

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Дополнительные главы квантовой теории

Код модуля
1155932(1)

Модуль
Дополнительные главы квантовой теории

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

| № п/п | Фамилия, имя, отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|-------|----------------------------------|---|-----------|---|
| 1 | Москвин Александр Сергеевич | доктор физико-математических наук, профессор | Профессор | теоретической и математической физики |
| 2 | Тебеньков Александр Владимирович | кандидат физико-математических наук, без ученого звания | Доцент | физики конденсированного состояния и наноразмерных систем |

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

Авторы:

- Москвин Александр Сергеевич, Профессор, теоретической и математической физики
- Тебеньков Александр Владимирович, Доцент, физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Дополнительные главы квантовой теории**

| | | | |
|----|--------------------------------------|--|---|
| 1. | Объем дисциплины в зачетных единицах | 3 | |
| 2. | Виды аудиторных занятий | Лекции Практические/семинарские занятия | |
| 3. | Промежуточная аттестация | Экзамен | |
| 4. | Текущая аттестация | Контрольная работа | 1 |
| | | Коллоквиум | 2 |
| | | Домашняя работа | 1 |

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Дополнительные главы квантовой теории**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

| Код и наименование компетенции | Планируемые результаты обучения (индикаторы) | Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине |
|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| ОПК-1 -Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности | Д-1 - Демонстрировать навыки самообразования З-2 - Интерпретировать основные теоретические положения фундаментальных разделов естественных наук, необходимые для освоения компетенций по профилю деятельности П-1 - Демонстрировать навыки применения простейших математических теорий и моделей для решения задач | Домашняя работа Коллоквиум № 1 Коллоквиум № 2 Контрольная работа Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен |

| | | |
|---|---|---|
| | <p>профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Определять пути решения задач профессиональной деятельности, опираясь на знания основных закономерностей, законов, теории математики</p> | |
| <p>ПК-1 -Способен использовать знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния</p> | <p>З-1 - Знать основные методы теоретических и экспериментальных физических исследований</p> <p>П-1 - Предлагать использование методов теоретических и экспериментальных физических исследований при решении поставленных задач</p> <p>У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы</p> | <p>Домашняя работа</p> <p>Коллоквиум № 1</p> <p>Коллоквиум № 2</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p> |
| <p>ПК-2 -Способен создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p> | <p>З-1 - Сделать обзор основных методов физического, математического и алгоритмического моделирования, применимых для формализации и решения задач в области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Предлагать и разрабатывать методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении поставленных задач в области профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Определять оптимальные методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении задач в области профессиональной деятельности</p> | <p>Домашняя работа</p> <p>Коллоквиум № 1</p> <p>Коллоквиум № 2</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p> |

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

| | | |
|--|---------------------------------|------------------------------|
| 1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5 | | |
| Текущая аттестация на лекциях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>коллоквиум 1</i> | 7,8 | 25 |
| <i>коллоквиум 2</i> | 7,12 | 25 |
| <i>домашняя работа</i> | 7,11 | 50 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5 | | |
| Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5 | | |
| 2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5 | | |
| Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>контрольная работа</i> | 7,10 | 100 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1 | | |
| Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено | | |
| 3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено | | |
| Текущая аттестация на лабораторных занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено | | |
| Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено | | |
| 4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено | | |
| Текущая аттестация на онлайн-занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| | | |

| |
|--|
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено |
| Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено |

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

| Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
|---|---------------------------------|------------------------------|
| | | |
| Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено | | |
| Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено | | |

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

| Результаты обучения | Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам |
|---------------------|--|
| Знания | Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью. |
| Умения | Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью. |
| Опыт /владение | Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов. |
| Другие результаты | Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения. |

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

| Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов) | | | | |
|--|---|--|---------------|---|
| № п/п | Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание) | Шкала оценивания | | |
| | | Традиционная характеристика уровня | | Качественная характеристи ка уровня |
| 1. | Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет | Отлично (80-100 баллов) | Зачтено | Высокий (В) |
| 2. | Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения | Хорошо (60-79 баллов) | | Средний (С) |
| 3. | Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания | Удовлетворительно (40-59 баллов) | | Пороговый (П) |
| 4. | Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка | Неудовлетворитель но (менее 40 баллов) | Не зачтено | Недостаточный (Н) |
| 5. | Результат обучения не достигнут, задание не выполнено | Недостаточно свидетельств для оценивания | | Нет результата |

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Нестационарная теория возмущений.
2. Взаимодействие с электромагнитным полем.
3. Квантовая теория упругого рассеяния.
4. Элементы релятивистской квантовой механики.
5. Элементы квантовой теории систем многих частиц.
6. Представление чисел заполнения и вторичное квантование.
7. Теория свободного многоэлектронного атома.

Примерные задания

1. Рассчитать вероятность спонтанного перехода $2p-1s$ в свободном атоме водорода.
2. Дать качественный анализ особенностей (правила отбора, в том числе по поляризации) спектра электромагнитных переходов из $n=1$ в $n=2$ в атоме водорода:
 - а) в однородном электрическом поле;
 - б) в однородном магнитном поле;
 - в) в неоднородном электрическом поле ромбической симметрии.
3. Какова должна быть скорость падающей частицы, чтобы упругое рассеяние на центрально-симметричном потенциале с радиусом действия d ограничивалось только s -вкладом?

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Взаимодействие с электромагнитным полем.
2. Квантовая теория упругого рассеяния.

Примерные задания

1. Дать качественный анализ особенностей (правила отбора, в том числе по поляризации) спектра электромагнитных переходов из $n=1$ в $n=2$ в атоме водорода:
 - а) в однородном электрическом поле;
 - б) в однородном магнитном поле;
 - в) в неоднородном электрическом поле ромбической симметрии.

2. Какова должна быть скорость падающей частицы, чтобы упругое рассеяние на центрально-симметричном потенциале с радиусом действия d ограничивалось только s -вкладом?

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Коллоквиум № 1

Примерный перечень тем

1. Взаимодействие с электромагнитным полем.
2. Квантовая теория упругого рассеяния.

Примерные задания

Раскрыть тему:

1. Метод парциальных фотонов и правила отбора
2. Метод парциальных волн в теории упругого рассеяния

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Коллоквиум № 2

Примерный перечень тем

1. Элементы релятивистской квантовой механики.
2. Элементы квантовой теории систем многих частиц.
3. Представление чисел заполнения и вторичное квантование.

Примерные задания

Раскрыть тему:

1. Релятивистский электрон в магнитном и электрическом полях.
2. Спин и перестановочная симметрия. Обменное взаимодействие Гейзенберга.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Элементы релятивистской квантовой механики.
2. Элементы квантовой теории систем многих частиц.
3. Теория свободного многоэлектронного атома.

Примерные задания

1. Рассчитать тонкую структуру уровня с $n=3$ в атоме водорода
2. Найти возможные термы и хундовский терм конфигураций эквивалентных электронов: $5d^8, 4f^2$. Каков хундовский терм конфигураций $3d^5, 4f^7$?

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Основы нестационарной теории возмущений
2. Квантовые переходы. Золотое правило Ферми.
3. Основы теории электромагнитных переходов. Длинноволновое приближение.
4. Электродипольные переходы.
5. Метод парциальных фотонов. Правила отбора для электромагнитных переходов.
6. Квантовая теория упругого рассеяния. Амплитуда рассеяния и дифференциальное сечение рассеяния.
7. Квантовая теория упругого рассеяния. Борновские приближения.
8. Рассеяние в центральном поле. Формула Резерфорда.
9. Метод парциальных волн в теории упругого рассеяния.
10. Уравнение Дирака. Матрицы Дирака.
11. Дираковская частица в магнитном поле. Уравнение Паули. Магнитный момент электрона.
12. Дираковская частица в электрическом поле. Релятивистские поправки.
13. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектра атома водорода. Формула Зоммерфельда.

14. Принцип тождественности частиц в квантовой механике. Перестановочная симметрия.
 15. Бозоны и фермионы.
 16. Симметризация и антисимметризация волновых функций. Детерминант Слэйтера.
 17. Принцип Паули.
 18. Спин и перестановочная симметрия. Схемы Юнга.
 19. Обменное взаимодействие Гейзенберга. Спин-гамильтониан Гейзенберга.
 20. Представление чисел заполнения.
 21. Метод вторичного квантования.
 22. Основные представления теории многоэлектронного атома. Электронные оболочки, электронная конфигурация многоэлектронного атома.
 23. Электростатическое взаимодействие в многоэлектронном атоме.
 24. Типы сложения моментов в атоме. Термы и мультиплеты.
 25. Метод самосогласованного поля Хартри-Фока.
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

| Направление воспитательной деятельности | Вид воспитательной деятельности | Технология воспитательной деятельности | Компетенция | Результаты обучения | Контрольно-оценочные мероприятия |
|---|---------------------------------|--|-------------|---------------------|--|
| Профессиональное воспитание | профориентационная деятельность | Технология самостоятельной работы | ПК-1 | У-1 | Контрольная работа Практические/семинарские занятия |