф. стандартов

40 - Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности

40.011 - Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам

Разработчик:

 д.ф.-м.н. Гаврилюк А.А.

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Наименование дисциплины (модуля) Б1.В.01 Квантовая теория твёрдого тела

Направления подготовки 03.03.02 Физика

Направленности (профили) подготовки Физика материалов твердотельной электроники и фотоники

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения очная

1. Компетенции (индикаторы компетенций), формируемые в процессе изучения дисциплины (курс 3 семестр 6):

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК–1.	Способен использовать специализированные знания в области физики и физики конденсированного состояния для освоения профильных физических дисциплин	<p>знает: основные сведения о структуре кристаллов, основные постулаты и положения квантовой теории; роль квантовой статистики в формировании зонной структуры твердого тела; классификацию твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории</p> <p>умеет: оценивать пределы применимости классического подхода, роль и важность квантовых эффектов при описании физических процессов; оценивать физические параметры материалов (проводимость, диэлектрические и магнитные свойства, термодинамические функции) по экспериментальным данным;</p> <p>владеет: методами квантово-механического описания простейших квантовых систем, способами расчетов проводимости, диэлектрических и магнитных свойств, теплоемкости твердых тел:</p>

2. Текущий контроль

2.1. Программа оценивания контролируемой компетенции ПК-1

Тема или раздел дисциплины	Код индикатора компетенции	Планируемый результат	Критерий оценивания	Наименование ОС	
				ТК	ПА
Раздел 1-6	ПК - 1	<p>знает: основные сведения о структуре кристаллов, основные постулаты и положения квантовой теории;</p> <p>роль квантовой статистики в формировании зонной структуры твердого тела;</p> <p>классификацию твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории</p> <p>умеет: оценивать пределы применимости классического подхода, роль и важность квантовых эффектов при описании физических процессов; оценивать физические параметры материалов (проводимость, диэлектрические и магнитные свойства, термодинамические функции) по экспериментальным данным;</p> <p>владеет: методами квантово-механического описания простейших квантовых систем, способами расчетов проводимости, диэлектрических и магнитных свойств, теплоемкости твердых тел.</p>	См. «Тестовые задания»	собеседование, тестирование, экзамен	Тест 1

3.3 Оценочные материалы (средства), обеспечивающие диагностику сформированности компетенций (или индикаторов компетенций), заявленных в рабочей программе дисциплины (модуля)

В этом разделе могут быть представлены зачётно-экзаменационные материалы, содержащие комплекты вопросов (заданий) для зачёта и экзаменационных билетов для экзамена, а также критерии формирования оценок. Решением кафедры в состав экзаменационных билетов для экзамена или заданий к зачёту вместо вопросов, задач/заданий, могут включаться тесты и иные КИМ, применение которых позволит оценить уровни сформированности компетенций у студентов.

Обратите внимание! Данный раздел содержит только тот материал, который используется автором при проведении промежуточной аттестации (зачет или экзамен) по дисциплине (модулю) и указан в его рабочей программе.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«Иркутский государственный
университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)

Физический факультет

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина

Направление подготовки

1. Объясните понятие зоны Бриллюэна. Какие важные свойства кристаллов можно выявить, исследуя зоны Бриллюэна?
2. В чём заключается модель Брэгга-Ульмана и как она помогает понять дифракцию рентгеновских лучей в кристаллах?
3. Расскажите о концепции "эффективной массы" для электронов в кристаллах и как она влияет на электронную проводимость.
- 4.

Педагогический работник _____ А.А. Гаврилюк

(подпись)

Заведующий кафедрой _____ А.А. Гаврилюк

(подпись)

«26» марта 2024 г.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если верно отвечает на 3 вопроса;
- оценка «хорошо» - правильный ответ на 2 вопроса и общий ответ на 1 вопрос;
- оценка «удовлетворительно» - общий ответ на заданные вопросы, отсутствие конкретики при понимании механизмов, лежащих в основе;
- оценка «неудовлетворительно» - полное отсутствие понимания общих базовых механизмов.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«Иркутский государственный
университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)

Физический факультет

Вопросы для собеседования

1. Что такое квантовая теория твёрдого тела и как она отличается от классической теории твёрдого тела?
2. Объясните понятие кристаллической решётки. Какие основные типы кристаллических структур существуют?
3. Какие методы изучения кристаллических материалов используются в квантовой теории твёрдого тела?
4. В чём заключается модель Брэгга-Ульмана и как она помогает понять дифракцию рентгеновских лучей в кристаллах?
5. Что такое квазичастицы в кристаллах и как они связаны с экситонами и фононами?
6. Объясните понятие зоны Бриллюэна. Какие важные свойства кристаллов можно выявить, исследуя зоны Бриллюэна?
7. Какие явления лежат в основе электрической и теплопроводности в твёрдых телах с квантовой точки зрения?
8. Расскажите о термодинамических функциях в квантовой теории твёрдого тела. Что такое фононная и электронная теплоёмкость?
9. Какие явления лежат в основе сверхпроводимости и сверхпроводящих материалов?
10. Какие методы описания квантовых явлений в твёрдых телах используются в рамках теории функционала плотности (DFT)?
11. Расскажите о квантовых точках и их роль в электронике и оптоэлектронике.
12. Какие явления связаны с магнитными свойствами твёрдых тел с квантовой точки зрения?
13. Что такое квантовые ямы и какие у них приложения в полупроводниковой физике?
14. Какие методы численного моделирования и экспериментальных исследований используются в квантовой теории твёрдого тела?
15. Какие явления связаны с электронной структурой кристаллов? Объясните концепцию зоны проводимости и зоны запрещённых состояний.
16. Как влияют дефекты в кристаллической решётке на электронные и оптические свойства твёрдых тел?

17. Расскажите о ферми-поверхности и её важности для понимания электронной структуры металлов.
18. Как образуются электронные уровни в квантовых точках и наноструктурах? Какие свойства обладают наночастицы?
19. Какова роль туннельного эффекта в квантовой теории твёрдого тела? Как он связан с явлениями в тонком слое (например, туннельный диод)?
20. Расскажите о явлении магнеторезистивности и его применения в современных магнитных датчиках.
21. Какие свойства полупроводников позволяют создавать полупроводниковые лазеры и фотодиоды?
22. Что такое фотокатоды и как они используются в электронной оптике и фотонике?
23. Какие особенности связаны с магнитными материалами и их применением в магнитной записи и магнитоэлектронике?
24. Расскажите о концепции "эффективной массы" для электронов в кристаллах и как она влияет на электронную проводимость.
25. Какие последние достижения и тенденции существуют в исследованиях квантовой теории твёрдого тела и их применении в современных технологиях?

Педагогический работник _____ А.А. Гаврилюк
(подпись)

Заведующий кафедрой _____ А.А. Гаврилюк
(подпись)

«26» марта 2024 г.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если верно отвечает на 3 вопроса;
 - оценка «хорошо» - правильный ответ на 2 вопроса и общий ответ на 1 вопрос;
 - оценка «удовлетворительно» - общий ответ на заданные вопросы, отсутствие конкретики при понимании механизмов, лежащих в основе;
 - оценка «неудовлетворительно» - полное отсутствие понимания общих базовых механизмов;
- оценка «зачтено» выставляется студенту, если дан ответ, достойный оценок «отлично»- «удовлетворительно»;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если дан ответ, достойный оценки «неудовлетворительно».

Критерии оценивания теста:

- Отметка «5» ставится при правильном выполнении 90% заданий теста.
- Отметка «4» ставится при правильном выполнении 60% заданий теста.
- Отметка «3» ставится при правильном выполнении 35% заданий теста.
- Отметка «2» ставится при правильном выполнении 15% заданий теста.



федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«Иркутский государственный
университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)

Физический факультет

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Тест №1 (пример)

Тестовое комплексное задание для контроля знаний

Инструкция:

Прежде чем приступить к выполнению тестового задания, внимательно прочитайте вопросы. Если Вы затрудняетесь ответить на вопрос, переходите к следующему, но не забудьте вернуться к пропущенному заданию.

Время выполнения теста – 45 мин.

Каждый правильный ответ на вопрос блока А оценивается в 1 балл;

Каждый правильный ответ на вопрос блоков Б и В – 1,5 балла;

Каждый правильный ответ на вопрос блоков Г и Д – 2 балла.

БЛОК А.

Выберите один правильный ответ и обведите его кружком:

1. Вопрос: Какое из следующих явлений не имеет квантовомеханического объяснения?

- a) Сверхпроводимость*
- b) Ферромагнетизм*
- c) Плотность материи*
- d) Полупроводниковые свойства*

Ответ: с) Плотность материи

2. Вопрос: Что представляет собой кристаллическая решётка?

- a) Случайное распределение атомов в пространстве
- b) Систему атомов, упорядоченных в трехмерной структуре
- c) Кластеры атомов, объединенные ковалентными связями
- d) Суперпозицию одиночных атомов в пространстве

Ответ: b) Систему атомов, упорядоченных в трехмерной структуре

3. Вопрос: Какая зона в зонной структуре кристалла обычно имеет наименьшую энергию?

- a) Валентная зона
- b) Проводимость
- c) Энергетическая зона
- d) Ферми-зона

Ответ: a) Валентная зона

4. Вопрос: Что представляет собой зона Бриллюэна?

- a) Совокупность всех зон проводимости в кристалле
- b) Область в пространстве импульсов электронов
- c) Зона с наименьшей энергией в кристалле
- d) Зона с наибольшей энергией в кристалле

Ответ: b) Область в пространстве импульсов электронов

5. Вопрос: Какие частицы являются квазичастицами в твёрдом теле?

- a) Электроны
- b) Протоны
- c) Фононы

d) Нейтрино

Ответ: с) Фононы

6. Вопрос: Что такое сверхпроводимость?

a) Способность материала проводить электрический ток без потерь при низких температурах

b) Способность материала создавать магнитное поле

c) Способность материала проводить тепло без потерь при высоких температурах

d) Способность материала поглощать свет

Ответ: a) Способность материала проводить электрический ток без потерь при низких температурах

7. Вопрос: Какое из следующих явлений характеризует магнетизм твёрдых тел?

a) Сверхпроводимость

b) Фотолюминесценция

c) Ферромагнетизм

d) Плазмон

Ответ: c) Ферромагнетизм

8. Вопрос: Что такое зонная структура?

a) Распределение зон проводимости в кристаллической решётке

b) Структура поверхности кристалла

c) Распределение фононов в кристалле

d) Электронная структура в зонах проводимости и валентных зонах

Ответ: d) Электронная структура в зонах проводимости и валентных зонах

9. Вопрос: Какой эффект объясняет изменение электрической проводимости в полупроводниках при повышении температуры?

- a) Эффект Кориолиса
- b) Эффект Пельтье
- c) Эффект Холла
- d) Эффект термической генерации носителей заряда

Ответ: d) Эффект термической генерации носителей заряда

10. Вопрос: Какая зона в кристалле имеет наименьшее количество электронов на энергетическом уровне?

- a) Зона проводимости
- b) Ферми-зона
- c) Валентная зона
- d) Энергетическая зона

Ответ: a) Зона проводимости

11. Вопрос: Какие типы дефектов могут влиять на электронные свойства твёрдых тел?

- a) Дефекты валентности
- b) Дефекты проводимости
- c) Структурные дефекты
- d) Все вышеперечисленные

Ответ: d) Все вышеперечисленные

12. Вопрос: Что такое фотокатод?

- a) Электронный датчик для измерения фотонов
- b) Устройство, преобразующее фотоны в электроны
- c) Оптическая линза
- d) Полупроводниковый лазер

Ответ: b) Устройство, преобразующее фотоны в электроны

13. Вопрос: Какое свойство квантовых точек делает их полезными для оптоэлектроники?

- a) Сверхпроводимость
- b) Эмиссия света
- c) Эффект Пельтье
- d) Фотоэлектрический эффект

Ответ: b) Эмиссия света

14. Вопрос: Какой эффект лежит в основе магниторезистивности?

- a) Эффект Зеемана
- b) Эффект Джозефсона
- c) Эффект Холла
- d) Изменение сопротивления в магнитном поле

Ответ: d) Изменение сопротивления в магнитном поле

15. Вопрос: Какие материалы обычно обладают полупроводниковыми свойствами?

- a) Металлы
- b) Диэлектрики
- c) Полимеры
- d) Кремний и германий

Ответ: d) Кремний и германий

Педагогический работник _____ А.А. Гаврилюк
(подпись)

Заведующий кафедрой _____ А.А. Гаврилюк
(подпись)

«26» марта 2024 г.

Критерии оценивания теста:

Отметка «5» ставится при правильном выполнении 90% заданий теста.

Отметка «4» ставится при правильном выполнении 60% заданий теста.

Отметка «3» ставится при правильном выполнении 35% заданий теста.

Отметка «2» ставится при правильном выполнении 15% заданий теста.