

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ФИЗИКА

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

Декан физико-математического факультета

_____/ Нальгиева М. А.
от « 12 » 03 2025 г.

_____/ Кульбужев Б. С.
от « 14 » 03 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.09.05 Атомная физика

(индекс дисциплины по учебному плану, наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки (бакалавриат)

03.03.02 Физика

(код, наименование)

Направленность

Физика

(наименование профиля, магистерской программы, специализации)

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения очная

(очная, заочная, очно-заочная)

Магас, 2025 г.

Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Атомная физика» являются формирование систематизированных знаний в области общей и экспериментальной физики; научить студентов применять знания физики при решении задач в области, где они специализируются.

Студент должен познакомиться с некоторыми методами, применяемыми к описанию наблюдаемых физических явлений и приобрести навыки самостоятельных научных исследований, включая формирование навыков изучения научной физической литературы.

№ п/п	Код профессионального стандарта	Наименование области профессиональной деятельности. Наименование профессионального стандарта
01 Образование и наука		
1.	01.001	Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 октября 2013 г. № 544н(зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 6 декабря 2013 г., регистрационный №30550), с изменением, внесенным приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 августа 2016г.№422н (зарегистрирован Министерством юстиции РФ 23 августа2016г., регистрационный № 43326)
2.	01.003	Профессиональный стандарт «Педагог дополнительного образования детей и взрослых», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 мая 2018г. № 298н (зарегистрирован Министерством юстиции РФ 28 августа 2018г., регистрационный № 52016

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих обобщенных трудовых функций:

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
	Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
01.001 Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)	А	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования	6	Общепедагогическая функция. Обучение	А/01.6	6
				Воспитательная деятельность	А/02.6	6
				Развивающая деятельность	А/03.6	6
	В	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ	6	Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования	В/03.6	6

Перечень задач профессиональной деятельности выпускников:

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания)
01 Образование	Педагогический	Разработка и реализация образовательных программ СПО и программ ДО	Образовательные программы и образовательный процесс в системе СПО и ДО
06 Связь, информационные и коммуникационные технологии	Научно-исследовательский	Исследование, разработка, внедрение и сопровождение информационных технологий и систем	Информационные процессы, технологии, системы и сети, их инструментальное (программное, техническое, организационное) обеспечение, способы и методы проектирования, отладки, производства и эксплуатации информационных технологий и систем в различных областях и сферах цифровой экономики

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Атомная физика» относится к модулю «Общая физика» обязательной части цикла (Б1.О.09.03).

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

Данный курс формирует у студентов квантово-механическое мышление, фундаментальные теоретические знания и практические навыки в области атомной физики. Особое значение дисциплины определяется возросшим удельным весом научных исследований и технологий в физике микромира в настоящее время. Будущий специалист должен четко представлять: что в проблемах: связанных со свойствами микромира, наглядность и классический подход оказываются непригодными и уступают место принципиально новым подходам.

Курс атомной физики необходим для освоения последующих базовых курсов «Квантовая механика», «Физика твердого тела», «Твердотельная электроника», спецкурсов.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые дисциплинами «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм» и «Оптика».

3. Результаты освоения дисциплины (модуля) –«Атомная физика»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними;	Знать теоретические основы, основные понятия, законы и модели основных разделов физики;
		УК-2.2. Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта;	Уметь понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию. Пользоваться теоретическими основами, законами и моделями физики;
		УК-2.3. Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм;	Владеть физическими и математическими методами обработки и анализа информации в области основных разделов физики.
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и естественных наук в сфере профессиональной деятельности.	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями в области физико-математических наук, необходимыми для решения профессиональных задач. ОПК-1.2. Аргументированно применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера. ОПК-1.3. Обладает навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, решения профессиональных задач в области физики и смежных с ней естественнонаучных дисциплин.	Знает физические основы механики, молекулярной физики, природы колебаний и волн, основы термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, основы атомной и ядерной физики, понимает широту и ограниченность применения физики к исследованию процессов и явлений в природе и обществе. Умеет использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач, оценивает достоверность полученного решения задачи. Владеет навыками физических исследований, способен передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах предметной

			области знания.
ПК -3	готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований	<p>ПК-3.1. Понимает физические основы методов и средства преобразования информации, обмена информацией на расстоянии с помощью радиоэлектронных средств и технологий.</p> <p>ПК-3.2. Владеет методологией математического моделирования физических процессов и объектов на базе как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ.</p> <p>ПК-3.3. Применяет цифровую технику при обработке данных при соблюдении основных требований информационной безопасности.</p> <p>ПК-3.4. Применяет современные информационные средства при подготовке данных при составлении обзоров, отчетов и научных публикаций.</p>	<p>Владеть: методами нахождения, отбора и объединения различных методов проведения физических исследований.</p> <p>Уметь: осмысленно выбирать научный метод проведения физических исследований.</p> <p>Знать: способы определения видов и типов профессиональных задач, а также методы их решения при проведении физических исследований</p>

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость								Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)							
			Контактная работа				Самостоятельн ая работа											
			Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Др. виды контакт. работы	Всего	Курсовая работа(проект)	Подготовка к экзамену	Другие виды работ	Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контрольн.	Проверка реферата	Проверка эссе и иных работ	курсовая работа (проект)
1.	Раздел 1.																	
1	Тема 1. Введение. Экспериментальные основы атомной физики	5	1	2														
1.1.	Механистическая картина мира. Электродинамика. Планетарная модель атома Резерфорда. Тождественность и устойчивость атомов. Излучение черного тела. Формула Планка	5	17	4	4	4	3	8		4	4	+			+			
1.2.	Дискретность уровней энергии. Оптические спектры атомов. Спектральные серии и спектральные термы. Постулаты Бора. Атом водорода	5	16	4	4	4	3	9		5	4		+		+			
1.3.	Волновые свойства микрочастиц. Гипотеза де Бройля. Эксперименты Дэвиссона и Джермера. Волновые пакеты. Спектр волнового пакета. Фазовая и групповая скорости.	5	15	8	4	4	3	8		4	4		+		+			
1.4	Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Устойчивость волновых пакетов. Физический смысл волн де Бройля.	5	15	4	4	4	3	8		4	4			+				

1.5	Физические принципы квантовой механики	5	16	4	4	4	3	8		4	4			+			
	Собственные функции, собственные значения и их физический смысл. Среднее значение. Оператор кинетической энергии. Операторы координаты, потенциальной энергии.	5	14	4	4	4	3	8		4	4			+			
Раздел 2.																	
2.1.	Волновая функция. Свойства волновой функции. Волновая функция свободной частицы.	5	17	4	4	4	3	8		4	4			+		+	
2.2.	Гамильтониан. Стационарное уравнение Шредингера. Скобки Пуассона. Формальная схема аппарата квантовой механики. Нестационарное уравнение Шредингера. Уровни энергии. Одномерный потенциальный ящик: энергетические уровни, волновые функции.	5	17	8	8	8	3	8		4	4			+		+	
2.3	Квантовая механика коллектива частиц. Уравнение Шредингера для двух микрочастиц. Тожественные частицы. Симметричные и антисимметричные волновые функции.	5	15	8	8	8	3	8		2	2			+		+	
2.4.	Периодическая система элементов Менделеева. Электронная конфигурация. Правила Хунда. Основное состояние. Рентгеновские спектры.	5	16	4	4	4		2		2	2						
	Курсовая работа (проект)	5						*	*								
	Подготовка к экзамену									27							
	Общая трудоемкость, в часах	180	148	54	48	48		5		27		Промежуточная					
												Форма					
												Зачет					
												Зачет с оценкой					
												Экзамен					+

4.2. Содержание тем дисциплины «Атомная физика»

Тема 1. Введение. Экспериментальные основы атомной физики

1.1. Механистическая картина мира. Электродинамика. Планетарная модель атома Резерфорда. Тожественность и устойчивость атомов. Излучение черного тела. Формула Планка

1.2. Дискретность уровней энергии. Оптические спектры атомов. Спектральные серии и спектральные термы. Постулаты Бора. Атом водорода.

1.3. Волновые свойства микрочастиц. Гипотеза де Бройля. Эксперименты Дэвиссона и Джермера. Волновые пакеты. Спектр волнового пакета. Фазовая и групповая скорости. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Устойчивость волновых пакетов. Физический смысл волн де Бройля.

Задания для самостоятельной работы:

Темы «Квантовая природа электромагнитного излучения» и «Волновые свойства микрочастиц»:

- Модель атома Томсона
- Флуктуация поля излучения. Эксперименты Вавилова. Опыт Вуда.
- Фотоэффект.
- Учет движения ядер в модели атома Бора.
- Эффект Комптона.
- Учет преломления электронных волн в опыте Дэвиссона-Джермера.
- Дифракция нейтронов, атомов, молекул. Эффект Рамзауэра.

Тема 2. Физические принципы квантовой механики

2.1. Волновая функция. Свойства волновой функции. Волновая функция свободной частицы. Принцип суперпозиции. Оператор проекции импульса. Собственные функции, собственные значения и их физический смысл. Среднее значение. Оператор кинетической энергии. Операторы координаты, потенциальной энергии.

2.2. Гамильтониан. Стационарное уравнение Шредингера. Скобки Пуассона. Формальная схема аппарата квантовой механики. Нестационарное уравнение Шредингера.

Уровни энергии. Одномерный потенциальный ящик: энергетические уровни, волновые функции.

2.3. Квантование момента импульса. Квантовая механика в трех измерениях. Оператор проекции момента импульса. Собственные функции и значения оператора проекции момента импульса. Квантование квадрата момента импульса.

Задания для самостоятельной работы:

- Доказать, что, если операторы эрмитовы, то собственные значения операторов вещественные.
- Доказать, что если два разных оператора имеют общие собственные функции, то они коммутируют.
- Ангармонический осциллятор.
- Выразить оператор квадрата момента импульса в сферической системе координат.
- Туннельный эффект. Прямоугольный потенциальный барьер. Примеры туннельного эффекта.
- Линейный гармонический осциллятор: уровни энергии, нулевая энергия, волновые функции.

Тема 3. Строение и свойства атомов

3.1. Квантовая модель атома водорода. Гамильтониан для водородоподобных атомов. Разделение переменных в уравнении Шредингера. Решение для угловой функции. Решение для радиальной функции. Квантование энергии. Квантовые числа, характеризующие состояние атома.

3.2. Собственные функции гамильтониана. Графики плотности вероятности для радиального и углового распределения электрона. Уровни энергии. Вырождение уровней. Правила отбора.

3.3. Атомы щелочных металлов. Физические свойства щелочных металлов. Уровни энергии. Спектральные серии щелочных металлов.

3.4. Магнитные свойства атома. Магнитный орбитальный момент и его квантование. Гиромагнитное отношение. Магнетон Бора. Опыт Штерна – Герлаха. Спин электрона. Спин – орбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектров.

3.5. Векторная модель атомов. Полный механический момент и его квантование. Магнитный момент атома. Фактор Ланде. Эффект Зеемана. Поляризация зеемановских компонент. Спин фотона.

3.6. Квантовая механика коллектива частиц. Уравнение Шредингера для двух микрочастиц. Тожественные частицы. Симметричные и антисимметричные волновые функции. Принцип Паули.

3.7. Периодическая система элементов Менделеева. Электронная конфигурация. Правила Хунда. Основное состояние. Рентгеновские спектры.

Задания для самостоятельной работы:

- Классификация водородоподобных атомов и систем.
- Обоснование правил отбора при излучении и поглощении света.
- Спектральные серии атома натрия.
- Эффект Пашена –Бака.
- Линейный и квадратичный эффекты Штарка.
- Оптические спектры гелия. Орто - и парагелий. Спин системы электронов.

Тема 4. Строение и свойства молекул

4.1. Химическая связь. Виды движений в молекуле. Адиабатическое приближение. Квантово-механический расчет иона молекулы водорода. Триплетные и синглетные состояния. Молекула водорода. Волновые функции. Структура молекул.

4.2. Валентность. Валентность и периодическая система элементов. Направленная валентность. Ротатор. Колебательные и вращательные уровни энергии молекул. Вращательные, колебательные спектры молекул.

Задания для самостоятельной работы:

- Написать электронные термы молекулы Cl_2 , при условии, что атомы Cl находятся в состоянии 2P.
- Оценить по порядку величины колебательную и вращательную энергии молекулы CO. Приведённая масса $1,14 \times 10^{-26} \text{ кг}$, расстояние между атомами $0,113 \text{ нм}$, момент инерции $1,46 \times 10^{-46} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.
- Параводород. Ортоводород. Электронные термы двухатомных молекул.
- Гибридизация. Кратные связи.

Тема 5. Квантовые свойства твердых тел и жидкостей

5.1. Кристаллическая решетка. Типы связи атомов в решетке и порядки энергии связи. Колебания атомов. Фононы. Теплоемкость кристаллов

5.2. Оптические и акустические фононы. Теплоёмкость фононного газа.

5.3. Проводники и диэлектрики. Зонная структура энергетических уровней. Заполнение зон. Теорема Блоха. Зонные модели металлов и диэлектриков, полупроводников.

Задания для самостоятельной работы:

- Квантовая природа пара - и ферромагнетизма.
- Туннельный диод.
- Сверхтекучесть и сверхпроводимость.

5. Образовательные технологии

№ п.п.	Тема программы дисциплины	Применяемые технологии
1	Практическое занятие по теме «Экспериментальные	классическое традиционное; лекционное обучение

	основы атомной физики»: тепловое излучение, фотоэффект, эффект Комптона. Задачи: 1.8, 1.17, 1.41, 1.42, 1.51 [1].	
2	Практическое занятие по теме «Квантово-механическая модель атома водорода»: волновые функции атома водорода, квантовые числа, графики плотностей вероятностей радиального и углового распределения электронов, уровни энергии, правила отбора, вероятности и средние значения для возбужденных состояний. Задачи: 4.75, 4.76, 4.77. [1].	классическое традиционное; лекционное обучение, наглядные, программированные
3	Практическое занятие по теме «Атомы щелочных металлов»: квантовые числа, уровни энергии, правила отбора, спектральные серии. Задачи: 5.1-5.6, 5.8. [1].	классическое традиционное; лекционное обучение, (видеолекции)
4	Практическое занятие по теме «Векторная модель атома»: орбитальный и спиновый механический моменты атома, полный механический момент, спектральный символ атома. Задачи: 5.15-5.24. [1].	классическое традиционное; лекционное обучение, самостоятельная работа
5	Практическое занятие по теме «Магнитные свойства атома»: векторная модель атома, полный механический момент, магнитный момент атома, фактор Ланде, опыт Штерна-Герлаха. Задачи: 6.2, 6.4, 6.8, 6.16. [1].	классическое традиционное; лекционное обучение, самообучение
6	Практическое занятие по теме «Атом в магнитном поле»: простой и сложный эффекты Зеемана, поляризация спектральных линий. Задачи: 6.20, 6.23, 6.26, 6.27, 6.29, 6.35. [1].	классическое традиционное; лекционное обучение, дистанционные
7	Практическое занятие по теме Двухатомные молекулы»: вращательные, молекулярные спектры. Задачи: 7.2, 7.3, 7.5,	классическое традиционное; лекционное обучение,

	7.8, 7.10. [1].	
8	Практическое занятие по теме «Двухатомные молекулы»: колебательные уровни энергии, молекулярные спектры. Задачи: 7.16, 7.19, 7.20, 7.22, 7.26. [1].	классическое традиционное; лекционное обучение,
9	Практическое занятие по теме «Квантовые свойства твердых тел»: структура кристаллов, энергия связи и теплоемкость кристаллов. Задачи: 8.1, 8.5, 8.24, 8.29, 8.30. [1].	классическое традиционное; лекционное обучение,
10	Практическое занятие по теме «Квантовые свойства твердых тел»: свойства металлов и полупроводников. Задачи: 8.37, 8.39, 8.41, 8.42, 9.3. [1].	классическое традиционное; лекционное обучение,
11	Практическое занятие по теме «Квантовые свойства твердых тел»: свойства металлов и полупроводников. Задачи: 9.6, 9.9, 9.12, 9.22, 9.23. [1].	классическое традиционное; лекционное обучение,

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

6.1. План самостоятельной работы студентов

Для получения глубоких и прочных знаний, твёрдых навыков и умений, необходима систематическая самостоятельная работа студента.

В рабочей программе предусмотрена самостоятельная работа для проработки лекционного (теоретического) материала при подготовке к контрольным мероприятиям (в частности к тестированию)

Самостоятельная работа студентов включает следующие компоненты:

№№ п/п	Наименование работы	Кол-во часов	Форма контроля
1	Проработка лекционного материала	37	Экзамен
2	Подготовка к практическим занятиям	14	Работа у доски; контрольные, самостоятельные работы.
3	Подготовка к лабораторным работам	19	Допуск к каждой лабораторной работе и защита отчета.

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Целью самостоятельной работы является самостоятельное приобретение новых знаний и выработка способности к постоянному самообучению и самосовершенствованию в профессиональной и социально-общественных сферах деятельности.

Самостоятельная учебная работа представлена такими формами учебного процесса, как лекция, семинар, практические и лабораторные занятия, экскурсии, подготовка к ним. Студент должен уметь вести краткие записи лекций, составлять конспекты, планы и тезисы выступлений, подбирать литературу и т.д.

Научная самостоятельная работа студента заключается в его участии в работе кружков на кафедрах, в научных конференциях разного уровня, а также в написании контрольных, курсовых и выпускных квалификационных (дипломных работ) работ.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Коллоквиум, контрольная работа	Дискретность уровней энергии. Оптические спектры атомов. Спектральные серии и спектральные термы. Постулаты Бора. Атом водорода	УПК-2; ОПК-1, ПК-3
2	Коллоквиум, контрольная работа	Волновые свойства микрочастиц. Гипотеза де Бройля. Эксперименты Дэвиссона и Джермера. Волновые пакеты. Спектр волнового пакета. Фазовая и групповая скорости.	УПК-2; ОПК-1, ПК-3
3	Коллоквиум, тесты	Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Устойчивость волновых пакетов. Физический смысл волн де Бройля.	УПК-2; ОПК-1, ПК-3
4	Коллоквиум, тесты	Физические принципы квантовой механики	УПК-2; ОПК-1, ПК-3
5	Коллоквиум, тесты	Волновая функция. Свойства волновой функции. Волновая функция свободной частицы. Принцип суперпозиции. Оператор проекции импульса. Собственные функции, собственные значения и их физический смысл. Среднее значение. Оператор кинетической энергии. Операторы координаты, потенциальной энергии.	УПК-2; ОПК-1, ПК-3
6	Коллоквиум, тесты	Гамильтониан. Стационарное уравнение Шредингера. Скобки Пуассона. Формальная схема аппарата квантовой механики. Нестационарное уравнение Шредингера. Уровни энергии. Одномерный потенциальный ящик: энергетические уровни, волновые функции.	УПК-2; ОПК-1, ПК-3

7	Коллоквиум, контрольная работа	Квантовая механика коллектива частиц. Уравнение Шредингера для двух микрочастиц. Тожественные частицы. Симметричные и антисимметричные волновые функции. Принцип Паули.	УПК-2; ОПК-1, ПК-3
8	Коллоквиум, контрольная работа	Периодическая система элементов Менделеева. Электронная конфигурация. Правила Хунда. Основное состояние. Рентгеновские спектры.	УПК-2; ОПК-1, ПК-3

Материалы для проведения текущего контроля знаний и промежуточной аттестации составляют отдельный документ – Фонд оценочных средств по дисциплине «Физика атома и атомных явлений».

Организация итоговой аттестации с критериями оценивания:

Осуществляется в форме экзамена, на котором проверяются знания основных вопросов по (тематика дисциплины).

Оценка "отлично" ставится в случае, если студент покажет глубокое, исчерпывающее понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, продемонстрирует умения анализировать ситуации, релевантные задачам его профессиональной квалификации.

Оценка "хорошо" ставится в случае, если студент владеет знаниями теории и практики, показывает достаточное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, но имеет некоторые недостатки в ответах.

Оценка "удовлетворительно" ставится в случае, если отвечающий показывает твердое знание и понимание вопросов программы, но ответы содержат несущественные ошибки и неточности, при ответах рекомендованная литература использована недостаточно.

Оценка "неудовлетворительно" ставится в случае, если имеет место неправильный ответ хотя бы на один из основных вопросов, грубые ошибки в ответе, непонимание сущности излагаемых вопросов, неуверенные неточные ответы на дополнительные вопросы.

Экзаменационные вопросы по дисциплине «Физика атомов и атомных явлений»

1. Тожественность и устойчивость атомов.
2. Формула Планка и излучение черного тела.
3. Фотоэффект. Фотоны.
4. Модель атома Бора. Недостатки модели.
5. Гипотеза де Бройля. Волновые свойства частиц.
6. Эксперименты Дэвиссона и Джермера.
7. Соотношение неопределенностей.
8. Корпускулярно-волновой дуализм.
9. Физический смысл волн де Бройля.
10. Операторы физических величин.
11. Уравнение Шредингера.
12. Частица в потенциальном ящике.
13. Туннельный эффект.
14. Линейный гармонический осциллятор.
15. Квантование момента импульса и его проекции.
16. Уравнение Шредингера для атома водорода. Уровни энергии.
17. Состояние электрона в атоме водорода.
18. Распределение электронной плотности в атоме водорода.

19. Правила отбора.
20. Уровни энергии атомов щелочных металлов.
21. Квантование магнитного момента.
22. Опыт Штерна-Герлаха.
23. Спин электрона.
24. Спин-орбитальное взаимодействие.
25. Векторная модель атома. Квантование полного момента импульса.
26. Эффект Зеемана.
27. Принцип Паули.
28. Строение периодической системы Менделеева.
29. Закон Мозли. Рентгеновские спектры.
30. Спектры орто и парагелия.
31. Молекула водорода. Уровни энергии.
32. Валентность.
33. Сопряженные и направленные связи молекул.
34. Гибридизация.
35. Колебательные и вращательные уровни молекул.
36. Молекулярные спектры.
37. Фононы.
38. Зонные модели металлов, диэлектриков, полупроводников.

ТЕМЫ КУРСОВЫХ РАБОТ

1. Флуктуация поля излучения. Эксперименты Вавилова. Опыт Вуда.
2. Эффект Комптона.
3. Дифракция нейтронов, атомов, молекул. Эффект Рамзауэра.
4. Соотношение неопределенностей.
5. Прохождение частицы через потенциальный барьер.
6. Контактные явления и туннельные эффекты в электронике.
7. Эффект Пашена-Бака.
8. Линейный и квадратичный эффекты Штарка.
9. Эффект Садовского. Спин фотона.
10. Квантовая природа пара - и ферромагнетизма.
11. Фундаментальная постоянная – постоянная тонкой структуры.
12. Наблюдение и измерение в квантовой механике.
13. Эффект Эйнштейна, Подольского, Розена.

Тестовые задания

№ 1 «Кванты света. Волновая функция. Соотношение неопределенности»

Задача 1. Фотон ($\lambda = 0,4$ нм) рассеивается на электроне (масса покоя электрона m_e), движущемся навстречу ему, и после рассеяния движется в обратном направлении (рассеяние на 180°). С какой скоростью v должен двигаться электрон, чтобы частота фотона при рассеянии не изменилась?

Задача 2. Найти энергию электрона, при которой он беспрепятственно пройдет над прямоугольным барьером высотой $W_0 = 5$ эВ и шириной $d = 10^{-8}$ см.

Задача 3. Волновая функция частицы массой m , совершающей одномерное движение в поле с потенциалом $W_p(x)$, есть $\psi(x) = Ax \exp(-x/a)$ ($x > 0$), ($\psi(x) = 0$, ($x \leq 0$)). Известно, что $W_p(x) \rightarrow 0$ при $x \rightarrow \infty$:

а) оценить с помощью соотношения неопределенности среднюю кинетическую энергию \overline{W}_k частицы;

б) найти профиль потенциального поля W_P ;

с) полную энергию W частицы.

№ 2 «Квантовомеханическая модель атома водорода»

1. Атом водорода находится в состоянии $2p$.

д) построить радиальную волновую функцию $R_{2,1}(r)$ и отнормировать ее;

е) построить волновую функцию $\Psi_{2,1}(r, \theta, \varphi)$ атома водорода в заданном квантовом состоянии, если угловая функция $Y_{2,1,1}(q, j)$ имеет вид $Y_{2,1,1}(q, j) = \sqrt{\frac{3}{8\pi}} \sin q e^{iq}$;

ф) построить функцию плотности вероятности локализации электрона в шаровом слое на расстоянии r от ядра;

г) найти наиболее вероятное расстояние $r_{\text{в}}$ электрона до ядра;

h) нарисовать график плотности вероятности, построенной в п. д);

и) найти среднее расстояние электрона до ядра и указать на графике построенной плотности вероятности;

j) найти вероятность локализации электрона внутри области $r < r_{\text{в}}$;

к) нарисовать график плотности вероятности углового распределения электрона;

l) вычислить орбитальный, спиновый и полный механические моменты атома;

m) найти угол между орбитальным и спиновым механическими моментами;

n) нарисовать векторную модель атома для состояния $2p$;

о) найти частоту перехода из состояния $2p$ в основное состояние;

р) найти величину смещения зеемановских компонент уровня $2p$ во внешнем магнитном поле напряженности $H = 5 \text{ кГс}$;

Задача 1. Оценить число фотонов равновесного электромагнитного излучения в единице объема при температуре 300 К.

Задача 2. Исходя из соотношения неопределенности оценить энергию ионизации атома водорода из основного состояния.

Задача 3. Потенциал ионизации атома Cs равен 3.89 эВ. Определить квантовый дефект основного состояния.

Задача 4. Определить среднее и наиболее вероятное удаление электрона от ядра в основном состоянии атома водорода.

Задача 5. Поток частиц с энергией E рассеивается на прямоугольной ступеньке высотой V_0 . Определить вероятности прохождения и отражения.

Задача 6. Напишите электронные конфигурации первых пяти элементов таблицы Менделеева. Воспользовавшись правилами Хунда, определите их основные термы.

Задача 7. Укажите переходы, образующие тонкую структуру головной линии серии Бальмера в спектре атома водорода.

Задача 8. Нарисовать схему расщепления и возможные переходы между уровнями термов 2P и 2S в слабом магнитном поле.

7. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины

7.1. Учебная литература:

Основная литература

1. Матвеев А. Н. Атомная физика. Оникс. Мир и Образование, 2007.

2. Сивухин Д. В. Атомная и ядерная физика. Том 5. М.: Физматлит, 2002. - 394 с. //ЭБС

3. Шпольский Э. В. Атомная физика. В 2 т. Лань, 2010.

Дополнительная литература

1. Гольдин Л. Л. Введение в атомную физику. Институт компьютерных исследований, 2005.
 2. Иродов И. С. Сборник задач по атомной и ядерной физике. Лань, 2002.
 3. Ландау Л. Д. Квантовая механика /Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц – М. Наука, 2008.
 4. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. - М. Физматгиз, 2012.
 5. Милантьев В. П. Физика атома и атомных явлений. М.: Абрис, 2012. - 399 с. //ЭБС
-

7.2. Интернет-ресурсы

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru
«Образовательный ресурс России»	http://school-collection.edu.ru
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	http://www.edu.ru
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	http://fcior.edu.ru
Русская виртуальная библиотека	http://rvb.ru
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm
Научная электронная библиотека «e-Library»	http://elibrary.ru/defaultx.asp
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо»	http://www.informio.ru
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	https://www.biblio-online.ru

7.3. Программное обеспечение

1. Microsoft Windows 7, Windows 8, Windows 8.1, Windows 10
2. Microsoft Windows server 2003, 2008, 2012, 2016
3. Microsoft Office 2007, 2010, 2016
4. Антивирусное ПО Kaspersky endpoint security
5. Справочно-правовая система «Гарант»
6. Операционная система Microsoft Windows XP Professional.
7. Пакет прикладных программ Microsoft Office 2003 Professional.
8. Программный продукт «Антивирус Касперского».
9. Программный продукт FineReader 7.0 Professional Edition.
10. Программный продукт MATLAB 6.

7.4. Материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория для лекционных занятий (№ 303) 386132, РИ, г.Назрань, Гамурзиевский округ, ул. Магистральная, 39а, Корпус 3Е	Стол для преподавателя - 1 шт. (состоит из 2-х секций); стул для преподавателя -1 шт.; доска - 1 шт.; трибуна-1 шт, стол - 36 шт.; скамья-72 шт
Лаборатория «Атомная физика» (№305) 386132, РИ, г.Назрань, Гамурзиевский округ, ул. Магистральная, 39а, Корпус 3Е	Стол для преподавателя - 1 шт; стул для преподавателя -1 шт.; доска - 1 шт.; стол - 10 шт.; скамья-20 шт, ФПК – 09. Установка для изучения атома водорода, ФПК-11. Установка для изучения абсолютно черного тела, ФПК – 02. Опыт Франка и Герца. ФПК-01 Установка для изучения внешнего фотоэффекта, блок питания, светофильтры, фотоэлементы.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ по дисциплине «Атомная физика»

(индекс дисциплины по учебному плану, наименование дисциплины (модуля))

Фонд оценочных средств по дисциплине «Атомная физика» включает все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать освоение обучающимися профессиональных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, предусмотренных Федеральным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 03.03.02_Физика (квалификация «Бакалавр») и рабочей программой дисциплины «Атомная физика».

Назначение фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств (ФОС) составляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Атомная физика» на соответствие их учебных достижений поэтапным требованиям соответствующей основной профессиональной образовательной программы (ОПОП). ФОС является составной частью рабочей программы дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Атомная физика» включает в себя: перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП; описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания; типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП; методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

- валидности: объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- надежности: использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;
- объективности: разные студенты должны иметь равные возможности добиться успеха.

Основными параметрами и свойствами ФОС являются:

- предметная направленность (соответствие предмету изучения конкретной учебной дисциплины);
- содержание (состав и взаимосвязь структурных единиц, образующих содержание теоретической и практической составляющих учебной дисциплины);
- объем (количественный состав оценочных средств, входящих в ФОС);
- качество оценочных средств и ФОС в целом, обеспечивающее получение объективных и достоверных результатов при проведении контроля с различными целями.

1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1 Перечень формируемых компетенций

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
УК-2	Способен определять круг	УК-2.1. Определяет круг задач в рамках поставлен	Знать теоретические основы, основные понятия,

	задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	<p>ной цели, определяет связи между ними;</p> <p>УК-2.2. Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта;</p> <p>УК-2.3. Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм;</p>	<p>законы и модели основных разделов физики;</p> <p>Уметь понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию. Пользоваться теоретическими основами, законами и моделями физики;</p> <p>Владеть физическими и математическими методами обработки и анализа информации в области основных разделов физики.</p>
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.	<p>ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями в области физико-математических наук, необходимыми для решения профессиональных задач.</p> <p>ОПК-1.2. Аргументированно применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.</p> <p>ОПК-1.3. Обладает навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, решения профессиональных задач в области физики и смежных с ней естественнонаучных дисциплин.</p>	<p>Знает физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, основы атомной и ядерной физики, понимает широту и ограниченность применения физики исследованию процессов и явлений в природе и обществе.</p> <p>Умеет использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач, оценивает достоверность полученного решения задачи.</p> <p>Владеет навыками физических исследований, способен передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах предметной области знания.</p>
ПК -3	готовностью	ПК-3.1. Понимает физические	Владеть: методами

	применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований	<p>основы методов и средства преобразования информации, обмена информацией на расстоянии с помощью радиоэлектронных средств и технологий.</p> <p>ПК-3.2. Владеет методологией математического моделирования физических процессов и объектов на базе как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ.</p> <p>ПК-3.3. Применяет цифровую технику при обработке данных при соблюдении основных требований информационной безопасности.</p> <p>ПК-3.4. Применяет современные информационные средства при подготовке данных при составлении обзоров, отчетов и научных публикаций.</p>	<p>нахождения, отбора и объединения различных методов проведения физических исследований. Уметь: осмысленно выбирать научный метод проведения физических исследований.</p> <p>Знать: способы определения видов и типов профессиональных задач, а также методы их решения при проведении физических исследований</p>
--	--	---	---

1.2 ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

№ темы	Тема (раздел теоретического обучения) дисциплины
1	Тема 1. Введение. Экспериментальные основы атомной физики
2	Механистическая картина мира. Электродинамика. Планетарная модель атома Резерфорда. Тожественность и устойчивость атомов. Излучение черного тела. Формула Планка
3	Дискретность уровней энергии. Оптические спектры атомов. Спектральные серии и спектральные термы. Постулаты Бора. Атом водорода
4	Волновые свойства микрочастиц. Гипотеза де Бройля. Эксперименты Дэвиссона и Джермера. Волновые пакеты. Спектр волнового пакета. Фазовая и групповая скорости.
5	Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Устойчивость волновых пакетов. Физический смысл волн де Бройля.
6	Физические принципы квантовой механики
7	Собственные функции, собственные значения и их физический смысл. Среднее значение. Оператор кинетической энергии. Операторы координаты, потенциальной энергии.
8	Раздел 2.
9	Волновая функция. Свойства волновой функции. Волновая функция свободной частицы. Принцип суперпозиции. Оператор проекции импульса.

10	Гамильтониан. Стационарное уравнение Шредингера. Скобки Пуассона. Формальная схема аппарата квантовой механики. Нестационарное уравнение Шредингера. Уровни энергии. Одномерный потенциальный ящик: энергетические уровни, волновые функции.
11	Квантовая механика коллектива частиц. Уравнение Шредингера для двух микрочастиц. Тождественные частицы. Симметричные и антисимметричные волновые функции. Принцип Паули.
12	Периодическая система элементов Менделеева. Электронная конфигурация. Правила Хунда. Основное состояние. Рентгеновские спектры.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

код компетенции	Этапы формирования компетенций (темы дисциплин)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
УК-2.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

II. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

2.1 Структура фонда оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации

№ темы	код контролируемой компетенции или ее части	Наименование оценочного средства	
		текущий контроль	промежуточная аттестация
1	УК-2 ОПК-1 ПК-3	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
2	УК-2 ОПК-1 ПК-3	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
3	УК-2 ОПК-1 ПК-3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
4	УК-2 ОПК-1 ПК-3	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
5	УК-2 ОПК-1 ПК-3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
6	УК-2 ОПК-1 ПК-3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
7	УК-2 ОПК-1 ПК-3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения;	Зачетные вопросы

		-задачи.	
8	УК-2 ОПК-1 ПК-3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
9	УК-2 ОПК-1 ПК-3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
10	УК-2 ОПК-1 ПК-3	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
11	УК-2 ОПК-1 ПК-3	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
12	УК-2 ОПК-1 ПК-3	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы

2.2 КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ ПО ВИДАМ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Наименование оценочного средства	Характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
УСТНЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА			
1	Собеседование, устный опрос	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися	Вопросы по темам/разделам дисциплины
3	Доклад, сообщение	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений
ПИСЬМЕННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА			
4	Реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном	Темы рефератов

		виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	
5	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
6	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
7	Лабораторная работа	Средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу	Комплект лабораторных заданий
8	Задача	Это средство раскрытия связи между данными и искомым, заданные условием задачи, на основе чего надо выбрать, а затем выполнить действия, в том числе арифметические, и дать ответ на вопрос задачи	Задания по задачам

А) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ОТВЕТОВ НА УСТНЫЕ ВОПРОСЫ

№ п/п	Критерии оценивания	Количество баллов	Оценка/зачет
1	1) полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; 3) излагает материал последовательно и правильно.	10	отлично
2	студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «5», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.	8	хорошо
3	студент обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но: 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; 3) излагает материал непоследовательно и	5-6	удовлетворительно

	допускает ошибки		
4	студент обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал; отмечаются такие недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом	0	неудовлетворительно

Б) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ

№ п/п	тестовые нормы: % правильных ответов	Количество баллов
1	90-100 %	9-10
2	80-89%	7-8
3	70-79%	5-6
4	50-59%	3-4
5	50-59%	1-2
6	менее 50%	0

В) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

№ п/п	Критерии оценивания	Количество баллов
1	Полное верное решение. В логическом рассуждении и решении нет ошибок, задача решена рациональным способом. Получен правильный ответ. Ясно описан способ решения	9-10
2	Верное решение, но имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение, такие как небольшие логические пропуски, не связанные с основной идеей решения. Решение оформлено не вполне аккуратно, но это не мешает пониманию решения.	7-8
3	Решение в целом верное. В логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок, но задача решена неоптимальным способом или допущено не более двух незначительных ошибок. В работе присутствуют арифметическая ошибка, механическая ошибка или описка при переписывании выкладок или ответа, не искажившие экономическое содержание ответа.	5-6
4	В логическом рассуждении и решении нет ошибок, но допущена существенная ошибка в математических расчетах. При объяснении сложного экономического явления указаны не все существенные факторы	3-4
5	Имеются существенные ошибки в логическом рассуждении и в решении. Рассчитанное значение искомой величины искажает экономическое содержание ответа. Доказаны вспомогательные утверждения, помогающие в решении задачи.	2
6	Рассмотрены отдельные случаи при отсутствии решения. Отсутствует окончательный численный ответ (если он предусмотрен в задаче). Правильный ответ угадан, а выстроенное под него решение - безосновательно	1
7	Решение неверное или отсутствует	0

Г) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕФЕРАТОВ

№ п/п	Критерии оценивания	Количество баллов
1	Выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы	9-10
2	Основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.	7-8
3	Имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы	4-6
4	Тема освоена лишь частично; допущены грубые ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.	1-3
5	Тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы	0

Д) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

№ п/п	Критерии оценивания	Количество баллов
1	Абсолютное понимание сути вопросов, безукоризненное знание основных понятий и положений, логически и лексически грамотно изложенные, содержательные, аргументированные и исчерпывающие ответы	19-20
2	Глубокое твердое знание основных понятий и положений по вопросам, структурированные, последовательные, полные, правильные ответы	17-18
3	Глубокие знания материала, правильное понимание сути вопросов, знание основных понятий и положений по вопросам, содержательные, полные и конкретные ответ на вопросы. Наличие несущественных или технических ошибок	15-16
4	Твердые, достаточно полные знания, хорошее понимание сути вопросов, правильные ответы на вопросы, минимальное количество неточностей, небрежное оформление	13-14
5	Твердые, но недостаточно полные знания, по сути верное понимание вопросов, в целом правильные ответы на вопросы, наличие неточностей, небрежное оформление	11-12
6	Общие знания, недостаточное понимание сути вопросов, наличие большого числа неточностей, небрежное оформление	9-10
7	Относительные знания, наличие ошибок, небрежное оформление	5-8
8	Поверхностные знания, наличие грубых ошибок, отсутствие логики изложения материала	1-4
9	Отсутствие ответа, дан ответ на другие вопросы, списывание в ходе выполнения работы, наличие на рабочем месте технических средств, в том числе телефона	0

III ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСОВЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Экзаменационные вопросы по дисциплине «Физика атомов и атомных явлений»

1. Тожественность и устойчивость атомов.
2. Формула Планка и излучение черного тела.
3. Фотоэффект. Фотоны.
4. Модель атома Бора. Недостатки модели.
5. Гипотеза де Бройля. Волновые свойства частиц.
6. Эксперименты Дэвиссона и Джермера.
7. Соотношение неопределенностей.
8. Корпускулярно-волновой дуализм.
9. Физический смысл волн де Бройля.
10. Операторы физических величин.
11. Уравнение Шредингера.
12. Частица в потенциальном ящике.
13. Туннельный эффект.
14. Линейный гармонический осциллятор.
15. Квантование момента импульса и его проекции.
16. Уравнение Шредингера для атома водорода. Уровни энергии.
17. Состояние электрона в атоме водорода.
18. Распределение электронной плотности в атоме водорода.
19. Правила отбора.
20. Уровни энергии атомов щелочных металлов.
21. Квантование магнитного момента.
22. Опыт Штерна-Герлаха.
23. Спин электрона.
24. Спин-орбитальное взаимодействие.
25. Векторная модель атома. Квантование полного момента импульса.
26. Эффект Зеемана.
27. Принцип Паули.
28. Строение периодической системы Менделеева.
29. Закон Мозли. Рентгеновские спектры.
30. Спектры орто и парагелия.
31. Молекула водорода. Уровни энергии.
32. Валентность.
33. Сопряженные и направленные связи молекул.
34. Гибридизация.
35. Колебательные и вращательные уровни молекул.
36. Молекулярные спектры.
37. Фононы.
38. Зонные модели металлов, диэлектриков, полупроводников.

ТЕМЫ КУРСОВЫХ РАБОТ

1. Флуктуация поля излучения. Эксперименты Вавилова. Опыт Вуда.
2. Эффект Комптона.
3. Дифракция нейтронов, атомов, молекул. Эффект Рамзауэра.
4. Соотношение неопределенностей.

5. Прохождение частицы через потенциальный барьер.
6. Контактные явления и туннельные эффекты в электронике.
7. Эффект Пааше-Бака.
8. Линейный и квадратичный эффекты Штарка.
9. Эффект Садовского. Спин фотона.
10. Квантовая природа пара - и ферромагнетизма.
11. Фундаментальная постоянная – постоянная тонкой структуры.
12. Наблюдение и измерение в квантовой механике.
13. Эффект Эйнштейна, Подольского, Розена.

Тестовые задания

№ 1 «Кванты света. Волновая функция. Соотношение неопределенности»

Задача 1. Фотон ($\lambda = 0,4$ нм) рассеивается на электроне (масса покоя электрона m_e), движущемся навстречу ему, и после рассеяния движется в обратном направлении (рассеяние на 180°). С какой скоростью v должен двигаться электрон, чтобы частота фотона при рассеянии не изменилась?

Задача 2. Найти энергию электрона, при которой он беспрепятственно пройдет над прямоугольным барьером высотой $W_0 = 5$ эВ и шириной $d = 10^{-8}$ см.

Задача 3. Волновая функция частицы массой m , совершающей одномерное движение в поле с потенциалом $W_p(x)$, есть $\psi(x) = Ax \exp(-x/a)$ ($x > 0$), ($\psi(x) = 0$, ($x \leq 0$)). Известно, что $W_p(x) \rightarrow 0$ при $x \rightarrow \infty$:

а) оценить с помощью соотношения неопределенности среднюю кинетическую энергию W_k частицы;

б) найти профиль потенциального поля W_p ;

с) полную энергию W частицы.

№ 2 «Квантовомеханическая модель атома водорода»

1. Атом водорода находится в состоянии $2p$.

д) построить радиальную волновую функцию $R_{2,1}(r)$ и нормировать ее;

е) построить волновую функцию $\psi_{2,1}(r, \theta, \varphi)$ атома водорода в заданном квантовом

состоянии, если угловая функция $Y_{2,1,1}(q, j)$ имеет вид $Y_{2,1,1}(q, j) = \sqrt{\frac{3}{8\pi}} \sin^2 \theta e^{i\varphi}$;

ф) построить функцию плотности вероятности локализации электрона в шаровом слое на расстоянии r от ядра;

г) найти наиболее вероятное расстояние $r_{\text{в}}$ электрона до ядра;

h) нарисовать график плотности вероятности, построенной в п. д);

и) найти среднее расстояние электрона до ядра и указать на графике построенной плотности вероятности;

ж) найти вероятность локализации электрона внутри области $r < r_{\text{в}}$;

к) нарисовать график плотности вероятности углового распределения электрона;

л) вычислить орбитальный, спиновый и полный механические моменты атома;

м) найти угол между орбитальным и спиновым механическими моментами;

н) нарисовать векторную модель атома для состояния $2p$;

о) найти частоту перехода из состояния $2p$ в основное состояние;

р) найти величину смещения зеемановских компонент уровня $2p$ во внешнем магнитном поле напряженности $H = 5 \text{ кГс}$;

Задача 1. Оценить число фотонов равновесного электромагнитного излучения в единице объема при температуре 300 К.

Задача 2. Исходя из соотношения неопределенности оценить энергию ионизации атома водорода из основного состояния.

Задача 3. Потенциал ионизации атома Cs равен 3.89 эВ. Определить квантовый дефект основного состояния.

Задача 4. Определить среднее и наиболее вероятное удаление электрона от ядра в основном состоянии атома водорода.

Задача 5. Поток частиц с энергией E рассеивается на прямоугольной ступеньке высотой V_0 . Определить вероятности прохождения и отражения.

Задача 6. Напишите электронные конфигурации первых пяти элементов таблицы Менделеева. Воспользовавшись правилами Хунда, определите их основные термы.

Задача 7. Укажите переходы, образующие тонкую структуру головной линии серии Бальмера в спектре атома водорода.

Задача 8. Нарисовать схему расщепления и возможные переходы между уровнями термов 2P и 2S в слабом магнитном поле.

Шкала оценивания, показатели и критерии оценивания образовательных результатов обучающегося

Шкала оценивания	Показатели и критерии оценивания
5, «отлично»	Студентом дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок.
4, «хорошо»	Студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.
3, «удовлетворительно»	Студентом дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.

2, «неудовлетворительно»	Студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено. Т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.
--------------------------	---

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

1. А. Н. Матвеев. Электричество и магнетизм. Издательство «Лань», 2010.
2. С.Г. Калашников «Электричество». Издательство «ФИЗМАТЛИТ», М., 2008.
3. А. Б. Муравьев. Электричество и магнетизм. Лабораторный практикум. Часть 3. 2004.
4. Д.В. Сивухин. Общий курс физики «Электричество». Издательство «Наука», М., 2004, т. 3.
5. С.П. Стрелков и др. Сборник задач по общему курсу физики. Издательство «Наука», М., 2010.
6. Б.М. Яворский, А.А. Детлаф. Курс физики». Издательство «Высшая школа», М., 2001.
7. И.В. Савельев Курс общей физики «Электричество и магнетизм». Издательство «Наука», М., 2001.
8. Б. В. Бондарев. Н.П. Калашников Курс общей физики Издательство «Юрайт», 2012

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Интернет-ресурсы

1. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics.htm>
2. <http://mat.net.ua/mat/index-fizika.htm>
3. http://ph4s.ru/books_phys.html

Электронные ресурсы ИнГГУ

№ /п	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
	Электронная библиотека EastView	http://www.dlib.eastview.com	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ
	Справочно-правовая система «Консультант-плюс»	http://www.consultant.ru	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ
	База данных «Полпред»	http://www.polpred.com	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ
	Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	http://www.window.edu.ru	Свободный доступ по сети Интернет.
	Информационная	http://www.ecsosman.ru	Свободный доступ по сети

	система «Экономика. Социология. Менеджмент»		Интернет.
	Сайт Высшей аттестационной комиссии	http://www.vak.ed.gov.ru	Свободный доступ по сети Интернет.
	В помощь аспирантам	http://www.dis.finansy.ru	Свободный доступ по сети Интернет.
	Elsevier	http://www.sciencedirect.com ; http://www.scopus.com	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ
	Консультант студента	http://www.studmedlib.ru	Доступ по индивидуальным скретч-картам.
	«Электронная библиотечная система Университетская библиотека ONLINE»	http://www.biblioclub.ru	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ

9. Программное обеспечение

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» как на территории университета, так и вне ее.

Университет обеспечен следующим комплектом лицензионного программного обеспечения.

1. Лицензионное программное обеспечение, используемое в ИнГГУ
 - 1.1. Microsoft Windows 7
 - 1.2. Microsoft Office 2007
 - 1.3. Программный комплекс ММИС “Визуальная Студия Тестирования”
 - 1.4. Антивирусное ПО Eset Nod32
 - 1.5. Справочно-правовая система “Консультант”
 - 1.6. Справочно-правовая система “Гарант”

Наряду с традиционными изданиями студенты и сотрудники имеют возможность пользоваться электронными полнотекстовыми базами данных:

Таблица 9.1.

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru
«Образовательный ресурс России»	http://school-collection.edu.ru
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	http://www.edu.ru –
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	http://fcior.edu.ru -
ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА". Электронная библиотека технического вуза	http://polpred.com/news

Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	http://www.studentlibrary.ru -
Русская виртуальная библиотека	http://rvb.ru –
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	http://e.lanbook.com -
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm
Научная электронная библиотека «e-Library»	http://elibrary.ru/defaultx.asp -
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru -
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо»	http://www.informio.ru
Информационно-правовая система «Консультант-плюс»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГУ
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	https://www.biblio-online.ru

Рабочая программа дисциплины «Атомная физика» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от « 07 » августа 2020 г. № 891.

Программу составил: ст. преподаватель кафедры «Физика» М. Б. Батыжев

Программа одобрена на заседании кафедры «Физика»
Протокол № 8 от « 11 » марта 2025 года

Программа одобрена Учебно-методическим советом физико-математического факультета
Протокол № 7 от « 13 » марта 2025 года

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой

