

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИИ
ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

КАФЕДРА ФИЗИКИ И МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.10 ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА**

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

Направленность (профили) – Физика и Математика

Квалификация выпускника: Бакалавр

Форма и сроки обучения – очная (5 лет), заочная (5 л. 6 м.)

Махачкала

2021

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи освоения дисциплины
2.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
3.	Место дисциплины в структуре образовательной программы бакалавриата
4.	Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
5.	Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
5.1.	Содержание разделов учебной дисциплины (модуля)
5.2.	Структура учебной дисциплины (модуля)
6.	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
7.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)
7.1.	Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы
7.2.	Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
7.3.	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
7.4.	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
8.	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8.1.	Основная учебная литература
8.2.	Дополнительная учебная литература
9.	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)
10.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
11.	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
12.	Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Физика атомного ядра» являются:

- ознакомление студентов с основными экспериментальными методами и теоретическими моделями физики атомного ядра и элементарных частиц;
- формирование знаний о современной физической картине мира и эволюция Вселенной.

Задачи дисциплины

- ознакомить студентов с фундаментальными идеями курса, со структурными уровнями строения материи;
- ознакомить с основными понятиями и законами в области физики атома, атомных явлений, ядра и элементарных частиц;
- умение использовать математический аппарат для решения теоретических и практических задач.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В совокупности с другими дисциплинами ФГОС ВО дисциплина «Физика ядра и элементарных частиц» направлена на формирование следующих компетенций:

Таблица 1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Код компетенции	Наименование компетенции
ОПК-2	Способен участвовать в разработке основных и дополнительных образовательных программ, разрабатывать отдельные их компоненты (в том числе с использованием информационно-коммуникационных технологий)
ПК-5	Способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности

В результате изучения дисциплины «Физика атомного ядра» студенты должны: **знать:**

- о теории ядра и элементарных частиц;
- об основных направлениях и достижениях в объединении теорий фундаментальных взаимодействий;
- о границах применимости физических моделей в субатомной физике;
- о современных способах получения энергии и возникающих при этом экологических проблемах.

уметь:

- описать физические явления и процессы микромира, пользуясь специфической научной терминологией;

- формулировать основные понятия и законы в области физики ядра и элементарных частиц;
- формулировать знания о современной физической картине мира и эволюции Вселенной;
- **дать** характеристики переносчиков взаимодействий между фундаментальными частицами;
- решать конкретные физические задачи по физике ядра и элементарных частиц;
- ориентироваться в современной научной литературе.

владеть:

- навыками использования знаний концептуальных основ физики ядра и элементарных частиц для решения практических задач;
- навыками применения математического аппарата к решению простых задач для микросистем; навыками применение инструментальных средств компьютерного
- моделирования для решения задач по физике ядра и элементарных частиц.

3. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Физика атомного ядра» относится к предметно-содержательному модулю (профиль физика) части формируемых участниками образовательных отношений и изучается в 9 семестре.

Дисциплина «Физика атомного ядра» базируется на знаниях, полученных в рамках школьного курса физики и вузовских дисциплин: квантовая физика, высшая математика, квантовая механика и другие.

Освоение дисциплины является основой для последующего изучения дисциплин «Физическая картина мира», «Астрономия и астрофизика»,

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины «Физика атомного ядра» составляет 144 часов (4 зачетных единицы).

Объем контактной работы обучающихся с преподавателем по дисциплине (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся очной формы отражен в таблице 2.

Таблица 2.

Вид работы	Трудоемкость, часов
	Семестр 9
Общая трудоемкость, часов	144
Аудиторная работа:	54
<i>Лекции (Л)/в том числе практ. направ.</i>	18 / 12
<i>Практические занятия (ПЗ)/в том числе практ. направ.</i>	36 / 30
СР	63
Контроль	27
Вид итогового контроля (экзамен)	Экзамен

Объем контактной работы обучающихся с преподавателем по дисциплине (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся заочной формы отражен в таблице 3.

Таблица 3.

Вид работы	Трудоемкость, часов
	5 курс
Общая трудоемкость, часов	144
Аудиторная работа:	16
<i>Лекции (Л)/в том числе практ. направ.</i>	6 / 6
<i>Практические занятия (ПЗ)/в том числе практ. направ.</i>	10 / 10
СР	122
Контроль	6
Вид итогового контроля (экзамен)	Экзамен

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Содержание разделов учебной дисциплины (модуля)

Раздел 1. «Масштабные уровни строения материи. Методы исследования в ядерной физике»

1.1. Масштабные уровни строения материи. 1.2. Фундаментальные взаимодействия и их основные характеристики. 1.3. Методы исследования в ядерной физике.

Раздел 2. «Свойства атомных ядер. Ядерные модели»

2.1. Свойства атомных ядер. 2.2. Состав атомного ядра, его заряд и массовое число. 2.3. Форма и размеры ядер. 2.4. Масса, энергия связи ядер. 2.5. Удельная энергия связи ядер. 2.6. Спин и магнитный момент ядра.

Раздел 3. «Ядерные силы и их свойства. Ядерные превращения. Радиоактивность, типы радиоактивных превращений»

3.1. Ядерные модели. 3.2. Капельная модель. 3.3. Полуэмпирическая формула для энергии связи ядра. 3.4. Модели ядерных оболочек, магические числа. 3.5. Ядерные силы и их основные свойства. 3.6. Ядерные превращения. 3.7. Радиоактивность, типы радиоактивных превращений. 3.8. Механизмы α – распада, β – превращений и γ – излучений ядер. 3.9. Ядерная изомерия. 3.10. Эффект Мессбауэра.

Раздел 4. «Ядерные реакции и их классификация. Реакции синтеза ядер, условия их осуществления»

4.1. Ядерные реакции, их классификация. 4.2. Деление тяжелых ядер под действием нейтронов. 4.3. Цепная реакция деления. 4.4. Реакции синтеза ядер, условия их осуществления. 4.5. Термоядерная энергия в природе.

Раздел 5. «Элементарные частицы»

5.1. Элементарные частицы. 5.2. Уровни элементарных частиц, ядерный подуровень и подуровень фундаментальных частиц. 5.3. Общие характеристики частиц (масса, спин, четность, время жизни, электрический заряд и т.д.) и классификация элементарных частиц.

Раздел 6. «Кварки, их характеристики, аромат и цвет»

6.1. Кварки, их характеристики, аромат и цвет. 6.2. Кварковый состав мезонов и барионов. 6.3. Проблема пленения кварков.

Раздел 7. «Взаимопревращения частиц, законы сохранения. Обменный механизм фундаментальных взаимодействий»

7.1. Взаимопревращения частиц. 7.2. Законы сохранения. 7.3. Несохранение пространственной четности в слабом взаимодействии. 7.4. Обменный механизм фундаментальных взаимодействий. 7.5. Электромагнитное взаимодействие и фотон. 7.6. Природа слабого взаимодействия, промежуточные бозоны (W^+ , W^- , Z^0). 7.7. Кварк-глюонная модель сильного взаимодействия.

5.2. Структура учебной дисциплины (модуля)

Структура дисциплины по темам отражена в таблицах 4-7

Таблица 4. Структура учебной дисциплины (модуля) очной формы обучения

Тема (раздел) дисциплины	Итого	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)				
		ЛК	ПЗ	ЛР	Кон трол	СР
9 семестр						
1. Масштабные уровни строения материи. Методы исследования в ядерной физике	14	2	4			8

2. Свойства атомных ядер. Ядерные модели	16	2	4			10
3. Ядерные силы и их свойства. Ядерные превращения. Радиоактивность, типы радиоактивных превращений	24	4	8			12
4. Ядерные реакции и их классификация. Реакции синтеза ядер, условия их осуществления	24	4	8			12
5. Элементарные частицы	14	2	4			8
6. Кварки, их характеристики, аромат и цвет	14	2	4			8
7. Взаимопревращения частиц, законы сохранения. Обменный механизм фундаментальных взаимодействий	11	2	4			5
экзамен	27				27	
Всего за 9 семестр	144	18	36		27	63

Таблица 5. Структура учебной дисциплины (модуля) заочной формы обучения

Тема (раздел) дисциплины	Итого	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)				
		ЛК	ПЗ	ЛР	Кон трол	СР
5 курс						
1. Масштабные уровни строения материи. Методы исследования в ядерной физике	37	1	2			14
2. Свойства атомных ядер. Ядерные модели						20
3. Ядерные силы и их свойства. Ядерные превращения. Радиоактивность, типы радиоактивных превращений	49	2	3			22
4. Ядерные реакции и их классификация. Реакции синтеза ядер, условия их осуществления						22
5. Элементарные частицы	37	2	3			16
6. Кварки, их характеристики, аромат и цвет						16
7. Взаимопревращения частиц, законы сохранения. Обменный механизм фундаментальных взаимодействий	15	1	2			12
экзамен	6				6	
Всего за 5 курс	144	6	10		6	122

Целью практических и семинарских занятий является контроль усвоения студентами теоретического материала по дисциплине, а также привитие навыков и умений применения полученных знаний при решении задач.

Применяемые технологии при проведении практического занятия:

- ознакомление студентов с целью и задачами занятия;
- фронтальный опрос;
- решение практических задач;
- тестирование по теме;
- выполнение контрольных работ;
- подготовка и защита рефератов по отдельным темам;
- подведение итогов и оценка знаний студентов.

Таблица 6. Темы практических и/или семинарских занятий

п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Компетенции
1	1	Фундаментальные взаимодействия и их основные характеристики. Полная энергия, масса (масса покоя) и импульс свободной частицы. Кинетическая энергия и импульс частицы. Принцип неопределенности. Основные единицы и	2	ОПК-2, ПК-5
2	2	константы. Масса, радиус ядра и распределение нуклонной плотности. Плотность ядерного вещества. Энергия связи ядер. Спин и четность ядра. Магнитный дипольный момент. Сверхтонкая структура. Ядро во внешнем поле.	2	ОПК-2, ПК-5
3	2	Дипольный и квадрупольный электрический момент. Зарядовая независимость ядерных сил. Потенциал нуклонного взаимодействия.	2	ОПК-2, ПК-5
4	2	Модель ядерных оболочек. Учет спин орбитального взаимодействия. Спины и четность ядерных состояний. Расчет магнитного момента в рамках оболочечной модели. Учет деформации ядер. Вращательное и колебательное движения ядер. Возбужденные состояния ядер.	4	ОПК-2, ПК-5
5	3	Законы радиоактивного распада. Единицы измерения активности. Закономерности α -, β -распадов и γ -переходов. Период полураспада. Среднее время жизни.	4	ОПК-2, ПК-5

6	4	Энергия реакции. Порог реакции. Лабораторная система и система центра инерции. Кинематика ядерных реакций.	4	ОПК-2, ПК-5
7	4	Сечение (полное, интегральное, дифференциальное, дважды дифференциальное) ядерной реакции. Составное ядро. Прямые ядерные реакции. Деление и синтез ядер. Коллоквиум №1	4	ОПК-2, ПК-5
8	4	Контрольная работа №1	2	
9	5	Законы сохранения. Типы и константы взаимодействий. Сильные, слабые взаимодействия и характеристики частиц.	4	ОПК-2, ПК-5
10	6	Кварковая структура адронов. Цвет. Переносчики взаимодействий. Диаграммы Фейнмана. Античастицы. Гиперзаряд. Операции симметрии.	4	ОПК-2, ПК-5
11	7	Взаимопревращения частиц. Законы сохранения. Обменный механизм фундаментальных взаимодействий. Коллоквиум №2	2	ОПК-2, ПК-5
12	7	Контрольная работа №2	2	
Итого			36	

Таблица 7. Самостоятельная работа студента

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид СРС	Трудоемкость часов
Раздел 1	1	Подготовка конспектов по теме: «Постановка опытов по рассеянию, упругое и неупругое рассеяние, распады, сечения рассеяния, вероятность распада. Современные источники и детекторы частиц».	8
Раздел 2	2	Подготовка конспектов по теме: «Ядерные модели. Капельная модель. Полуэмпирическая формула для энергии связи ядра. Модель ядерных оболочек. Магические числа». Подготовка к контролю знаний по 1 модулю.	10

Раздел 3	3	Подготовка конспектов по теме: «Механизмы α -распада, β -превращений и γ -излучения ядер». Работа с конспектом лекции. Подготовка к практическому занятию. Решение задач.	6
	4	Подготовка конспектов по теме: «Ядерная изомерия. Эффект Мессбауэра»; «Последовательные превращения ядер и вековое равновесие. Методы определения возраста в археологии»	56
Раздел 4	5	Подготовка конспектов по теме: «Ядерные реакторы на тепловых и быстрых нейтронах. Воспроизводство ядерного горючего». Работа с конспектом лекции; выполнение домашних заданий. Решение задач.	6
	6	Консультация по теме лекции, подготовка конспектов по теме: «Проблема управляемого термоядерного синтеза, практические разработки и перспективы». Подготовка к контролю знаний по 2 модулю. Проведение коллоквиума	6
Раздел 5	7	Консультация, подготовка конспектов по теме «Лептоны, лептонные дублеты, лептонный заряд. Адроны, стабильные адроны и резонансы, мезоны и барионы, изомультиплеты. Характеристики адронов. Адроны как составные частицы». Решение задач.	8
Раздел 6	8	Подготовка к коллоквиуму; работа с вопросами для самоконтроля. Выполнение тестовых заданий.	8
Раздел 7	9	Подготовка конспектов по теме: «Понятие о современных единых теориях фундаментальных взаимодействиях. Современная картина строения материи». Подготовка к контрольной работе по 3 модулю. Проведение коллоквиума.	7
Итого:			63

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

Содержание самостоятельной работы по разделам и темам дисциплины

Темы (вопросы) дисциплины	Содержание самостоятельной работы
Масштабные уровни строения материи. Методы исследования в ядерной физике	проработка учебного материала, подготовка и защита рефератов.

Свойства атомных ядер. Ядерные модели	проработка учебного материала, решение задач, конспектирование отдельных вопросов.
Ядерные силы и их свойства. Ядерные превращения. Радиоактивность, типы радиоактивных превращений	проработка учебного материала, подготовка рефератов и докладов к участию в тематических дискуссиях.
Ядерные реакции и их классификация. Реакции синтеза ядер, условия их осуществления	решение задач, подготовка рефератов и докладов к участию в тематических дискуссиях.
Элементарные частицы	проработка учебного материала, подготовка рефератов и докладов к участию в тематических дискуссиях.
Кварки, их характеристики, аромат и цвет	проработка учебного материала, подготовка и защита рефератов.
Взаимопревращения частиц, законы сохранения. Обменный механизм фундаментальных взаимодействий	проработка учебного материала, решение задач, контрольные работы.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется методами самообучения и самоконтроля в двух направлениях:

- для закрепления и углубления знаний и навыков, полученных на лекционных и практических занятиях;
- для самостоятельного изучения отдельных тем и вопросов дисциплины.

Самостоятельная работа осуществляется в виде:

- конспектирования учебной, научной и периодической литературы;
- проработки учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературы);
- подготовки сообщений и докладов к семинарам и практическим занятиям, к участию в тематических дискуссиях, работе научного кружка и конференциях;
- работы с нормативными документами и законодательной базой, с первичными документами и отчетностью предприятий;
- поиска и обзора научных публикаций и электронных источников информации, подготовки заключения по обзору информации;
- выполнения лабораторных, контрольных работ, творческих (проектных) заданий, курсовых работ (проектов);
- решения практических и ситуационных задач;

- составления аналитических таблиц, графического оформления материала; - написания рефератов, докладов;
- работы с тестами и контрольными вопросами для самопроверки;
- анализа отчетной информации организаций различных организационно-правовых форм и видов деятельности;
- моделирования и анализа конкретных проблемных ситуаций;
- написания выводов и предложений на основе проведенного анализа.

Результаты самостоятельной работы контролируются и учитываются при текущем и промежуточном контроле успеваемости обучающегося. При этом проводятся тестирование, экспресс-опрос и фронтальный опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов и сообщений по дополнительному материалу к лекциям, проверка домашних контрольных работ и т.д.

7.Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

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

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования представлен в описании образовательной программы

Компетенция	Этапы формирования	Процедура оценивания
ОПК-2. Способен участвовать в разработке основных и дополнительных образовательных программ, разрабатывать отдельные их компоненты (в том числе с использованием информационно-коммуникационных технологий)	<p>Знать: содержание учебного предмета (учебных предметов); принципы и методы разработки рабочей программы учебной дисциплины; преподаваемый предмет и специальные подходы к обучению; программы и учебники по учебной дисциплине</p> <p>Уметь: применять принципы и методы разработки рабочей программы учебной дисциплины на основе примерных основных общеобразовательных программ и обеспечивать ее выполнение; использовать и апробировать специальные подходы к обучению в целях включения в образовательный процесс всех обучающихся; планировать и осуществлять учебный процесс в соответствии с основной общеобразовательной программой</p> <p>Владеть: навыками разработки и реализации программы учебной дисциплины в рамках основной общеобразовательной программы основного общего образования; навыками корректировки рабочей программы учебной дисциплины для различных категорий обучающихся и реализации учебного процесса в соответствии с основной общеобразовательной программой основного общего образования; навыками составления календарного плана учебного процесса по предмету и осуществления обучения по готовой рабочей программе.</p>	Устный опрос, тестирование, контрольная работа.

<p>ПК-5. Способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности</p>	<p>Знать содержание, сущность, закономерности, принципы и особенности изучаемых явлений и процессов, базовые теории в предметной области; закономерности, определяющие место предмета в общей картине мира; программы и учебники по преподаваемому предмету; основы общетеоретических дисциплин в объеме, необходимом для решения педагогических, научно-методических и организационно-управленческих задач (педагогика, психология, возрастная физиология; школьная гигиена; методика преподавания предмета). Уметь анализировать базовые предметные научно-теоретические представления о сущности, закономерностях, принципах и особенностях изучаемых явлений и процессов. Владеть навыками понимания и системного анализа базовых научно-теоретических представлений для решения профессиональных задач.</p>	<p>Устный опрос, тестирование, контрольная работа.</p>
--	--	--

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

ОПК-2. Способен участвовать в разработке основных и дополнительных образовательных программ, разрабатывать отдельные их компоненты (в том числе с использованием информационно-коммуникационных технологий)

Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
<p>Знать: содержание учебной дисциплины; принципы и методы разработки рабочей программы на основе примерных основных общеобразовательных программ.</p> <p>Уметь: применять принципы и методы разработки рабочей программы учебной дисциплины на основе примерных основных общеобразовательных программ и обеспечивать ее выполнение; планировать и осуществлять учебный процесс в соответствии с основной общеобразовательной программой.</p> <p>Владеть: навыками разработки и реализации программы учебной дисциплины в рамках общеобразовательной программы; навыками</p>	<p>Знает содержание учебного предмета, принципы и методы разработки рабочей программы основных общеобразовательных программ; не умеет применять принципы и методы разработки рабочей программы на основе примерных общеобразовательных программ учебной дисциплины; не умеет планировать и осуществлять учебный процесс в соответствии с основной общеобразовательной программой.</p>	<p>Хорошо владеет знаниями учебного предмета: использует специальные подходы к обучению; умеет планировать учебный процесс в соответствии с учебными программами, но затрудняется при разработке и реализации программы учебной дисциплины в рамках программы основного общего образования</p>	<p>Имеет глубокие знания по учебной дисциплине; владеет навыками разработки, корректировки и реализации программы учебной дисциплины в рамках общеобразовательной программы и при этом правильно обосновывает принятие решения.</p>

корректировки рабочей программы учебной дисциплины для различных категорий обучающихся в реализации учебного процесса в соответствии с общеобразовательной программой.			
--	--	--	--

ПК-5. Способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности

Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
<p>Знает содержание, сущность, закономерности, принципы и особенности изучаемых явлений и процессов, базовые теории в предметной области; закономерности, определяющие место предмета в общей картине мира; программы и учебники по преподаваемому предмету; основы общетеоретических дисциплин в объеме, необходимом для решения педагогических, научно-методических и организационно-управленческих задач (педагогика, психология, возрастная физиология; школьная гигиена; методика преподавания предмета).</p> <p>Уметь анализировать базовые предметные представления о сущности, закономерностях, принципах и особенностях изучаемых явлений и процессов. Владеть навыками понимания и системного анализа базовых научно-теоретических представлений для решения профессиональных задач.</p>	<p>Знает концептуальные и теоретические основы физики ядра и элементарных частиц; достижения современной физики, ее проблемы и перспективы их решения; затрудняет применять базовые знания для анализа общенаучных проблем и конкретных физических процессов; не умеет решать физические проблемы повышенной сложности; не владеет навыками анализа и приобщения современных проблем физики к педагогической деятельности.</p>	<p>Обладает знаниями концептуальных и теоретических основ физики ядра и элементарных частиц; применяет базовые знания для анализа общенаучных проблем и конкретных физических процессов; умеет решать физические проблемы повышенной сложности; не умеет решать физические проблемы повышенной сложности, в том числе требующие оригинальных подходов.</p>	<p>Имеет глубокие знания концептуальных и теоретических основ физики ядра и элементарных частиц, ее места в общей системе наук и ценностей; историю физики, достижения современной физики, ее проблемы и перспективы их решения; умеет применять базовые знания для анализа общенаучных проблем и конкретных физических процессов; навыками решения проблем повышенной сложности и способами использования достижений физики.</p>

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Задания для текущего контроля знаний

1. Зная число Авогадро, найти массу нейтрального изотопа углерода C^{12} .
2. Природный хлор представляет собой смесь изотопов: с относительными массами 34,969 (75,4%) и 36,969 (24,6%). Определить относительную атомную массу химического элемента хлора.
3. Относительная масса химического элемента бора – 10,811. Природный бор является смесью изотопов с относительными атомными массами 10,013 и 11,009. Найти процентное содержание этих изотопов в природном боре.
4. Найти атомные номера и массовые числа, если в ядрах ${}^4_2\text{He}$, ${}^7_4\text{Be}$, ${}^{15}_8\text{O}$ нейтроны заменить протонами, а протоны – нейтронами.
5. Какую долю от массы нейтрального атома ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ составляет масса его электронной оболочки?
6. Оценить плотность ядерного вещества.
7. Записать реакции α - распада изотопов: ${}^{176}_{77}\text{Ir}$, ${}^{211}_{87}\text{Fr}$, ${}^{176}_{102}\text{Nb}$.
8. Записать реакции β^- – распада изотопов: ${}^{24}_{11}\text{Na}$, ${}^7_9\text{F}$, ${}^{71}_{30}\text{Zn}$.
9. Записать реакции β^+ - распада изотопов: ${}^{22}_{11}\text{Na}$, ${}^{59}_{29}\text{Cu}$, ${}^{53}_{26}\text{Fe}$.
10. Записать реакции К- захвата для изотопов: ${}^{37}_{18}\text{Ar}$, ${}^{51}_{24}\text{Cr}$, ${}^{83}_{37}\text{Rb}$.
11. Какой изотоп получается в результате цепочки трех α - распадов и двух β^- – распадов изотопа ${}^{232}_{90}\text{Th}$?
12. Определить вероятность распада данного атома в образце радиоактивного изотопа I^{131} в течение ближайшей секунды?
13. Найти постоянные распада изотопов радия ${}^{219}_{88}\text{Ra}$ и ${}^{226}_{88}\text{Ra}$.
14. Определить постоянную распада некоторого радиоактивного вещества, если известно, что за час интенсивность испускаемого им β^- – излучения уменьшилась на 10%. Продукт распада не радиоактивен.
15. Найти постоянную распада радона, если известно, что число атомов радона уменьшается за сутки на 18,2%.
16. Вычислить период полураспада изотопа рубидия, если постоянная распада равна $0,00077 \text{ c}^{-1}$.
17. Найти долю распадающихся атомов в образце радиоактивного тория Th^{229} за год.
18. Найти долю не распавшихся атомов в образце радиоактивного актиния Ac^{225} в течение 10 дней.
19. За один год начальное количество радиоактивного изотопа уменьшилось в 4 раза. Во сколько раз оно уменьшится за 5 лет?
20. Период полураспада некоторого изотопа 20 часов. За какое время распадется четверть первоначального количества ядер данного изотопа?
21. За восемь дней распалось 75% первоначального количества ядер некоторого изотопа. Вычислить период полураспада данного изотопа.
22. Определить период полураспада Po^{210} , если известно, что 2 г этого изотопа образуют в год 179 см^3 гелия при нормальных условиях.

23. Определить среднюю продолжительность жизни некоторого изотопа, если известно, что его период полураспада 1 год.
24. Какая доля начального количества некоторого радиоактивного изотопа распадется за время, равное средней продолжительности его жизни?
25. Активность радиоактивного препарата 2,71 мкКюри. Сколько атомов распадается в образце за 2 секунды?
26. Найти массу радона, активность которого равна 1 Кюри.
27. За какое время, выраженное в периодах полураспада, активность радиоактивного препарата уменьшается в: 25 раз, 250 раз?
28. Найти период полураспада радиоактивного изотопа, если его активность за 24 час уменьшилась от 3,2 Кюри до 0,2 Кюри.
29. На сколько процентов уменьшится активность препарата иридия Ir^{92} через сутки, месяц, год?
30. Через сколько лет активность препарата стронция Sr^{90} уменьшится в 10, 100, 1000 раз?
31. Счетчик Гейгера, установленный вблизи препарата радиоактивного изотопа серебра, при первом измерении регистрировал 5200 β -частиц в минуту, а через сутки только 1300. Определить период полураспада данного изотопа.
32. Ионизационные счетчики Гейгера и в отсутствие радиоактивного препарата имеют определенный фон. Присутствие фона может быть вызвано космическим излучением или радиоактивными загрязнениями. Какому количеству радона соответствует фон, дающий один импульс за 5 секунд?
33. Вычислить активность 1 мг препарата фосфора P^{32} .
34. Определить удельную активность изотопа Co^{60} .
35. Во сколько раз отличаются удельные активности изотопов P^{32} и Sr^{90} ?
36. Какое количество Ra^{226} имеет такую же активность, как и 1 мг P^{32} ?
37. Чему равна активность радона, образовавшегося из 1 г радия за 1 час?
38. В настоящее время в природном уране содержится 99,28% U^{238} и 0,72% U^{235} . Какое соотношение было между ними в момент образования Земли? Возраст Земли принять равным 4 млрд. лет.
39. Какое количество слоев половинного ослабления требуется, чтобы уменьшить интенсивность узкого пучка γ -лучей в 100 раз?
40. Какова доля молекул, содержащихся в 1см^3 воздуха при нормальных условиях ионизируется рентгеновскими лучами при экспозиционной дозе 2р?
41. Какое количество тепла выделяется радон, обладающий активностью в 1 Кюри в сутки, если кинетическая энергия вылетающих частиц составляет 5,5 МэВ?
42. Вычислить массу нейтрального атома гелия, если известно, что масса α – частицы равна 4,00150 у.е.
43. Исходя из знания масс нейтральных атомов ${}^1_1\text{H}^1$, ${}^1_1\text{H}^2$, ${}^6_6\text{C}^{12}$ и электрона, вычислить массы протона, дейтрона и ядра ${}^6_6\text{C}^{12}$.
44. Исходя из знания массы нейтрального атома лития ${}^7_3\text{Li}^7$, вычислить массы однократно, двукратно и трехкратно ионизированного лития.
45. Найти дефект массы ядра атома дейтерия.
46. Найти дефект массы и энергию связи ядра трития.
47. Вычислить удельную энергию связи ядер ${}^7_7\text{N}^{14}$, ${}^8_8\text{O}^{16}$.
48. Зная энергию связи изотопа ${}^3_2\text{He}^3$ – 7,72 МэВ, определить массу соответствующего нейтрального атома.

49. Энергия связи ядра, состоящего из трех протонов и двух нейтронов, 26,3МэВ. Найти массу соответствующего нейтрального атома.
50. Вычислить энергию связи ядра, если известно, что оно распалось на отдельные нуклоны с суммарной кинетической энергией 0,4МэВ, в результате поглощения γ – кванта с длиной волны $4,7 \cdot 10^{-4}$ нм.
51. Какую энергию необходимо затратить, чтобы разделить на отдельные нуклоны ядро ${}^6_4\text{Be}$?
52. Какую энергию необходимо затратить, чтобы разделить на отдельные нуклоны изобарные ядра ${}^7_4\text{Be}$ и ${}^7_3\text{Li}$? Почему эти энергии различны?
53. Какая энергия выделится при образовании 1 г трития из отдельных нуклонов?
54. Вычислить энергию, необходимую для удаления одного нейтрона из ядра ${}^{16}_8\text{O}$.
55. Какую наименьшую энергию нужно затратить, чтобы разделить α -частицу пополам?
56. Найти энергию, необходимую для того, чтобы разделить ядро ${}^{12}_6\text{C}$ на три одинаковых части.

В задачах 57 – 62 вместо X указать необходимый изотоп или частицу.

57. ${}^{27}_{13}\text{Al} + (n, \alpha) X$.
58. ${}^{19}_9\text{F} + (p, X) {}^{16}_8\text{O}$.
59. ${}^{55}_{25}\text{Mn} + (X, n) {}^{55}_{26}\text{Fe}$.
60. ${}^{14}_7\text{N} + (n, X) {}^{14}_6\text{C}$.
61. ${}^{27}_{13}\text{Al} + (\alpha, p) X$
62. $X + (p, \alpha) {}^{22}_{11}\text{Na}$.
63. Какой изотоп образуется из ${}^{232}_{90}\text{Th}$ четырех α - распадов и двух β - распадов?
64. Какой изотоп образуется из ${}^{238}_{92}\text{U}$ после трех α - распадов и двух β – распадов?
65. Какой изотоп образуется из ${}^{239}_{92}\text{U}$ после двух β – распадов и одного α – распада?
66. Какой изотоп образуется из ${}^8_3\text{Li}$ после одного β – распада и одного α – распада?
67. Какой изотоп образуется из ${}^{133}_{51}\text{Sb}$ после четырех β – распадов?

В задачах 68-76 найти энергии ядерных реакций.

68. ${}^9_4\text{Be} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^{10}_4\text{B} + {}^1_0\text{n}$.
69. ${}^6_3\text{Li} + {}^2_1\text{H} \rightarrow 2{}^4_2\text{He}$.
70. ${}^7_3\text{Li} + 2{}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n}$.
71. ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^7_4\text{B} + {}^1_0\text{n}$.
72. ${}^{44}_{20}\text{Ca} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^{41}_{19}\text{K} + 2{}^4_2\text{He}$.
73. $\text{H}^3 + (p, \gamma) \text{He}^4$.
74. $\text{H}^2 + (d, \gamma) \text{He}^4$.
75. $\text{H}^2 + (n, \gamma) \text{H}^3$.
76. $\text{F}^{19} + (p, \alpha) \text{O}^{16}$.
77. Определить энергию реакции ${}^9_4\text{Be} + (n, \gamma) {}^{10}_4\text{Be}$, если известно, что энергия связи ядра ${}^{10}_4\text{Be}$ составляет 64,98МэВ, а ядра ${}^9_4\text{Be}$ – 58,16МэВ.
78. В реакции $\text{Li}^6 + (d, p) \text{Li}^7$ выделяется энергия 5,028 МэВ. Найти массу Li^6 .
79. Найти энергию α – распада ядра ${}^{210}_{84}\text{Po}$.
80. Найти энергию β – распада ядра ${}^{14}_6\text{C}$.
81. Найти энергию распада ядра ${}^{10}_6\text{C}$, в результате выброса позитрона и нейтрино.
82. Оценить скорость и кинетическую энергию теплового нейтрона при температуре 300К.

83. При упругом центральном столкновении нейтрона с неподвижным ядром замедляющего вещества кинетическая энергия нейтрона уменьшилась в 1,4 раза. Найти массу ядер замедляющего вещества.
84. Показать невозможность аннигиляции позитрона и электрона с образованием одного γ – кванта.
85. Какова наименьшая частота излучения, способного вызвать рождение пары электрон-позитрон?
86. π^0 – мезон распадается на два одинаковых γ – кванта. В пренебрежение кинетической энергией мезона и его импульса, найти энергию γ – кванта.
87. Показать, что свободный электрон не может испустить γ – квант.
88. Привести примеры реакций, запрещенных законами сохранения электрического заряда.
89. Привести примеры реакций, запрещенных законами сохранения барионного заряда.
90. Привести примеры реакций, запрещенных законами сохранения лептонного заряда.
91. Указать кварковую структуру: нейтрона, антинейтрона, протона, антипротона, бариона Σ^0 .
92. Указать кварковую структуру π и K – мезонов.
93. Энергия дейтронов, ускоренных синхротроном, равна 200МэВ. Найти для этих дейтронов скорость, а также отношение M/M_0 , где M – масса движущегося дейтрона, M_0 – масса покоя дейтрона.
94. Энергия жестких мезонов в космических лучах приблизительно равна 3 ГэВ. Энергия покоя мезона 100МэВ. Какое расстояние в атмосфере Земли может пройти этот мезон за время его жизни по лабораторным часам? Собственное время жизни мезона 2 мкс.
95. Какую доля энергии покоя ядра U^{235} составляет выделившаяся энергия в результате его деления?
96. Найти энергии, выделившуюся при распаде 1г, 1кг U^{235} .
97. Какое количество ядер урана должно делиться в 1 секунду, что бы тепловая мощность ядерного реактора составляла 1МВт?
98. К.п.д. атомной электростанции 25%. Найти ее мощность, если известно, что она в сутки расходует 100г U^{235} .
99. Сравнить величины электростатических и гравитационных сил, действующих между двумя протонами.
100. Какие скорости имеют позитрон, протон с энергией 1МэВ?

. Вопросы к коллоквиуму по ядерной физике. Часть 1

1. Масса покоя электрона равна: 0,511 МэВ. // 938 МэВ. // 211 МэВ. // 23 КэВ. //
2. Масса нейтрона: //Меньше массы протона. // Больше суммы масс протона и электрона. // Больше суммы масс протона и π - мезона. //
3. Есть ли внутри ядра электроны?
4. Чему равно время жизни нейтрона? Есть ли в стабильных ядрах нейтроны
5. Энергия связи ядра равна:?
6. Каково соотношение между энергиями отделения и связи в ядре протона (E_p) и нейтрона (E_n)?
7. Изотопы, изотоны, изобары — это ядра:
- 8 . Как соотносятся энергии связи альфа-частицы (E_α) и ядра ^{12}C (E_c) в ядре ^{16}O ?

9. Удельная энергия связи нуклонов в ядре лежит в диапазоне энергий:

10. Из анализа зависимости удельной энергии связи нуклонов в ядре от массового числа пояснить возможные пути получения ядерной энергии.

13. У какого из перечисленных ядер энергия связи протона равна энергии связи нейтрона?
// ${}^2\text{H}$ // ${}^3\text{H}$ // ${}^4\text{He}$ // ${}^5\text{He}$ // ${}^6\text{Li}$ //

14. У какого из приведенных ядер энергия связи нейтрона равна энергии связи ядра? // ${}^2\text{H}$ // ${}^3\text{H}$ // ${}^4\text{He}$ // ${}^5\text{He}$ // ${}^6\text{Li}$ //

15. Если сблизить на расстояние действия ядерных сил нуклоны, которые могут образовать стабильное ядро, то энергия связи пойдет на образование:

π -мезонов, γ - излучение, кинетическую энергию орбитального движения нуклонов в ядре, на возмещение работы по преодолению сил кулоновского отталкивания протонов при их сближении.

16. Когда говорят, что спин частицы равен J то имеют в виду: // значение модуля вектора спина.// максимальное возможное значение проекции спина.// среднее по модулю значение проекции спина.// число возможных проекций спина.//

17. Модуль вектора спина равен: // $(2J + 1)$ // J // $[J(J+1)]^{1/2}$ // $[J^2+1]^{1/2}$ //

18. Спин является: // полярным вектором. // аксиальным вектором.// псевдоскаляром. // тензором второго ранга.//

19. Ядро состоящее из четного числа протонов и нечетного числа нейтронов имеет: // целый спин.// полуцелый спин.// нулевой спин.//

20. Спин ядра равен: // $A/2$, где A число нуклонов.// сумме спинов составляющих ядро нуклонов.// сумме спинов и орбитальных моментов нуклонов.// сумме спинов и орбитальных моментов нуклонов и π -мезонов, участвующих в обменном взаимодействии.

21. Сферическое ядро имеет спин равный: // нулю // полуцелое число умножить на // целое число умножить на //

22. Если из ядра удалить один нуклон, то спин ядра: // обязательно изменится // может не измениться // изменится только, если удалили протон// изменится только, если удалили нейтрон//

23. Изменится ли спин ядра при β^- - распаде?

24. Изменится ли спин ядра при β^+ - распаде?

25. Изменится ли спин ядра при α - распаде?

26. Спин четно-четного ядра равен?

27. Чему равна разность энергий связи зеркальных ядер?

28. Чему равен спин и четность ядра с заполненными оболочками?

29. Чему равен спин и четность ядра с одним нуклоном на внешней оболочке?

30. Чему равен спин и четность ядра с двумя разными нуклонами на внешней оболочке?

31. Независимость ядерного взаимодействия от типа нуклонов приводит к сохранению ...?

32. Закон радиоактивного распада.

33. Применение закона радиоактивного распада при датировке событий.

34. Порог реакции это.....?

35. Понятие дефекта массы ядра.

Вопросы к коллоквиуму по ядерной физике. Часть 2

1. Сечение рассеяния. Дифференциальное сечение рассеяния.
2. Формула Резерфорда.
3. Определить размер ядра свинца, $A = 208$.
4. Формула Мотта. Формфактор.
5. Энергия связи ядра в модели капли жидкости. Формула Вайцзеккера.
6. Определить равновесное число протонов в ядре.
7. Какие состояния ядра называют основным и возбужденным?
8. Относительно каких операций симметрии неизменность гамильтониана приводит к закону сохранения энергии?
9. Относительно каких операций симметрии неизменность гамильтониана приводит к закону сохранения импульса?
10. Относительно каких операций симметрии неизменность гамильтониана приводит к закону сохранения момента количества движения?
11. Относительно каких операций симметрии неизменность гамильтониана приводит к закону сохранения четности?
12. Запишите выражение для магнитного момента ядра.
13. Объясните отличие между собственным и экспериментальным значениями квадрупольного момента ядра.
14. Квадрупольный момент какого ядра равен нулю?
15. Перечислите свойства ядерных сил (9 свойств).
16. Какие значения может принимать изоспин ядра?
17. Эффект Мессбауэра.
18. Оценить энергию отдачи ядра при испускании ядром γ - кванта.
19. Характеристики α -распада.
20. Характеристики β -распада.
21. Характеристики γ -распада.
22. Нарушение четности в слабых взаимодействиях. Опыт Ву.
23. Правила отбора для γ -переходов.
24. Законы сохранения в ядерных реакциях.
25. Записать выражение для порога реакции.
26. Условия образования составного ядра при ядерных реакциях.
27. Прямые ядерные реакции.

Контрольные для промежуточного контроля

Вариант 1

1. Вычислить кинетическую энергию протона с импульсом 5 МэВ/с.
2. Какая энергия выделится при образовании α -частицы из двух дейтронов. Удельная энергия связи дейтрона 1,1 МэВ, ядра ${}^4\text{He}$ - 7,07 МэВ.
3. Оценить угол, при котором в рассеянии электронов с энергией 600 МэВ на ядрах олова должен наблюдаться первый дифракционный минимум.
4. Кинетическая энергия α - частиц, испускаемых ${}^{226}\text{Ra}$ (атомная масса 226,02536 а.е.м.), равна 4,78 МэВ, а энергия отдачи конечного ядра ${}^{222}\text{Rn}$ - 0,09 МэВ. Чему равна атомная масса ${}^{222}\text{Rn}$?

5. Рассчитать доплеровское уширение спектральной линии с энергией 1 МэВ при комнатной температуре ($T = 300 \text{ K}$).

6. Ядро ${}^7\text{Li}$ захватывает медленный нейтрон и испускает γ - квант. Чему равна энергия этого γ - кванта?

Вариант 2

1. Определить импульс π -мезона, если его кинетическая энергия 200 МэВ.

2. Какое ядро может образоваться при слиянии двух ядер ${}^6\text{Li}$ и какая энергия выделится при этом?

3. Оценить энергию электронов, если при их рассеянии на ядрах свинца первый дифракционный минимум наблюдается под углом 7° .

4. Рассчитать кинетические энергии α - частицы и конечного ядра, образующихся при α - распаде ${}^{212}\text{Bi}$.

5. Определить типы и мультипольности γ - переходов:

1) $1^- \rightarrow 0^+$, 2) $1^+ \rightarrow 0^+$, 3) $2^- \rightarrow 0^+$, 4) $2^+ \rightarrow 3^-$, 5) $2^+ \rightarrow 3^+$, 6) $2^+ \rightarrow 2^+$.

6. Определить пороги реакции: 1) ${}^7\text{Li}(p, \alpha){}^4\text{He}$, 2) ${}^7\text{Li}(p, \gamma){}^8\text{Be}$.

Вариант 3

1. Какова скорость элементарной частицы, если ее масса в 10 раз превышает массу покоя?

2. Определить энергию связи нейтрона в ядре ${}^{21}\text{Ne}$. Даны дефекты масс в а.е.м.: $\Delta(n) = 0,008665$, $\Delta({}^{20}\text{Ne}) = -0,00759$, $\Delta({}^{21}\text{Ne}) = -0,006151$.

3. Оценить радиус и массовое число ядра, если известно, что при рассеянии электронов с энергией 500 МэВ первый дифракционный минимум наблюдается под углом 18° .

4. Рассчитать кинетические энергии α - частиц, образующихся при распаде ядра ${}^8\text{Be}$.

5. Определить верхнюю границу β - спектра при распаде нейтрона.

6. Какие ядра могут образовываться в результате реакций под действием: 1) протонов с энергией 10 МэВ на мишени из ${}^7\text{Li}$; 2) ядер ${}^7\text{Li}$ с энергией 10 МэВ на водородной мишени?

Вариант 4

1. Чему равна масса электрона с кинетической энергией 2 МэВ?

2. Рассчитать радиусы атомных ядер ${}^{27}\text{Al}$, ${}^{90}\text{Zr}$, ${}^{238}\text{U}$.

3. α - Частица с энергией 5 МэВ налетает на ядро золота ${}^{197}\text{Au}$ с прицельным параметром $2 \cdot 10^{-8}$ см. Определить угол отклонения α - частицы от первоначального направления движения.

4. Оценить верхнюю границу возраста Земли, считая, что весь имеющийся на Земле ${}^{40}\text{Ar}$ образовался из ${}^{40}\text{K}$ в результате e -захвата. В настоящее время на каждые 300 атомов ${}^{40}\text{Ar}$ приходится один атом ${}^{40}\text{K}$.

5. Определить кинетическую энергию конечного ядра при β^+ - распаде ${}^{64}\text{Cu}$ при: 1) $E_\nu = 0$, 2) $T_e = 0$.

6. Вычислить порог реакции ${}^{14}\text{N} + \alpha \rightarrow {}^{17}\text{O} + p$, если налетающей частицей является: 1) ядро ${}^{14}\text{N}$, 2) α - частица. Энергия реакции $Q = -1,18$ МэВ. Объяснить результат.

Вариант 5

1. Чему равна скорость частицы, кинетическая энергия которой равна ее энергии покоя?

2. Оценить часть объема ядра, занимаемую нуклонами, и среднее расстояние между нуклонами в ядре.

3. α - Частица с энергией 5 МэВ пролетает мимо ядра золота ^{197}Au . При каком значении прицельного параметра угол рассеяния составит 1° ?
4. Определить возраст деревянного предмета, если активность на единицу массы ^{14}C составляет 0,7 активности свежесрубленного дерева.
5. Чему равна максимальная энергия электронов, испускаемых при β - распаде трития?
6. Возможны ли реакции: 1) $\alpha + {}^7\text{Li} \rightarrow {}^{10}\text{B} + n$; 2) $\alpha + {}^{12}\text{C} \rightarrow {}^{14}\text{N} + d$ под действием α - частиц с кинетической энергией 10 МэВ?

Вариант 6

1. Скорость электрона составляет 10^{10} см/с. Какую энергию ему необходимо сообщить, чтобы его скорость увеличилась на 50% ?
2. Используя зависимость, существующую между радиусом ядра и массовым числом, оценить плотность ядерной материи.
3. Оценить минимальное расстояние, на которое сблизится с ядром золота ^{197}Au α - частица с энергией 5 МэВ.
4. Определить активность препарата ^{83}Sr через 60 часов после приготовления, если первоначальная активность составляла 0,05 мкКи.
5. Вычислить максимальную энергию электронов, испускаемых при β - распаде ^{12}B . Атомная масса ^{12}B — 12,0144 а.е.м.
6. Определить пороговые значения энергий γ - квантов в реакциях фоторасщепления ^{12}C : $\gamma + {}^{12}\text{C} \rightarrow {}^{11}\text{C} + n$;

Вариант 7

1. Электрон на выходе линейного ускорителя имеет скорость на 2 см/с меньше скорости света. Определить массу электрона.
2. При рассеянии протона на протоне величина поперечной компоненты импульса для первого дифракционного минимума равна 1,1 ГэВ/с. Оценить радиус протона и плотность вещества в протоне.
3. Убедиться, что разность энергий связи зеркальных ядер ^{15}N и ^{15}O обусловлена кулоновской энергией.
4. Какая доля ядер ^{32}P распадется в течение второй недели с момента изготовления препарата?
5. Определить максимальную кинетическую энергию электронов β - распада ^{32}P . Массы атомов в а.е.м.: ^{32}P — 31,973908, ^{32}S — 31,9720728.
6. Найти пороговую энергию γ - кванта при фоторасщеплении ядра массы M , если энергия реакции равна Q .

Контрольные для итогового контроля

Вариант № 1

1. С помощью формулы Вайцеккера получить выражение для энергии отделения протона в случае четно-четных ядер.
2. Какое количество распадов происходит за 1 с в 1 г ^{238}U ?
3. Проверить выполнение законов сохранения в реакции $\pi^0 + p \rightarrow \Lambda + K^+$. Рассчитать порог реакции.
4. Рассчитать максимальную энергию и импульс позитрона, образующегося в следующем распаде: $\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \bar{\nu}_\mu$;

Вариант № 2

1. Протон в ядре локализован с точностью до размеров, равных радиусу ядра, $\cong 5 \cdot 10^{-13}$ см. Чему равна неопределенность в скорости и энергии протона?
2. Рассчитать количество энергии, которое выделится при объединении 20 протонов и 20 нейтронов в ядро ^{40}Ca .
3. Рассмотреть возможность протекания за счет сильных взаимодействий следующих реакции: $p + \pi^- \rightarrow K^0 + \bar{\Lambda}$;
4. Определить частицу X, образующуюся в реакции сильного взаимодействия: $\pi^- + p \rightarrow K^- + p + X$;

Вариант № 3

1. Определить энергию отдачи ядра лития, образующегося при e^- -захвате в ядре ^7Be .
2. Возможно ли расщепление дейтрона γ -квантом с энергией 2 МэВ?
3. Какие значения может иметь относительный орбитальный момент двух π^0 - мезонов, образующихся в реакции $p \bar{p} \rightarrow 2\pi^0$, если относительный орбитальный момент $p \bar{p}$ равен L?
4. Проверить выполнение законов сохранения в реакции $\pi^+ + n \rightarrow \Sigma^+ + K^0$. Рассчитать порог реакции.

Вариант № 4

1. Используя формулу Вайцзеккера, вычислить энергии отделения протона для ядер ^{40}Ca .
2. Какая доля первоначального количества ядер радиоактивного препарата со средним временем жизни τ останется по прошествии времени 10τ ?
3. Рассчитать максимальную энергию и импульс позитрона, образующегося в следующем распаде: $\pi^+ \rightarrow \pi^0 + e^+ + \nu_e$;
4. Рассмотреть возможность протекания за счет сильных взаимодействий следующих реакции: $p + \pi^- \rightarrow K^0 + \Lambda$;

Вариант № 5

1. Определить длины волн λ : 1) протона, 2) электрона и 3) фотона с энергиями 1 МэВ.
2. Массы нейтрона и протона равны соответственно 939,6 и 938,3 МэВ. Определить массу ядра ^2H , если энергия связи дейтрона 2,2 МэВ.
3. Определить частицу X, образующуюся в реакции сильного взаимодействия: $\bar{p} + p \rightarrow \Lambda + \pi^- + X$
4. Показать, что пространственная четность позитрония (e^+e^-) равна $(-1)^{L+1}$, где L — относительный орбитальный момент e^+ и e^- .

Вариант № 6

1. По массам изобар ^{13}C и ^{13}N найти верхнюю границу спектра позитронов распада $^{13}\text{N} \rightarrow ^{13}\text{C} + e^+ + \nu_e$. Массы атомов в а.е.м.: $^{13}\text{C} = 13,00335508$, $^{13}\text{N} = 13,0057388$.
2. Определить пороговое значение энергии γ -кванта в реакции фоторождения π^0 - мезона $\gamma + p \rightarrow p + \pi^0$.
3. Определить изоспин ядра $(A, Z-1)$, образующегося в результате радиационного захвата π^- - мезона ядром (A, Z) с изоспином T.
4. Определить величину суммарной кинетической энергии π^- - мезонов, образующихся при распаде покоящегося K^+ - мезона: $K^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^+ + \pi^-$.

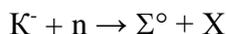
Вариант № 7

1. С помощью формулы Вайцзеккера рассчитать энергии отделения нейтронов в четно-четных изотопах ^{40}Ca .

2. Какая доля первоначального количества ядер радиоактивного препарата со средним временем жизни τ распадется за интервал времени между $t_1 = \tau$ и $t_2 = 2\tau$?

3. Рассмотреть возможность протекания за счет сильных взаимодействий следующих реакции: $p + K^- \rightarrow \Sigma^+ + \pi^-$;

4. Определить частицу X, образующуюся в реакции сильного взаимодействия:



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

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

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 64	удовлетворительно	зачтено
от 65 до 74	хорошо	
от 75 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 "незачтено" 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.

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

8.1. Основная учебная литература

1. Наумов А.И. Физика атомного ядра и элементарных частиц. -М.: Просвещение, 2002.
2. Ракобольская И.В. Ядерная физика. –М.: МГУ, 2001.
3. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. -М.: Наука, 2001.
4. Окунь Л.Б. Физика элементарных частиц. -М.: Наука, 2000.
5. Физика микромира (Серия “Маленькая энциклопедия”). -М.: Советская энциклопедия, 2000.
6. Иродов И.Е. Сборник задач по атомной и ядерной физике. -М.: Атомиздат, 2003.

8.2. Дополнительная учебная литература

1. Окунь Л.Б. Лептоны и кварки. -М.: Наука, 2003.
2. Волошин М.Б., Тер-Мартirosян К.Н. Теория калибровочных взаимодействий элементарных частиц. -М.: Энергоатомиздат., 2002.
3. Клоуз Ф. Кварки и глюоны. -М.:Мир, 2000.
4. Нелипа Н.Ф. Физика элементарных частиц. Калибровочные поля. -М.: Высшая школа, 2001.

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

1. <http://nuclphys.sinp.msu.ru>
2. <http://www.nds.or.at/>
3. <http://www.nea.fr/>
4. <http://www.nndcbnl.gov/>
5. <http://www.ippe.obninsk.ru/>
6. <http://depni.npi.msu.su/cdfe/>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Для изучения курса студентам необходимо использовать лекционный материал, учебники и учебные пособия из списка литературы, статьи из периодических изданий, ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Кроме того, целесообразно использовать следующие методические материалы:

1. Варианты контрольных работ и тестов.
2. Задачи для практических занятий самостоятельной работы
3. Раздаточный материал для практических занятий.
4. Задания для промежуточного и текущего контроля знаний студентов.
5. Электронную базу данных по дисциплине.
6. Рабочие тетради студентов.

Для теоретического и практического усвоения дисциплины большое значение имеет самостоятельная работа студентов, которая может осуществляться студентами индивидуально и под руководством преподавателя.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом в объеме не менее 50-70% общего количества часов, направлена на более глубокое усвоение изучаемого курса, формирование навыков исследовательской работы и ориентирование студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Для успешного освоения учебного материала курса «Физика ядра и элементарных частиц» требуются систематическая работа по изучению лекций и рекомендуемой литературы, решению домашних задач и домашних контрольных работ, а также активное участие в работе практических занятий.

Показателем освоения материала служит успешное решение задач предлагаемых домашних контрольных работ и выполнение аудиторных самостоятельных и контрольных работ.

В качестве оценочных средств программой дисциплины предусматривается:

- текущий контроль (аудиторные контрольные работы, домашние задания).
- промежуточный контроль.

Формы текущего, промежуточного и итогового контроля.

Текущий контроль:

- Самостоятельные работы
- Индивидуальные задания
- Опрос студентов

Промежуточный контроль:

- Контрольная работа по курсу

Итоговый контроль:

- экзамен

Критерии оценок

В основе оценки знаний по предмету лежат следующие основные требования:

- освоение всех разделов теоретического курса программы;
- умение применять полученные знания к решению конкретных задач.

Ответ заслуживает **отличной оценки**, если экзаменуемый показывает знания, в полной степени, отвечающие предъявляемым к ответу требованиям: это требование основных понятий и приемов решения задач. Отличная оценка характеризует свободную ориентацию экзаменуемого в предмете. Ответы на вопросы, в том числе и дополнительные, должны обнаруживать уверенное владение терминологией, основными умениями и навыками.

Хорошая оценка характеризует тот ответ, который не в полной степени удовлетворяет вышеперечисленным критериям, однако, экзаменуемый обнаруживает прочные знания в объеме курса. Ответ должен быть достаточно аргументирован, вопросы глубоко и осмысленно изложены.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за то, что ответ экзаменуемого соотносится с основными требованиями, т.е. имеются в виду твердые знания в объеме учебной программы и умение владеть терминологией. Удовлетворительная оценка выставляется за знание в целом, однако, отдельные детали могут быть упущены.

Неудовлетворительная оценка выставляется, если ответ не удовлетворяет хотя бы одному из требований или отсутствуют знания основных понятий и методов решения задач.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

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. Методические рекомендации по изучению дисциплины.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для проведения лекционных и практических занятий имеются аудитории, оснащенные всей необходимой мебелью и инвентарем. Для отдельных занятий аудитории оснащены проектором, ноутбуком и интерактивным экраном для демонстрации слайдов и т.п.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ПрООП ВО по направлению 44.03.05 «Педагогическое образование» (с двумя профилями подготовки), профили «Физика» и «Математика».