

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН
МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКО-ТАДЖИКСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ»

Естественнонаучный факультет

Кафедра «Математики и физики»

«УТВЕРЖДАЮ»

«23» августа 2025 г.

Зав. кафедрой Гулбоев Б.Дж.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по учебной дисциплине (модулю)

«Физика фундаментального взаимодействия»

Направление подготовки - 03.03.02 «Физика»

Профиль подготовки - «Общая физика»

Форма подготовки - очная

Уровень подготовки - бакалавриат

Душанбе 2025 г.

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю)

«Физика фундаментального взаимодействия»

Общие положения

Фонд оценочных средств (далее ФОС) предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Физика фундаментальных взаимодействий» программы подготовки специалистов по бакалавру для специальности 03.03.02 - Физика.

В результате освоения учебной дисциплины «Физика фундаментальных взаимодействий» обучающийся должен обладать предусмотренными ФГОС следующими умениями, знаниями, а также использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни.

В результате освоения дисциплины «Физика фундаментальных взаимодействий» формируются следующие (обще профессиональные, профессиональные) компетенции обучающегося:

1) Обще профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Коды компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Вид оценочного средства
УК-1	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи; ИУК-1.2. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи; ИУК-1.3. Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки; ИУК-1.4. Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. ИУК-1.5. Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.	Устный опрос Дискуссия
ПК-1	ПК-1 Способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	ИПК 1.1. Знает: - базовые и специальные курсы в области физики и других естественных наук, особенно математического аппарата физики; - методы решения профессиональные задачи в области научно-исследовательской и практической деятельности по направлению физики; - специализированные теоретическое знание для освоения профильных физических дисциплин и метода их применения в области экспериментальной и теоретической физики. ИПК 1.2. Умеет: - ориентироваться на использование теоретические, экспериментальные специализированные знания в области физики, компьютерные программирование и физико-	Устный опрос

		математическое моделирование процессов природы и их методах исследования при освоения профильных физических дисциплин и научные исследование; - критически переосмысливать накопленный опыт, а также умеет использовать специализированные физические знания для освоения профильных дисциплин, изменять (при необходимости) профиль своей профессиональной деятельности. ИПК 1.3. Владеет: - методами поиска научной информации с использованием различных источников; - методами планирования научных исследований; - а также способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.		Дискуссия
Коды компетенции	Результаты освоения ООП Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Вид средства	оценочного

Уровень и качество знаний обучающихся оценивается по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде экзамена (на 7 семестре).

Текущий контроль включает в себя защиту выполненного практического задания.

Защита задач для самостоятельного решения проводится для проверки способности использовать законы физики при анализе условия и решения задач по физике, а также умения применять математические методы для описания физических явлений.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде экзамена на 7 семестре.

Экзамен предполагает ответ на теоретические вопросы или тестов из перечня вопросов, вынесенных на экзамен по всему курсу. К моменту сдачи экзамена должны быть благополучно пройдены предыдущие формы контроля.

Методика формирования результирующей оценки в обязательном порядке учитывает активность студентов на занятиях, посещаемость занятий, оценки за защиту практических работ, выполнение самостоятельных заданий.

Комплект вопросов для письменной работы (ответы на контрольные вопросы) или для собеседования на коллоквиумах (по основным разделам дисциплины), а также для написания рефератов:

№ п/п	Контролируемые разделы, темы, модули ¹	Формируемые компетенции	Оценочные средства		
			Количество тестовых заданий	Другие оценочные средства	
				Вид	Количество
1	Введение. Стандартная модель физика частиц. Лептоны – электрон, мюон, тауон. Калибровочный бозоны. Спины частицы	УК-1 ПК-1	10	Решение задач Опрос Реферат	3 4 1

¹Наименования разделов, тем, модулей соответствуют рабочей программе дисциплины.

2	Общие сведения о Стандартной Модели и их структуры. Нерешенные вопросы Стандартной Модели. Взаимодействия фундаментальных частиц. Атомы-молекулы, кварки – ядра.	УК-1 ПК-1	10	Решение задач Опрос Реферат	3 4 1
3	Возможности изучения фундаментальных взаимодействий на ускорителях. Экспериментальная техника ускорительные комплексы.	УК-1 ПК-1	10	Решение задач Опрос Реферат	3 4 1
4	Возможности изучения фундаментальных взаимодействий в космических лучах. Космические лучи. История исследования. Методы исследования космического излучения. Природа первичного космического излучения. Космические лучи в атмосферы Земли.	УК-1 ПК-1	8	Решение задач Опрос Реферат	3 4 1
5	Общие свойства фундаментальных взаимодействий. Введение. Взаимодействия и поля в физике частиц. Диаграмма Фейнмана. Сравнения типов взаимодействия. Электромагнитные взаимодействия, слабые взаимодействия, сильные взаимодействия, гравитационные взаимодействия.	УК-1 ПК-1	10	Решение задач Опрос Реферат	3 4 1
6	Взаимодействия и поля в физике частиц. Сравнения типов взаимодействия.	УК-1 ПК-1	8	Решение задач Опрос Реферат	3 4 1
7	Свойства основных типов взаимодействий для фундаментальных фермионов. Константы взаимодействий и последствия их сравнения, константа сильного взаимодействия	УК-1 ПК-1	8	Решение задач Опрос Реферат	3 4 1
8	Фундаментальные частиц и их взаимодействия. Основные физические величины для описания явлений, происходящих в микромире.	УК-1 ПК-1	8	Решение задач Опрос Реферат	3 4 1

	Фундаментальные характеристики микрообъектов. Спин элементарных частицы.				
9	Классификация элементарных частиц. Кинематика. Преобразования Лоренца. Методы измерения поперечных сечений в разных типах взаимодействий.	УК-1 ПК-1	8	Решение задач Опрос Реферат	3 4 1
10	Взаимодействие частиц с веществом потери энергии. Потери энергии заряженными частицами. Электромагнитные каскады.	УК-1 ПК-1	8	Решение задач Опрос Реферат	3 4 1
11	Процессы происходящие с фотонами в веществе. Процессы происходящие с фотонами	УК-1 ПК-1	8	Решение задач Опрос Реферат	3 4 1
12	Способы измерения масса частиц и ядер. Метод определения масс ядер масс-спектроскопия. Методы определения масс элементарных частиц. Метод инвариантных масс. Переходное излучение.	УК-1 ПК-1	8	Решение задач Опрос Реферат	3 4 1
13	Детекторы в физике частиц и ядер. Сцинтилляторы, черенковские детекторы, детектор переходного излучения, Многонитные камеры, калориметры.	УК-1 ПК-1	8	Решение задач Опрос Реферат	3 4 1
14	Процессы взаимодействия при столкновениях частиц высоких энергий. Способы излучения разных типов взаимодействий. Импульсные спектры вторичных частиц.	УК-1 ПК-1	8	Решение задач Опрос Реферат	3 4 1

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Физика фундаментальных взаимодействий» организуется в виде лекций, практических занятий и самостоятельной работы. Продолжительность изучения дисциплины - 1 семестр. Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам входного контроля, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде экзамена.

Лекция - основная форма систематического, последовательного устного изложения учебного материала. Чтение лекций, как правило, осуществляется наиболее профессионально подготовленными преподавателями университета. Основными задачами лекций являются:

- ознакомление обучающихся с целями, задачами и структурой изучаемой дисциплины, ее местом в системе наук и связями с другими дисциплинами;

- изложение комплекса основных научных понятий, законов, методов, принципов данной дисциплины;

Лекции мотивируют обучающегося на самостоятельный поиск и изучение научной и специальной литературы и других источников по темам дисциплины, ориентируют на выявление, формулирование и исследование наиболее актуальных вопросов и проблем физика фундаментальных взаимодействий. Значимым фактором полноценной и плодотворной работы обучающегося на лекции является культура ведения конспекта. Слушая лекцию, необходимо научиться выделять и фиксировать ее ключевые моменты, записывая их более четко и выделяя каким-либо способом из общего текста. Кроме того, необходимо научиться делать понятные для обучающегося сокращения при записи текста лекции и стремиться освоить быструю манеру письма и рубрикацию материала.

Интерактивные лекции проводятся в форме проблемных лекций. В ходе проблемной лекции преподаватель включает в процесс изложения материала серию проблемных вопросов. Как правило, это сложные, ключевые для темы вопросы. Студенты приглашаются для размышлений и поиску ответов на них по мере их постановки. Типовая структура проблемной лекции включает:

- создание проблемной ситуации через постановку учебной проблемы; конкретизацию этой проблемы, выдвижение гипотез по ее решению;

- мысленный эксперимент по проверке выдвинутых гипотез;

- проверку сформулированных гипотез, подбор аргументов и фактов для их подтверждения;

- формулировку выводов;

- подведение к новым противоречиям или перспективам изучения последующего материала;

- вопросы для обратной связи, помогающие корректировать умственную деятельность студентов на лекции. В ходе проблемной лекции проводится дискуссия по актуальным вопросам.

Практические занятия по дисциплине «Физика фундаментальных взаимодействий» проводятся в соответствии с учебно-тематическим планом по отдельным группам. Цель практических занятий - закрепить теоретические знания, полученные студентами на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы, а также приобрести начальные практические навыки анализа наблюдаемых физических явлений.

Темы практических занятий заранее сообщаются обучающимся для того, чтобы они имели возможность подготовиться и проработать соответствующие теоретические вопросы дисциплины. В начале каждого практического занятия преподаватель кратко доводит до обучающихся цель и задачи занятия и сообщает обучающимся основные законы необходимые для решения задач на занятии.

В рамках практического занятия обучающиеся решают задачи и разбирают практические задачи самостоятельно или при помощи преподавателя. Преподаватель выступает в роли консультанта, осуществляет контроль полученных обучающимися результатов.

Интерактивными являются практические занятия в форме метода развивающейся кооперации (решение задач в группах с последующим обсуждением).

Отсутствие обучающихся на занятиях или их неактивное участие на них может быть компенсировано самостоятельным выполнением дополнительных заданий и представлением их на проверку преподавателю.

Целью самостоятельной работы обучающихся при изучении настоящей учебной дисциплины является выработка ими навыков работы с научной и учебной литературой, а также развитие у обучающихся устойчивых способностей к самостоятельному изучению и обработке полученной информации.

В процессе самостоятельной работы обучающийся должен воспринимать, осмысливать и углублять получаемую информацию, решать практические задачи, подготавливать доклады, выполнять домашние задания, овладевать профессионально необходимыми навыками. Самостоятельная работа обучающегося весьма многообразна и содержательна. Она включает следующие виды занятий:

- самостоятельный подбор, изучение, конспектирование, анализ учебно-методической и научной литературы, периодических научных изданий,

- индивидуальная творческая работа по осмыслению собранной информации, проведению сравнительного анализа и синтеза материалов, полученных из разных источников, интерпретации информации, выполнение домашних заданий;

-завершающий этап самостоятельной работы

- подготовка к сдаче экзамена по дисциплине, предполагающая интеграцию и систематизацию всех полученных при изучении учебной дисциплины знаний.

Опрос — это выяснение мнения сообщества по тем или иным вопросам. По итогам опроса могут быть изменены или отменены существующие либо приняты новые правила и руководства (за исключением противоречащих общим принципам проекта).

Опрос студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать справочную и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов;
- творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

Требование к опросу:

- точность ответа на поставленный вопрос;
- формулировка целей и задач работы;
- раскрытие (определение) рассматриваемого понятия (определения, проблемы, термина);
- четкость структуры работы;
- самостоятельность, логичность изложения;
- наличие выводов, сделанных самостоятельно.

Критерии оценки по опросу:

Отметка «5». Выступление выполнено в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Работа соответствует требованию.

Отметка «4». Выступление отвечает предъявленным требованиям. Допускаются отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата.

Отметка «3». Учащиеся показывают знания не в полной мере и испытывают затруднение при решении задач.

Отметка «2» выставляется в том случае, когда учащиеся не подготовлены к выполнению этой работы.

Решение задач – процесс выполнения действий или мыслительных операций, направленный на достижение цели, заданной в рамках проблемной ситуации - задачи; является составной частью мышления. С точки зрения когнитивного подхода процесс решения задач является наиболее сложной из всех функций интеллекта и определяется как когнитивный процесс более высокого порядка, требующий согласования и управления более элементарными или фундаментальными навыками.

Критерии оценки решения задач:

Оценка «5» - выставляется студенту, если он активно принимал участие в решении задач и отвечал на вопросы полным ответом с доказательством и решением безошибочно.

Оценка «4» - наличие несущественных ошибок, уверенно исправляемых обучающимся после дополнительных и наводящих вопросов. Демонстрация обучающимся знаний в объеме пройденной программы. Четкое изложение учебного материала.

Оценка «3» - наличие несущественных ошибок в ответе, не исправляемых обучающимся. Демонстрация обучающимся недостаточно полных знаний по пройденной программе.

Оценка «2» - выставляется студенту, если он не учувствовал в решении задач, а при вызывании к доске не мог ничего ответить.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

Критериями оценок результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентами учебного материала;
- умения студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- сформированность общеучебных умений;
- умения студента активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями;
- умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- умение четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- умение показать, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;
- умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.

Критерии оценки самостоятельной работы студентов:

Оценка «5» ставится тогда когда студент свободно применяет знания на практике, не допускает ошибок в воспроизведении изученного материала, выделяет главные положения в изученном материале и не затрудняется в ответах на видоизмененные вопросы, усваивает весь объем программного материала и оформлен аккуратно в соответствии с требованиями;

Оценка «4» ставится тогда когда студент знает весь изученный материал, отвечает без особых затруднений на вопросы преподавателя, умеет применять полученные знания на практике, в ответах не допускает серьезных ошибок, легко устраняет определенные неточности с помощью дополнительных вопросов преподавателя, материал оформлен недостаточно аккуратно и в соответствии с требованиями;

Оценка «3» ставится тогда когда студент обнаруживает освоение основного материала, но испытывает затруднения при его самостоятельном воспроизведении и требует дополнительных дополняющих вопросов преподавателя, предпочитает отвечать на вопросы воспроизводящего характера и испытывает затруднения при ответах на воспроизводящие вопросы, материал оформлен не аккуратно или не в соответствии с требованиями;

Оценка «2» ставится тогда когда студент имеет отдельные представления об изучаемом материале, но все, же большая часть не усвоена и материал оформлен не в соответствии с требованиями.

В основу разработки балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется постоянно в процессе его обучения в университете. Настоящая система оценки успеваемости студентов основана на использовании совокупности контрольных точек, равномерно расположенных на всем временном интервале изучения дисциплины. При этом предполагается разделение всего курса на ряд более или менее самостоятельных, логически завершенных блоков и модулей и проведение по ним промежуточного контроля.

Студентам выставляются следующие баллы за выполнение задания ПК:

- **оценка «отлично» (10 баллов):** контрольные тесты, а также самостоятельно выполненные семестровые задания, выполненные полностью и сданные в срок в соответствии с предъявляемыми требованиями;

- **оценка «хорошо» (8-9 баллов):** задание выполнено и в целом отвечает предъявляемым требованиям, но имеются отдельные замечания в его оформлении или сроке сдачи;

- **оценка «удовлетворительно» (6-7 баллов):** задание выполнено не до конца, отсутствуют ответы на отдельные вопросы, имеются отклонения в объеме, содержании, сроке выполнения;

- **оценка «неудовлетворительно» (5 и ниже):** отсутствует решение задачи, задание переписано (скачано) из других источников, не проявлена самостоятельность при его выполнении.

Текущий контроль осуществляется в ходе учебного процесса по результатам выполнения самостоятельной работы и контрольной работы.

Основными формами текущего контроля знаний являются:

- обсуждение вынесенных в планы практических занятий лекционного материала и контрольных вопросов;
- решение тестов и их обсуждение с точки зрения умения сформулировать выводы, вносить рекомендации и принимать адекватные управленческие решения;

- выполнение контрольной работы и обсуждение результатов;
- участие в дискуссиях в качестве участника и модератора групповой дискуссии по темам дисциплины;
- написание и презентация доклада;
- написание самостоятельной (контрольной) работы.

Для контроля усвоения данной дисциплины учебным планом предусмотрен зачет и экзамен. Общее количество баллов по дисциплине - 100 баллов в семестре. Распределение баллов на текущий и промежуточный контроль при освоении дисциплины, а также итоговой оценке представлено ниже.

ПРИМЕРЫ ОПРОСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА ПО ОСВОЕНИЮ МАТЕРИАЛА

1. Что изучает фотофизик?
2. Что называется квант света?
3. Что передается при распространения света?
4. Какие явления подтверждают корпускулярную теорию света?
5. Какие частицы является лептоны?
6. Какие частицы является бозоны?
7. Что такой спин?
8. Что такое взаимодействия?
9. Что передается при взаимодействия?
10. О чем свидетельствует ядра атом?
11. О чем гласит волновые свойства частиц вещества?
12. Что является характеристика кварков?
13. Для чего нужны ускорители?
14. Как происходит экспериментальные подтверждение элементарных частиц?
15. Что означает соотношение неопределенностей?
16. Что дали человеку изучение космические лучи?
17. Как происходит взаимодействия космические лучи с атмосферы Земли?
18. Как происходит квантование водородоподобного атома?
19. О чем свидетельствует константа сильного взаимодействия?
20. Что является характеристики взаимодействия?
21. Что такое операторный метод?
22. Как можно понять диаграмма Фейнмана?
23. С чем связана магнетизм атомов?
24. Что такое спин электрона?
25. Что характеризуют четыре квантовых числа электрона?
26. Какие частицы считаются фундаментальными?
27. Что такое странность частиц ?
28. Как происходит сравнение элементарных частиц?
29. Что такое фермион?
30. Какие частицы можно назвать фермионами?
31. Что передается при сильное взаимодействие?
32. Как происходит современное классификация элементарных частиц?
33. Как принимается преобразований Лоренц при изучения микромира?
34. Что гласят опытные факты о теории сверхтекучести?
35. Что означает сверхпроводимость?
36. Что такой детектор?
37. Как работают Сцинтилляторы, черенковские детекторы, детектор переходного излучения, многонитные камеры, калориметры?
38. Что характеризуют электромагнитные каскады?
39. Как измеряют масса частиц и ядер?
40. Что такой масс-спектрометр?
41. Что происходит при столкновениях частиц высоких энергий?

42. Что дали импульсные спектры вторичных частиц?
43. Что такое четность?
44. Имеет ли закон сохранения четности?
45. Что означает к-захват электрона?
46. Можно ли разделить ядра?
47. Что такое интенсивность?
48. Может ли проходить заряженных частиц через вещество?
49. Как происходит прохождение гамма-квантов через вещество?
50. Какой частица может проходить лучше через вещество, легких или тяжёлые заряженных частиц?
51. Что такое ускорители?
52. Что является источниками нейтронов и других нейтральных частиц?
53. Что такое детектор частиц?
54. Как происходит ядерные реакции?
55. Что такой нейтрон?
56. От чего состоят космические лучи?

ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА ПО РЕШЕНИЮ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ.

1. Чему равна скорость частицы v , кинетическая энергия T которой равна ее энергии покоя mc^2 ?
2. 0-мезон, кинетическая энергия которого равна энергии покоя, распадается на два - кванта, энергии которых равны. Каков угол между направлениями движения -квантов?
3. Определить величину суммарной кинетической энергии -мезонов, образующихся при распаде покоящегося K^+ -мезона: $K^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^0 + \pi^-$. Массы покоя частиц в энергетических единицах: $m_{K^+} = 493.646 \text{ МэВ}$, $m_{\pi^+} = 139.658 \text{ МэВ}$.
4. Определить частицы X , образующиеся в реакциях сильного взаимодействия:
1) $\pi^- + p \rightarrow K^- + p + X$; 2) $K^- + p \rightarrow \Omega^- + K^0 + X$; 3) $p + \bar{p} \rightarrow \Xi^- + \pi^+ + X$.
5. Могут ли следующие реакции: 1) $\pi^- + p \rightarrow \Xi^- + K^+ + K^-$; 2) $\pi^+ + p \rightarrow \Delta^{++} + \pi^0$
3) $K^+ + n \rightarrow \Sigma^+ + \pi^0$
6. Какие из приведенных ниже реакций под действием нейтрино и антинейтрино возможны, какие запрещены и почему: 1) $\bar{\nu}_\mu + p \rightarrow n + \mu^+$; 2) $\nu_e + n \rightarrow p + \mu^-$; 3) $\bar{\nu}_\mu + n \rightarrow p + \mu^-$.
7. Построить из кварков следующие частицы: $p, n, \Lambda, \Sigma^0, \Xi^0, \Omega^-$.
8. Определить значения спинов, четностей и изоспинов основных состояний гиперядер ${}^5_\Lambda \text{He}$ и ${}^6_{\Lambda\Lambda} \text{He}$.
9. Нарисовать кварковые диаграммы взаимодействий p - p , n - p , p - n .
10. Проверить выполнение законов сохранения и построить кварковые диаграммы реакций, происходящих в результате сильного взаимодействия:
1) $\pi^- + p \rightarrow \Lambda + K^0$; 2) $p + \bar{p} \rightarrow \Omega^- + \Omega^-$; 3) $\pi^+ + n \rightarrow \Xi^- + K^+ + K^+$.
11. Может ли фотон передать всю энергию изолированному электрону?
12. Возможен ли процесс $\gamma \rightarrow e^+e^-$ в вакууме?
13. Рассмотрим процесс $\gamma \rightarrow e^+e^-$ вблизи атомного ядра. Оцените минимальный импульс, передаваемый ядру, в ультрарелятивистском приближении, считая ядро бесконечно тяжелым.
14. Вычислите пороговую энергию фотона, необходимую для образования электрон-позитронной пары на а) электроне, б) ядре.
15. Рассмотрим ультрарелятивистские столкновения протонов. Сколько энергии на образование новых частиц уходит в ускорителях а) на встречных пучках, б) с неподвижной мишенью.
16. Сталкиваются две частицы массы m . Свяжите их суммарную энергию в лабораторной системе (El) с энергией в системе центра масс (Ec).
17. Начальная плотность потока частиц a и b дается выражением $F=4(|\mathbf{p}_a|E_b+|\mathbf{p}_b|E_a)$. Перепишите его в явном лоренц-инвариантном виде.

18. Покажите лоренц-инвариантность дифференциала d^3p/E , возникающего при интегрировании по импульсам в фазовом объеме.
19. Для рассеяния $2 \rightarrow 2$ скалярных частиц выведите соотношение для распределения по углам дифференциального сечения рассеяния.
20. Решите задачу 20 для ширины распада $1 \rightarrow 2$.
21. Используя результаты задачи 19, вычислите в древесном приближении дифференциальное сечение электромагнитного рассеяния скалярных частиц разной массы в ультрарелятивистском пределе. Как надо поменять вычисление, если массы частиц одинаковы?
22. Вычислите двухчастичный фазовый объем.
23. Найдите отношение сечений реакций образования дейтерия $pp \rightarrow \pi^+d$ и $np \rightarrow \pi^0d$, зная изоспины $I_\pi=1$, $I_d=0$.
24. Решите задачу 23 для образования трехнуклонных систем: $pd \rightarrow {}^3\text{He} \pi^0$ и $pd \rightarrow {}^3\text{H} \pi^+$.
25. Какие из распадов запрещены и почему: а) $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$, б) $\pi^0 \rightarrow 3\gamma$, в) $\omega^0 \rightarrow \rho^0\gamma$, г) $\omega \rightarrow 2\pi$, д) $\omega^0 \rightarrow \pi^0\gamma$, е) $\omega^0 \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$, ж) $\rho \rightarrow 2\pi$?
26. Постройте волновую функцию π^+ -мезона в кварковой модели.
27. То же для ρ^- -мезона.
28. Какие из распадов подавлены по правилу Цвейга: а) $\phi \rightarrow 3\pi$, б) $\phi \rightarrow 2K$, в) $\omega \rightarrow 3\pi$, г) $\psi \rightarrow 2D$?
29. Какой распад более вероятен: $D^+ \rightarrow K^+\pi^+\pi^-$ или $D^+ \rightarrow K^-\pi^+\pi^+$?
30. Какой из распадов $D^0 \rightarrow K^-\pi^+$ и $D^0 \rightarrow \pi^-\pi^+$ подавлен?
31. Какие из распадов $D_s^0 \rightarrow K^-\pi^+\pi^+\pi^-$, $D_s^0 \rightarrow K^+K^-$, $D_s^0 \rightarrow K^+\pi^-$, $D_s^0 \rightarrow K^+\pi^-\pi^+\pi^-$ подавлены?
32. Определите количество протонов и нейтронов в ядре атома железа ${}^{56}_{26}\text{Fe}$.
33. Определить постоянного распада изотопа радия ${}^{219}_{88}\text{Ra}$. Период полураспада радия: $T=0,001\text{с}$.
34. Постоянная распада рубидия ${}^{89}_{37}\text{Rb}$ равна $0,00077\text{ с}^{-1}$. Определить период полураспада рубидия.
35. Альфа-частицы с кинетической энергией $T=6.5\text{МэВ}$ испытывают резерфордское рассеяние на ядре золота ${}^{197}\text{Au}$. Определить: 1) параметр столкновения b для альфа-частиц, наблюдаемых под углом $\theta = 90^\circ$; 2) минимальное расстояние $r_{\min}$ сближения альфа-частиц с ядром; 3) кинетическую (T') и 4) потенциальную (E') энергии альфа-частиц в этой точке.
36. Протон с кинетической энергией $T=2\text{МэВ}$ налетает на неподвижное ядро ${}^{197}\text{Au}$. Определить дифференциальное сечение рассеяния $d\sigma/d\Omega$ на угол $\theta = 60^\circ$. Как изменится величина дифференциального сечения рассеяния, если в качестве рассеивающего ядра выбрать ${}^{27}\text{Al}$?
37. Активность препарата ${}^{32}\text{P}$ равна 2мкКи . Какая масса такого препарата? Период полураспада ${}^{32}\text{P}$ 14.5 суток.
38. Определить 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 ${}^{40}\text{K}$.
39. В результате α -распада радий ${}^{226}\text{Ra}$ превращается в радон ${}^{222}\text{Rn}$. Какой объем радона при нормальных условиях будет находиться в равновесии с 1г радия? Период полураспада ${}^{226}\text{Ra}$ $T_{1/2}({}^{226}\text{Ra})=1600$ лет, $T_{1/2}({}^{222}\text{Rn})=3.82$ дня.
40. Используя значения масс атомов, определить верхнюю границу спектра позитронов, испускаемых при β^+ -распаде ядра ${}^{27}\text{Si}$. $M_{\text{ат}}({}^{27}\text{Si}) = 25137.961\text{МэВ}$, $M_{\text{ат}}({}^{27}\text{Al})=25133.150\text{ МэВ}$ (массы в энергетических единицах).
41. Перечислить несколько ядерных реакций, в которых может образоваться изотоп ${}^8\text{Be}$.
42. Какую минимальную кинетическую энергию в лабораторной системе $T_{\min}$ должен иметь нейтрон, чтобы стала возможной реакция ${}^{16}\text{O}(n,\alpha){}^{13}\text{C}$?

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

1. Основные положения Стандартной Модели
2. Экспериментальная техника ускорителей
3. Космические лучи. Проект Памир–Чакалтай.
4. Диаграмма Фейнмана.
5. Взаимодействия и поля в физике частиц. Сравнения типов взаимодействия.
6. Стандартная Модель физики частиц

7. Основные физические величины для описания явлений, происходящих в микромире.
8. Фундаментальные характеристики микрообъектов.
9. Энергетический спектр первичного космического излучения
10. Взаимодействие частиц с веществом потери энергии.
11. Процессы происходящие с фотонами в веществе.
12. Способы измерения масса частиц и ядер.
13. Черенковские детекторы.
14. Сцинтилляторы.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА (ЭКЗАМЕН)

Тестовое задание – это один из методов педагогического контроля, задание стандартной формы, выполнение которого позволяет установить уровень и наличие определенных умений, навыков, способностей, умственного развития и других характеристик личности с помощью специальной шкалы результатов, позволяющие за сравнительно короткое время оценить результативность познавательной деятельности, т.е. оценить степень и качество достижения каждым учащимся целей обучения (целей изучения).

@1.

Фундаментальные физические взаимодействия:

- \$A\$) гравитационное, сильное;
- \$B\$) сильное, электрическое, магнитное;
- \$C\$) тепловое, электрическое;
- \$D\$) гравитационное, слабое, электромагнитное, сильное;
- \$E\$) правильного ответа нет;

@2.

Постоянная Планка:

- \$A\$) $h=6,626 \cdot 10^{-32}$ Дж.с;
- \$B\$) правильного ответа нет;
- \$C\$) $h=6,626 \cdot 10^{-34}$ Кл.с;
- \$D\$) $h=6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж.с/ 2π ;
- \$E\$) $h=6,626 \cdot 10^{-14}$ Дж.с;

@3.

Частицы, участвующие в сильном взаимодействии, называются:

- \$A\$) правильного ответа нет;
- \$B\$) лептонами;
- \$C\$) адронами;
- \$D\$) нейтронами;
- \$E\$) кварками;

@4.

Характеристика сильное взаимодействие:

- \$A\$) адроны;
- \$B\$) заряженные частицы;
- \$C\$) все, кроме фотона;
- \$D\$) правильного ответа нет;
- \$E\$) все взаимодействующие частицы;

@5.

Кварки:

- \$A\$) фундаментальная частица, наблюдаемая в свободном состоянии;
- \$B\$) фундаментальная частица, обладающая электрическим зарядом, кратным $e/3$;
- \$C\$) правильного ответа нет;
- \$D\$) фундаментальная частица, не обладающая электрическим зарядом;
- \$E\$) фундаментальная частица, обладающая электрическим зарядом, кратным $2e$;

@6.

Спин как квантовое свойство частиц это:

- \$A) собственный момент импульса элементарных частиц;
- \$B) частота когерентного излучения;
- \$C) правильного ответа нет;
- \$D) масса заряженной частицы;
- \$E) собственная сила элементарных частиц;

@7.

Магнитные полюса встречаются:

- \$A) по отдельности;
- \$B) парами - северный полюс и южный полюс;
- \$C) отдельно и парами;
- \$D) правильного ответа нет;
- \$E) не четными;

@8.

Лептоны:

- \$A) фундаментальные частицы с полуцелым спином, не участвующие в сильном взаимодействии;
- \$B) фундаментальные частицы с целым спином;
- \$C) Фундаментальные частицы участвующие в сильном взаимодействии;
- \$D) фундаментальные частицы с полуцелым спином, участвующие в сильном взаимодействии;
- \$E) правильного ответа нет;

@9.

Частицы, участвующие в слабом взаимодействии, называются:

- \$A) адронами;
- \$B) правильного ответа нет;
- \$C) лептонами;
- \$D) нейтринными;
- \$E) нейтронами;

@10.

Субатомные частицы:

- \$A) парные частицы;
- \$B) правильного ответа нет;
- \$C) фотоны;
- \$D) нейтральные частицы;
- \$E) частицы, намного меньшие, чем атомы;

@11.

Формула эквивалентности массы и энергии:

- \$A) $E=mc/2\pi$;
- \$B) $E=2\pi mc^2$;
- \$C) $E=mc^2/2$;
- \$D) правильного ответа нет;
- \$E) $E=mc^2$;

@12.

Физический вакуум в квантовой физике:

- \$A) основное энергетическое состояние квантованного поля, обладающее нулевыми импульсом, моментом импульса и другими квантовыми числами;
- \$B) основное энергетическое состояние квантованного поля, обладающее импульсом;
- \$C) основное энергетическое состояние квантованного поля, обладающее квантовыми числами;
- \$D) правильного ответа нет;
- \$E) основное энергетическое состояние квантованного поля, обладающее моментом импульса;

@13.

В электромагнитном взаимодействии участвуют:

- \$A) нейтроны;
- \$B) все заряженные тела, все заряженные элементарные частицы;
- \$C) правильного ответа нет;
- \$D) фотоны;

\$E) все заряженные элементарные частицы;

@14.

Космические лучи:

\$A) элементарные частицы в Солнечной системе;

\$B) элементарные частицы на поверхности солнца;

\$C) правильного ответа нет;

\$D) элементарные частицы с низкими энергиями;

\$E) элементарные частицы и ядра атомов, движущиеся с высокими энергиями в космическом пространстве;

@15.

Превращений элементарных частиц:

\$A) относится к гравитационным взаимодействиям;

\$B) относится к гравитационным, электромагнитным и сильным взаимодействиям;

\$C) относится к сильным взаимодействиям;

\$D) не относится к гравитационным, электромагнитным и сильным взаимодействиям;

\$E) правильного ответа нет;

@16.

Электрический заряд и спин позитрона:

\$A) +1; $1/2$;

\$B) правильного ответа нет;

\$C) -1; $1/2$;

\$D) +1; 1;

\$E) 0; $1/2$;

@17.

Бета-распад нейтрона:

\$A) гравитационное взаимодействие;

\$B) сильное взаимодействие;

\$C) слабое взаимодействие;

\$D) правильного ответа нет;

\$E) сильное и гравитационное взаимодействие;

@18.

Порядок возрастания интенсивности фундаментальных взаимодействий:

\$A) правильного ответа нет;

\$B) гравитационное, слабое, электромагнитное, сильное;

\$C) электромагнитное, сильное, гравитационное, слабое;

\$D) гравитационное, слабое, сильное, электромагнитное;

\$E) электромагнитное, слабое, сильное гравитационное;

@19.

Фундаментальные взаимодействия отличаются:

\$A) по силе гравитации;

\$B) по знаку заряда частиц;

\$C) по массе;

\$D) по силе воздействия-интенсивностью;

\$E) правильного ответа нет;

@20.

Характеристика гравитационное взаимодействие:

\$A) все взаимодействующие частицы;

\$B) все, кроме фотона;

\$C) только заряженные частицы;

\$D) правильного ответа нет;

\$E) только фотоны;

Спин как квантовое свойство частиц это:

\$A) собственный момент импульса элементарных частиц;

\$B) частота когерентного излучения;

\$C) правильного ответа нет;
\$D) масса заряженной частицы;
\$E) собственная сила элементарных частиц;
@103.

Лептоны:

\$A) фундаментальные частицы с полуцелым спином, не участвующие в сильном взаимодействии;
\$B) фундаментальные частицы с целым спином;
\$C) Фундаментальные частицы участвующие в сильном взаимодействии;
\$D) фундаментальные частицы с полуцелым спином, участвующие в сильном взаимодействии;
\$E) правильного ответа нет;

@104.

Кварки:

\$A) фундаментальная частица, обладающая электрическим зарядом, кратным $e/3$;
\$B) фундаментальная частица, наблюдаемая в свободном состоянии
\$C) правильного ответа нет;
\$D) фундаментальная частица, не обладающая электрическим зарядом;
\$E) фундаментальная частица, обладающая электрическим зарядом, кратным $2e$;

@105.

Физический вакуум в квантовой физике:

\$A) основное энергетическое состояние квантованного поля, обладающее импульсом;
\$B) основное энергетическое состояние квантованного поля, обладающее нулевыми импульсом, моментом импульса и другими квантовыми числами;
\$C) основное энергетическое состояние квантованного поля, обладающее моментом импульса;
\$D) правильного ответа нет;
\$E) основное энергетическое состояние квантованного поля, обладающее квантовыми числами;

@106.

Космические лучи:

\$A) правильного ответа нет;
\$B) элементарные частицы на поверхности солнца;
\$C) элементарные частицы и ядра атомов, движущиеся с высокими энергиями в космическом пространстве;
\$D) элементарные частицы с низкими энергиями;
\$E) элементарные частицы в Солнечной системе;

@107.

Электрический заряд и спин позитрона:

\$A) $+1; 1/2$;
\$B) правильного ответа нет;
\$C) $-1; 1/2$;
\$D) $+1; 1$;
\$E) $0; 1/2$;

@108.

Порядок возрастания интенсивности фундаментальных взаимодействий:

\$A) гравитационное, слабое, сильное, электромагнитное;
\$B) правильного ответа нет;
\$C) электромагнитное, сильное, гравитационное, слабое;
\$D) гравитационное, слабое, электромагнитное, сильное;
\$E) электромагнитное, слабое, сильное гравитационное;

@109.

Характеристика гравитационное взаимодействие:

\$A) все, кроме фотона;
\$B) все взаимодействующие частицы;
\$C) только заряженные частицы;
\$D) правильного ответа нет;
\$E) только фотоны;

@110.

Характеристика слабое взаимодействие:

- \$A) все, кроме фотона;
- \$B) правильного ответа нет;
- \$C) адроны и фотоны;
- \$D) только заряженные частицы;
- \$E) все взаимодействующие частицы;

@111.

Характеристика сильное взаимодействие:

- \$A) все, кроме фотона;
- \$B) заряженные частицы;
- \$C) адроны;
- \$D) правильного ответа нет;
- \$E) все взаимодействующие частицы;

@112.

В гравитационное взаимодействие участвуют:

- \$A) звезды и планеты;
- \$B) все тела в природе;
- \$C) микрочастицы;
- \$D) правильного ответа нет;
- \$E) галактики;

@113.

В слабое взаимодействие участвуют:

- \$A) галактики;
- \$B) правильного ответа нет;
- \$C) звезды и планеты;
- \$D) твердые тела макромира;
- \$E) все элементарные частицы, кроме фотона;

@114.

Взаимодействие в физике:

- \$A) воздействие тел или частиц друг на друга, приводящее к изменению их движения;
- \$B) воздействие звезды и планеты;
- \$C) воздействие микрочастицы;
- \$D) воздействие твердые тела;
- \$E) правильного ответа нет;

@115.

Скорость света:

- \$A) $c = 3 \cdot 10^{12}$ м/с;
- \$B) $c = 3 \cdot 10^6$ м/с;
- \$C) $c = 3 \cdot 10^5$ м/с;
- \$D) $c = 3 \cdot 10^4$ м/с;
- \$E) правильного ответа нет;

@116.

Взаимодействие электрических зарядов осуществляется:

- \$A) посредством электронов;
- \$B) посредством гравитационного поля;
- \$C) посредством фотонов;
- \$D) правильного ответа нет;
- \$E) посредством электромагнитного поля;

@117.

Электрически нейтральные частицы:

- \$A) фотон и нейтрино;
- \$B) фотон;
- \$C) правильного ответа нет;

\$D) электрон;
\$E) нейтрино и электрон;
@118.

Характеристика электромагнитное взаимодействие:

\$A) заряженные частицы;
\$B) все, кроме фотона;
\$C) фотоны;
\$D) правильного ответа нет;
\$E) адроны и фотоны;
@119.

Электрические заряды существуют:

\$A) парами;
\$B) по отдельности;
\$C) отдельно и парами;
\$D) не существуют;
\$E) правильного ответа нет;
@120.

Характеристика электромагнитное взаимодействие:

\$A) правильного ответа нет;
\$B) все, кроме фотона;
\$C) фотоны;
\$D) заряженные частицы;
\$E) адроны и фотоны;

Итоговые оценки студентов

Буквенное обозначение итоговых оценок студентов и их цифровые эквиваленты:

Буквенная оценка	Цифра	Общий балл	Традиционная оценка
A	4	$95 \leq A \leq 100$	отлично
A-	3,67	$90 \leq A < 95$	
B+	3,33	$85 \leq B < 90$	хорошо
B	3	$80 \leq B < 85$	
B-	2,67	$75 \leq B < 80$	
C+	2,33	$70 \leq C < 75$	удовлетворительно
C	2	$65 \leq C < 70$	
C-	1,67	$60 \leq C < 65$	
D+	1,33	$55 \leq D < 60$	
D	1	$50 \leq D < 55$	
Fx	0	$45 \leq Fx < 50$	неудовлетворительно
F	0	$0 < F < 45$	

Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации:

«Отлично» - средняя оценка $\geq 3,67$.

«Хорошо» - средняя оценка $\geq 2,67$ и $\leq 3,33$.

«Удовлетворительно» - средняя оценка $\geq 1,0$ и $\leq 2,33$.

«Неудовлетворительно» - средняя оценка < 0 .

Разработчик: к.ф.-м.н., _____ « » _____ 2025г