

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горно-Алтайский государственный университет»
(ФГБОУ ВО ГАГУ, ГАГУ, Горно-Алтайский государственный университет)

**Атомная физика. Физика атомного ядра и
элементарных частиц**
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **кафедра математики, физики и информатики**
Учебный план 03.03.02_2024_614.plx
03.03.02 Физика
Цифровые технологии в альтернативной энергетике
Квалификация **бакалавр**
Форма обучения **очная**
Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180
в том числе: Виды контроля в семестрах:
экзамены 6
аудиторные занятия 104
самостоятельная работа 38
часов на контроль 34,75

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	16 4/6			
Неделя				
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	40	40	40	40
Лабораторные	28	28	28	28
Практические	36	36	36	36
Консультации (для студента)	2	2	2	2
Контроль самостоятельной работы при проведении аттестации	0,25	0,25	0,25	0,25
Консультации перед экзаменом	1	1	1	1
Итого ауд.	104	104	104	104
Контактная работа	107,25	107,25	107,25	107,25
Сам. работа	38	38	38	38
Часы на контроль	34,75	7,75	34,75	7,75

Итого	180	153	180	153
-------	-----	-----	-----	-----

Программу составил(и):

к.пед.н., доцент, Рупасова Галина Бахтияровна

Рабочая программа дисциплины

Атомная физика. Физика атомного ядра и элементарных частиц

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 891)

составлена на основании учебного плана:

03.03.02 Физика

утвержденного учёным советом вуза от 01.02.2024 протокол № 2.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры

кафедра математики, физики и информатики

Протокол от 11.04.2024 протокол № 8

Зав. кафедрой И.о. зав. каф. Богданова Р.А.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от _____ 2025 г. № ____
Зав. кафедрой И.о. зав.каф.Богданова Р.А.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от _____ 2026 г. № ____
Зав. кафедрой И.о. зав.каф.Богданова Р.А.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от _____ 2027 г. № ____
Зав. кафедрой И.о. зав.каф.Богданова Р.А.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от _____ 2028 г. № ____
Зав. кафедрой И.о. зав.каф.Богданова Р.А.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	<i>Цели:</i> Курс общей физики является профилирующим в подготовке специалиста-физика. Он включает основные сведения о важнейших физических фактах и понятиях, законах и принципах, в нем органически сочетаются вопросы классической и современной физики с четким определением границ, в пределах которых справедливы те или иные физические концепции, модели, теории.
1.2	<i>Задачи:</i> Курс общей физики формирует у студентов представление о физике как науке, имеющей экспериментальную основу, знакомит с историей важнейших физических открытий и возникновением теорий, идей и понятий, а также раскрывает вклад выдающихся отечественных и зарубежных ученых в развитие физики. Основное внимание в нем уделяется изучению физических процессов, протекающих в природе. Наряду с этим в курсе общей физики на конкретных примерах раскрывается взаимосвязь физики и техники, физики и естествознания. Студенты знакомятся с проявлениями физических законов в природе, различных областях человеческой деятельности, их применением на производстве.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Оптика
2.1.2	Дифференциальные уравнения
2.1.3	Электричество и магнетизм
2.1.4	Векторный и тензорный анализ
2.1.5	Математический анализ
2.1.6	Молекулярная физика
2.1.7	Теория функций комплексной переменной
2.1.8	Механика
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Освоение дисциплины «Общая физика. Атомная физика. Физика атомного ядра и элементарных частиц» является основой для изучения теоретической физики и технических дисциплин.
2.2.2	
2.2.3	Квантовая теория
2.2.4	Методы решения физических задач
2.2.5	Педагогическая практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;
ИД-1.ОПК-1: Знает основные физические законы и математический аппарат, знаком с естественными науками в необходимом для профессиональной деятельности объеме
знает основные понятия, принципы и законы классической и современной физики
ИД-2.ОПК-1: Способен решать типовые физические задачи на основе аппарата высшей математики
умеет решать типовые учебные задачи вузовской программы по физике
ИД-3.ОПК-1: Имеет представление об области применения физических законов и естественно-научных знаний в своей профессиональной деятельности
умеет создавать математические модели при решении типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости
ОПК-2: Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;
ИД-1.ОПК-2: Знает методику проведения физического эксперимента, способен проводить физические измерения и обрабатывать их результаты
владеет методами проведения и обработки результатов физических исследований необходимых для профессиональной деятельности

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)							
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Основы квантовой физики						
1.1	Гипотеза де Бройля. Свойства волновой функции. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Опыты по дифракции электрона. /Лек/	6	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольная работа,
1.2	Волны де Бройля. Соотношение неопределенностей /Пр/	6	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольная работа
1.3	Общее и стационарное уравнения Шредингера. Движение свободной частицы. Частица в потенциальной яме. /Лек/	6	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольная работа,
1.4	Частица в одномерной потенциальной яме. Квантовые плоскости /Пр/	6	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольная
1.5	Частица в трехмерной потенциальной яме. Спектр излучения квантовых точек /Пр/	6	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольная работа
1.6	Отражение частиц от потенциального барьера /Пр/	6	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольная работа
1.7	Туннельный эффект /Пр/	6	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольная работа
1.8	Квантовый осциллятор /Пр/	6	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольная работа
1.9	Отражение частиц от потенциального барьера. Туннельный эффект. /Пр/	6	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольная работа
1.10	Подготовка к практическому занятию (списки понятий, работа с теоретическим материалом) /Ср/	6	7		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольная работа,
	Раздел 2. Атомная физика						
2.1	Экспериментальные закономерности атомных спектров. Модель атома Томсона. Опыт Резерфорда. Модель атома Резерфорда. Модель атома Бора. Опыт Франка и Герца /Лек/	6	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольная работа, контрольные
2.2	Квантово-механическая модель атома. Спектры водородоподобных атомов. Пространственное квантование момента импульса. Спектры щелочных металлов. /Лек/	6	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольная работа, контрольные
2.3	Спектры водородоподобных атомов. Квантово-механическая модель атома водорода. /Пр/	6	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольная работа

2.4	Пространственное квантование момента импульса /Пр/	6	2			0	Вопросы к экзамену,
2.5	Изучение сериальных закономерностей в спектре водорода и определение постоянной Ридберга с помощью призмного спектроскопа /Лаб/	6	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к зачету, контрольные вопросы к
2.6	Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона. Спин-орбитальное взаимодействие. Мультиплетность спектров. Механический момент многоэлектронного атома. LS-связь. JJ-связь. Магнитный момент атома. Эффект Зеемана. Электронный парамагнитный резонанс. /Лек/	6	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольная работа, контрольные вопросы к защите лабораторных
2.7	Спектры щелочных атомов /Пр/	6	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольная работа
2.8	Подготовка к практическому занятию (списки понятий, работа с теоретическим материалом); подготовка ответов к контрольным вопросам лабораторных работ /Ср/	6	1		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольная работа, контрольные
2.9	Строение многоэлектронных атомов. Периодическая таблица химических элементов. Молекулы. Спектры молекул. /Лек/	6	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольная работа,
2.10	Характеристическое рентгеновское излучение /Пр/	6	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольная работа
2.11	Колебательно-вращательные спектры молекул /Пр/	6	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольная работа
2.12	Изучение радиальных функций для атома водорода /Лаб/	6	4		Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольные
2.13	Изучение угловых функций атома водорода /Лаб/	6	4		Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольные
2.14	Контрольная работа по атомной физике /Пр/	6	2		Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3	0	Вопросы к экзамену, контрольная
	Раздел 3. Ядерная физика						
3.1	Состав и характеристики атомного ядра. Масса и энергия связи ядра. Модели ядра: капельная, оболочечная и обобщенная. /Лек/	6	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольная работа,
3.2	Ядерные силы. Пи-мезоны как переносчики сильного взаимодействия. Обменное взаимодействие между нуклонами. Причина существования отрицательного магнитного момента нейтрона. /Лек/	6	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольная работа, контрольные вопросы к
3.3	Основной закон радиоактивного распада. Правила смещения. Семейства радиоактивных элементов. /Лек/	6	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольная работа,
3.4	Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Активность нуклидов. Поглощенная доза. Проникающая способность радиоактивных излучений /Пр/	6	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольная работа

3.5	Определение коэффициента поглощения радиоактивного излучения и снятие счетной характеристики счетчика Гейгера-Мюллера. /Лаб/	6	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольные вопросы к
3.6	Ядерные реакции. Сечение реакции, ее зависимость от типа частиц и их энергии. Резонансное поглощение. Деление тяжелых ядер. Делящиеся материалы. Цепная реакция и условия ее поддержания. Замедлители нейтронов. Критическая масса. Ядерная бомба. Ядерный реактор. Реакторы водо-водяные (ВВЭР), канального типа (МКЭР), на быстрых нейтронах. (БН) Реакторы для наработки оружейного плутония. Судовые и космические реакторы. /Лек/	6	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольная работа, контрольные вопросы к защите лабораторных работ
3.7	Реакции термоядерного синтеза. Термоядерная бомба. Перспективы освоения термоядерного синтеза в энергетике. Проект ИТЕР. Термоядерные реакции в звездах. Углеродный цикл. /Лек/	6	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольная работа, контрольные вопросы к
3.8	Ядерные реакции. Законы сохранения при ядерных реакциях. Ядерная энергетика. Условия поддержания цепной реакции в ядерном реакторе. Термоядерный синтез /Пр/	6	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольная работа
3.9	Изучение ядерного магнитного резонанса /Лаб/	6	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольные вопросы к
3.10	Контрольная работа по физике ядра /Пр/	6	2		Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3	0	
3.11	Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам /Ср/	6	20			0	
	Раздел 4. Физика элементарных частиц						
4.1	Фундаментальные взаимодействия. Классы элементарных частиц. Методы регистрации элементарных частиц. Космические лучи. Частицы и античастицы. Законы сохранения в физике элементарных частиц. Изотопический спин. Барионный заряд. Лептонное число. Странные частицы. Несохранение четности в слабых взаимодействиях. СР-инвариантность. /Лек/	6	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольные вопросы к защите лабораторных работ
4.2	Классификация элементарных частиц. Их основные характеристики. /Лек/	6	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольные
4.3	Строение адронов. Кварки /Лек/	6	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольные вопросы к
4.4	Изучение треков заряженных частиц. /Лаб/	6	8		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	Вопросы к экзамену, контрольные
4.5	/Ср/	6	10			0	
	Раздел 5. Консультации						

5.1	Консультация по дисциплине /Конс/	6	2	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-3.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2		0	
	Раздел 6. Промежуточная аттестация (экзамен)						
6.1	Подготовка к экзамену /Экзамен/	6	7,75	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-3.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2		0	
6.2	Контроль СР /КСРАТт/	6	0,25	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-3.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2		0	
6.3	Контактная работа /КонсЭж/	6	1	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-3.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2		0	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Пояснительная записка

1. Назначение фонда оценочных средств. Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц».
2. Фонд оценочных средств включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме контрольных работ, контрольных вопросов для лабораторных работ и промежуточной аттестации в форме вопросов к зачету.

5.2. Оценочные средства для текущего контроля

Оценочные средства для входного контроля приведены в Приложении 1.

Оценочные средства для текущего контроля приведены в Приложении 2

Контрольные вопросы к лабораторным работам

Лабораторная работа №1

1. Главное, орбитальное, магнитное и спиновое квантовые числа. Зависимость электронной конфигурации от квантовых чисел
2. Главное квантовое число. Энергия электрона в атоме водорода
3. Орбитальное квантовое число. Момент количества движения электрона в атоме водорода
4. Спектр излучения атома водорода. Правила отбора. Серии спектральных линий.
5. Серия Бальмера. Длины волн для серии Бальмера
6. Как по длинам волн серии Бальмера посчитать постоянную Ридберга

Лабораторная работа №2

1. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Запирающее напряжение. Красная граница фотоэффекта
2. Уравнение Эйнштейна.
3. Как меняется вольт-амперная характеристика вакуумного фотоэлемента при изменении а) потока света; б) длины волны света, освещающего фотокатод.

Лабораторная работа №3

1. Виды радиоактивного распада
2. Виды радиоактивных излучений и их особенности.
3. Устройство и принцип действия счетчика Гейгера
4. Счетная характеристика счетчика Гейгера
5. Зависимость потока излучения от толщины экранирующей пластины

Лабораторная работа №4

1. Магнитный момент ядра

2. Ядерный магнитный резонанс.
3. Как зависит частота прецессии ядра от магнитной индукции? Во сколько раз отличается частота прецессии протона и дейтона?
4. Применение ядерного магнитного резонанса в науке и технике

Лабораторная работа №5

1. Главное, орбитальное, магнитное и спиновое квантовые числа.
2. Радиальные функции. Зависимость плотности вероятности от радиуса вблизи центра атома при различных значениях орбитального числа
3. Радиальное число. Зависимость электронной конфигурации от радиального числа.
4. Зависимость волновой функции от радиуса на больших расстояниях при различных значениях главного квантового числа

Лабораторная работа №6

1. Главное, орбитальное, магнитное и спиновое квантовые числа.
2. Угловые функции. Зависимость плотности вероятности от угловых координат вблизи при различных значениях орбитального числа
3. Зависимость плотности вероятности от угловых координат вблизи при различных значениях магнитного числа.
4. Угловой момент и его проекция на ось в зависимости от орбитального и магнитного квантовых чисел

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он дал ответ на все вопросы, выполнил лабораторную работу и сдал отчет
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если не смог ответить на поставленные вопросы или не сдал отчет по выполненной работе

5.3. Темы письменных работ (эссе, рефераты, курсовые работы и др.)

Письменные работы при реализации дисциплины не предусмотрены

5.4. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Основные свойства электромагнитного излучения. Волновая природа света. Уравнение электромагнитной волны в действительном и комплексном виде.
2. Основные свойства электромагнитного излучения. Квантовая природа света. Фотон и его характеристики. Связь волновых и квантовых характеристик света. Волновая функция фотона.
3. Экспериментальное подтверждение квантовой природы света: опыты Столетова, Комптона, Вавилова, Тейлора.
4. Волновые свойства микрочастиц. Формула де Бройля. Волновая функция свободной частицы. Основные свойства волновой функции.
5. Понятие о волновом пакете. Групповая и фазовая скорости волн де Бройля. Вероятностная интерпретация волновой функции.
6. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Его вывод из уравнений волновой оптики и механики. Сопряженные величины. Принцип соответствия в формулировке Гейзенберга.
7. Экспериментальное подтверждение гипотезы де Бройля: опыты Девиссона и Джермера, Тартаковского и Томсона, Фабриканта.
8. Полное и стационарное уравнения Шредингера. Стационарные состояния. Физический смысл волновой функции.
9. Решение уравнения Шредингера для свободной частицы.
10. Частица в одномерной потенциальной яме. Волновые функции частицы. Квантование энергии. Принцип соответствия в формулировке Бора.
11. Частица в трехмерном потенциальном ящике. Вырожденные уровни энергии.
12. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Волновые функции частицы.
13. Коэффициент прозрачности потенциального барьера. Туннельный эффект. Сохранение энергии при туннельном эффекте.
14. Прохождение частицы над барьером в виде потенциальной ступени. Ее отражение от барьера, Эффективная глубина проникновения.
15. Основные экспериментальные закономерности атомных спектров. Спектр атома водорода. Обобщенная формула Бальмера. Термы. Комбинационный принцип Ритца.
16. Модель атома Томсона и ядерная модель атома. Опыты Резерфорда.
17. Количественная теория рассеяния альфа-частиц. Формула Резерфорда.
18. Модель атома Бора. Постулаты Бора. Энергетические уровни атома водорода.
19. Водородоподобные атомы в теории Бора. Переходный характер теории Бора.
20. Экспериментальное подтверждение постулатов Бора. Опыт Франка-Герца.
21. Квантово-механическая модель атома. Волновые функции атома водорода. правила квантования энергии, момента импульса, проекции момента импульса. Классификация электронных уровней.
22. Квантово-механическая модель атома. Спектр атома водорода. Правила отбора. Метастабильные состояния.

- Пространственное квантование момента импульса.
23. Орбитальный магнитный момент электрона в атоме (приближение Бора). Магнетон Бора. Продольный и поперечный эффекты Зеемана.
 24. Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона.
 25. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектральных линий.
 26. Принцип неразличимости тождественных частиц и принцип запрета Паули. Бозоны и фермионы. Распределение электронов в многоэлектронном атоме по состояниям.
 27. Периодическая таблица химических элементов Менделеева. Порядок заполнения электронных оболочек. Зависимость свойств элемента от электронной конфигурации.
 28. Протонно-нейтронная модель строения ядра. Основные свойства нуклонов. Характеристики ядер. Энергия связи. Периодичность ядерных свойств.
 29. Ядерные силы, их основные свойства. Обменный характер сильного взаимодействия. Пи-мезоны.
 30. Модели атомного ядра, их классификация. Капельная модель ядра.
 31. Оболочечная и коллективная (обобщенная) модели атомного ядра.
 32. Открытие радиоактивности. Основные виды радиоактивности. Закономерности спонтанного распада тяжелых ядер. внутренней конверсии электронов, протонной радиоактивности.
 33. Закон радиоактивного распада. Правила смещения. Семейства радиоактивных элементов.
 34. Основные закономерности альфа-распада.
 35. Основные закономерности бета-распада. Открытие нейтрино.
 36. Гамма-распад ядер. Эффект Мессбауэра, его применение.
 37. Ядерные реакции, их классификация. Законы сохранения при ядерных реакциях. Энергетический эффект реакции. Пороговая энергия реакции.
 38. Реакция деления тяжелых ядер. Цепные реакции. Ядерный реактор. Ядерная энергетика.
 39. Реакция слияния легких ядер. Источник энергии звезд. Проблема управляемого термо-ядерного синтеза.
 40. Элементарные частицы и античастицы. Основные характеристики элементарных частиц. Законы сохранения в физике высоких энергий.
 41. Методы наблюдения и регистрации радиоактивных излучений и частиц: сцинтилляционный счетчик, черенковский счетчик, ионизационная камера, газоразрядный счетчик, камера Вильсона, пузырьковая камера, искровая камера, метод ядерных фотоэмульсий.
 42. Ускорители заряженных частиц: линейные резонансные ускорители, бетатрон, циклотрон, фазотрон, синхротрон, синхрофазотрон, - их устройство и принцип действия.
 43. Фундаментальные взаимодействия Классификация элементарных частиц по типам взаимодействий.
 44. Сложная структура адронов. Кварки. Аромат. Цвет. Принцип конфайнмента.

- оценка «отлично» выставляется студенту, если были даны все ответы на поставленные вопросы, выступление грамотное, с точки зрения физики - аргументированное. Студент владеет наглядными способами предоставления информации;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если были даны все ответы на поставленные вопросы, но недостаточно полно. Использовались наглядные методы предоставления информации;

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если ответил не на все поставленные вопросы, при ответе испытывал затруднения, говорил не достаточно уверенно, слабо владеет средствами наглядности;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если студент не смог выполнить поставленную задачу.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л1.1	Милантьев В.П.	Атомная физика: учебник и практикум для академического бакалавриата	Москва: Юрайт, 2017	
Л1.2	Савельев И.В.	Курс общей физики. Т. 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: в 3-х т.: учебник	Санкт-Петербург: Лань, 2016	

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л2.1	Савельев И.В.	Курс общей физики. Кн.5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: в 5-и кн.	Москва: Астрель, 2004	
Л2.2	Чертов А.Г., Воробьев А.А.	Задачник по физике: учебное пособие для вузов	Москва: Высшая школа, 1981	
Л2.3	Волькенштейн В.С.	Сборник задач по общему курсу физики: учебное пособие	Санкт-Петербург: Книжный мир, 2006	

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л2.4	Трофимова Т.И.	Курс физики: учебник для вузов	Москва: Высшая школа, 1985	
6.3.1 Перечень программного обеспечения				
6.3.1.1	MS Office			
6.3.1.2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса СТАНДАРТНЫЙ			
6.3.1.3	MS WINDOWS			
6.3.1.4	NVDA			
6.3.1.5	Яндекс.Браузер			
6.3.1.6	LibreOffice			
6.3.1.7	Moodle			
6.3.1.8	MS Windows			
6.3.1.9	РЕД ОС			
6.3.2 Перечень информационных справочных систем				
6.3.2.1	Межвузовская электронная библиотека			
6.3.2.2	Электронно-библиотечная система IPRbooks			
6.3.2.3	База данных «Электронная библиотека Горно-Алтайского государственного университета»			

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
	проблемная лекция

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)		
Номер аудитории	Назначение	Основное оснащение
214 Б1	Кабинет методики преподавания физики. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Ученическая доска, мультимедиапроектор, компьютер, экран, посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся), рабочее место преподавателя
211 Б1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Помещение для самостоятельной работы	Рабочее место преподавателя. Посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся), компьютеры с доступом к Интернет
221 Б1	Лаборатория оптики и атомной физики. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Установка для определения резонансного потенциала методом Франка и Герца ФПК 02. Счётчик Гейгера, трубки спектральные ТСУ с высоковольтным источником, спектрограф. Модульно-учебный комплекс «Квантовая оптика». МУК-ОК (пр-во ООО «Опытные приборы», Новосибирск). Модульно-учебный комплекс «Физические основы электроники». МУК-ФОЭ1 (пр-во ООО «Опытные приборы», Новосибирск). Посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся), рабочее место преподавателя, ученическая доска
102 Б1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Ученическая доска, мультимедиапроектор, экран, компьютер. Рабочее место преподавателя, посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся), кафедра

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	

Лекции, с одной стороны – это одна из основных форм учебных занятий в высших учебных заведениях, представляющая собой систематическое, последовательное устное изложение преподавателем определенного раздела конкретной науки или учебной дисциплины, с другой – это особая форма самостоятельной работы с учебным материалом. Лекция не заменяет собой книгу, она только подталкивает к ней, раскрывая тему, проблему, выделяя главное, существенное, на что следует обратить внимание, указывает пути, которым нужно следовать, добиваясь глубокого понимания поставленной проблемы, а не общей картины.

Работа на лекции – это сложный процесс, который включает в себя такие элементы как слушание, осмысление и собственно конспектирование. Для того, чтобы лекция выполнила свое назначение, важно подготовиться к ней и ее записи еще до прихода преподавателя в аудиторию. Без этого дальнейшее восприятие лекции становится сложным. Лекция в университете рассчитана на подготовленную аудиторию. Преподаватель излагает любой вопрос, ориентируясь на те знания, которые должны быть у студентов, усвоивших материал всех предыдущих лекций. Важно научиться слушать преподавателя во время лекции, поддерживать непрерывное внимание к выступающему.

Однако, одного слушания недостаточно. Необходимо фиксировать, записывать тот поток информации, который сообщается во время лекции – научиться вести конспект лекции, где формулировались бы наиболее важные моменты, основные положения, излагаемые лектором. Для ведения конспекта лекции следует использовать тетрадь. Ведение конспекта на листочках не рекомендуется, поскольку они не так удобны в использовании и часто теряются. При оформлении конспекта лекции необходимо оставлять поля, где студент может записать свои собственные мысли, возникающие параллельно с мыслями, высказанными лектором, а также вопросы, которые могут возникнуть в процессе слушания, чтобы получить на них ответы при самостоятельной проработке материала лекции, при изучении рекомендованной литературы или непосредственно у преподавателя в конце лекции. Составляя конспект лекции, следует оставлять значительный интервал между строчками. Это связано с тем, что иногда возникает необходимость вписать в первоначальный текст лекции одну или несколько строчек, имеющих принципиальное значение и почерпнутых из других источников. Расстояние между строками необходимо также для подчеркивания слов или целых групп слов (такое подчеркивание вызывается необходимостью привлечь внимание к данному месту в тексте при повторном чтении). Обычно подчеркивают определения, выводы.

Также важно полностью без всяких изменений вносить в тетрадь схемы, таблицы, чертежи и т.п., если они предполагаются в лекции. Для того, чтобы совместить механическую запись с почти дословным фиксированием наиболее важных положений, можно использовать системы условных сокращений. В первую очередь сокращаются длинные слова и те, что повторяются в речи лектора чаще всего. При этом само сокращение должно быть по возможности кратким.

Семинарские (практические) занятия Самостоятельная работа студентов по подготовке к семинарскому (практическому) занятию должна начинаться с ознакомления с планом семинарского (практического) занятия, который включает в себя вопросы, выносимые на обсуждение, рекомендации по подготовке к семинару (практическому занятию), рекомендуемую литературу к теме. Изучение материала следует начать с просмотра конспектов лекций. Восстановив в памяти материал, студент приводит в систему основные положения темы, вопросы темы, выделяя в ней главное и новое, на что обращалось внимание в лекции. Затем следует внимательно прочитать соответствующую главу учебника.

Для более углубленного изучения вопросов рекомендуется конспектирование основной и дополнительной литературы. Читая рекомендованную литературу, не стоит пассивно принимать к сведению все написанное, следует анализировать текст, думать над ним, этому способствуют записи по ходу чтения, которые превращают чтение в процесс. Записи могут вестись в различной форме: развернутых и простых планов, выписок (тезисов), аннотаций и конспектов.

Подобрав, отработав материал и усвоив его, студент должен начать непосредственную подготовку своего выступления на семинарском (практическом) занятии для чего следует продумать, как ответить на каждый вопрос темы.

По каждому вопросу плана занятий необходимо подготовиться к устному сообщению (5-10 мин.), быть готовым принять участие в обсуждении и дополнении докладов и сообщений (до 5 мин.).

Выступление на семинарском (практическом) занятии должно удовлетворять следующим требованиям: в нем излагаются теоретические подходы к рассматриваемому вопросу, дается анализ принципов, законов, понятий и категорий; теоретические положения подкрепляются фактами, примерами, выступление должно быть аргументированным.

Лабораторные работы являются основными видами учебных занятий, направленными на экспериментальное (практическое) подтверждение теоретических положений и формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций. Они составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки.

В процессе лабораторной работы как вида учебного занятия студенты выполняют одно или несколько заданий под руководством преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала.

При выполнении обучающимися лабораторных работ значимым компонентом становятся практические задания с использованием компьютерной техники, лабораторно - приборного оборудования и др. Выполнение студентами лабораторных работ проводится с целью: формирования умений, практического опыта (в соответствии с требованиями к результатам освоения дисциплины, и на основании перечня формируемых компетенций, установленными рабочей программой дисциплины), обобщения, систематизации, углубления, закрепления полученных теоретических знаний, совершенствования умений применять полученные знания на практике.

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть выполнены качественно большинством студентов.

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что в ходе выполнения заданий у студентов формируются умения и практический опыт работы с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, аппаратурой, программами и др., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов - их теоретической готовности к выполнению задания.

Формы организации студентов при проведении лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме организации занятий все студенты выполняют одновременно одну и ту же работу. При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется группами по 2 - 5 человек. При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Текущий контроль учебных достижений по результатам выполнения лабораторных работ проводится в соответствии с системой оценивания (рейтинговой, накопительной и др.), а также формами и методами (как традиционными, так и инновационными, включая компьютерные технологии), указанными в рабочей программе дисциплины (модуля). Текущий контроль проводится в пределах учебного времени, отведенного рабочим учебным планом на освоение дисциплины, результаты заносятся в журнал учебных занятий.

Объем времени, отводимый на выполнение лабораторных работ, планируется в соответствии с учебным планом ОПОП. Перечень лабораторных работ в РПД, а также количество часов на их проведение должны обеспечивать реализацию требований к знаниям, умениям и практическому опыту студента по дисциплине (модулю) соответствующей ОПОП.

Самостоятельная работа обучающихся – это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Объем самостоятельной работы определяется учебным планом основной профессиональной образовательной программы (ОПОП), рабочей программой дисциплины (модуля).

Самостоятельная работа организуется и проводится с целью формирования компетенций, понимаемых как способность применять знания, умения и личностные качества для успешной практической деятельности, в том числе:

- формирования умений по поиску и использованию нормативной, правовой, справочной и специальной литературы, а также других источников информации;
- качественного освоения и систематизации полученных теоретических знаний, их углубления и расширения по применению на уровне межпредметных связей;
- формирования умения применять полученные знания на практике (в профессиональной деятельности) и закрепления практических умений обучающихся;
- развития познавательных способностей, формирования самостоятельности мышления обучающихся;
- совершенствования речевых способностей обучающихся;
- формирования необходимого уровня мотивации обучающихся к систематической работе для получения знаний, умений и владений в период учебного семестра, активности обучающихся, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования способностей к саморазвитию (самопознанию, самоопределению, самообразованию, самосовершенствованию, самореализации и саморегуляции);
- развития научно-исследовательских навыков;
- развития навыков межличностных отношений.

К самостоятельной работе по дисциплине (модулю) относятся: проработка теоретического материала дисциплины (модуля); подготовка к семинарским и практическим занятиям, в т.ч. подготовка к текущему контролю успеваемости обучающихся (текущая аттестация); подготовка к лабораторным работам; подготовка к промежуточной аттестации (зачётам, экзаменам).

Виды, формы и объемы самостоятельной работы обучающихся при изучении дисциплины (модуля) определяются:

- содержанием компетенций, формируемых дисциплиной (модулем);
- спецификой дисциплины (модуля), применяемыми образовательными технологиями;
- трудоемкостью СР, предусмотренной учебным планом;
- уровнем высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура, аспирантура), на котором реализуется ОПОП;
- степенью подготовленности обучающихся.

I вариант

1. Ядра атомов состоят

- а) из протонов и нейтронов
- б) из протонов, нейтронов и электронов
- в) из протонов и электронов

2. Массы протона и нейтрона

- а) равны
- б) относятся как 1/836
- в) масса нейтрона незначительно больше массы протона

3. Каков состав ядра ${}_{19}^{39}\text{K}$?

- а) 19 протонов 19 нейтронов
- б) 20 протонов 19 нейтронов
- в) 19 протонов 20 нейтронов

4. Сколько нейтронов содержится в изотопе ${}_{92}^{239}\text{U}$?

- а) 92
- б) 147
- в) 331

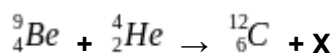
5. Какой заряд имеет β – частица, α – частица?

- а) β – положительный, α – отрицательный
- б) α – положительный, β – отрицательный
- в) β – положительный, α – положительный

6. β – частица - это

- а) поток нейтронов
- б) поток ядер атомов гелия
- в) поток электронов

7. Какая частица освобождается при ядерной реакции



- а) α – частица
- б) β – частица
- в) нейтрон

8. При α – распаде новый элемент занял место в таблице Менделеева

- а) на 2 клетки правее
- б) на 1 клетку левее

в) на 2 клетки левее

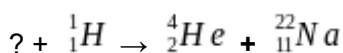
9. Пузырьковая камера используется для регистрации

а) факта прохождения частиц

б) факта прохождения частиц и определения их энергии, скорости и заряда

в) факта прохождения частиц и определения интенсивности излучения радиоактивного элемента

10. Напишите недостающее обозначение в следующей ядерной реакции



11. Вычислите энергию связи ядра ${}^{27}_{13}\text{Al}$.

II вариант

1. В состав атома входят

а) протоны и нейтроны

б) протоны, нейтроны и электроны

в) протоны и электроны

2. Массы протона и нейтрона

а) равны

б) относятся как 1/836

в) масса протона незначительно меньше массы нейтрона

3. Каков состав ядра ${}^{65}_{30}\text{Zn}$?

а) 30 протонов 35 нейтронов

б) 30 протонов 30 нейтронов

в) 30 протонов 95 нейтронов

4. Сколько нейтронов содержится в изотопе ${}^{235}_{92}\text{U}$?

а) 92

б) 235

в) 143

5. Какой заряд имеет α – частица?

а) положительный

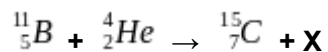
б) отрицательный

в) не имеет заряда

6. α – частица - это

- а) поток нейтронов
- б) поток ядер атомов гелия
- в) поток электронов

7. Какая частица освобождается при ядерной реакции



- а) α – частица
- б) β – частица
- в) нейтрон

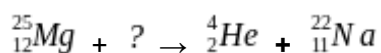
8. При β – распаде новый элемент занял место в таблице Менделеева

- а) на 2 клетки правее
- б) на 1 клетку левее
- в) на 2 клетки левее

А9. С помощью какого прибора можно зарегистрировать величину радиационного излучения?

- а) счётчик Гейгера и камера Вильсона
- б) камера Вильсона
- в) счётчик Гейгера

10. Напишите недостающее обозначение в следующей ядерной реакции



11. Вычислите энергию связи ядра ${}_{5}^{10}\text{B}$

Контрольная работа для текущего контроля 1

Вариант 1

1. Определить длину волны де Бройля для электрона, движущегося со скоростью, меньшей скорости света в 20 раз. Рассчитать его энергию (в эВ) и частоту волны де Бройля. Сравните длину волны де Бройля с диаметром атома (10^{-10} м)

2. Частота собственных колебаний молекулы фтора $\omega = 1.715 \cdot 10^{14}$ рад/с, масса атома фтора равна 19 а.е.м. (1 а.е.м. = $1.67 \cdot 10^{-27}$ кг). Определите энергию основного состояния и первых трех уровней, длину волны электромагнитного излучения, возникающего при переходах между соседними уровнями, амплитуду колебаний в основном состоянии $\sqrt{\hbar/(m\omega)}$, сравните её с межатомным расстоянием (0.1412 нм).

3. Квантовый дефект для атома калия составляет:

$$\text{для s-электронов } \alpha_s = -2.230;$$

$$\text{для p-электронов } \alpha_p = -1.776;$$

$$\text{для d-электронов } \alpha_d = -0.146;$$

$$\text{для f-электронов } \alpha_f = -0.007;$$

Определить головные линии главной, резкой, диффузной и основной серий.

Вариант 2

1. Определить длину волны де Бройля для протона, движущегося со скоростью, меньшей скорости света в десять раз. Рассчитать энергию протона (в эВ) и частоту волны де Бройля. Сравните длину волны де Бройля с диаметром ядра (10^{-15} м)

2. Частота собственных колебаний молекулы хлора $\omega = 1.048 \cdot 10^{14}$ рад/с, масса атома хлора равна 35 а.е.м. Определите энергию основного состояния и первых трех уровней, длину волны электромагнитного излучения, возникающего при переходах между соседними уровнями, амплитуду колебаний в основном состоянии $\sqrt{\hbar/(m\omega)}$, сравните её с межатомным расстоянием (0.1988 нм).

3. Длина волны K_α у ванадия равна 2.51 \AA , а у меди 1.54 \AA . Пользуясь законом Мозли, определить длину волны для никеля.

Вариант 3

1. Размер бесконечно глубокой потенциальной ямы 10^{-9} м. Определите энергию первого и второго уровней для электрона в этой яме, энергию перехода между ними, длину волны и частоту фотона, излучаемого при этом переходе.

2. Определите энергии трех нижних вращательных уровней молекулы азота, если ее вращательная постоянная $B = \frac{\hbar^2}{2I} = 1.998 \text{ см}^{-1}$ ($1 \text{ эВ} = 8065.479 \text{ см}^{-1}$). Определите отношение заселенности уровней с $J=2$ и $J=3$ к заселенности основного уровня при температуре $T = 300 \text{ К}$. Определите, при каком значении вращательного числа J энергия уровня становится выше тепловой энергии kT .

3. Длина волны K_α у ванадия равна 2.51 \AA , а у меди 1.54 \AA . Пользуясь законом Мозли, определить длину волны для кобальта.

Вариант 4

1. Область локализации нейтрона имеет размер $\Delta x = 10^{-15}$ м. Рассчитайте разброс значений импульса из соотношения неопределенностей. Считая, что в данной области

- формируется стоячая волна, определите его модуль импульса и кинетическую энергию.
2. Определите энергии трех нижних вращательных уровней молекулы азота, если ее вращательная постоянная $B = \frac{\hbar^2}{2I} = 1.998 \text{ см}^{-1}$ ($1\text{эВ} = 8065.479\text{см}^{-1}$). Определите энергии переходов между этими уровнями и длины волн для излучения, возникающего при этих переходах.
 3. Длина волны K_α у ванадия равна 2.51Å , а у меди 1.54 Å . Пользуясь законом Мозли, определите длину волны для хрома.

Вариант 5

1. Размер бесконечно глубокой потенциальной ямы 10^{-15} м. Определите энергию первого и второго уровней для нейтрона в этой яме, энергию перехода между ними, длину волны и частоту фотона, излучаемого при этом переходе.
2. Определите, при каком значении вращательного числа J энергия вращательного уровня молекулы азота становится выше тепловой энергии kT при температуре $T = 300 \text{ К}$, если ее вращательная постоянная $B = \frac{\hbar^2}{2I} = 1.998 \text{ см}^{-1}$ ($1\text{эВ} = 8065.479\text{см}^{-1}$). Определите длины волн переходов с этого уровня на более нижние в стоксовой и антистоксовой серии.
3. Длина волны K_α у ванадия равна 2.51Å , а у меди 1.54 Å . Пользуясь законом Мозли, определите длину волны для железа.

Вариант 6

1. Найти вероятность отражения электрона с энергией 1 эВ от алюминиевого анода. Работа выхода алюминия 4.26 эВ . Анод представить в виде потенциального «провала» с глубиной, равной работе выхода.
2. Определите, при каком значении вращательного числа J энергия вращательного уровня молекулы азота становится выше тепловой энергии kT при температуре $T = 300 \text{ К}$, если ее вращательная постоянная $B = \frac{\hbar^2}{2I} = 1.998 \text{ см}^{-1}$ ($1\text{эВ} = 8065.479\text{см}^{-1}$). Какие значения может принимать магнитное квантовое число на этом уровне? Рассчитайте отношение заселенности этого уровня к заселенности основного уровня.
3. Длина волны K_α у ванадия равна 2.51Å , а у меди 1.54 Å . Пользуясь законом Мозли, определите длину волны для марганца.

Вариант 7

1. Размер бесконечно глубокой потенциальной ямы 10^{-6} м. Определите энергию первого и второго уровней для электрона в этой яме, энергию перехода между ними, длину волны и частоту фотона, излучаемого при этом переходе. Сравните полученные значения энергии с тепловой при температуре 300 К .
2. Определите, при каком значении вращательного числа J энергия вращательного уровня молекулы водорода становится выше тепловой энергии kT при температуре $T = 6000 \text{ К}$ (фотосфера Солнца), если ее вращательная постоянная $B = \frac{\hbar^2}{2I} = 60.85 \text{ см}^{-1}$ ($1\text{эВ} = 8065.479\text{см}^{-1}$). Какие значения может принимать магнитное квантовое число на этом уровне? Рассчитайте отношение заселенности этого уровня к заселенности основного уровня.
3. Рассчитайте длины волн излучения для первых трех линий серии Бальмера.

Вариант 8

1. Определить длину волны де Бройля для альфа-частицы, двигающейся со скоростью, меньшей скорости света в десять раз. Рассчитать энергию альфа-частицы (в эВ) и частоту волны де Бройля. Сравните длину волны де Бройля с диаметром ядра (10^{-15} м)
2. Энергия основного колебательного состояния молекулы азота равна 0.292 эВ. Определите энергию первых трех уровней, длину волны электромагнитного излучения, возникающего при переходах между соседними уровнями, и отношение заселенностей первого уровня и основного при температуре 285 К (атмосфера у поверхности Земли)
3. Определите энергии первых трех уровней в атоме водорода. Какую кратность вырождения имеет третий уровень? Рассчитайте отношение заселенностей третьего уровня к основному при температуре 6000 К (фотосфера Солнца).

Вариант 9

1. Размер бесконечно глубокой потенциальной ямы 10^{-14} м. Определите энергию первого и второго уровней для протона в этой яме, энергию перехода между ними, длину волны и частоту фотона, излучаемого при этом переходе.
2. Частота собственных колебаний молекулы водорода $\omega = 8.237 \cdot 10^{14}$ рад/с. Определите энергию основного состояния и первых трех уровней, длину волны электромагнитного излучения, возникающего при переходах между соседними уровнями, относительную заселенность второго уровня при температуре 6000 К (фотосфера Солнца).
3. Определите энергии первых трех уровней в атоме водорода. Какую кратность вырождения имеет третий уровень? Рассчитайте отношение заселенностей третьего уровня к основному при температуре 1000 000 К (корона Солнца).

Вариант 10

1. Определите вероятность туннелирования электрона через прямоугольный потенциальный барьер толщиной 10^{-10} м, если его энергия на 1 эВ ниже высоты потенциального барьера
2. Частота собственных колебаний молекулы азота $\omega = 4.4129 \cdot 10^{14}$ рад/с. Определите энергии первых трех колебательных состояний молекулы. Определите отношение заселенностей первого и нулевого уровня при температуре 300 К.
3. Рассчитайте для водородоподобного иона He^+ энергии переходов на третий уровень с четвертого и пятого. Рассчитайте для излучаемых фотонов частоты и длины волн. Сравните полученные длины волн с границами оптического диапазона (0.38 ... 0.76 мкм).

Вариант 11

1. Треугольный потенциальный барьер для электронов на катоде радиолампы имеет высоту U_0 и задается уравнением $U = U_0 - eEx = U_0(1 - x/d)$, где $E = \Delta\varphi/l$ - напряженность электрического поля в лампе, $\Delta\varphi$ - разность потенциалов между катодом и анодом, d - толщина барьера туннелирования, l - расстояние между анодом и катодом. Рассчитайте коэффициент прозрачности барьера по формуле Гамова, если $U_0 = 2$ эВ, $\Delta\varphi = 100$ В. Как изменится коэффициент прозрачности, если высота барьера уменьшится в два раза?
2. Частота собственных колебаний молекулы азота $\omega = 4.4129 \cdot 10^{14}$ рад/с. Определите энергии первых трех колебательных состояний молекулы. Определите

количество молекул в комнате объемом 250 м^3 на пятом уровне при температуре 300 К и давлении 100 кПа.

3. Рассчитайте радиусы первых трех орбиталей водородоподобного иона He^+ и энергии электронов на них. Определите энергии переходов между вторым и первым уровнем, между третьим и первым уровнем, частоты излучаемых ими фотонов и длины волн фотонов. Сравните полученные длины волн с длиной волны фиолетового света (0.38 мкм). Сделайте вывод, к какому диапазону на шкале электромагнитных волн относится это излучение.

Вариант 12

1. Найти вероятность отражения электрона с энергией 1 эВ от золотого анода. Работа выхода золота 5.1 эВ. Анод представить в виде потенциального «провала» с глубиной, равной работе выхода.
2. Частота собственных колебаний молекулы азота $\omega = 4.4129 \cdot 10^{14}$ рад/с. Определите энергии первых трех колебательных состояний молекулы и длину волны излучения при переходах между этими уровнями.
3. Рассчитайте для водородоподобного иона He^+ энергии переходов на первый уровень со второго и третьего. Рассчитайте для излучаемых фотонов частоты и длины волн. Сравните полученные длины волн с границами оптического диапазона (0.38 ... 0.76 мкм).

Вариант 13

1. Определите вероятность туннелирования альфа-частицы через прямоугольный потенциальный барьер толщиной 10^{-15} м, если ее энергия на 200 МэВ ниже высоты потенциального барьера
2. Частота собственных колебаний молекулы азота $\omega = 4.4129 \cdot 10^{14}$ рад/с. Определите энергии первых трех колебательных состояний молекулы. Определите отношение заселенностей на втором и основном уровнях при температуре 300 К.

3. Квантовый дефект для атома калия составляет:

$$\text{для s-электронов } \alpha_s = -2.230;$$

$$\text{для p-электронов } \alpha_p = -1.776;$$

$$\text{для d-электронов } \alpha_d = -0.146;$$

$$\text{для f-электронов } \alpha_f = -0.007;$$

Определить длину волны для первых трех линий главной серии. Определите отношение заселенностей на 4P и 4S уровнях при температуре 1000 К.

Вариант 14

1. Определите вероятность туннелирования протона через прямоугольный потенциальный барьер толщиной 10^{-15} м, если ее энергия на 8 МэВ ниже высоты потенциального барьера
2. Частота собственных колебаний молекулы азота $\omega = 4.4129 \cdot 10^{14}$ рад/с. Определите энергии первых трех колебательных состояний молекулы. Определите отношение заселенностей на третьем и основном уровнях при температуре 300 К.

3. Квантовый дефект для атома калия составляет:

$$\text{для s-электронов } \alpha_s = -2.230;$$

$$\text{для p-электронов } \alpha_p = -1.776;$$

$$\text{для d-электронов } \alpha_d = -0.146;$$

$$\text{для f-электронов } \alpha_f = -0.007;$$

Определить длину волны для первых трех линий резкой серии. Определите отношение заселенностей на 4P и 5S уровнях при температуре 1000 К.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если им были решены три задачи
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если были решены две задачи.
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, он решил одну задачу
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если студент не смог решить ни одной задачи

Контрольная работа для текущего контроля 2

Вариант 1

1. Определите, какая доля калия-40 сохранилась на Земле от начального содержания, если ее возраст 4.5 млрд лет, а период полураспада этого изотопа 1.248 млрд. лет. Какова активность 1 г природного калия, если содержание калия-40 в нем составляет 0.0117%?
2. При альфа-распаде урана-238 (дефект массы 48307 кэВ) образуется ядро тория-234 с дефектом массы $\Delta m_1 c^2 = 40612$ кэВ. Какой кинетической энергией обладает это ядро, если энергия альфа-частицы $E_2 = 4200$ кэВ (в 77% случаев), а ее дефект массы $\Delta m_2 c^2 = 2424$ кэВ? Гамма-излучение при распаде не наблюдается. С какими скоростями движется ядро тория и альфа-частица в классическом приближении, если ядро урана находилось перед распадом в покое? Проверьте выполнение закона сохранения импульса
3. Рассмотрите упругое центральное соударение движущегося нейтрона с покоящимся ядром бериллия и определите отношение кинетической энергии нейтрона до соударения к кинетической энергии после соударения. Сколько соударений должно произойти, чтобы энергия упала с 2 МэВ до тепловой при температуре 800 К? Определите константу рассеяния нейтронов в бериллии $\lambda_s = \sigma_s n$, если сечение рассеяния для нейтронов $\sigma_s = 5$ барн, а плотность 3 г/см^3 . Какое количество соударений нейтронов с бериллием произойдет на расстоянии 1 см?

Вариант 2

1. Период полураспада тория $T = 14.05$ млрд лет. Определите, какая доля тория сохранилась на Земле от начального содержания, если ее возраст 4.5 млрд лет. Определите, массу изотопа, приходившуюся тогда на квадратный метр земной коры, если современное массовое содержание тория $10^{-3}\%$, плотность земной коры 2500 кг/м^3 , а толщина слоя, содержащего радиоизотопы 10 км.
2. При альфа-распаде ядра тория-232 (дефект массы $\Delta m_0 c^2 = 35447,2$ кэВ) образуется ядро радия-228 с дефектом массы $\Delta m_1 c^2 = 28941$ кэВ. Какой кинетической энергией обладает это ядро, если энергия альфа-частицы $E_2 = 4010$ кэВ (в 77% случаев), а ее дефект массы $\Delta m_2 c^2 = 2424$ кэВ? Гамма-излучение при распаде не наблюдается. С какими скоростями движется ядро радия и альфа-частица в классическом приближении, если ядро тория находилось перед распадом в покое? Проверьте выполнение закона сохранения импульса.
3. Плотность плутония 19.8 г/см^3 , молярная масса 239 г/моль. Среднее количество нейтронов, рождающихся при расщеплении плутония, равно $\bar{\nu} = 2.874$. Сечение реакции расщепления для быстрых нейтронов в плутонии равно 2 барн, для тепловых 748 барн. Определите длину размножения нейтронов в плутонии для быстрых и тепловых нейтронов. Сравните полученные значения с размерами ядерного заряда в первой плутониевой бомбе (шар весом 6 кг).

Вариант 3

1. Определите, какая доля цезия-137 сохранилась с момента Чернобыльской катастрофы от начального содержания в ее выбросах, если авария произошла в 1987 г, а период полураспада этого изотопа 30 лет. Какую активность будет иметь 1 мг этого изотопа?
2. При бета-распаде стронция-90 (дефект массы -85935 кэВ) образуется электрон с энергией 546 кэВ и массой покоя 511 кэВ. Определите кинетическую энергию ядра иттрия, если его дефект массы -86480 кэВ

3. Рассмотрите упругое центральное соударение движущегося нейтрона с покоящимся ядром кислорода и определите отношение кинетической энергии нейтрона до соударения к кинетической энергии после соударения. Сколько соударений должно произойти, чтобы энергия упала с 2 МэВ до тепловой при температуре 800 К? Определите константу рассеяния нейтронов $\lambda_s = \sigma_s n$ в тетраоксиде урана U_3O_8 , если сечение рассеяния для нейтронов $\sigma_s = 3.76$ барн, а плотность U_3O_8 10 г/см³. Какое количество соударений нейтронов с ядром произойдет на расстоянии 1 см?

Вариант 4

1. Определите, какая доля йода-129 сохранилась с момента Чернобыльской катастрофы от начального содержания в ее выбросах, если авария произошла в 1987 г, а период полураспада этого изотопа 15.7 млн. лет. Какую активность будет иметь 1 мг этого изотопа?

2. При альфа-распаде ядра радона-222 (дефект массы $\Delta m_0 c^2 = 16370$ кэВ) образуется ядро полония-218 с дефектом массы $\Delta m_1 c^2 = 8354$ кэВ. Какой кинетической энергией обладает это ядро, если энергия альфа-частицы $E_2 = 5490$ кэВ, а ее дефект массы $\Delta m_2 c^2 = 2424$ кэВ, а энергия гамма-кванта 510 кэВ? С какими скоростями движется образовавшееся ядро и альфа-частица в классическом приближении, если ядро радона находилось перед распадом в покое? Проверьте выполнение закона сохранения импульса.

3. Плотность нептуния 20 г/см³, молярная масса 236 г/моль. Среднее количество нейтронов, рождающихся при расщеплении, равно $\bar{\nu} = 3.12$. Сечение реакции расщепления для быстрых нейтронов равно 2 барн, для тепловых 2500 барн. Определите длину размножения нейтронов для быстрых и тепловых нейтронов.

Вариант 5

1. Определите, какая доля стронция-90 сохранилась с момента Чернобыльской катастрофы от начального содержания в ее выбросах, если авария произошла в 1987 г, а период полураспада этого изотопа 28.6 лет. Какую активность будет иметь 1 мг этого изотопа?

2. При альфа-распаде ядра актиния-209 (дефект массы $\Delta m_0 c^2 = 9120$ кэВ) образуется ядро франция с дефектом массы $\Delta m_1 c^2 = 870$ кэВ. Какой кинетической энергией обладает это ядро, если энергия альфа-частицы $E_2 = 7590$ кэВ, а ее дефект массы $\Delta m_2 c^2 = 2424$ кэВ? Гамма-излучение при распаде не наблюдается. С какими скоростями движется образовавшееся ядро и альфа-частица в классическом приближении, если ядро актиния находилось перед распадом в покое? Проверьте выполнение закона сохранения импульса.

3. Рассмотрите упругое центральное соударение движущегося нейтрона с покоящимся ядром бериллия и определите отношение кинетической энергии нейтрона до соударения к кинетической энергии после соударения. Сколько соударений должно произойти, чтобы энергия упала с 2 МэВ до тепловой при температуре 800 К? Определите константу рассеяния нейтронов в бериллии $\lambda_s = \sigma_s n$, если сечение рассеяния для нейтронов $\sigma_s = 6.15$ барн, а плотность 3 г/см³. Какое количество соударений нейтронов с бериллием произойдет на расстоянии 1 см?

Вариант 6

1. Период полураспада урана-238 $T=4.468$ млрд лет. Определите, какая доля урана сохранилась на Земле от начального содержания, если ее возраст 4.5 млрд лет. Определите, массу изотопа, приходившуюся тогда на квадратный метр земной коры, если современное массовое содержание урана $4 \cdot 10^{-4}\%$, плотность земной коры 2500 кг/м^3 , а толщина слоя, содержащего радиоизотопы 10 км.
2. При альфа-распаде ядра тория-232 (дефект массы $\Delta m_0 c^2 = 35447,2$ кэВ) образуется ядро радия-228 с дефектом массы $\Delta m_1 c^2 = 28941$ кэВ. Какой кинетической энергией обладает это ядро, если энергия альфа-частицы $E_2 = 4010$ кэВ, а ее дефект массы $\Delta m_2 c^2 = 2424$ кэВ? Гамма-излучение при распаде не наблюдается. С какими скоростями движется ядро радия и альфа-частица в классическом приближении, если ядро тория находилось перед распадом в покое? Проверьте выполнение закона сохранения импульса.
3. Плотность плутония 19.8 г/см^3 , молярная масса 239 г/моль. Среднее количество нейтронов, рождающихся при расщеплении плутония, равно $\bar{\nu} = 2.874$. Сечение реакции расщепления для быстрых нейтронов в плутонии равно 2 барн, для тепловых 748 барн. Определите длину размножения нейтронов в плутонии для быстрых и тепловых нейтронов. Сравните полученные значения с размерами ядерного заряда в первой плутониевой бомбе (шар весом 6 кг).

Вариант 7

1. Определите, какая доля плутония-239 сохранится в боеголовке возрастом 1000 лет от начального содержания, если период полураспада этого изотопа 24119 лет. Какова активность 1 кг этого изотопа?
2. При альфа-распаде иттербия-154 (дефект массы -50050 кэВ) образуется ядро эрбия-150 с дефектом массы $\Delta m_1 c^2 = -57940$ кэВ. Какой кинетической энергией обладает это ядро, если энергия альфа-частицы $E_2 = 5330$ кэВ, а ее дефект массы $\Delta m_2 c^2 = 2424$ кэВ? Гамма-излучение при распаде не наблюдается. С какими скоростями движется ядро эрбия и альфа-частица в классическом приближении, если ядро иттербия находилось перед распадом в покое? Проверьте выполнение закона сохранения импульса.
3. Оцените флюенс от гамма-излучения 1 кг плутония-239 на расстоянии 1 м, если период его полураспада 24119 лет, энергия гамма-кванта 52 кэВ, и испускается гамма-квант в 0.03% от всех распадов. Оцените накопленную эквивалентную дозу для человека с экспонируемой площадью 0.8 м^2 и массой 80 кг за 200 восьмичасовых рабочих дней, если коэффициент качества гамма-излучения равен 1. Сравните полученный результат с допустимым для персонала группы А уровнем 20 мЗв/год. Считать, что все гамма-кванты поглощаются в организме работника.

Вариант 8

1. Определите активность углерода-14 в образце возрастом 3000 лет, если период полураспада этого изотопа 5730 лет, а активность свежего образца 10 мин^{-1} .

2. При альфа-распаде полония-208 (дефект массы $\Delta m_0 c^2 = -17474$ кэВ) образуется ядро свинца-204 с дефектом массы $\Delta m_1 c^2 = -25117$ кэВ. Какой кинетической энергией обладает это ядро, если энергия альфа-частицы $E_2 = 5115$ кэВ, а ее дефект массы $\Delta m_2 c^2 = 2424$ кэВ? Гамма-излучение при распаде не наблюдается. С какими скоростями движется ядро свинца и альфа-частица в классическом приближении, если ядро полония находилось перед распадом в покое? Проверьте выполнение закона сохранения импульса.

3. Рассмотрите упругое центральное соударение движущегося нейтрона с покоящимся ядром азота и определите отношение кинетической энергии нейтрона до соударения к кинетической энергии после соударения. Сколько соударений должно произойти, чтобы энергия упала с 2 МэВ до тепловой при температуре 400 К? Определите константу рассеяния тепловых нейтронов в воздухе $\lambda_s = \sigma_s n$, если сечение рассеяния для нейтронов $\sigma_s = 10$ барн, а плотность 0.12 г/см³. Какое количество соударений нейтронов с ядрами азота произойдет на расстоянии 1 см?

Вариант 9

1. Определите, какая доля бериллия-10 сохранится в образце возрастом 5 млн лет от начального содержания, если период полураспада этого изотопа 1.6 млн лет. Какова активность 1 нг этого изотопа?

2. При альфа-распаде полония-209 (дефект массы $\Delta m_0 c^2 = -16373$ кэВ) образуется ядро свинца-205 с дефектом массы $\Delta m_1 c^2 = -23777$ кэВ. Какой кинетической энергией обладает это ядро, если энергия альфа-частицы $E_2 = 4881$ кэВ, а ее дефект массы $\Delta m_2 c^2 = 2424$ кэВ? Гамма-излучение при распаде не наблюдается. С какими скоростями движется ядро свинца и альфа-частица в классическом приближении, если ядро полония находилось перед распадом в покое? Проверьте выполнение закона сохранения импульса.

3. Плотность калифорния 15.1 г/см³, молярная масса 249 г/моль. Среднее количество нейтронов, рождающихся при расщеплении калифорния, равно $\bar{\nu} = 4.06$. Сечение реакции расщепления для тепловых нейтронов 1642 барн. Определите длину размножения нейтронов в калифорнии для тепловых нейтронов. Определите массу калифорния, содержащуюся в сфере такого же радиуса.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если им были решены три задачи
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если были две задачи.
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, он решил одну задачу
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если студент не смог решить ни одной задачи