

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

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ФИЗИКА

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной программы

_____/ Нальгиева М. А.
от « 21 » 05 2024г.

УТВЕРЖДАЮ

Декан физико-математического факультета

_____/ Кульбужев Б. С.
от « 21 » 05 2024г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Физика атомного ядра и элементарных частиц»
(индекс дисциплины по учебному плану, наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки –
03.03.02 Физика
(код, наименование)

Направленность: **Физика**

Квалификация выпускника – *бакалавр физики*

Форма обучения очная

Магас, 2024

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

Назначение фонда оценочных средств

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

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

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

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

Основными параметрами и свойствами ФОС являются:

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

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

1.1 Перечень формируемых компетенций

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные	УК-2.1. Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними;	Знать теоретические основы, основные понятия, законы и модели основных разделов физики;
		УК-2.2. Предлагает способы решения поставленных задач и	Уметь понимать, излагать и критически

	способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта; УК-2.3. Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм;	анализировать физическую информацию. Пользоваться теоретическими основами, законами и моделями физики; Владеть физическими и математическими методами обработки и анализа информации в области основных разделов физики.
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и естественных наук в сфере профессиональной деятельности.	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями в области физико-математических наук, необходимыми для решения профессиональных задач. ОПК-1.2. Аргументированно применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера. ОПК-1.3. Обладает навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, решения профессиональных задач в области физики и смежных с ней естественнонаучных дисциплин.	Знает физические основы механики, молекулярной физики, природы колебаний и волн, основы термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, основы атомной и ядерной физики, понимает широту и ограниченность применения физики к исследованию процессов и явлений в природе и обществе. Умеет использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач, оценивает достоверность полученного решения задачи. Владеет навыками физических исследований, способен передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах предметной области знания.
ПК -3	готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований	ПК-3.1. Понимает физические основы методов и средства преобразования информации, обмена информацией на расстоянии с помощью радиоэлектронных средств и технологий.	Владеть: методами нахождения, отбора и объединения различных методов проведения физических исследований. Уметь: осмысленно выбирать научный метод

	<p>ПК-3.2. Владеет методологией математического моделирования физических процессов и объектов на базе как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ.</p> <p>ПК-3.3. Применяет цифровую технику при обработке данных при соблюдении основных требований информационной безопасности.</p> <p>ПК-3.4. Применяет современные информационные средства при подготовке данных при составлении обзоров, отчетов и научных публикаций.</p>	<p>проведения физических исследований.</p> <p>Знать: способы определения видов и типов профессиональных задач, а также методы их решения при проведении физических исследований</p>
--	---	---

1.2 ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

№ темы	тема (раздел теоретического обучения) дисциплины
1	Введение. Возникновение и развитие физики атомного ядра и физики элементарных частиц.
2	Масштабы величин, характерные для физики атомного ядра.
3	Четыре типа взаимодействий в природе и их краткая характеристика
4	Основные свойства элементарных частиц. Методы определения заряда, массы покоя, спинов и магнитных моментов ядер.
5	Принципы классификации элементарных частиц. Частицы и поля.
6	Квантовомеханическое описание нестабильных состояний.
7	Законы сохранения в физике элементарных частиц. Частицы и античастицы.
8	Изотопический спин. Зарядовые мультиплеты. Закон сохранения изотопического спина.
9	Странность. Очарование, прелесть и правдивость. Законы сохранения очарования, прелести и правдивости.
10	Четность. Закон сохранения четности.
11	Слабые взаимодействия. Бета распад.
12	Квантование электромагнитного поля. Современная картина электромагнитного взаимодействия.
13	Сильное ядерное взаимодействие. Мезонная теория ядерных сил.
14	Теории элементарных частиц. Магнитные моменты протона и нейтрона по кварковой теории.
15	Единая теория частиц и полей. Электрослабое объединение взаимодействий. Великое объединение.
16	Модель ядра – жидкой капли. Энергия связи ядра.

17	Модель ядерных оболочек. Понятие самосогласованного потенциала для нуклона в ядре.
18	Радиоактивность. Явление радиоактивности.
19	Альфа распад. Основные экспериментальные данные по альфа распаду и элементарная теория альфа распада
20	Гамма превращения ядер. Ядерная изомерия. Эффект Мёссбауэра.
21	Эффективные сечения и выходы ядерных реакций.
22	Модель составного ядра. Формула Брейта – Вигнера.
23	Ядерные реакции. Краткий обзор различных типов ядерных реакций.
24	Реакция деления ядра. Ядерные колы. Принцип работы атомных электростанций. Бродерные реакторы.
25	Термоядерные реакции синтеза. Критерий Лоусона.

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

код компетенции	Этапы формирования компетенций (темы дисциплин)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
УК-2.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
УК-2.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	21	22	23	24	25					
УК-2.	+	+	+	+	+					
ОПК-1	+	+	+	+	+					
ПК-3	+	+	+	+	+					

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

2.1 Структура фонда оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации

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

		-вопросы для обсуждения; -задачи.	
4	УК-2 ОПК-1 ПК-3	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
5	УК-2 ОПК-1 ПК-3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
6	УК-2 ОПК-1 ПК-3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
7	УК-2 ОПК-1 ПК-3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
8	УК-2 ОПК-1 ПК-3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
9	УК-2 ОПК-1 ПК-3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
10	УК-2 ОПК-1 ПК-3	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
11	УК-2 ОПК-1 ПК-3	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
12	УК-2 ОПК-1 ПК-3	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
13	УК-2 ОПК-1 ПК-3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
14	УК-2 ОПК-1	-Тестовые задания;	Зачетные вопросы

	ПК-3	-вопросы для обсуждения; -задачи.	
15	УК-2 ОПК-1 ПК-3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
16	УК-2 ОПК-1 ПК-3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
17	УК-2 ОПК-1 ПК-3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
18	УК-2 ОПК-1 ПК-3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
19	УК-2 ОПК-1 ПК-3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
20	УК-2 ОПК-1 ПК-3	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
21	УК-2 ОПК-1 ПК-3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
22	УК-2 ОПК-1 ПК-3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
23	УК-2 ОПК-1 ПК-3	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
24	УК-2 ОПК-1 ПК-3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы

25	УК-2 ОПК-1 ПК-3	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Зачетные вопросы
----	-----------------------	---	------------------

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

№ п/п	Наименование оценочного средства	Характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
УСТНЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА			
1	Собеседование, устный опрос	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися	Вопросы по темам/разделам дисциплины
3	Доклад, сообщение	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений
ПИСЬМЕННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА			
4	Реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов
5	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать	Фонд тестовых заданий

		процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	
6	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
7	Лабораторная работа	Средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу	Комплект лабораторных заданий
8	Задача	Это средство раскрытия связи между данными и искомым, заданные условием задачи, на основе чего надо выбрать, а затем выполнить действия, в том числе арифметические, и дать ответ на вопрос задачи	Задания по задачам

А) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ОТВЕТОВ НА УСТНЫЕ ВОПРОСЫ

№ п/п	Критерии оценивания	Количество баллов	Оценка/зачет
1	1) полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; 3) излагает материал последовательно и правильно.	10	отлично
2	студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «5», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.	8	хорошо
3	студент обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но: 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки	5-6	удовлетворительно
4	студент обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал; отмечаются такие недостатки в подготовке студента,	0	неудовлетворительно

	которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом		
--	--	--	--

Б) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ

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

В) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

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

Г) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕФЕРАТОВ

№ п/п	Критерии оценивания	Количество баллов
1	Выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы,	9-10

	тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы	
2	Основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.	7-8
3	Имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы	4-6
4	Тема освоена лишь частично; допущены грубые ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.	1-3
5	Тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы	0

Д) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

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

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

Коллоквиум № 1 (рубежный контроль 1) Разделы дисциплины:

2. Первичное и вторичное космическое излучение.
3. Взаимодействие космических лучей с веществом.
4. Вторичное излучение как генератор случайных чисел.

Вопросы к коллоквиуму.

1. Первичное космическое излучение, его химический состав и энергия.
2. Вторичное космическое излучение, его жесткая компонента.
3. Вторичное космическое излучение, его мягкая компонента.
4. Взаимодействие первичных космических частиц с ядрами.
5. Жесткая компонента вторичного космического излучения.
6. Мягкая компонента вторичного космического излучения.
7. Тяжелые заряженные частицы и их источники.
8. Легкие заряженные частицы и их источники.
9. 10 энергетических интервалов электромагнитного излучения.
10. Газоразрядные детекторы ионизирующего излучения – счетчик Гейгера.
11. Газоразрядные детекторы ионизирующего излучения -пропорциональный счетчик.
12. Сцинтилляционный детектор γ – излучения.
13. Полупроводниковые детекторы ионизирующего излучения.

Коллоквиум 2 (рубежный контроль 2) Разделы дисциплины:

4. Поглощение α -излучения в веществе.
5. Техника и методика ускорительного эксперимента.

Вопросы к коллоквиуму.

1. Прохождение альфа - частиц и протонов в веществе.
2. Пробег тяжелой заряженной частицы в веществе, эффект Брэгга.
3. Прохождение электронов и позитронов в веществе.
4. Эффективные пробеги электронов и позитронов.
5. Особенности взаимодействия гамма – квантов с веществом.
6. Фотоэффект, комптон – эффект и образование электрон – позитрон-ных пар.
7. Радиоактивный распад, закон распада - период полураспада.
8. Активность радиоактивного источника.
9. Единицы измерения активности - 1 Кюри (Ки) и единица СИ 1 Беккерель (Бк).
10. Физические основы работы ускорителя заряженных частиц.
11. Ускорители с неподвижной мишенью.
12. Ускорители на встречных пучках - коллайдеры.
13. Коэффициент неупругости в протон - протонном взаимодействии.
14. Множественность в протон-протонном взаимодействии.

Методические рекомендации по проведению коллоквиумов.

Посредством проведения коллоквиумов осуществляется промежуточная аттестация по дисциплине «Физический практикум - ядерная физика». На коллоквиум выносятся ключевые вопросы каждого раздела. Коллоквиум проводится в виде собеседования (устного опроса). На поставленный вопрос может отвечать как один студент, так и несколько, дополняя и расширяя ответы друг друга. Каждый студент имеет возможность ответить на несколько вопросов. Минимальное количество вопросов, позволяющее оценить текущий уровень знаний студента, – два.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Тяжелые заряженные частицы и их источники.
2. Легкие заряженные частицы и их источники.
3. 10 энергетических интервалов электромагнитного излучения.
4. Источники рентгеновского, гамма - и тормозного излучения.
5. Радиоактивный распад, закон распада - период полураспада.
6. α – распад. Энергии α - частиц и их периоды полураспада.
7. β - радиоактивность. β^- - и β^+ - распады, электронный захват.
8. γ – радиоактивность, его физический смысл.
9. Газоразрядные детекторы ионизирующего излучения - счетчик Гейгера.
10. Газоразрядные детекторы ионизирующего излучения - пропорциональный счетчик.
11. Сцинтилляционный детектор γ – излучения.
12. Полупроводниковые детекторы ионизирующего излучения.
13. Первичное космическое излучение, его химический состав и энергия.
14. Вторичное космическое излучение, его жесткая компонента.
15. Вторичное космическое излучение, его мягкая компонента.

Методические рекомендации по подготовке к зачету

Подготовка студентов к зачету включает следующие стадии: самостоятельная работа в течение учебного года (семестра); непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену.

Подготовку к зачету необходимо целесообразно начать с планирования и подбора источников и литературы. Прежде всего, следует внимательно перечитать учебную программу и программные вопросы для подготовки к экзамену, чтобы выделить из них наименее знакомые. Далее должен следовать этап повторения всего программного материала. На эту работу целесообразно отвести большую часть времени. Следующим этапом является самоконтроль знания изученного материала, который заключается в устных ответах на вопросы, выносимые на зачет. Тезисы ответов на наиболее сложные вопросы желательно записать, так как в процессе записи включаются дополнительные моторные ресурсы памяти.

Литература для подготовки к зачету обычно рекомендуется преподавателем. Она также может быть указана в программе курса и учебно- методических пособиях.

В ходе подготовки к зачету студентам необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания категорий и реальных проблем. А это достигается не простым заучиванием, а усвоением прочных, систематизированных знаний, аналитическим мышлением. Следовательно, непосредственная подготовка к зачету должна в разумных пропорциях сочетать и запоминание, и понимание программного материала.

В этот период полезным может быть общение студентов с преподавателями по дисциплине на групповых и индивидуальных консультациях. Хорошо помогает совместная подготовка двух или нескольких обучающихся.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Перечень заданий /вопросов

1. При лобовом столкновении двух атомных ядер с зарядами Z_1e и Z_2e и кинетическими энергиями $T_1 \neq 0$ и $T_2 = 0$ расстояние наибольшего сближения r_{\min} можно определить из равенства $T_1 = \frac{Z_1 Z_2 e^2}{r_{\min}}$. Объяснить почему. Далее, положить $Z_1 = 2$, $Z_2 = 79$, $T_1 = 5 \text{ МэВ}$ и рассчитать r_{\min} .
2. Какую энергию должны иметь α -частицы в опытах Резерфорда, чтобы при лобовом столкновении они захватывались ядрами $^{197}_{79}\text{Au}$ (и происходили реакции $^4_2\text{He} + ^{197}_{79}\text{Au} \rightarrow ^{201}_{81}\text{Pb}$). Справка: $R = r_0 A^{1/3}$, $r_0 \approx 1,20 \text{ Фм}$, $1 \text{ Фм} = 10^{-13} \text{ см}$.
3. Оценить плотность нуклонов в атомных ядрах, а также плотность массы и плотность электрического заряда. Справка: $m_n \approx m_p \approx 1,67 \cdot 10^{-24} \text{ з}$, $e \approx 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$.
4. Известны формула де Бройля $\lambda = \frac{h}{p}$ и формулы Эйнштейна $E = \sqrt{p^2 c^2 + m^2 c^4}$ и $T = E - mc^2$. Дать комментарий. Далее, выразить λ через T . Далее, рассчитать λ для электрона и протона, если $T = 100 \text{ ГэВ}$. Справка: $m_e \approx 9,11 \cdot 10^{-27} \text{ з}$, $h \approx 6,63 \cdot 10^{-27} \text{ эрг} \cdot \text{с}$.
5. В опытах Хофштадтера электроны с кинетическими энергиями $T = 250 \text{ МэВ}$ рассеивались на ядрах $^{40}_{20}\text{Ca}$. Были обнаружены три дифракционных минимума при углах рассеяния $\theta_{\min} \approx 18^\circ$, 31° , 48° . Исходя из этого, оценить размер R ядра кальция. Справка: $\sin \theta_{\min} \approx n \frac{0,61}{R} \lambda$, $n = 1, 2, 3, \dots$.
6. Для энергии связи ядер справедлива формула $W(A, Z) = (Zm_p c^2 + (A - Z)m_n c^2) - M(A, Z)c^2$. Дать комментарий. Но в справочниках часто указывают не массу атомных ядер, а массу атома $A(A, Z)$ и избыток (дефект) массы $\Delta(A, Z) \equiv (A(A, Z) - A)$. В связи этим доказать формулу $W(A, Z) = (ZA(1,1)c^2 + (A - Z)m_n c^2) - A(A, Z)c^2 \equiv (Z\Delta(1,1)c^2 + (A - Z)\Delta_n c^2) - \Delta(A, Z)c^2$. Энергию связи электронов в атоме не учитывать.
7. Из сравнения энергии связи зеркальных ядер $^{11}_5\text{B}$ и $^{11}_6\text{C}$ оценить величину r_0 в формуле $R = r_0 A^{1/3}$. Справка: $W(11,5) \approx 76,2 \text{ МэВ}$, $W(11,6) \approx 73,4 \text{ МэВ}$, $E_C \approx \frac{3Z(Z-1)e^2}{5R}$.
8. Орбитальное квантовое число нуклона $l = 3$. Найти его чётность P , полный момент j и его проекции j_z . Справка: внутренняя чётность нуклона $\pi = +1$, а спин $s = \frac{1}{2}$ (в единицах \hbar).
9. Найти чётность P , спин J и его проекции J_z ядер ^4_2He и ^6_3Li . Орбитальные моменты нуклонов известны: у первого по четвёртый нуклонов $l = 0$, у остальных $l = 1$.

Шкала оценивания, показатели и критерии оценивания образовательных результатов обучающегося

Шкала оценивания	Показатели и критерии оценивания
5, «отлично»	Студентом дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок.
4, «хорошо»	Студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.
3, «удовлетворительно»	Студентом дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.
2, «неудовлетворительно»	Студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено. Т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.

ЗАДАНИЯ К ЭКЗАМЕНУ

Перечень заданий /вопросов

1. Размер ядра. Опыты Резерфорда. Результаты рассеяния α -частиц на Pb 208 82 . Опыты Хофштадтера.
2. Упругое рассеяние электронов на ядрах. Двухпараметрическое распределение Ферми.
3. Ядерный парк. Стабильные, долгоживущие и радиоактивные ядра. NZ -диаграмма.
4. Энергия связи атомных ядер. Энергия отделения нуклона и сложной частицы от ядра. Массы ядер и методы их определения. Атомная единица массы.
5. Удельная энергия связи. Синтез и деление ядер как источники энергии. Сравнение ядерной энергии с кулоновской и гравитационной.
6. Свойства ядерных сил и нуклонов в ядре. Модель жидкой капли.
7. Формула Вайцекера. Объемная, поверхностная и кулоновская энергии ядра. Принцип Паули и энергия симметрии ядра. Энергия спаривания.

8. Основное и возбуждённые состояния ядра. Диаграмма ядерных уровней. Сохраняющиеся величины и квантовые числа.

9. Определение спина ядер. Спин чётных и нечётных ядер по A . Взаимная компенсация моментов нуклонов в основном состоянии.

10. История и виды радиоактивности. Основной закон радиоактивного распада. Энергетические соотношения. Дорожка стабильности на NZ -диаграмме. Ядерное время.

11. Ядерные силы. Притяжение и короткодействие. Мощность и насыщение. Зависимость от спина и нецентральность. Зарядовая независимость и обменный характер. Спин-орбитальная добавка.

12. Оболочечная модель ядра. Схожесть и различие с оболочечной моделью атома. Магические числа. Свойства ядер с магическими числами.

13. Элементарные частицы. Определение и парк элементарных частиц. Время жизни, структура и классификация.

14. Систематика частиц. Фундаментальные фермионы. Кварки и лептоны. Фундаментальные бозоны. Глюоны, фотоны, W и Z бозоны. Адроны. Барионы и мезоны.

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

1. Сивухин, Д.В. Общий курс физики : учеб. пособие для студентов физ. специальностей вузов : [в 5 т.]. Т. 5 : Атомная и ядерная физика / Д. В. Сивухин. - 2-е изд. ; стер. - Москва : Физматлит : Московский Физико-технический ин-т, 2008. - 782 с.

2. Ишханов, Б.С., И.М. Капитонов, Н. П. Юдин. Частицы и атомные ядра, М., Издательство ЛКИ, 2007

3. Капитонов И. М. Введение в физику ядра и частиц. Москва: Физмалит, 2010. <http://www.biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75503>

4. Бондарев Б.В., Калашников Н.П., Спирин Г.Г. Курс общей физики 2: Электродинамика Оптика Квантовая физика. М.: Юрайт, 2013

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

5. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика, Москва. Наука, 1979. 2. Рокобольская И.В. Ядерная физика. Издат. МГУ, 1962.

6. Н.Г. Гончарова, Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Э.И. Кэбин, М.Е. Степанов. "Физика ядра и частиц. Задачи с решениями", М., Из-во УНЦДО, 2003

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

Интернет-ресурсы

1. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics.htm>

2. <http://mat.net.ua/mat/index-fizika.htm>

3. http://ph4s.ru/books_phys.html

Электронные ресурсы ИнГГУ

	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
/п	Электронная библиотека EastView	http://www.dlib.eastview.com	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ

.	Справочно-правовая система «Консультант-плюс»	http://www.consultant.ru	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ
.	База данных «Полпред»	http://www.polpred.com	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ
.	Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	http://www.window.edu.ru	Свободный доступ по сети Интернет.
.	Информационная система «Экономика. Социология. Менеджмент»	http://www.ecsosman.ru	Свободный доступ по сети Интернет.
.	Сайт Высшей аттестационной комиссии	http://www.vak.ed.gov.ru	Свободный доступ по сети Интернет.
.	В помощь аспирантам	http://www.dis.finansy.ru	Свободный доступ по сети Интернет.
.	Elsevier	http://www.sciencedirect.com ; http://www.scopus.com	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ
	Консультант студента	http://www.studmedlib.ru	Доступ по индивидуальным скретч-картам.
0	«Электронная библиотечная система Университетская библиотека ONLINE»	http://www.biblioclub.ru	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ

9. Программное обеспечение

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

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

Университет обеспечен следующим комплектом лицензионного программного обеспечения.

1. Лицензионное программное обеспечение, используемое в ИнГГУ

- 1.1. Microsoft Windows 7
- 1.2. Microsoft Office 2007
- 1.3. Программный комплекс ММИС “Визуальная Студия Тестирования”

- 1.4. Антивирусное ПО Eset Nod32
- 1.5. Справочно-правовая система «Гарант»

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

Таблица 9.1.

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