

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра физики фазовых переходов

**Авторы-составители: Смородин Борис Леонидович
Петров Данил Александрович
Поперечный Игорь Сергеевич
Ажеганов Александр Сергеевич
Кузнецова Ксения Николаевна
Лунегов Игорь Владимирович**

**Рабочая программа дисциплины
АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА
Код УМК 93707**

Утверждено
Протокол №4
от «24» июня 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Атомная и ядерная физика

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **03.03.03** Радиофизика
направленность Электроника, микро- и нанoeлектроника

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Атомная и ядерная физика** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

03.03.03 Радиофизика (направленность : Электроника, микро- и наноэлектроника)

ОПК.3 Способен применять базовые знания в области математики, физики и других наук в профессиональной деятельности, в том числе педагогической деятельности, для проведения научных исследований, анализа объектов, систем, процессов, явлений и методов, их экспериментального и теоретического (включая построение их качественных и количественных моделей) изучения и для использования полученных результатов на практике

Индикаторы

ОПК.3.2 Понимает физические методы теоретического и экспериментального изучения систем, явлений и процессов в природе и применяет их на практике

4. Объем и содержание дисциплины

| | |
|---|--|
| Направления подготовки | 03.03.03 Радиофизика (направленность: Электроника, микро- и наноэлектроника) |
| форма обучения | очная |
| №№ триместров, выделенных для изучения дисциплины | 7 |
| Объем дисциплины (з.е.) | 4 |
| Объем дисциплины (ак.час.) | 144 |
| Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе: | 56 |
| Проведение лекционных занятий | 28 |
| Проведение практических занятий, семинаров | 28 |
| Самостоятельная работа (ак.час.) | 88 |
| Формы текущего контроля | Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (3) |
| Формы промежуточной аттестации | Экзамен (7 триместр) |

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

1. ЧАСТИЦЫ И ВОЛНЫ

Формирование представлений о квантово-волновом дуализме фотонов и микрочастиц как фундаментальном свойстве материи на основе основополагающих экспериментов и теоретических концепций.

Развитие навыков и умений практически применять теоретические знания при решении задач по рассеянию и интерференции фотонов и электронов.

Волновые и квантовые свойства света

Законы теплового излучения. Формула Планка. Внешний фотоэлектрический эффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Эффект Комптона.

Корпускулярно-волновой дуализм

Энергия и импульс фотона. Релятивистская масса фотона. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Эффект Комптона. Комptonовское смещение длины волны рассеянного света. Применение внешнего фотоэффекта (фотоэлемент, фотоумножитель)

Волновые свойства частиц вещества

Волновые свойства частиц вещества. Гипотеза де Бройля. Физический (статистический) смысл волн де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Экспериментальное подтверждение волновых свойств электронов. Интерференционное отражение электронов. Метод Брегга.

Волны де Бройля. Соотношение неопределенности Гейзенберга

Гипотеза де Бройля. Длина волны, фазовая и групповая скорости волны де Бройля. Физический (статистический) смысл волн де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Дифракция электронов на щели.

Уравнение Шредингера

Уравнение Шредингера: общее уравнение Шредингера, уравнение Шредингера для стационарных состояний. Квантование энергии частицы: частица в бесконечно глубокой потенциальной яме. Собственные функции и собственные значения энергии частицы. Частица в прямоугольной потенциальной яме конечной глубины. Волновые функции частицы внутри и вне ямы. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект.

Решение уравнения Шредингера для частицы в потенциальной яме

Решение уравнения Шредингера для случаев частицы в бесконечно глубокой потенциальной яме, в прямоугольной потенциальной яме конечной глубины. Волновые функции частицы внутри и вне ямы. Прохождение частицы через потенциальный барьер.

2. ФИЗИКА АТОМА

Приобретение знаний основ строения электронной оболочки атома, процессов поглощения и излучения квантов электромагнитного поля

Развитие навыков и умений практически применять теоретические знания при решении задач по определению электронной структуры атомов, спектров оптического и рентгеновского излучения и расщепления спектральных линий во внешних полях.

Модель атома Резерфорда-Бора

Модели строения атома: ядерная модель Резерфорда. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Постулаты Бора. Боровская теория водородного атома. Боровский радиус атома. Энергетические уровни атома водорода

Спектр излучения водорода. Закономерности в атомных спектрах

Закономерности в атомных спектрах. Спектры испускания и поглощения. Спектральные термы. Комбинационный принцип Ритца. Спектральные серии атома водорода.

Операторы физических величин. Квантовые числа и стационарные состояния атома.

Операторный метод в квантовой механике. Оператор энергии (оператор Гамильтона). Оператор импульса. Квантование момента импульса. Собственные значения оператора квадрата момента импульса и его проекции на ось квантования. Векторные диаграммы для проекций момента импульса

Электронные состояния атома

Квантование атома водорода. Квантовые числа стационарных состояний. Излучательные переходы. Правила отбора. Энергетические уровни и спектральные серии щелочных металлов. Результирующий момент импульса многоэлектронного атома. Случай нормальной связи (LS-связи), случай jj-связи.

Магнитные свойства атома

Магнетон Бора. Спин и магнитный момент электрона. Спин фотона. Магнитный момент одноэлектронного атома. Тонкая структура энергетических уровней атома водорода. Правила отбора для излучательных переходов. Тонкая структура спектральных линий серии Лаймана.

Эффект Зеемана

Эффект Зеемана. Сложный эффект Зеемана (случай нормальной связи). Магнитный момент атома. g-фактор. Расщепление энергетических уровней. Правила отбора и Зеемановское расщепление спектральных линий атомов щелочных металлов. Простой эффект Зеемана. Явление электронного парамагнитного резонанса.

Принцип Паули. Периодический закон Д.И.Менделеева

Принцип тождественности одинаковых частиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Распределение электронов по энергетическим уровням атома. Порядок заполнения электронных слоев и электронных оболочек. Электронная структура атома.

Объяснение периодической системы элементов Д.И.Менделеева.

Рентгеновское излучение атомов. Характеристические рентгеновские спектры

Рентгеновские лучи. Рентгеновская трубка. Тормозное и характеристическое излучение. Спектр характеристического рентгеновского излучения. Закон Мозли. Поглощение рентгеновских лучей.

Химическая связь атомов. Молекула. Кристалл. Зонная модель твердого тела

Ионная и ковалентная связи атомов в молекуле, кристалле. Зонные модели металлов, диэлектриков, полупроводников.

Макроскопические квантовые явления

Сверхпроводимость и ее квантовая природа. Сверхтекучесть и ее квантовая природа.

3. ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА

Формирование представлений о свойствах вещества на субатомном уровне, о границах применимости физических моделей и гипотез в субатомной физике. Формирование представлений о современных способах получения энергии и возникающих при этом экологических проблемах. Развитие навыков и умений практически применять теоретические знания при решении задач по расчету основных характеристик ядер, кинетике ядерных реакций, для расчета интенсивности излучения, поглощенной дозы и эффективности защитных экранов.

Статические свойства атомного ядра

Статические характеристики ядра: состав ядра, заряд, масса, радиус ядра, спин, магнитный момент и электрический квадрупольный момент. Дефект массы ядра. Энергия связи ядра. Ядерные модели. Капельная модель ядра. Оболочечная модель ядра.

Энергия связи ядра. Формула Вайцекера

Дефект массы ядра. Энергия связи ядра. Капельная модель ядра. Полуэмпирическая формула Вайцекера для энергии связи ядра.

Оболочечная модель ядра. Спин и магнитный момент ядра

Оболочечная модель ядра. Спин и магнитный момент ядра. Свойства ядерных сил. Дейтрон.

Явление радиоактивности. Ядерные реакции

Основные типы радиоактивного распада. Закон радиоактивного распада. Альфа-распад Закон Гейгера-Неттола. Квантовая теория альфа-распада. Бета-распад. Виды бета-распада. Радиоактивные ряды. Классификация ядерных реакций. Законы сохранения в ядерных реакциях. Энергетическая схема ядерных реакций. Порог ядерной реакции.

Законы радиоактивного распада

Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Последовательный радиоактивный распад. Радиоактивные ряды. Вековое равновесие.

Альфа- и бета-распады

Альфа-распад . Основные свойства альфа-распада. Закон Гейгера-Неттола. Бета-распад. Виды и свойства бета-распада.

Ядерные реакции Эффект Мессбауэра

Законы сохранения в ядерных реакциях. Энергетическая схема ядерных реакций. Порог ядерной реакции. Гамма-излучение возбужденных ядер и его характеристики. Эффект Мессбауэра. Эффект Мессбауэра (ядерный гамма-резонанс). Внутренняя конверсия.

Деление тяжелых ядер. Термоядерный синтез

Ядерные реакции под действием нейтронов. Цепные реакции деления ядер урана. Состав продуктов деления ядра и энергия деления.

Формула для размножения в цепной реакции. Коэффициент размножения Замедление нейтронов. Термоядерные реакции. Термоядерный взрыв. Управляемый термоядерный синтез.

Ядерная энергетика. Ядерные реакторы

Ядерная энергетика. Классификация ядерных реакторов. Ядерный реактор: активная зона, ядерное топливо, отражатель, теплоноситель, радиационная защита, работа и системы управления. Радиационная безопасность и аварии ядерных реакторов.

Физические основы дозиметрии

Дозиметрия. Ионизирующее излучение и его характеристики. Экспозиционная доза. Поглощенная доза. Коэффициент качества излучения. Эквивалентная доза. Единицы измерения доз. Действие ионизирующих излучений на структуру вещества. Радиационные дефекты. Химическое и биологическое действие излучений.

Поглощение ядерного излучения веществом. Дозы ионизирующих излучений

Прохождение гамма-квантов, тяжелых и легких заряженных частиц через вещество. Линейный и

массовый коэффициент ослабления. Ионизирующее действие ядерных излучений. Дозы ионизирующих излучений. Экспозиционная доза. Поглощенная доза. Эквивалентная доза. Единицы измерения доз.

4. ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Формирование представлений о первичных свойствах вещества, формирование основных астрофизических представлений о характеристиках, образовании и эволюции Вселенной, Галактики и звезд.

Развитие навыков и умений практически применять теоретические знания при решении задач взаимодействия частиц.

Классификация элементарных частиц. Кварковая модель адронов

Элементарные частицы. Классификация элементарных частиц. Лептоны. Адроны. Мезоны. Барионы. Мультиплеты адронов. Кварковая модель адронов. Кварки и их характеристики. Кварковая структура адронов. Экспериментальное подтверждение кварковой модели. Эксперименты в области высоких энергий.

Фундаментальные взаимодействия

Электромагнитное взаимодействие. Квантовая электродинамика (КЭД). Диаграммы Феймана. Сильное взаимодействие. Квантовая хромодинамика (КХД). Глюоны. Слабое взаимодействие. Вионы (промежуточные векторные бозоны). Гравитационное взаимодействие. Гравитон.

Кварковая структура мезонов и барионов. Взаимодействия частиц

Кварковая модель адронов. Кварки и их характеристики. Кварковая структура мезонов и барионов. Эксперименты в области высоких энергий.

Источники и методы регистрации частиц

Источники заряженных частиц. Ускорители. Источники гамма-квантов. Источники нейтронов. Методы регистрации частиц. Детекторы, их типы и характеристики. Трековые детекторы. Ядерные фотоэмульсии. Пузырьковые камеры. Камера Вильсона. Счетчики заряженных частиц и гамма-квантов. Гамма-спектрометры. Нейтронные детекторы.

Современные астрофизические представления

Вселенная. Принцип Коперника и космологический принцип. Возникновение Вселенной и ее эволюция. Галактика и звезды. Характеристика Галактики как звездного скопления и ее эволюция. Классификация звезд. Солнце, его характеристики и эволюция. Термоядерные реакции на Солнце и звездах. Водородный цикл. Углеродный цикл. Нуклеосинтез.

Итоговая аттестация по дисциплине (экзамен)

Итоговое контрольное мероприятие проводится в соответствии с «Положением о проведении текущего контроля и промежуточной аттестации студентов в Пермском государственном университете». Цель - контроль освоения заданных дисциплинарных компетенций. Студент должен показать знание ядерной модели атома, волновых свойств микрочастиц, элементов физики атомного ядра и физики частиц; умение применять основные положения квантовой теории для решения основных задач атомной физики.

Контрольное мероприятие проводится в виде устного или письменного ответа на два теоретических вопроса и решения одной задачи. Теоретические вопросы выбираются случайным образом из списка вопросов итогового контроля. Задача выбирается случайным образом из пакета задач проведенных контрольных работ. Преподавателю предоставляется право задавать студентам вопросы сверх билета в

соответствии с учебной программой.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Иродов И. Е. Атомная и ядерная физика. Сборник задач: учебное пособие для студентов физических специальностей вузов/И. Е. Иродов.-Санкт-Петербург:Лань,2002, ISBN 5-9511-0001-1.-288.
2. Матышев, А. А. Атомная физика. Том 1 : учебное пособие / А. А. Матышев. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2014. — 531 с. — ISBN 978-5-7422-4209-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/43939.html>
3. Сивухин Д. В.Общий курс физики.учебное пособие для вузов Т. 5.Атомная и ядерная физика/Д. В. Сивухин.-2-е изд., стер..-Москва:ФИЗМАТЛИТ: МФТИ,2002, ISBN 5-9221-0230-3.-784
4. Матышев, А. А. Атомная физика. Том 2 : учебное пособие / А. А. Матышев. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2014. — 344 с. — ISBN 978-5-7422-4210-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/43940.html>

Дополнительная:

1. Шпольский Э. В.Атомная физика.учебник для вузов : в 2 т. Т. 2.Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома/Э. В. Шпольский.-Санкт-Петербург:Лань,2010, ISBN 978-5-8114-1006-4.-441
2. Михайлов, М. А. Ядерная физика и физика элементарных частиц. Часть 1 : учебное пособие / М. А. Михайлов. — Москва : Прометей, 2011. — 94 с. — ISBN 978-5-4263-0048-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/8306>
3. Михайлов, М. А. Ядерная физика и физика элементарных частиц. Часть 2. Элементарные частицы : учебное пособие / М. А. Михайлов. — Москва : Прометей, 2013. — 28 с. — ISBN 978-5-7042-2471-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/58212.html>
4. Сивухин Д. В.Общий курс физики.учебное пособие для студентов физических специальностей вузов Т. 5.Атомная и ядерная физика/Д. В. Сивухин.-3-е изд., стер..-Москва:ФИЗМАТЛИТ,2006, ISBN 5-9221-0645-7.-784
5. Кирчанов В. С. Физика атомного ядра и частиц:учебное пособие для студентов физического факультета/В. С. Кирчанов.-Пермь,2010, ISBN 978-5-7944-1572-8.-269.-Библиогр.: с. 241-242
6. Шпольский Э. В.Атомная физика.учебник для вузов : в 2 т. Т. 1.Введение в атомную физику/Э. В. Шпольский.-Санкт-Петербург:Лань,2010, ISBN 978-5-8114-1005-7.-557
7. Иродов И. Е. Сборник задач по атомной и ядерной физике:учебное пособие для вузов/И. Е. Иродов.-Москва:Атомиздат,1976.-232.
8. Сборник задач по общему курсу физики.в 5 кн..-Москва:ФИЗМАТЛИТ : Лань,2006.Кн. 5.Атомная физика. Физика ядра и элементарных частиц/В. Л. Гинзбург [и др.] ; ред. Д. В. Сивухин.-184, ISBN 5-9221-0606-6
9. Спивак Л. В. Ядерная физика:сборник задач : [методическое пособие]/Л. В. Спивак.-Пермь,2000.-

126.-Библиогр.: с. 125

10. Демин В. А. Теория элементарных частиц. Кварки и глюоны: учебно-методическое пособие/В. А. Демин.-Пермь,2007, ISBN 5-7944-0788-3.-43.-Библиогр.: с. 42

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/> Ядерная физика

<http://www.physbook.ru/> Электронный учебник физики

<https://sfiz.ru/> Вся физика

<http://fizportal.ru/> : Все о физике. Все для физики

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/> Ядерная физика в Интернете

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Атомная и ядерная физика** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

В учебном процессе для освоения дисциплины могут использоваться различные информационные технологии:

- презентационные материалы по темам лекций и практических занятий;
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета (ЕТИС ПГНИУ);
- интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, профессиональные тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн энциклопедии и т.д.).

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Операционная система ALT Linux;
2. Офисный пакет приложений «LibreOffice».

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия, практические занятия, групповые (индивидуальные) консультации, мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации проводятся в аудитории, оснащенной презентационной техникой (проектор, экран для проектора, компьютер/ноутбук), а также меловой (и) или маркерной доской.

Лекционная мультимедийная аудитория, вместимостью более 100 человек. Аудитория оснащена современными средствами воспроизведения и визуализации видео и аудио информации. Комплектация аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, и рабочего места преподавателя, включающего персональный компьютер (ноутбук), блок управления оборудованием, интерфейсы подключения. Рабочее место преподавателя объединяет все устройства в единую систему. Преподаватель имеет возможность управлять всей системой, не отходя от доски, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, и

другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Аудитория для практических (семинарских) занятий вместимостью не менее 25 человек. Комплектация аудитории состоит из: фломастерной или меловой доски, мультимедийного проектора, проекционного экрана, а также рабочего места преподавателя с персональным компьютером (ноутбуком).

Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Студенты закрепляют и используют полученные теоретические знания при выполнении работ общефизического практикума, семестровый раздел «Атомная и ядерная физика». Общефизический практикум проводится в специализированной учебной лаборатории. В лаборатории подготовлены рабочие места студентов. Все рабочие места оснащены современным экспериментальным оборудованием. Персональные компьютеры позволяют проводить обработку экспериментальных данных на рабочих местах

Помещение для самостоятельной работы.

Помещения библиотеки с персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной сетям.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Атомная и ядерная физика**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ОПК.3

Способен применять базовые знания в области математики, физики и других наук в профессиональной деятельности, в том числе педагогической деятельности, для проведения научных исследований, анализа объектов, систем, процессов, явлений и методов, их экспериментального и теоретического (включая построение их качественных и количественных моделей) изучения и для использования полученных результатов на практике

| Компетенция (индикатор) | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|--|--|---|
| <p>ОПК.3.2 Понимает физические методы теоретического и экспериментального изучения систем, явлений и процессов в природе и применяет их на практике</p> | <p>Знать: – основные экспериментальные факты и теоретические представления о корпускулярно-волновом дуализме в природе микрообъекта; – основы волнового описания движения микрообъекта и квантования его энергии и импульса.</p> <p>Уметь: – применять гипотезу де Бройля, соотношение неопределенностей Гейзенберга и уравнение Шредингера при описании рассеяния, дифракции и интерференции фотонов и электронов;</p> <p>Владеть: – навыками решения простейших квантовомеханических задач; – навыками применения математического аппарата для решения физических задач</p> | <p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает: – основные экспериментальные факты и теоретические представления о корпускулярно-волновом дуализме в природе микрообъекта; – основы волнового описания движения микрообъекта и квантования его энергии и импульса. Не умеет: – применять гипотезу де Бройля, соотношение неопределенностей Гейзенберга и уравнение Шредингера при описании рассеяния, дифракции и интерференции фотонов и электронов; Не владеет: – навыками решения простейших квантовомеханических задач; – навыками применения математического аппарата для решения физических задач</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания – основных экспериментальных фактов и теоретических представлений о корпускулярно-волновом дуализме в природе микрообъекта; – основ волнового описания движения микрообъекта и квантования его энергии и импульса. Частично сформированное умение – применять гипотезу де Бройля,</p> |

| Компетенция (индикатор) | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|----------------------------|------------------------------------|--|
| | | <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>соотношение неопределенностей Гейзенберга и уравнение Шредингера при описании рассеяния, дифракции и интерференции фотонов и электронов; Частичное применение навыков – решения простейших квантовомеханических задач; – применения математического аппарата для решения физических задач</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания – основных экспериментальных фактов и теоретических представлений о корпускулярно-волновом дуализме в природе микрообъекта; – основ волнового описания движения микрообъекта и квантования его энергии и импульса. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения – применять гипотезу де Бройля, соотношение неопределенностей Гейзенберга и уравнение Шредингера при описании рассеяния, дифракции и интерференции фотонов и электронов; Владеет навыками – решения простейших квантовомеханических задач; – применения математического аппарата для решения физических задач</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания – основных экспериментальных фактов и теоретических представлений о корпускулярно-волновом дуализме в природе микрообъекта; – основ волнового описания движения микрообъекта и квантования его энергии и импульса. Сформированное умение : – применять гипотезу де Бройля,</p> |

| Компетенция (индикатор) | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|--|---|---|
| | | <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>соотношение неопределенностей Гейзенберга и уравнение Шредингера при описании рассеяния, дифракции и интерференции фотонов и электронов; Успешное применение навыков – решения простейших квантовомеханических задач; – применения математического аппарата для решения физических задач</p> |
| <p>ОПК.3.2 Понимает физические методы теоретического и экспериментального изучения систем, явлений и процессов в природе и применяет их на практике</p> | <p>Знать: –экспериментальные данные и теоретические основы строения электронной оболочки атома; – физическое обоснование периодической системы элементов; – основные закономерности взаимодействия магнитных моментов электронов и атомного ядра между собой и с внешними полями; – экспериментальные данные и основы теоретического описания процессов поглощения и излучения квантов электромагнитного излучения в электронной оболочке атома;</p> <p>Уметь: – применять постулаты и модель Бора для расчета водородоподобных атомных систем; – применять квантово-механический подход к объяснению свойств атомов и молекул; – определять состав, тонкую и сверхтонкую структуру атомных термов, оптических и рентгеновских спектров атомов;</p> <p>Владеть:</p> | <p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает: –экспериментальные данные и теоретические основы строения электронной оболочки атома; – физическое обоснование периодической системы элементов; – основные закономерности взаимодействия магнитных моментов электронов и атомного ядра между собой и с внешними полями; – экспериментальные данные и основы теоретического описания процессов поглощения и излучения квантов электромагнитного излучения в электронной оболочке атома;</p> <p>Не умеет: – применять постулаты и модель Бора для расчета водородоподобных атомных систем; – применять квантово-механический подход к объяснению свойств атомов и молекул; – определять состав, тонкую и сверхтонкую структуру атомных термов, оптических и рентгеновских спектров атомов;</p> <p>Не владеет: – навыками решения типовых задач в области атомной физики; – навыками применения математического аппарата для решения физических задач</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания –экспериментальных данных и теоретических основ строения электронной оболочки атома;</p> |

| Компетенция (индикатор) | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|----------------------------|--|---|
| | <p>– навыками решения типовых задач в области атомной физики;</p> <p>– навыками применения математического аппарата для решения физических задач</p> | <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>– физического обоснования периодической системы элементов;</p> <p>– основных закономерностей взаимодействия магнитных моментов электронов и атомного ядра между собой и с внешними полями;</p> <p>– экспериментальных данных и основ теоретического описания процессов поглощения и излучения квантов электромагнитного излучения в электронной оболочке атома;</p> <p>Частично сформированное умение</p> <p>– применять постулаты и модель Бора для расчета водородоподобных атомных систем;</p> <p>– применять квантово-механический подход к объяснению свойств атомов и молекул;</p> <p>– определять состав, тонкую и сверхтонкую структуру атомных термов, оптических и рентгеновских спектров атомов;</p> <p>Частичное применение навыков</p> <p>– решения типовых задач в области атомной физики;</p> <p>– применения математического аппарата для решения физических задач</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания</p> <p>– экспериментальных данных и теоретических основ строения электронной оболочки атома;</p> <p>– физического обоснования периодической системы элементов;</p> <p>– основных закономерностей взаимодействия магнитных моментов электронов и атомного ядра между собой и с внешними полями;</p> <p>– экспериментальных данных и основ теоретического описания процессов поглощения и излучения квантов электромагнитного излучения в электронной оболочке атома;</p> <p>В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения</p> |

| Компетенция (индикатор) | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|---|--|--|
| | | <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять постулаты и модель Бора для расчета водородоподобных атомных систем; – применять квантово-механический подход к объяснению свойств атомов и молекул; – определять состав, тонкую и сверхтонкую структуру атомных термов, оптических и рентгеновских спектров атомов; <p>Владеет навыками</p> <ul style="list-style-type: none"> – решения типовых задач в области атомной физики; <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания</p> <ul style="list-style-type: none"> – экспериментальных данных и теоретических основ строения электронной оболочки атома; – физического обоснования периодической системы элементов; – основных закономерностей взаимодействия магнитных моментов электронов и атомного ядра между собой и с внешними полями; – экспериментальных данных и основ теоретического описания процессов поглощения и излучения квантов электромагнитного излучения в электронной оболочке атома; <p>Сформированное умение :</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять постулаты и модель Бора для расчета водородоподобных атомных систем; – применять квантово-механический подход к объяснению свойств атомов и молекул; – определять состав, тонкую и сверхтонкую структуру атомных термов, оптических и рентгеновских спектров атомов; <p>Успешное применение навыков</p> <ul style="list-style-type: none"> – решения типовых задач в области атомной физики; – применения математического аппарата для решения физических задач |
| <p>ОПК.3.2 Понимает физические методы теоретического</p> | <p>Знать: – основные характеристики ядер, кинетику ядерных</p> | <p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает: – основные характеристики ядер, кинетику</p> |

| Компетенция (индикатор) | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|---|---|--|
| <p>и экспериментального изучения систем, явлений и процессов в природе и применяет их на практике</p> | <p>реакций, взаимодействие ионизирующих излучений с веществом – законы радиоактивного распада, реакции деления ядер, цепные и термоядерные реакции; – виды источников и методы регистрации частиц;</p> <p>Уметь: – практически применять теоретические знания при решении задач по расчету основных характеристик ядер, кинетике ядерных реакций, взаимодействию ионизирующих излучений с веществом.</p> <p>Владеть: – навыками решения типовых задач в области ядерной физики; – навыками применения математического аппарата для решения физических задач</p> | <p>Неудовлетворител ядерных реакций, взаимодействие ионизирующих излучений с веществом – законы радиоактивного распада, реакции деления ядер, цепные и термоядерные реакции; – виды источников и методы регистрации частиц;</p> <p>Не умеет: – практически применять теоретические знания при решении задач по расчету основных характеристик ядер, кинетике ядерных реакций, взаимодействию ионизирующих излучений с веществом.</p> <p>Не владеет: – навыками решения типовых задач в области ядерной физики; – навыками применения математического аппарата для решения физических задач</p> <p>Удовлетворительн Общие, но не структурированные знания – основных характеристик ядер, кинетики ядерных реакций, взаимодействия ионизирующих излучений с веществом; – законов радиоактивного распада, реакций деления ядер, цепных и термоядерных реакций; – видов источников и методов регистрации частиц;</p> <p>Частично сформированное умение – практически применять теоретические знания при решении задач по расчету основных характеристик ядер, кинетике ядерных реакций, взаимодействию ионизирующих излучений с веществом.</p> <p>Частичное применение навыков – решения типовых задач в области ядерной физики; – применения математического аппарата для решения физических задач</p> <p>Хорошо</p> |

| Компетенция (индикатор) | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|----------------------------|------------------------------------|--|
| | | <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания</p> <ul style="list-style-type: none"> – основных характеристик ядер, кинетики ядерных реакций, взаимодействия ионизирующих излучений с веществом; – законов радиоактивного распада, реакций деления ядер, цепных и термоядерных реакций; – видов источников и методов регистрации частиц; <p>В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения</p> <ul style="list-style-type: none"> – практически применять теоретические знания при решении задач по расчету основных характеристик ядер, кинетике ядерных реакций, взаимодействию ионизирующих излучений с веществом. <p>Владеет навыками</p> <ul style="list-style-type: none"> – решения типовых задач в области ядерной физики; – применения математического аппарата для решения физических задач <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания</p> <ul style="list-style-type: none"> – основных характеристик ядер, кинетики ядерных реакций, взаимодействия ионизирующих излучений с веществом; – законов радиоактивного распада, реакций деления ядер, цепных и термоядерных реакций; – видов источников и методов регистрации частиц; <p>Сформированное умение :</p> <ul style="list-style-type: none"> – практически применять теоретические знания при решении задач по расчету основных характеристик ядер, кинетике ядерных реакций, взаимодействию ионизирующих излучений с веществом. <p>Успешное применение навыков:</p> <ul style="list-style-type: none"> – решения типовых задач в области ядерной физики; – применения математического аппарата для решения физических задач |

| Компетенция (индикатор) | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|--|---|--|
| <p>ОПК.3.2 Понимает физические методы теоретического и экспериментального изучения систем, явлений и процессов в природе и применяет их на практике</p> | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные экспериментальные факты и теоретические представления о корпускулярно-волновом дуализме в природе микрообъекта; – основы волнового описания движения микрообъекта и квантования его энергии и импульса. – экспериментальные данные и теоретические основы строения электронной оболочки атома; – физическое обоснование периодической системы элементов; – основные закономерности взаимодействия магнитных моментов электронов и атомного ядра между собой и с внешними полями; – экспериментальные данные и основы теоретического описания процессов поглощения и излучения квантов электромагнитного излучения в электронной оболочке атома; – основные характеристики ядер, кинетику ядерных реакций, взаимодействие ионизирующих излучений с веществом – законы радиоактивного распада, реакции деления ядер, цепные и термоядерные реакции; – виды источников и методы регистрации частиц; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять гипотезу де Бройля, соотношение неопределенностей Гейзенберга | <p>Неудовлетворител</p> <p>Не знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные экспериментальные факты и теоретические представления о корпускулярно-волновом дуализме в природе микрообъекта; – основы волнового описания движения микрообъекта и квантования его энергии и импульса. – экспериментальные данные и теоретические основы строения электронной оболочки атома; – физическое обоснование периодической системы элементов; – основные закономерности взаимодействия магнитных моментов электронов и атомного ядра между собой и с внешними полями; – экспериментальные данные и основы теоретического описания процессов поглощения и излучения квантов электромагнитного излучения в электронной оболочке атома; – основные характеристики ядер, кинетику ядерных реакций, взаимодействие ионизирующих излучений с веществом – законы радиоактивного распада, реакции деления ядер, цепные и термоядерные реакции; – виды источников и методы регистрации частиц; <p>Не умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять гипотезу де Бройля, соотношение неопределенностей Гейзенберга и уравнение Шредингера при описании рассеяния, дифракции и интерференции фотонов и электронов; – применять постулаты и модель Бора для расчета водородоподобных атомных систем; – применять квантово-механический подход к объяснению свойств атомов и молекул; – определять состав, тонкую и сверхтонкую структуру атомных термов, оптических и рентгеновских спектров атомов; – практически применять теоретические знания при решении задач по расчету |

| Компетенция (индикатор) | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|----------------------------|--|--|
| | <p>и уравнение Шредингера при описании рассеяния, дифракции и интерференции фотонов и электронов;</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять постулаты и модель Бора для расчета водородоподобных атомных систем; – применять квантово-механический подход к объяснению свойств атомов и молекул; – определять состав, тонкую и сверхтонкую структуру атомных термов, оптических и рентгеновских спектров атомов; – практически применять теоретические знания при решении задач по расчету основных характеристик ядер, кинетике ядерных реакций, взаимодействию ионизирующих излучений с веществом. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками решения простейших квантовомеханических задач; – навыками решения типовых задач в области атомной физики; – навыками решения типовых задач в области ядерной физики; – навыками применения математического аппарата для решения физических задач | <p>Неудовлетворител</p> <p>основных характеристик ядер, кинетике ядерных реакций, взаимодействию ионизирующих излучений с веществом.</p> <p>Не владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками решения простейших квантовомеханических задач; – навыками решения типовых задач в области атомной физики; – навыками решения типовых задач в области ядерной физики; – навыками применения математического аппарата для решения физических задач <p>Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания</p> <ul style="list-style-type: none"> – основных экспериментальных фактов и теоретических представлений о корпускулярно-волновом дуализме в природе микрообъекта; – основ волнового описания движения микрообъекта и квантования его энергии и импульса. – экспериментальных данных и теоретических основ строения электронной оболочки атома; – физического обоснования периодической системы элементов; – основных закономерностей взаимодействия магнитных моментов электронов и атомного ядра между собой и с внешними полями; – экспериментальных данных и основ теоретического описания процессов поглощения и излучения квантов электромагнитного излучения в электронной оболочке атома; – основных характеристики ядер, кинетики ядерных реакций, взаимодействия ионизирующих излучений с веществом – законов радиоактивного распада, реакции деления ядер, цепных термоядерных реакций; – видов источников и методов регистрации частиц; |

| Компетенция (индикатор) | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|----------------------------|------------------------------------|---|
| | | <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Частично сформированное умение</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять гипотезу де Бройля, соотношение неопределенностей Гейзенберга и уравнение Шредингера при описании рассеяния, дифракции и интерференции фотонов и электронов; – применять постулаты и модель Бора для расчета водородоподобных атомных систем; – применять квантово-механический подход к объяснению свойств атомов и молекул; – определять состав, тонкую и сверхтонкую структуру атомных термов, оптических и рентгеновских спектров атомов; – практически применять теоретические знания при решении задач по расчету основных характеристик ядер, кинетике ядерных реакций, взаимодействию ионизирующих излучений с веществом. <p>Частичное применение навыков</p> <ul style="list-style-type: none"> – решения простейших квантовомеханических задач; – решения типовых задач в области атомной физики; – решения типовых задач в области ядерной физики; – применения математического аппарата для решения физических задач <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания</p> <ul style="list-style-type: none"> – основных экспериментальных фактов и теоретических представлений о корпускулярно-волновом дуализме в природе микрообъекта; – основ волнового описания движения микрообъекта и квантования его энергии и импульса. – экспериментальных данных и теоретических основ строения электронной оболочки атома; – физического обоснования периодической системы элементов; – основных закономерностей |

| Компетенция (индикатор) | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|----------------------------|------------------------------------|---|
| | | <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>взаимодействия магнитных моментов электронов и атомного ядра между собой и с внешними полями;</p> <ul style="list-style-type: none"> – экспериментальных данных и основ теоретического описания процессов поглощения и излучения квантов электромагнитного излучения в электронной оболочке атома; – основных характеристик ядер, кинетики ядерных реакций, взаимодействия ионизирующих излучений с веществом; – законов радиоактивного распада, реакций деления ядер, цепных и термоядерных реакций; – видов источников и методов регистрации частиц; <p>В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять гипотезу де Бройля, соотношение неопределенностей Гейзенберга и уравнение Шредингера при описании рассеяния, дифракции и интерференции фотонов и электронов; – применять постулаты и модель Бора для расчета водородоподобных атомных систем; – применять квантово-механический подход к объяснению свойств атомов и молекул; – определять состав, тонкую и сверхтонкую структуру атомных термов, оптических и рентгеновских спектров атомов; – практически применять теоретические знания при решении задач по расчету основных характеристик ядер, кинетике ядерных реакций, взаимодействию ионизирующих излучений с веществом. <p>Владеет навыками</p> <ul style="list-style-type: none"> – решения простейших квантовомеханических задач; – решения типовых задач в области атомной физики; – решения типовых задач в области ядерной физики; – применения математического аппарата для решения физических задач |

| Компетенция (индикатор) | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|----------------------------|------------------------------------|--|
| | | <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания</p> <ul style="list-style-type: none"> – основных экспериментальных фактов и теоретических представлений о корпускулярно-волновом дуализме в природе микрообъекта; – основ волнового описания движения микрообъекта и квантования его энергии и импульса. – экспериментальных данных и теоретических основ строения электронной оболочки атома; – физического обоснования периодической системы элементов; – основных закономерностей взаимодействия магнитных моментов электронов и атомного ядра между собой и с внешними полями; – экспериментальных данных и основ теоретического описания процессов поглощения и излучения квантов электромагнитного излучения в электронной оболочке атома; – основных характеристик ядер, кинетики ядерных реакций, взаимодействия ионизирующих излучений с веществом; – законов радиоактивного распада, реакций деления ядер, цепных и термоядерных реакций; – видов источников и методов регистрации частиц; <p>Сформированное умение :</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять гипотезу де Бройля, соотношение неопределенностей Гейзенберга и уравнение Шредингера при описании рассеяния, дифракции и интерференции фотонов и электронов; – применять постулаты и модель Бора для расчета водородоподобных атомных систем; – применять квантово-механический подход к объяснению свойств атомов и молекул; – определять состав, тонкую и сверхтонкую структуру атомных термов, оптических и рентгеновских спектров атомов; – практически применять теоретические |

| Компетенция (индикатор) | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|----------------------------|------------------------------------|--|
| | | <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>знания при решении задач по расчету основных характеристик ядер, кинетике ядерных реакций, взаимодействию ионизирующих излучений с веществом.</p> <p>Успешное применение навыков</p> <ul style="list-style-type: none"> – решения простейших квантовомеханических задач; – решения типовых задач в области атомной физики; – решения типовых задач в области ядерной физики; – применения математического аппарата для решения физических задач |

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 44 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 44 балла

| Компетенция (индикатор) | Мероприятие текущего контроля | Контролируемые элементы результатов обучения |
|------------------------------------|---|---|
| Входной контроль | Корпускулярно-волновой дуализм Входное тестирование | Необходимый минимум остаточных знаний, умений и навыков по разделам курса общей физики. Доля правильных ответов на вопросы Входного тестирования. Количество баллов устанавливается равным проценту правильных ответов. |

| Компетенция (индикатор) | Мероприятие текущего контроля | Контролируемые элементы результатов обучения |
|--|---|--|
| <p>ОПК.3.2 Понимает физические методы теоретического и экспериментального изучения систем, явлений и процессов в природе и применяет их на практике</p> | <p>Решение уравнения Шредингера для частицы в потенциальной яме Письменное контрольное мероприятие</p> | <p>Знание: – экспериментальных фактов и теоретических представлений о корпускулярно-волновом дуализме; – основы волнового описания движения микрообъекта и квантования его энергии и импульса. Умение: – применять гипотезу де Бройля, соотношение неопределенностей Гейзенберга и уравнение Шредингера при описании рассеяния, дифракции и интерференции фотонов и электронов; - понимать физические методы теоретического и экспериментального изучения систем, явлений и процессов в природе ; Владение: – навыками решения простейших квантовомеханических задач; – навыками применения математического аппарата для решения физических задач ; - навыками применения на практике физических методов теоретического и экспериментального изучения систем</p> |

| Компетенция (индикатор) | Мероприятие текущего контроля | Контролируемые элементы результатов обучения |
|--|--|--|
| <p>ОПК.3.2 Понимает физические методы теоретического и экспериментального изучения систем, явлений и процессов в природе и применяет их на практике</p> | <p>Рентгеновское излучение атомов Характеристические рентгеновские спектры Письменное контрольное мероприятие</p> | <p>Знание: – основ строения электронной оболочки атома; – физического обоснования периодической системы элементов; – закономерностей взаимодействия магнитных моментов электронов между собой и с внешними полями; – процессов поглощения и излучения квантов электромагнитного излучения в электронной оболочке атома; Умение: – применять постулаты и модель Бора для расчета водородоподобных атомных систем; – применять квантово-механический подход к объяснению свойств атомов и молекул; – определять состав, тонкую и сверхтонкую структуру атомных термов, оптических и рентгеновских спектров атомов; – понимать физические методы теоретического и экспериментального изучения систем, явлений и процессов в природе ; Владение: – навыками решения типовых задач в области атомной физики; – навыками применения математического аппарата для решения физических задач – навыками применения на практике физических методов теоретического и экспериментального изучения систем</p> |

| Компетенция (индикатор) | Мероприятие текущего контроля | Контролируемые элементы результатов обучения |
|--|--|--|
| <p>ОПК.3.2 Понимает физические методы теоретического и экспериментального изучения систем, явлений и процессов в природе и применяет их на практике</p> | <p>Ядерные реакции Эффект Мессбауэра Письменное контрольное мероприятие</p> | <p>Знание: – основных характеристик ядер, кинетики ядерных реакций, – законов радиоактивного распада, реакции деления ядер, цепных и термоядерных реакции; – методов регистрации частиц; Умение: – практически применять теоретические знания при решении задач по расчету основных характеристик ядер, кинетике ядерных реакций, взаимодействию ионизирующих излучений с веществом; – понимать физические методы теоретического и экспериментального изучения систем, явлений и процессов в природе</p> <p>· Владение – навыками решения типовых задач в области ядерной физики; – навыками применения математического аппарата для решения физических задач; – навыками применения на практике физических методов теоретического и экспериментального изучения систем.</p> |

| Компетенция (индикатор) | Мероприятие текущего контроля | Контролируемые элементы результатов обучения |
|--|--|--|
| ОПК.3.2 Понимает физические методы теоретического и экспериментального изучения систем, явлений и процессов в природе и применяет их на практике | Итоговая аттестация по дисциплине (экзамен) Итоговое контрольное мероприятие | Итоговое контрольное мероприятие проводится в виде устного ответа на два теоретических вопроса и решения одной задачи. Теоретические вопросы выбираются случайным образом из списка вопросов итогового контроля. Задача выбирается случайным образом из пакета задач проведенных контрольных работ. Контролируется Умение – понимать физические методы теоретического и экспериментального изучения систем, явлений и процессов в природе ; Владение: – навыками решения простейших квантовомеханических задач; – навыками применения математического аппарата для решения физических задач ; – навыками применения на практике физических методов теоретического и экспериментального изучения систем |

Спецификация мероприятий текущего контроля

Корпускулярно-волновой дуализм

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

| Показатели оценивания | Баллы |
|--|-------|
| При тестировании допущено менее 10% ошибок | 81 |
| При тестировании допущено менее 30% ошибок | 61 |
| При тестировании допущено менее 50% ошибок | 41 |
| При тестировании допущено более 50% ошибок | 0 |

Решение уравнения Шредингера для частицы в потенциальной яме

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

| Показатели оценивания | Баллы |
|--|-------|
| выполнен расчет с соблюдением правил операций с приближенными числами и получено правильное значение искомой физической величины | 6 |
| правильно написаны физические уравнения с указанием выбранной системы единиц | 6 |
| правильно построена схема процесса с обозначениями всех компонент | 6 |
| правильно построена схема процесса с обозначениями всех компонент | 2 |

Рентгеновское излучение атомов Характеристические рентгеновские спектры

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

| Показатели оценивания | Баллы |
|--|-------|
| выполнен расчет с соблюдением правил операций с приближенными числами и получено правильное значение искомой физической величины | 6 |
| правильно написаны физические уравнения с указанием выбранной системы единиц | 6 |
| правильно построена схема процесса с обозначениями всех компонент | 6 |
| аккуратность выполнения работы | 2 |

Ядерные реакции Эффект Мессбауэра

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

| Показатели оценивания | Баллы |
|--|-------|
| выполнен расчет с соблюдением правил операций с приближенными числами и получено правильное значение искомой физической величины | 6 |
| правильно написаны физические уравнения с указанием выбранной системы единиц | 6 |
| правильно построена схема процесса с обозначениями всех компонент | 6 |
| аккуратность выполнения работы | 2 |

Итоговая аттестация по дисциплине (экзамен)

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

| Показатели оценивания | Баллы |
|--|-------|
| полнота, развернутость ответа на два теоретических вопроса (наличие определений, формул, выводов формул, схем, примеров, поясняющих ответ) | 20 |
| правильно решенная задача | 8 |

| | |
|-----------------------------------|---|
| | |
| владение терминологией предмета | 6 |
| владение математическим аппаратом | 6 |