

Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Дагестанский государственный педагогический университет»

Кафедра физики и методики преподавания



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.07 ПРЕДМЕТНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ «ФИЗИКА»
Б1.О.07.02.05 АТОМНАЯ ФИЗИКА, ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И
ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

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

Направленность (профили) – «Физика» и «Математика»

Квалификация выпускника: Бакалавр

Форма обучения – очная, заочная

Форма обучения	Семестр	Трудоемкость	Виды учебной работы					Форма аттестации
			Лекции	Практ. занятия	Лабор. занятия	Промежуточный контроль	СРС	
очная	6	180	30	20	30	27	73	экзамен
заочная	6	180	6	4	6	6	158	экзамен

Махачкала, 2022

Автор рабочей программы дисциплины (модуля):
доцент, к.п.н. Амиралиев А.Д.

Программа утверждена на заседаниях:

кафедры физики и методики преподавания
(протокол № 2 от «22» сентября 2022 г.)

Зав. кафедрой: *Амиралиев А.Д., к.п.н., доцент*



_____ (подпись)

Учёного совета института физико-математического и информационно-технологического образования
(протокол № 1 от «29» сентября 2022 г.)

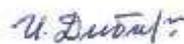
Председатель: *Бакмаев А.Ш., к.п.н., доцент*



_____ (подпись)

учебно-методического совета ДГПУ
(протокол № 1 от «20» октября 2022 г.)

Председатель УМС: *Дибиров И.А.*



_____ (подпись)

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целью освоения дисциплины «Атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц» является формирование навыков и умений для использования теоретических и практических знаний для постановки и решения исследовательских задач в области атомной физики, физики атомного ядра и элементарных частиц, приобретение умений и способностей к анализу физических явлений, к соотнесению физических явлений со смежными научными областями, формирование способности воспринимать, понимать и анализировать физические явления с учетом исторического развития атомной физики, физики атомного ядра и элементарных частиц, а также с учетом ее современного развития, формирование способности определения собственных воззрений относительно дискуссионных проблем современной атомной физики, физики атомного ядра и элементарных частиц.

Код компетенции	Содержание компетенции	Индикаторы достижения компетенций
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Демонстрирует знание особенностей системного и критического мышления, аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение. УК-1.2. Применяет логические формы и процедуры, способен к рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности. УК-1.3. Анализирует источники информации с целью выявления их противоречий и поиска достоверных суждений.
ПК-1	Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач	ПК-1.1. Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (атомной физики, физики атомного ядра и элементарных частиц). ПК-1.2. Умеет осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО. ПК-1.3. Демонстрирует умение разрабатывать различные формы учебных занятий, применять методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.О.07.02.05 «Атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц» относится к **обязательной части** предметно-методического модуля "Физика" учебного плана (основной профессиональной образовательной программы) подготовки бакалавров по направлению 44.05.03 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профили «Физика» и «Математика».

Дисциплина Б1.О.07.02.05 «Атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц» базируется на компетенциях, знаниях и умениях, сформированных в ходе изучения дисциплин «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Дифференциальные уравнения», «Механика», «Электродинамика», «Молекулярная физика», «Оптика».

Компетенции сформированные в процессе изучения дисциплины необходимы для освоения содержания дисциплин «Квантовая механика», «Физика атомного ядра и элементарных частиц», «Физика твердого тела», «Классическая электродинамика» выполнения заданий (учебной, производственной практик, научно-исследовательской работы и выпускной квалификационной работы).

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций выпускника:
УК-1, ПК-1. В результате изучения дисциплины обучающиеся
должны:

Код компетенции	Знает	Умеет	Владеет
УК-1.	методы критического анализа и оценки современных научных достижений атомной физики, физики атомного ядра и элементарных частиц. ; основные принципы критического анализа.	получать новые знания на основе анализа, синтеза и других методов; собирать данные по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и решений на основе экспериментальных действий.	исследованием проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; выявлением научных проблем и использованием адекватных методов для их решения; демонстрацией оценочных суждений в решении проблемных профессиональных ситуаций
	основные понятия, законы и модели изучаемых разделов атомной физики. физики атомного ядра и элементарных частиц; Демонстрирует знание - тенденций развития атомной физики, физики атомного ядра и элементарных частиц. во взаимосвязи с основными этапами становления науки; Знает, что целенаправленный эксперимент является проверкой истинности научной теории.	- излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию; - пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями атомной физики, физики атомного ядра и элементарных частиц; - анализировать дискуссионные проблемы предметной области «Физика» и формулировать собственную позицию по спорным вопросам; - представлять физическую информацию различными способами (в вербальной, знаковой, аналитической, математической, графической, схемотехнической, алгоритмической формах)	навыками: - грамотного использования физического научного языка; - устанавливать содержательные, методологические и мировоззренческие связи физики со смежными научными областями; - навыками поиска и первичной обработки научной и научнотехнической информации в области общей и экспериментальной физики; - аргументированно и логически, верно, выражать свою позицию по обсуждаемым дискуссионным проблемам, а также вести конструктивный диалог и воспринимать иные точки зрения; - владеет способами совершенствования профессиональных знаний и умений путём использования информационной среды

ПК-1.	<ul style="list-style-type: none"> - фундаментальные основы общей экспериментальной физики; - структурные элементы, входящие в систему познания предметной области «Физика»; - основные этапы развития предметной области «Физика»; - экспериментальные методы физических исследований. 	<ul style="list-style-type: none"> выделять структурные элементы, входящие в систему познания предметной области «Физика»; - определять тенденции развития физики во взаимосвязи с основными этапами становления науки; - соотносить основные этапы развития физики с актуальными задачами, методами и концептуальными подходами, тенденциями и перспективами развития предметной области 	<p><i>навыками:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -использования фундаментальных знаний в области общей экспериментальной физики. - использования современного оборудования для реализации экспериментальной части исследования в области общей и экспериментальной физики; - использования международной системы единиц измерения физических величин (СИ) при физических расчётах и формулировке физических закономерностей; - численных расчётов физических величин при решении физических задач и обработке экспериментальных результатов.
		«Физика»;	

4.ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетные единицы (180 часов).
Дисциплина изучается в 6 семестре (3 курс 2 полугодие)

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час.	В т.ч. по полугодиям	
		№1	№2
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	180		180
1. Контактная работа:	80		80
лекции (общее кол-во часов, включая практическую подготовку)	30		30/26
практические занятия, семинары и пр. (общее кол-во часов, включая практическую подготовку)	20		20/18
лабораторные занятия (общее кол-во часов / включая практическую подготовку)	30		30/28
курсовое проектирование			
групповые, индивидуальные консультации и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем			
2. Объем самостоятельной работы обучающихся (СРС)	100		100
в том числе часов, выделенных на подготовку к экзамену	27		27
Вид промежуточного контроля:	Экзамен		Экзамен

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час.	В т.ч. по полугодиям	
		№1	№2
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	180		180

1. Контактная работа:	16		16
лекции (общее кол-во часов, включая практическую подготовку)	6		6/6
практические занятия, семинары и пр. (общее кол-во часов, включая практическую подготовку)	4		4/4
лабораторные занятия (общее кол-во часов / включая практическую подготовку)	6		6/6
курсовое проектирование			
групповые, индивидуальные консультации и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем			
2. Объем самостоятельной работы обучающихся (СРС)	164		164
в том числе часов, выделенных на подготовку к экзамену (зачету)	6		6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен		Экзамен

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)	Общая трудоёмкость в акад. часах	Трудоёмкость по видам учебных занятий (в акад. часах)			
			Лек/ пр.подг.	Лаб / пр.подг.	Пр/ пр.подг.	СР
1.	Квантовые свойства излучения. Тепловое излучение.	34	6/6	8/8	6/6	14
2.	Волновые свойства микрочастиц.	28	6/6	4/4	4/4	14
3.	Физика атомов и молекул.	38	8/8	8/8	4/4	18
4.	Физика атомного ядра.	38	8/8	8/8	4/4	18
5.	Фундаментальные частицы и взаимодействия	15	2/2	2/2	2/2	9
	<i>Подготовка к экзамену</i>	27				27
	Итого:	180	30	30	20	100

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)	Общая трудоёмкость в акад. часах	Трудоёмкость по видам учебных занятий (в акад. часах)			
			Лек/ пр.подг.	Лаб / пр.подг.	Пр/ пр.подг.	СР
1	Квантовые свойства излучения. Тепловое излучение.	174	6/6	6/6	4/4	158
2	Волновые свойства микрочастиц.					
3	Физика атомов и молекул.					
4	Физика атомного ядра.					
5	Фундаментальные частицы и взаимодействия					
	<i>Подготовка к экзамену</i>	6				6
	Итого:	180	6	6	4	164

5.1. Содержание разделов дисциплины (модуля)

Тема 1. Квантовые свойства излучения. Тепловое излучение. Тепловое излучение. Оптические пирометры. Фотоэффект. Фотоны. Уравнение Эйнштейна. Давление света с квантовой точки зрения. Опыты Лебедева. Тормозное рентгеновское излучение. Эффект Комптона. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Распределение энергии в спектре излучения абсолютно твердого тела. Закон смещения Вина, закон Стефана – Больцмана. Формула Планка для излучательной способности абсолютно черного тела.

Тема 2. Волновые свойства микрочастиц. Гипотеза де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм. Статистическая интерпретация волновой функции. Дифракция электронов: опыты Дэвиссона и Джермера, опыты Томсона. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Измерения физических величин в квантовой механике. Волновая функция и ее физический смысл. Принцип суперпозиции состояний. Уравнение Шрёдингера. Уравнение Шрёдингера для стационарных состояний. Стандартные условия для волновой функции. Квантование энергии частицы в потенциальной яме. Частица в поле потенциальной ступеньки. Туннельный эффект. Квантование энергии линейного гармонического осциллятора. Нулевая энергия

Тема 3. Физика атомов и молекул. Опыты Резерфорда. Постулаты Бора. Опыты Франка и Герца. Модель атома водорода Резерфорда – Бора. Спектр атома водорода. Квантование момента импульса и его проекции. Спин электрона. Магнитный момент электрона. Опыты Штерна и Герлаха. Одноэлектронный атом. Квантовые числа электрона в атоме водорода. Энергетические уровни и спектры атомов щелочных металлов. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура энергетических уровней и спектральных линий атомов водорода и щелочных металлов. Принцип Паули. Состояние электрона в многоэлектронном атоме. Электронные оболочки. Периодическая система элементов Менделеева. Характеристические рентгеновские спектры. Закон Мозли. Природа химической связи. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света. Люминесценция. Правило Стокса. Спонтанное и вынужденное излучения. Лазеры.

Тема 4. Физика атомного ядра. Экспериментальные методы ядерной физики: счетчики частиц, трековые камеры, фотоэмульсии, масспектрографы, ускорители заряженных частиц. Свойства атомных ядер. Состав ядра. Нуклоны. Изотопы. Нуклон-нуклонное взаимодействие и свойства ядерных сил. Энергия связи ядра. Удельная энергия связи. Капельная и оболочечная модели ядра. Естественная радиоактивность. α - и β -распады, γ -излучение. Правила смещения. Закон радиоактивного распада. Активность. Радиоактивные семейства. Теория альфа- и бета-распадов. Ядерные реакции. Типы ядерных реакций. Энергия реакции. Деление ядер. Цепные реакции. Ядерные реакторы на тепловых и быстрых нейтронах. Реакция синтеза. Проблема управляемого термоядерного синтеза. Проблемы радиационной экологии. Защита от ядерных излучений.

Тема 5. Фундаментальные частицы и взаимодействия. Частицы и античастицы. Космическое излучение. Кварковая модель строения адронов. Частицы-участники и частицы-переносчики взаимодействий. Фундаментальные частицы и взаимодействия. Фундаментальные частицы. Фундаментальные взаимодействия и классификация элементарных частиц

Лабораторные работы по разделу «Атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц»

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы обучающихся
1.	Квантовые свойства излучения. Тепловое излучение.	Изучение понятийного аппарата разделов дисциплины. Изучение тем самостоятельной подготовки по учебнотематическому плану. Работа над основной и дополнительной литературой. Изучение вопросов для самопроверки. Самоподготовка к практическим и лабораторным занятиям. Самостоятельная работа при подготовке к экзамену. Подготовка домашних заданий, написание рефератов. Изучение электронных учебных материалов (электронных учебников). Консультация у преподавателя. . Составление материалов -презентаций. Участие в научно-практической конференции
2.	Волновые свойства микрочастиц.	
3.	Физика атомов и молекул.	
4.	Физика атомного ядра.	
5.	Фундаментальные частицы и взаимодействия	

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

7.1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)	Средства текущего контроля успеваемости	Перечень компетенций
1	Квантовые свойства излучения. Тепловое излучение.	<ul style="list-style-type: none"> • теоретические коллоквиумы по разделам темы дисциплины; • контрольные по решению задач по разделам темы дисциплины; • проверка решения домашних задач по каждому разделу темы дисциплины; • допуск к лабораторным работам в форме собеседования; • проверка протоколов выполнения работ в лабораторных тетрадях студентов; • защита лабораторных работ в форме ответов на контрольные вопросы и выполнения контрольных заданий. 	УК-1, ПК-1
2	Волновые свойства микрочастиц.		
3	Физика атомов и молекул.		
4	Физика атомного ядра.		
5	Фундаментальные частицы и взаимодействия		

Результаты формирования компетенций по дисциплине оцениваются по балльно-рейтинговой системе.

Всего по дисциплине студент может набрать 100 баллов (или более с учетом бонусных баллов), из которых 20 баллов составляют баллы за посещаемость, 50 – за активность и 30 студент получает на зачете или на экзамене.

Всего по дисциплине предусмотрено два модуля. Для расчета баллов, полученных студентом за модуль и итогового рейтинга с учетом трудоемкости дисциплины, включенной в учебный план, показатели (по посещению, активности, рубежного контроля) перемножаются на соответствующие коэффициенты. Данные коэффициенты определяются отдельно для каждого модуля следующим образом:

Коэффициент посещения - $K_{\text{посещ.}} = 10 / N_{\text{зан.}}$

Коэффициент активности - $K_{\text{актив.}}=25/N_{\text{актив.}}$

$N_{\text{актив.}}$ Где:

$N_{\text{зан.}}$ – количество занятий (пар) по дисциплине в данном модуле;

$N_{\text{актив.}}$ – максимальное количество баллов, которое может набрать студент на занятиях (практических, семинарских, лабораторных) в данном модуле + баллы, полученные на рубежном контроле.

Баллы, полученные студентами, заносятся в журнал БРС сразу после окончания занятия, во время которого эти баллы были получены.

Оценка на промежуточном контроле (экзамен) выставляется по результатам баллов, полученным студентом в сумме обоих модулей по следующей таблице

Набранные студентом баллы	Оценка на промежуточном контроле, если дисциплина завершается экзаменом (зачетом с оценкой)	Оценка на промежуточном контроле, если дисциплина завершается зачетом
от 0 до 50	неудовлетворительно	не зачтено
от 51 до 65	удовлетворительно	зачтено
от 66 до 79	хорошо	
от 80 до 100	отлично	

Для процедуры оценивания используются тесты, контрольные работы.

Наиболее способным студентам преподаватель рекомендует специальную научную разработку отдельных тем и проблем курса в рамках работы кафедрального кружка студенческого научного общества с последующими выступлениями на ежегодных научных конференциях университета.

Тестирование: на практических занятиях реализуется **тестирование** студентов с целью контроля результатов их самостоятельной работы по усвоению основных понятий и тем курса.

Оценка работы с тестовыми заданиями:

0- 20 % правильных ответов оценивается как «неудовлетворительно»; 30-50% - «удовлетворительно»; 60-80% - «хорошо»; 80-100% – «отлично». ***Система оценки ответа студента на зачете:***

Оценка "не зачтено" выставляется при незнании основных вопросов материала или при наличии грубых ошибок в ответах на них, неумении на основе теоретических знаний решать практические задачи.

Оценка "зачтено" выставляется при достаточно полном знании материала учебной программы, отсутствии существенных неточностей при его изложении и в ответах на вопросы, умении решать практические задачи. ***Система оценки ответа студента на экзамене:***

Оценка за каждый вопрос и итоговая оценка выставляется в 4-х бальной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно". При этом:

Оценка "отлично" выставляется при глубоком и всестороннем знании материала учебной программы, грамотном и логически стройном его изложении, умении на основе теоретических знаний решать практические задачи.

Оценка "хорошо" выставляется при твердом и достаточно полном знании материала учебной программы, отсутствии существенных неточностей при его изложении и в ответах на вопросы, умении решать практические задачи.

Оценка "удовлетворительно" выставляется при наличии неточностей в знании основного материала, при допущении ошибок при выполнении практических заданий.

Оценка "неудовлетворительно" выставляется при незнании основных вопросов экзаменационного билета или наличии грубых ошибок в ответах на них, неумении на основе теоретических знаний решать практические задачи.

7.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

1. Семестр – 6; форма аттестации – экзамен.

2. Перечень вопросов к экзамену.

1. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа.
2. Распределение энергии в спектре излучения абсолютно твердого тела. Закон смещения Вина, закон Стефана – Больцмана.
3. Формула Планка для излучательной способности абсолютно черного тела.
4. Оптические пирометры.
5. Фотоэффект. Фотоны. Уравнение Эйнштейна.
6. Давление света с квантовой точки зрения. опыты Лебедева.
7. Тормозное рентгеновское излучение.
8. Эффект Комптона.
9. Гипотеза де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм. Статистическая интерпретация волновой функции.
10. Дифракция электронов: опыты Дэвиссона и Джермера, опыты Томсона.
11. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Измерения физических величин в квантовой механике.
12. Волновая функция и ее физический смысл. Принцип суперпозиции состояний. Уравнение Шрёдингера.
13. Уравнение Шрёдингера для стационарных состояний. Стандартные условия для волновой функции.
14. Квантование энергии частицы в потенциальной яме.
15. Частица в поле потенциальной ступеньки.
16. Туннельный эффект.
17. Квантование энергии линейного гармонического осциллятора. Нулевая энергия.
18. опыты Резерфорда. Постулаты Бора. опыты Франка и Герца.
19. Модель атома водорода Резерфорда – Бора. Спектр атома водорода.
20. Квантование момента импульса и его проекции.
21. Спин электрона. Магнитный момент электрона. опыты Штерна и Герлаха.
22. Одноэлектронный атом. Квантовые числа электрона в атоме водорода.
23. Энергетические уровни и спектры атомов щелочных металлов.
24. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура энергетических уровней и спектральных линий атомов водорода и щелочных металлов.

25. Принцип Паули. Состояние электрона в многоэлектронном атоме. Электронные оболочки. Периодическая система элементов Менделеева.
26. Характеристические рентгеновские спектры. Закон Мозли.
27. Природа химической связи.
28. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света.
29. Люминесценция. Правило Стокса.
30. Спонтанное и вынужденное излучения. Лазеры.
31. Экспериментальные методы ядерной физики: счетчики частиц, трековые камеры, фотоэмульсии, масспектрографы, ускорители заряженных частиц.
32. Свойства атомных ядер. Состав ядра. Нуклоны. Изотопы.
33. Нуклон-нуклонное взаимодействие и свойства ядерных сил.
34. Энергия связи ядра. Удельная энергия связи.
35. Капельная и оболочечная модели ядра.
36. Естественная радиоактивность. α - и β -распады, γ - излучение. Правила смещения.
37. Закон радиоактивного распада. Активность. Радиоактивные семейства.
38. Теория альфа- и бета-распадов.
39. Ядерные реакции. Типы ядерных реакций. Энергия реакции.
40. Деление ядер. Цепные реакции. Ядерные реакторы на тепловых и быстрых нейтронах.
41. Реакция синтеза. Проблема управляемого термоядерного синтеза.
42. Проблемы радиационной экологии. Защита от ядерных излучений.
43. Частицы и античастицы. Космическое излучение.
44. Фундаментальные взаимодействия и классификация элементарных частиц.
45. Кварковая модель строения адронов.
46. Фундаментальные частицы. Частицы-участники и частицы-переносчики взаимодействий.

3. Типовой экзаменационный билет

Экзаменационный билет № 1

1. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа.
2. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение. Закон Мозли.
3. Вычислите максимальную кинетическую энергию электронов, испускаемых при β распаде ядер ${}_{104}\text{Be}$.

Экзаменационный билет № 2

1. Фотоэффект. Фотоны. Уравнение Эйнштейна.
2. Теория альфа- и бета-распадов.
3. Металлическая поверхность площадью $S=15 \text{ см}^2$, нагретая до температуры $T=3000 \text{ К}$, излучает в одну минуту 100 кДж . Определите коэффициент полного излучения и радиационную температуру металлической поверхности.

4. Типовые тестовые задания

Вариант 1

1. Что называется квантом излучения?
 - А) Максимальная порция энергии, которую может поглотить атом.
 - Б) Максимальная порция энергии, которую может излучить тело.
 - В) Минимальная порция энергии, которую может поглотить или излучить атом.
 - Г) Порция энергии, необходимая для разрушения атома.

12. Чему равны комптоновское смещение и относительное изменение длины волны для излучения с длиной волны $\lambda = 4 \text{ пм}$ и угла рассеяния $\theta = 90^\circ$?

- А) $8,3 \text{ пм}$ и $5,8 \cdot 10^{-9}$. В) $2,5 \cdot 10^{-10} \text{ м}$ и $1,1 \cdot 10^{-7}$. Б) $4,5 \text{ нм}$ и $3,1 \cdot 10^{-4}$. Г) $2,4 \text{ пм}$ и $5,9 \cdot 10^{-6}$.

Вариант 2

1. Что представляет собой постоянная Планка?

- А) Коэффициент пропорциональности между энергией и частотой излучения.
Б) Коэффициент пропорциональности между скоростью фотона и его частотой.
В) Коэффициент пропорциональности между энергией и скоростью фотона. Г) Коэффициент пропорциональности между длиной волны и частотой излучения.

2. У каких лучей желтых, красных, фиолетовых или зеленых энергия меньше?

- А) Фиолетовых. В) Красных.
Б) Зеленых. Г) Желтых.

3. Выберите из нижеприведенных формулу для массы m фотона (c , E , λ , соответственно скорость, энергия и частота света, h -постоянная Планка).

- А) $m = h \nu / c^2$ В) $m = h / c$
Б) $m = E / h$ Г) $m = h / E$

4. В чем заключается явление внутреннего фотоэффекта?

- А) В вырывании электронов из металла под действием света.
Б) В освобождении валентных электронов в полупроводниках и диэлектриках под действием света без вылета с поверхности.
В) В выбивании протонов из ядра под действием света.
Г) В излучении света при возбуждении атомов.

5. Какое из нижеперечисленных явлений характеризует корпускулярные свойства света? А) Дифракция. В) Поляризация. Б) Интерференция. Г) Фотоэффект.

6. Чем объясняется то, что хвосты комет при пролете вблизи Солнца всегда направлены от Солнца?

- А) Гравитационным притяжением Земли.
Б) Действием давления солнечных лучей.
В) Действием гравитационного поля Солнца.
Г) Электрическим отталкиванием одноименно заряженных частиц, содержащихся в хвосте кометы и на поверхности Солнца.

7. Излучение какой области спектра лучше использовать, чтобы эффект Комптона был более заметным?

- А) Видимой. В) Инфракрасной.
Б) Ультрафиолетовой. Г) Рентгеновской.

8. Могут ли электрон и протон обладать корпускулярными и волновыми свойствами? Выберите из нижеследующих правильных вариант ответа.

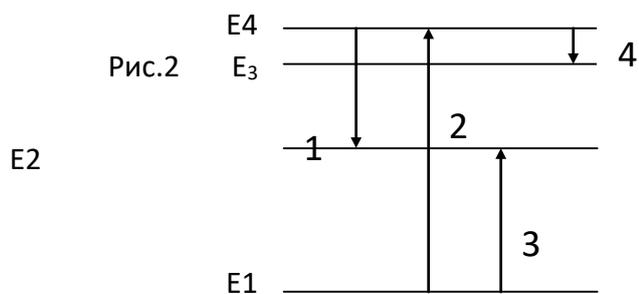
- А) Электрон обладает и корпускулярными и волновыми свойствами, а протон только корпускулярными.
Б) Электрон обладает только корпускулярными свойствами, а протон и корпускулярными, и волновыми.
В) И электрон и протон обладают и корпускулярными и волновыми свойствами.

- Г) И электрон и протон обладают только корпускулярными свойствами.
9. Согласно соотношению неопределенностей Гейзенберга произведение координаты частицы и проекции импульса должно быть больше или равно....
- А) постоянной Больцмана. В) постоянной Ридберга.
 Б) постоянной Авогадро. Г) постоянной Планка.
10. Чему равен импульс кванта излучения с энергией $E=1$ МэВ? А)
 $6,01 \cdot 10^{-20}$ кг м/с. В) $1,12 \cdot 10^{-19}$ кг м/с.
 Б) $4,25 \cdot 10^{-24}$ кг м/с. Г) $5,33 \cdot 10^{-22}$ кг м/с.
11. На зачерненную поверхность падает нормально монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 518$ нм. При этом давление, оказываемое светом на поверхность, равно $0,11$ мкПа. Сколько фотонов падает каждую секунду на 1 м^2 поверхности?
- А) $5,14 \cdot 10^{20}$. В) $9,12 \cdot 10^{20}$.
 Б) $3,5 \cdot 10^{17}$. Г) $8,63 \cdot 10^{19}$.
12. Чему равно минимальное значение энергии фотона, вызывающего внешний фотоэффект в металле, если красная граница фотоэффекта равна 630 нм?
- А) $2,6$ эВ. В) $1,96$ эВ.
 Б) $1,1$ эВ. Г) $2,9$ эВ.
 эВ.

Квантовая физика атомов и молекул

Вариант 1

1. Кем была предложена первая правильная модель строения атома?
- А) Э. Резерфордом. в) А. Комптоном.
 Б) Э. Ферми. г) В. Гейзенбергом.
2. Какое из нижеприведенных положений является правильной формулировкой постулата Бора?
- А) В стационарных состояниях электроны в атоме движутся по круговым орбитам и при этом излучают электромагнитные волны.
 Б) Электроны в атоме могут переходить с одной орбиты на другую, но при этом не происходит ни излучения, ни поглощения фотонов.
 В) При переходе электрона с одной орбиты на другую может происходить только лишь излучение фотона.
 Г) В стационарных состояниях движущиеся по орбите электроны не излучают электромагнитных волн.
3. Исходя из диаграммы энергетических уровней атома (рис.1), определите: какой переход на ней соответствует излучению фотона с максимальной длиной волны?
- А) 1. В) 3.
 Б) 2. Г) 4.
4. Серией Бальмера называется группа спектральных линий, соответствующих переходам электронов с вышележащих энергетических уровней на.....
- А) на 1-й уровень. В) на 4-й уровень.
 Б) на 2-й уровень. Г) на 5-й уровень.
6. Какой спектр излучения имеют молекулы? А)
 Сплошной.
 Б) Полосатый.



4. В каком состоянии вещество дает линейчатый спектр излучения?
 А) Твердом. В) Газообразном.
 Б) Жидком. Г) И в твердом, и в жидком.
5. Серией Лаймана называется группа спектральных линий, соответствующих переходам электронов с вышележащих энергетических уровней на.....
 А) на 1-й уровень. В) на 3-й уровень.
 Б) на 2-й уровень. Г) на 4-й уровень.
6. Какой формулой описывается спектр рентгеновского характеристического излучения?
 А) Бальмера. В) Де Бройля.
 Б) Мозли; Г) Эйнштейна.
7. Как называются линии в спектре комбинационного рассеяния, частоты которых меньше частоты падающего света? А) Стоксовы спутники. Б) Антистоксовы спутники.
 В) Фиолетовые спутники.
 Г) Синие спутники.
8. Чему соответствует квадрат модуля волновой функции электрона? А) Потенциальной энергии электрона.
 Б) Массе электрона.
 В) Плотности вероятности обнаружения электрона в объеме dV .
 Г) Механическому орбитальному моменту электрона.
9. Каково максимальное количество электронов в L-оболочке атома?
 А) 18 В) 12. Б) 2. Г) 8.
10. Найдите частоту вращения электрона на 2-й орбите атома водорода. А) $0,53 \cdot 10^{14}$ Гц В) $8,21 \cdot 10^{14}$ Гц. Б) $6,72 \cdot 10^{15}$ Гц. Г) $9,3 \cdot 10^{16}$ Гц.
11. Найдите энергию фотона, излучаемого при переходе электрона в атоме водорода с 3-го на 1-й энергетический уровень.
 А) 1,75 эВ. В) 20,3 эВ.
 Б) 5,65 эВ. Г) 12,1 эВ.
12. Определите длину волны $m_{\text{п}}$ спектральной линии водорода, соответствующую нижней границе серии Пашена.
 А) 820,4 нм. В) 935,6 нм.
 Б) 620,5 нм. Г) 330,4 нм.

Ядро атома. Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия

Вариант 1

1. Какое количество нейтронов содержится в ядре атома бериллия Be?
 А) 4. Б) 3. Г) 9.
2. Какой вид взаимодействия связывает нуклоны в ядре?
 А) Электромагнитное. В) Слабое.

Б) Сильное.

Г) Гравитационное.

3. Какие ядра являются наиболее устойчивыми? А)

Ядра с массовым числом $A \leq 12$.

Б) Ядра с массовым числом от 120 до 140.

В) Ядра с массовым числом от 160 до 200.

Г) Ядра с массовым числом от 50 до 60.

4. Что представляет собой γ -излучение?

А) Поток электронов.

В) Поток ядер гелия.

Б) Поток фотонов.

Г) Поток позитронов.

5. Какая частица испускается при распаде ядра, если при этом его массовое число уменьшилось на 4, а зарядовое число на 2?

А) α -частица. В) Протон. Б) β -частица. Г) β^- -частица.

6. Каков будет нуклонный состав ядра, образующегося после двух α -распадов ядра $^{238}_{92}\text{U}$?

А) 142 нейтрона и 88 протонов. В) 88 нейтронов и 142 протона.

Б) 238 нейтронов и 92 протона. Г) 144 нейтрона и 90 протонов.

7. Mg после β^- -распада? В какой элемент превращается магний

А) $^{27}_{13}\text{Al}$. В) $^{24}_{12}\text{Mg}$.

Б) $^{14}_{28}\text{Si}$.

Г) $^{15}_{31}\text{P}$.

8. Какие частицы образуются при β^- -распаде нейтрона? А)

Протон, позитрон и нейтрино.

Б) Электрон и позитрон.

В) Протон и нейтрино.

Г) Протон, электрон и нейтрино.

9. Какая из следующих частиц не является элементарной?

А) Электрон.

В) α -частица.

Б) Протон.

Г) Нейтрон.

10. Найдите энергию связи, приходящуюся на один нуклон для ядра меди $^{64}_{29}\text{Cu}$ ($m(^{64}_{29}\text{Cu}) = 63,94993$ а.е.м., $m(^1_1\text{H}) = 1,00814$ а.е.м., $m(^1_0\text{n}) = 1,00899$ а.е.м.).

А) 8,76 МэВ.

В) 16,5 КэВ.

Б) 95,7 МэВ

Г) 0,57 МэВ.

11. Определите количество ядер радиоактивного радона $^{222}_{86}\text{Rn}$ распадающихся за двое суток, если известно, что первоначальное количество ядер 10^9 . Период полураспада радона $T = 3,825$ суток.

А) $7,51 \cdot 10^7$ ядер.

В) $5,3 \cdot 10^7$ ядер.

Б) $6,29 \cdot 10^6$ ядер.

Г) $3,02 \cdot 10^8$ ядер.

4. Перечень компетенций и индикаторов их достижения, описание критериев оценивания компетенций представляются в таблице

Код компетенции, индикаторы достижения компетенции (ИДК)	Уровни освоения компетенций			
	Продвинутый	Базовый	Пороговый	Не освоены компетенции
	«отлично»	«хорошо»	«удовлетворительно»	«неудовлетворительно»
	«зачтено»			«не зачтено»
УК-1. ПК-1	Полностью выполнены требования к сформированности компетенции в рубриках «знать», «уметь», «владеть». обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями.	Выполнены требования к сформированности и компетенции в рубриках «знать», «уметь», «владеть» с небольшими затруднениями	Требования к сформированности компетенции в рубрике «знать» и «уметь». «владеть» выполнены не полностью, испытывает трудности при применении знаний, умений, имеются пробелы в полученных знаниях, умениях	Не выполнены требования к сформированности компетенции в рубриках «знать», «уметь» и «владеть». Материал дисциплины не освоен, необходимые навыки и умения не получены.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Перечень основной учебной литературы

1. Савельев И.В. Курс общей физики: в 3-х т.: учебник. Т.-3. - 10-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2007. - 320 с.
2. Фриш С.Э., Тиморева А.В. Курс общей физики: учебник: в 3-х т. Т.3: Оптика, Атомная физика. - Изд. 11-е, стер. - СПб. [и др.]: Лань, 2009. - 656 с. З.А.А. Детлаф., Курс физики. – М.:Академия, 2008.-720с.
4. Трофимова Т. И. Курс физики. М.: Высшая школа, 2008. – 288 с.
5. В.С. Волькенштейн. Сборник задач по общему курсу физики. – СПб.:Книжный мир,2003.-328с..
6. И. В. Савельев. Сборник вопрос и задач по общей физике. -М.: Наука, 2002.
7. Фирганг Е.В. Руководство к решению задач по курсу общей физики. Уч.пос.. -3-е изд. СПб. [и др.]: Лань, 2008. - 352 с

8.2. Перечень дополнительной учебной литературы

1. Гершензон Е.М.: Малов НН. Курс общей физики. Оптика и атомная физика. -М.: Просвещение, 2000.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики: [В 5 т.: учеб. пособие для физ. специальностей вузов]. Оптика / Сивухин, Дмитрий Васильевич; Т.4. - 3-е изд., стер. - М.; Долгопрудный:Физматлит; Изд-во МФТИ, 2005. - 791 с.
3. Калашников Н.П. Физика: Интернет-тестирование базовых знаний: [учеб. пособие] / Калашников, Николай Павлович, Н. М. Кожевников. - СПб. [и др.]: Лань, 2009. - 149, [11] с.
4. А.А. Детлаф, Б.М.Яворский. Курс физики. –М.: Высшая школа, 2002.
5. .И.Е.Иродов Задачи по общей физике. -С-Петербург; Физмат 2001.
6. Физический энциклопедический словарь. -М.: Советская энциклопедия. 2003.

8.3. Перечень Интернет-ресурсов, необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- 1 ЭБС IPRbooks;
- 2 Сетевая электронная библиотека. ЭБС «Лань»;
- 3 База данных издательства «Elsevier»;
- 4 База данных издательства «Springer»;
- 5 Национальная электронная библиотека (НЭБ)2.

8.4. Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходимо использование следующего лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

1. Электронная библиотека курса, конспекты лекций, задания для практических занятий и самостоятельной работы, варианты тестовых заданий для проверки текущих и остаточных знаний студентов, варианты заданий для текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся
2. Компьютерное и мультимедийное оборудование ДГПУ.
3. Операционные системы Windows 7, 10. MS Office 2007/2010.

Архиваторы: WinRar, WinZip

Антивирусные средства: Kaspersky

Программы для работы с изображением: AcrobatReader

Программы для работы с Internet и электронной почтой: Opera, Microsoft Internet Explorer, Google chrome, Mazilla FireFox

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине имеются аудитории, оснащенные всей необходимой мебелью, приборами и инвентарем. Для отдельных занятий аудитории оснащены проектором, ноутбуком и интерактивным экраном для демонстрации слайдов. На факультете имеется технопарк «Универсальных педагогических компетенций» с лабораторией Физика.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Приступая к изучению дисциплины, обучающимся целесообразно ознакомиться с ее рабочей программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в библиотеке университета, а также с предлагаемым перечнем заданий.

Рекомендации по подготовке к аудиторным занятиям Лекционные занятия

Умение сосредоточенно слушать лекции, активно воспринимать излагаемые сведения – это важнейшее условие освоения данной дисциплины. Каждая из лекций сопровождается компьютерной презентацией. Кроме того, в конце каждой лекции с целью создания условий для осмысления содержания лекционного материала обучающимся предлагается ответить на вопрос для размышления. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить материал. Поэтому в ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращая внимание на самое важное и существенное в нем. Имеет смысл оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, замечания, дополнения. Целесообразно разработать собственную "маркографию" (значки, символы), сокращения слов.

Практические занятия

В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом важно учитывать рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Важно также опираться на конспекты лекций. В ходе занятия важно внимательно слушать выступления своих однокурсников. При необходимости задавать им уточняющие вопросы, активно участвовать в обсуждении изучаемых вопросов. В ходе своего выступления целесообразно использовать как технические средства обучения, так и традиционные, то есть доску и мел (при необходимости).

Лабораторные занятия

До очередного лабораторного занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятий; в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при выполнении данной работы; на занятии дозволить каждую лабораторную работу до окончательного решения, продемонстрировать понимание проводимых расчётов, в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Организация внеаудиторной деятельности обучающихся

Внеаудиторная деятельность обучающегося по данной дисциплине предполагает самостоятельный поиск информации, необходимой, во-первых, для выполнения заданий самостоятельной работы (инвариантной и вариативной частей) и, во-вторых, подготовку к текущей и промежуточной аттестации. Успешная организация времени по усвоению данной дисциплины во многом зависит от наличия у обучающегося умения самоорганизовать себя и своё время для выполнения предложенных домашних заданий. ***Подготовка к зачету (экзамену)***

В процессе подготовки к зачету обучающемуся рекомендуется так организовать свою учебу, чтобы все виды работ и заданий, предусмотренные рабочей программой, были выполнены в срок. Основное в подготовке к зачету - это повторение всего материала учебной дисциплины. В дни подготовки к зачету необходимо избегать чрезмерной перегрузки умственной работой, чередуя труд и отдых. При подготовке к сдаче зачета

старайтесь весь объем работы распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к зачету, контролировать каждый день выполнения работы. Лучше, если можно перевыполнить план. Тогда всегда будет резерв времени. При подготовке к зачету целесообразно повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, заданий, которые выносятся на зачет и содержащихся в данной программе.

11. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Под специальными условиями для получения образования обучающихся с ограниченными возможностями здоровья понимаются условия обучения, воспитания и развития таких студентов, включающие в себя использование при необходимости адаптированных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего необходимую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания вуза и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающихся с ограниченными возможностями здоровья.

Обучение в рамках учебной дисциплины обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучение по учебной дисциплине обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах.

В целях доступности обучения по дисциплине обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- наличие альтернативной версии официального сайта института в сети «Интернет» для слабовидящих;
- весь необходимый для изучения материал, согласно учебному плану (в том числе, для обучающихся по индивидуальным учебным планам) предоставляется в электронном виде на диске.
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- обеспечение возможности выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию института.

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- наличие микрофонов и звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования (аудиоколонки);

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорнодвигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать

возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов и других приспособлений).

Перед началом обучения могут проводиться консультативные занятия, позволяющие студентам с ограниченными возможностями адаптироваться к учебному процессу.

В процессе ведения учебной дисциплины профессорско-преподавательскому составу рекомендуется использование социально-активных и рефлексивных методов обучения, технологий социокультурной реабилитации с целью оказания помощи обучающимся с ограниченными возможностями здоровья в установлении полноценных межличностных отношений с другими обучающимися, создании комфортного психологического климата в учебной группе.

Особенности проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья устанавливаются с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и другое). При необходимости предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ:

Б1.О.07.02.05 «Атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц»

1. **Цель освоения дисциплины (модуля):** «Атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц» является формирование навыков и умений для использования теоретических и практических знаний для постановки и решения исследовательских задач в области атомной физики, физики атомного ядра и элементарных частиц, приобретение умений и способностей к анализу физических явлений, к соотнесению физических явлений со смежными научными областями, формирование способности воспринимать, понимать и анализировать физические явления с учетом исторического развития атомной физики, физики атомного ядра и элементарных частиц, а также с учетом ее современного развития, формирование способности определения собственных воззрений относительно дискуссионных проблем современной атомной физики, физики атомного ядра и элементарных частиц.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц» относится к обязательной части образовательной программы: 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) профили «Физика» и «Математика».

3. Требования к результатам освоения дисциплины(модуля):

Код компетенции	Содержание компетенции	Индикаторы достижения компетенций
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Демонстрирует знание особенностей системного и критического мышления, аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение. УК-1.2. Применяет логические формы и процедуры, способен к рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности. УК-1.3. Анализирует источники информации с целью выявления их противоречий и поиска достоверных суждений.
ПК-1	Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач	ПК-1.1. Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (атомной физики, физики атомного ядра и элементарных частиц). ПК-1.2. Умеет осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО. ПК-1.3. Демонстрирует умение разрабатывать различные формы учебных занятий, применять методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные.

4. **Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 зачетные единицы (180 часов).**

5. **Семестр: 6**

6. **Основные разделы дисциплины:** Квантовые свойства излучения. Тепловое излучение. Волновые свойства микрочастиц. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра. Фундаментальные частицы и взаимодействия

7. **Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации:**
экзамен

8. **Автор:** *Амиралиев А.Д.*, доцент кафедры физики и методики преподавания.