

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Мордовский государственный педагогический
университет имени М.Е. Евсевьева»**

Физико-математический факультет

Кафедра физики и методики обучения физике

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля): Квантовая физика

Уровень ОПОП: Бакалавриат

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя
профилями подготовки)

Профиль подготовки: Физика. Информатика

Форма обучения: Очная

Разработчики:

Карпунин В. В., канд. физ.-мат. наук, доцент

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры, протокол № 10
от 27.04.2017 года

Зав. кафедрой  _____Абушкин Х. Х.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры, протокол № 15
от 18.04.2019 года

Зав. кафедрой  _____Абушкин Х. Х.

Программа с обновлениями рассмотрена и утверждена на заседании кафедры,
протокол № 1 от 01.09.2020 года

Зав. кафедрой  _____Харитонов А. А.

1 Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины - освоение основных физических положений и математического аппарата квантовой физики

Задачи дисциплины:

- Глубокое освоение основных экспериментов квантовой физики;
- Подготовка выпускника к ведению соответствующего раздела в общеобразовательной школе.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина Б1.В.16.05 «Квантовая физика» относится к вариативной части учебного плана.

Дисциплина изучается на 3 курсе, в 6 семестре.

Для изучения дисциплины требуется: знания основ общей физики.

Изучению дисциплины Б1.В.16.05 «Квантовая физика» предшествует освоение дисциплин (практик):

Б1.В.ДВ.01.01 Электромагнитные колебания как составная часть общей теории колебаний.

Освоение дисциплины Б1.В.16.05 «Квантовая физика» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин (практик):

Б1.В.17.05 Квантовая механика.

Область профессиональной деятельности, на которую ориентирует дисциплина «Квантовая физика», включает: образование, социальную сферу, культуру.

Освоение дисциплины готовит к работе со следующими объектами профессиональной деятельности:

- обучение;
- воспитание;
- развитие;
- просвещение;
- образовательные системы.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и учебным планом.

3 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций. Выпускник должен обладать следующими профессиональными компетенциями и общепрофессиональными компетенциями в соответствии с видами деятельности:

ОПК-1 Способен осуществлять профессиональную деятельность в соответствии с нормативными правовыми актами в сфере образования и нормами профессиональной этик.

педагогическая деятельность

ОПК-1 Способен осуществлять профессиональную деятельность в соответствии с нормативными правовыми актами в сфере образования и нормами профессиональной этик.	Способен знать: - профессиональную деятельность в соответствии с нормативными правовыми актами в сфере образования и нормами профессиональной этик; - волновые свойства частиц. уметь: - осуществлять профессиональную деятельность в соответствии с нормативными правовыми актами в сфере образования и нормами профессиональной этик; - использовать полуклассическую теорию Бора при решении задач; владеть: - методами способными осуществлять профессиональную деятельность в соответствии с нормативными правовыми актами в сфере образования
---	--

	и нормами профессиональной этики; - приемами решения задач по теме излучение черного тела.
--	---

ПК-1 готовностью реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов

педагогическая деятельность

ПК-1 готовностью реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов	знать: - как реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов; - эффект Комптона; уметь: - реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов; - использовать математический аппарат квантовой физики; владеть: - методами реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов; - навыками решения задач по теме фотоэффект.
--	--

ПК-3 способностью решать задачи воспитания и духовно-нравственного развития, обучающихся в учебной и внеучебной деятельности

педагогическая деятельность

ПК-3 способностью решать задачи воспитания и духовно-нравственного развития, обучающихся в учебной и внеучебной деятельности	знать: - как решать задачи воспитания и духовно-нравственного развития, обучающихся в учебной и внеучебной деятельности; - туннельный эффект; уметь: - решать задачи воспитания и духовно-нравственного развития, обучающихся в учебной и внеучебной деятельности; - использовать соотношение неопределенностей Гейзенберга; владеть: - методами решения задач воспитания и духовно-нравственного развития, обучающихся в учебной и внеучебной деятельности; - навыками решения задач по теме уравнение Шредингера.
--	---

ПК-4 способностью использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов

педагогическая деятельность

ПК-4 способностью использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов	знать: - как использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов; - планетарную модель атома; уметь: - использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и
--	---

	предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов; - выполнять лабораторные работы; владеть: - методами использования возможностей образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов; - навыками решения задач по теме волновые свойства частиц.
--	---

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Шестой семестр
Контактная работа (всего)	56	56
Лабораторные	38	38
Лекции	18	18
Самостоятельная работа (всего)	16	16
Виды промежуточной аттестации	36	36
Курсовая работа		+
Экзамен	36	36
Общая трудоемкость часы	108	108
Общая трудоемкость зачетные единицы	3	3

5 Содержание дисциплины

5.1 Содержание модулей дисциплины

Модуль 1. основы квантовой физики:

Трудности классической физики в объяснении явлений микромира. Равновесное излучение. Закон Кирхгофа. Законы излучения абсолютно черного тела. Формула Рэлея-Джинса. «Ультрафиолетовая катастрофа». Формула Планка. Гипотеза квантов энергии. Планетарная модель атома и постулаты Бора. Опыты Франка и Герца. Упругие соударения. Неупругие соударения. Излучение возбужденных атомов. Поглощение и вынужденное излучение. Вывод формулы Планка по Эйнштейну. Серия Бальмера. Серия Лаймана. Спектральные термы. Комбинационный принцип. Квантование круговых орбит. Теория Бора. Принцип соответствия. Кризис теории Бора. Флуктуации светового поля. Фотон. Фотоэффект. Эффект Комптона. Элементарная теория эффекта Комптона. Волновой пакет. Фазовая и групповая скорость. Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза де-Бройля. Свойства волн де-Бройля. Метод Лауэ и Дебая-Шеррера. Волновой пакет и частица. Статистическое толкование волн де-Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Природа микрочастиц. Опыты Бибермана, Сушкина и Фабриканта.

Модуль 2. Уравнение Шредингера и его применение:

Уравнение Шредингера и физический смысл его решений. Линейные операторы. Собственные функции и собственные значения линейных операторов. Самосопряженные операторы. Волновая функция и ее свойства. Принцип суперпозиции. Операторы физических величин. Средние значения физических величин. Примеры. Перестановочные соотношения. Неравенство Гейзенберга. Предельный переход к классической механике. Стационарное уравнение Шредингера. Уравнение движения в форме Гейзенберга. Частица в одномерной потенциальной яме бесконечной глубины. Частица в трехмерном потенциальном ящике. Вырождение. Линейный гармонический осциллятор. Потенциальный барьер конечной ширины. Туннельный эффект. Оператор момента импульса. Свойства оператора момента импульса. Собственные функции и собственные значения операторов проекции и квадрата момента импульса. Основное состояние водородоподобного атома. Атом водорода в общем случае

5.2 Содержание дисциплины:

Лекции (18 ч.)

Модуль 1. основы квантовой физики (10 ч.)

Тема 1. излучение черного тела (2 ч.)

Изучение темы излучение черного тела.

Тема 2. фотоэффект (2 ч.)

Изучение фотоэффекта

Тема 3. эффект Комптона (2 ч.)

Изучение эффекта Комптона

Тема 4. Постулаты Бора (2 ч.)

Изучение Постулатов Бора

Тема 5. Планетарная модель атома (2 ч.)

Планетарная модель атома Резерфорда. Дифференциальное сечение рассеяния (формула Резерфорда)

Модуль 2. Уравнение Шредингера и его применение (8 ч.)

Тема 6. уравнение Шредингера (2 ч.)

Уравнение Шредингера и физический смысл его решений.

Тема 7. частица в прямоугольной яме (2 ч.)

Спектр и волновые функции частицы в прямоугольной яме.

Тема 8. гармонический осциллятор (2 ч.)

Спектр и волновые функции гармонического осциллятора

Тема 9. атом водорода (2 ч.)

Спектр и волновые функции атома водорода

Содержание дисциплины: Лабораторные (38 ч.)

Модуль 1. основы квантовой физики (18 ч.)

Тема 1. излучение черного тела (2 ч.) Выполнение лабораторной работы

Тема 2. Опыт Франка Герца (2 ч.) Выполнение лабораторной работы

Тема 3. Постулаты Бора (2 ч.) Выполнение лабораторной работы

Тема 4. Серия Бальмера (2 ч.) Выполнение лабораторной работы

Тема 5. фотоэффект (2 ч.) Выполнение лабораторной работы

Тема 6. эффект Комптона (2 ч.) Выполнение лабораторной работы

Тема 7. Планетарная модель атома (2 ч.) Выполнение лабораторной работы

Тема 8. гипотеза де Бройля (2 ч.) Выполнение лабораторной работы

Тема 9. Волновая функция и ее свойства. (2 ч.) Выполнение лабораторной работы

Модуль 2. Уравнение Шредингера и его применение (20 ч.)

Тема 10. Уравнение Шредингера и физический смысл его решений. Линейные операторы. Собственные функции и собственные значения линейных операторов. Самосопряженные операторы (2 ч.)

Выполнение лабораторной работы

Тема 11. Уравнение движения в форме Гейзенберга. (2 ч.) Выполнение лабораторной работы

Тема 12. Операторы (2 ч.) Выполнение лабораторной работы

Тема 13. Постулаты Квантовой механики (2 ч.)

Выполнение лабораторной работы

Тема 14. Гармонический осциллятор (2 ч.)

Выполнение лабораторной работы Тема 15. Туннельный эффект (2 ч.)

Выполнение лабораторной работы

Тема 16. Движение в центрально симметричном поле (2 ч.)

Выполнение лабораторной работы

Тема 17. атом водорода (2 ч.) Выполнение лабораторной работы

Тема 18. Спектральные серии водорода (2 ч.)

Выполнение лабораторной работы

Тема 19. Спин Атома (2 ч.)

Оператор спина, собственные значения оператора спина

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1 Вопросы и задания для самостоятельной работы

Шестой семестр (10 ч.)

Модуль 1. основы квантовой физики (5 ч.)

Вид СРС: *Решение задач

Решить задачи из задачника Иродова И.Е. № 1.14, 1.18, 1.19, 1.20, 1.21

Решить задачи из задачника Иродова И.Е. № 1.22, 1.23, 1.24, 1.25, 1.26

Модуль 2. Уравнение Шредингера и его применение (5 ч.)

Вид СРС: *Решение задач

Решить задачи из задачника Иродова И.Е. № 2.57, 2.66, 2.82, 2.83, 2.85, 2.89

7. Тематика курсовых работ(проектов)

- 1 Изучение туннельного эффекта для описания альфа распада.
- 2 Использование средств компьютерной математики для исследования корпускулярных свойств электромагнитного излучения.
- 3 Использование средств компьютерной математики для исследования волновых свойств частиц.
- 4 Использование средств компьютерной математики для исследования уравнения Шредингера.
- 5 Использование средств компьютерной математики для исследования туннельного эффекта.
- 6 Изучение коммутационных соотношений основных операторов квантовой физики.
- 7 Исследование энергетического спектра электронов объемного полупроводника.

8. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации

8.1. Компетенции и этапы формирования

Коды компетенций	Этапы формирования		
	Курс, семестр	Форма контроля	Модули (разделы) дисциплины
ОПК-1	3 курс, Шестой семестр	Экзамен	Модуль 1: основы квантовой физики.
ПК-3 ПК-4	3 курс, Шестой семестр	Экзамен	Модуль 2: Уравнение Шредингера и его применение.
ОПК-1 ПК-3 ПК-4	3 курс, Шестой семестр	Экзамен	Модуль 3: Экзамен.

Сведения об иных дисциплинах, участвующих в формировании данных компетенций:

Компетенция ОПК-1 формируется в процессе изучения дисциплин:

Вариационные принципы в механике, Законы постоянного тока, Квантовая механика, Квантовая физика, Классическая механика, Методика обучения астрономии, Методика обучения информатике, Методика обучения физике, Механика, Механика и молекулярная физика в примерах и задачах, Механика твердого тела, жидкостей и газов, Механические и тепловые свойства кристаллов, Механические колебания и волны. Акустика, Молекулярная физика и термодинамика, Общая и экспериментальная физика, Оптика, Основы теоретической физики, Педагогика, Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности, Свойства жидкого состояния вещества, Статистическая физика и термодинамика, Уравнения и методы математической физики, Физика атомного ядра и элементарных частиц, Физика твердого тела, Электричество и магнетизм, Электричество и оптика в примерах и задачах, Электродинамика и специальная теория относительности, Электромагнитные колебания как

составная часть общей теории колебаний.

Компетенция ПК-1 формируется в процессе изучения дисциплин:

3D моделирование в физике, Вариационные принципы в механике, Законы постоянного тока, Информационные системы, Искусственный интеллект и экспертные системы, Квантовая физика, Компьютерная графика, Компьютерное моделирование, Компьютерное моделирование квантовых явлений, Компьютерное моделирование ядерных явлений, Методика и техника школьного физического эксперимента, Методика обучения информатике, Механика, Молекулярная физика и термодинамика, Общая и экспериментальная физика, Оптика, Оптимизация и продвижение сайтов, Основы компьютерной инженерной графики, Педагогическая практика, Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, Практикум по информационным технологиям, Преддипломная практика, Программирование, Разработка интерактивного учебного контента по физике, Разработка электронных образовательных ресурсов по физике, Системы компьютерной математики, Уравнения и методы математической физики, Численные методы, Школьный кабинет физики, Электричество и магнетизм, Электромагнитные колебания как составная часть общей теории колебаний.

Компетенция ПК-3 формируется в процессе изучения дисциплин:

Законы постоянного тока, Квантовая механика, Квантовая физика, Классическая механика, Компьютерное моделирование законов молекулярно-кинетической теории, Компьютерное моделирование механики материальной точки, Компьютерное моделирование механики твердого тела, Компьютерное моделирование термодинамических явлений и процессов, Методика организации проектной деятельности учащихся по физике, Методика организации учебно-исследовательской деятельности учащихся по физике, Механика, Механика твердого тела, жидкостей и газов, Механические и тепловые свойства кристаллов, Механические колебания и волны. Акустика, Молекулярная физика и термодинамика, Общая и экспериментальная физика, Оптика, Основы теоретической физики, Педагогическая практика, Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, Преддипломная практика, Профессиональная компетентность классного руководителя, Свойства жидкого состояния вещества, Статистическая физика и термодинамика, Физика атомного ядра и элементарных частиц, Физика твердого тела, Электричество и магнетизм, Электродинамика и специальная теория относительности, Электромагнитные колебания как составная часть общей теории колебаний.

Компетенция ПК-4 формируется в процессе изучения дисциплин:

Волновые свойства света, Законы геометрической оптики, Интернет-технологии, Квантовая физика, Компьютерное моделирование законов геометрической оптики, Компьютерное моделирование микрорелектронных устройств, Компьютерное моделирование радиотехнических устройств, Компьютерное моделирование явлений и процессов волновой оптики, Компьютерные сети, Методика обучения информатике, Методика организации внеклассной работы учащихся по физике, Методика организации элективных курсов по физике, Механика, Механика твердого тела, жидкостей и газов, Механические и тепловые свойства кристаллов, Механические колебания и волны. Акустика, Молекулярная физика и термодинамика, Общая и экспериментальная физика, Оптика, Оптимизация и продвижение сайтов, Педагогическая практика, Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы, Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, Преддипломная практика, Свойства жидкого состояния вещества, Современные средства оценивания результатов обучения, Теоретические основы информатики, Электричество и магнетизм.

82. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания

В рамках изучаемой дисциплины студент демонстрирует уровни овладения компетенциями:

Повышенный уровень:

знает и понимает теоретическое содержание дисциплины; творчески использует ресурсы (технологии, средства) для решения профессиональных задач; владеет навыками решения

практических задач.

Базовый уровень:

знает и понимает теоретическое содержание; в достаточной степени сформированы умения применять на практике и переносить из одной научной области в другую теоретические знания; умения и навыки демонстрируются в учебной и практической деятельности; имеет навыки оценивания собственных достижений; умеет определять проблемы и потребности в конкретной области профессиональной деятельности.

Пороговый уровень:

понимает теоретическое содержание; имеет представление о проблемах, процессах, явлениях; знаком с терминологией, сущностью, характеристиками изучаемых явлений; демонстрирует практические умения применения знаний в конкретных ситуациях профессиональной деятельности.

Уровень ниже порогового:

демонстрирует студент, обнаруживший пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допускающий принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не способный продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Уровень сформированности компетенции	Шкала оценивания для промежуточной аттестации		Шкала оценивания по БРС
	Экзамен (дифференцированный зачет)	Зачет	
Повышенный	5 (отлично)	зачтено	90 – 100%
Базовый	4 (хорошо)	зачтено	76 – 89%
Пороговый	3 (удовлетворительно)	зачтено	60 – 75%
Ниже порогового	2 (неудовлетворительно)	незачтено	Ниже 60%

Критерии оценки знаний студентов по дисциплине

Оценка	Показатели
Неудовлетворительно	Студент демонстрирует незнание основного содержания дисциплины, обнаруживая существенные пробелы в знаниях учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предлагаемых заданий; затрудняется делать выводы и отвечать на дополнительные вопросы преподавателя.
Удовлетворительно	Допускается несколько ошибок в содержании ответа при этом ответ отличается недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы.
Хорошо	Студент демонстрирует знание и понимание основного содержания дисциплины. Однако допускаются одна-две неточности в ответе. Студент дает логически выстроенный, достаточно полный ответ по вопросу.
Отлично	Ответ логичен и последователен, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы, выводы доказательны.

83. Вопросы, задания текущего контроля

Модуль 1: основы квантовой физики

ОПК-1 готовность сознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать мотивацией к осуществлению профессиональной деятельности

- устный опрос
- тестирование

3. Решить задачи из задачника Иродова И.Е. № 1.5, 1.6, 1.8, 1.13

ПК-1 готовность реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов

1. устный опрос

Модуль 2: Уравнение Шредингера и его применение

ПК-3 способность решать задачи воспитания и духовно-нравственного развития, обучающихся в учебной и внеучебной деятельности

1. устный опрос

2. тестирование

3. Решить задачи из задачника Иродова И.Е. № 2.10, 2.14, 2.28, 2.40

ПК-4 способность использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов

1. устный опрос

Модуль 3: Экзамен

ОПК-1 готовность сознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать мотивацией к осуществлению профессиональной деятельности

1. формат экзамена

ПК-1 готовность реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов

1. формат экзамена

ПК-3 способность решать задачи воспитания и духовно-нравственного развития, обучающихся в учебной и внеучебной деятельности

1. формат экзамена

ПК-4 способность использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов

1. формат экзамена

84. Вопросы промежуточной аттестации

Шестой семестр (Экзамен, ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-4)

1. Сформулировать законы фотоэффекта. Ввести понятие фотона. Записать уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Объяснить его физический смысл.
2. Записать определение волнового пакета, фазовой и групповой скорости. Вывести выражения для фазовой и групповой скорости.
3. Расскажите о излучении черного тела, о формуле Планка
4. Вывести формулы, описывающие серию Бальмера и серию Лаймана. Ввести понятие о спектральных термах. Сформулировать комбинационный принцип Ритца.
5. Рассказать теорию Бора атома водорода. Вывести формулу энергии атома водорода. Перечислить недостатки теории Бора.
6. Сформулировать закон Стефана – Больцмана и закон смещения Вина. Вывести формулу Стефана – Больцмана и формулу Вина.
7. Рассказать о рентгеновском излучении. Объяснить эффект Комптона. Вывести формулу Комптона
8. Вывести формулу Планка по Эйнштейну. Сформулировать понятие спонтанных и вынужденных переходов.
9. Сформулировать принцип неопределенности Гейзенберга. Объяснить его физический смысл.
10. Вывести формулу Рэлея-Джинса. Объяснить понятие «ультрафиолетовая катастрофа». Вывести формулу Вина.
11. Сформулировать физический смысл волновой функции. Записать уравнение Шредингера и объяснить его физический смысл.
12. Рассказать о линейном гармоническом осцилляторе. Вывести энергетический спектр и собственные функции линейного гармонического осциллятора.
13. Записать оператор момента импульса. Перечислить свойства оператора момента импульса.

14. Решить задачу о частице в одномерной прямоугольной яме. Вывести энергетический спектр и собственные функции этой задачи.
15. Рассказать о движении частицы в центрально–симметричном поле. Записать собственные функции и собственные значения операторов проекции и квадрата момента импульса.
16. Сформулировать гипотезу де-Бройля. и записать свойства волн де-Бройля.
17. Записать принцип Паули.
18. Рассказать о квантовых числах и квантовых состояниях электрона в атоме. Вывести радиальные функции.
19. Рассказать о туннельном эффекте. Вывести выражение коэффициента прохождения для прямоугольного барьера.
20. Расскажите о линейных операторах, о собственных функциях и собственных значениях линейных операторов.
21. Расскажите о самосопряженных операторах.
22. Расскажите о волновой функции и ее свойствах, о принципе суперпозиции
23. Расскажите об операторах физических величин, о средних значениях физических величин.
24. Объяснить корпускулярно-волновой дуализм.
25. Рассказать о сферической функции.
26. Расскажите о природе микрочастиц. Расскажите об опыте Бибермана, Сушкина и Фабриканта.
27. Расскажите об Опыте Франка и Герца, о Упругих соударениях, о Неупругих соударениях.
28. Расскажите о Планетарной модели атома
29. Выведите формулу Резерфорда дифференциального сечения рассеяния
30. Расскажите об открытии электрона
31. Расскажите о недостатках теории Резерфорда по сравнению с теорией Шредингера
32. Расскажите о Боровском радиусе в теории Шредингера
33. Расскажите о коммутаторах
34. Расскажите об изменении во времени оператора

8.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, (защиты курсовых работ).

Экзамен позволяет оценить сформированность компетенций, теоретическую подготовку студента, его способность к творческому мышлению, готовность к практической деятельности, приобретенные навыки самостоятельной работы, умение синтезировать полученные знания и применять их при решении практических задач.

При балльно-рейтинговом контроле знаний итоговая оценка выставляется с учетом набранной суммы баллов.

Устный ответ на экзамене

При определении уровня достижений студентов на экзамене необходимо обращать особое внимание на следующее:

- дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос;
- показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи;
- знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей;
- ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента;
- теоретические постулаты подтверждаются примерами из практики.

Тесты

При определении уровня достижений студентов с помощью тестового контроля необходимо обращать особое внимание на следующее:

- оценивается полностью правильный ответ;
- преподавателем должна быть определена максимальная оценка за тест, включающий определенное количество вопросов;
- преподавателем может быть определена максимальная оценка за один вопрос теста;
- по вопросам, предусматривающим множественный выбор правильных ответов, оценка определяется исходя из максимальной оценки за один вопрос теста.

Курсовая работа, курсовой проект, портфолио

При определении уровня достижений студентов по проекту необходимо обращать особое внимание на следующие моменты:

- наличие авторской позиции, самостоятельность суждений;
- соответствие структуры предъявляемым требованиям;
- соответствие содержания теме и структуре работы (проекта);
- полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы;
- использование основной литературы по проблеме;
- теоретическое обоснование актуальности темы и анализ передового опыта работы;
- применение научных методик и передового опыта в своей работе, обобщение собственного опыта, иллюстрируемого различными наглядными материалами, наличие выводов и практических рекомендаций;
- оформление работы (орфография, стиль, цитаты, ссылки и т.д.);
- выполнение работы в срок.

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Виноградова, Н.Б. Квантовая физика: лабораторный практикум / Н.Б. Виноградова ; Московский педагогический государственный университет. – Москва : Московский педагогический государственный университет (МПГУ), 2015. – 148 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469718>
2. Волновая оптика и квантовая физика : учебное пособие / О.И. Кондратьева, И.А. Старостина, С.А. Казанцев, Е.В. Бурдова ; Федеральное агентство по образованию, Казанский государственный технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2010. – 160 с. : ил., табл., схем. Режим доступа: по подписке. – URL <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258948>
3. Григорьев, Ю.М. Физика атома и атомных явлений : учебное пособие / Ю.М. Григорьев, И.С. Кычкин ; Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова. - Москва : Физматлит, 2015. - 367 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 361 - ISB 978-5-9221-1605-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457657>
4. Основы квантовой физики [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Е.А. Коротаев [и др.]. — Электрон. дан. — Воронеж : ВГПУ, 2017. — 164 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105506>
5. Репетитор по физике: квантовая механика : учебное пособие / сост. В.Я. Чечуев, С.В. Викулов ; Новосибирский государственный аграрный университет, Инженерный институт. - Новосибирск : ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2016. - 62 с. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458696>
6. Сарина, М.П. Квантовая физика : учебное пособие : [16+] / М.П. Сарина ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. – 131 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575024>

Дополнительная литература

1. Соболев, С.В. Основы нерелятивистской квантовой механики / С.В. Соболев. – Москва : Физматлит, 2017. – 143 с. : граф. – Режим доступа: по подписке. – UR <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485503>
2. Моргунов, Р.Б. Физические основы квантовых вычислений / Р.Б. Моргунов, О.В. Коплак, О.С. Дмитриев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего

профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет».
– Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2017. – 98 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=498897>

3. Иродов, И.Е. Задачи по квантовой физике / И.Е. Иродов. – 3-е изд., электрон. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 220 с. – Режим доступа: по подписке. – URL <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=95482>

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://fn.bmstu.ru> - Шеститомный электронный учебник по физике МГТУ им. Баумана. (online) От механики до квантовой физики.
2. <http://sur.ly/i/vargin.mephi.ru>- Физика студентам и школьникам. Образовательный проект А.Н. Варгина, МИФИ.

11. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)

При освоении материала дисциплины необходимо:

- спланировать и распределить время, необходимое для изучения дисциплины;
- конкретизировать для себя план изучения материала;
- ознакомиться с объемом и характером внеаудиторной самостоятельной работы для полноценного освоения каждой из тем дисциплины.

Сценарий изучения курса:

- проработайте каждую тему по предлагаемому ниже алгоритму действий;
- изучив весь материал, выполните итоговый тест, который продемонстрирует готовность к сдаче зачета.

Алгоритм работы над каждой темой:

- изучите содержание темы вначале по лекционному материалу, а затем по другим источникам;
- прочитайте дополнительную литературу из списка, предложенного преподавателем;
- выпишите в тетрадь основные категории и персоналии по теме, используя лекционный материал или словари, что поможет быстро повторить материал при подготовке к зачету;
- составьте краткий план ответа по каждому вопросу, выносимому на обсуждение на лабораторном занятии;
- выучите определения терминов, относящихся к теме;
- продумайте примеры и иллюстрации к ответу по изучаемой теме;
- подберите цитаты ученых, общественных деятелей, публицистов, уместные с точки зрения обсуждаемой проблемы;
- продумывайте высказывания по темам, предложенным к лабораторному занятию.

Рекомендации по работе с литературой:

- ознакомьтесь с аннотациями к рекомендованной литературе и определите основной метод изложения материала того или иного источника;
- составьте собственные аннотации к другим источникам на карточках, что поможет при подготовке рефератов, текстов речей, при подготовке к зачету;
- выберите те источники, которые наиболее подходят для изучения конкретной темы.

12 Перечень информационных технологий

Реализация учебной программы обеспечивается доступом каждого студента к информационным ресурсам – электронной библиотеке и сетевым ресурсам Интернет. Для использования ИКТ в учебном процессе используется программное обеспечение, позволяющее осуществлять поиск, хранение, систематизацию, анализ и презентацию информации, экспорт информации на цифровые носители, организацию взаимодействия в реальной и виртуальной образовательной среде.

Индивидуальные результаты освоения дисциплины студентами фиксируются в информационной системе 1С:Университет.

12.1 Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

- Microsoft Windows 7 Pro – Лицензия № 49399303 от 28.11.2011 г.
- Microsoft Office Professional Plus 2010 – Лицензия № 49399303 от 28.11.2011 г.
- 1С: Университет ПРОФ – Лицензионное соглашение № 10920137 от 23.03.2016 г.

122 Перечень информационных справочных систем (обновление выполняется еженедельно)

1. Информационно-правовая система «ГАРАНТ» (<http://www.garant.ru>)
2. Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (<http://www.consultant.ru>)

123 Перечень современных профессиональных баз данных

1. Профессиональная база данных «Открытые данные Министерства образования и науки РФ» (<http://xn----8sblcdzzacvuc0jbg.xn--80abucjiibhv9a.xn--p1ai/opendata/>)
2. Электронная библиотечная система Znanium.com (<http://znanium.com/>)
3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам (<http://window.edu.ru>)

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Для проведения аудиторных занятий необходим стандартный набор специализированной учебной мебели и учебного оборудования, а также мультимедийное оборудование для демонстрации презентаций на лекциях. Для проведения практических занятий, а также организации самостоятельной работы студентов необходим компьютерный класс с рабочими местами, обеспечивающими выход в Интернет.

При изучении дисциплины используется интерактивный комплекс Flipbox для проведения презентаций и видеоконференций, система iSpring в процессе проверки знаний по электронным тест-тренажерам.

Индивидуальные результаты освоения дисциплины студентами фиксируются в информационной системе 1С:Университет.

Реализация учебной программы обеспечивается доступом каждого студента к информационным ресурсам – электронной библиотеке и сетевым ресурсам Интернет. Для использования ИКТ в учебном процессе необходимо наличие программного обеспечения, позволяющего осуществлять поиск информации в сети Интернет, систематизацию, анализ и презентацию информации, экспорт информации на цифровые носители.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Лаборатория оптики и квантовой физики. (№113).

Помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Основное оборудование:

Наборы демонстрационного оборудования: автоматизированное рабочее место в составе (системный блок, монитор, клавиатура, мышь, гарнитура, проектор, интерактивная доска), магнитно-маркерная доска.

Лабораторное оборудование: Установка для изучения эффекта Холла в полупроводниках, Установка для изучения температурной зависимости электропроводности металлов и п/п, Установка для изучения абсолютно черного тела, Установка для изучения внешнего фотоэффекта и измерения постоянной Планка, Установка для изучения спектра атома водорода, Установка для определения длины пробега альфа-частиц, Установка для определения резонансного потенциала методом Франка и Герца.

Учебно-наглядные пособия:

Презентации.

Помещение для самостоятельной работы.

Читальный зал электронных ресурсов, № 101 б.

Помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Основное оборудование:

Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета (компьютер 12 шт., мультимедийный проектор 1 шт., multifunctional устройство 1 шт., принтер 1 шт.).

Учебно-наглядные пособия:

Презентации, электронные диски с учебными и учебно-методическими пособиями