

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Дмитровградский инженерно-технологический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ДИТИ НИЯУ МИФИ)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ОСНОВЫ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ»

Специальность 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики

Квалификация выпускника инженер

Специализация Химическая технология материалов ядерного топливного цикла

Форма обучения очная

Выпускающая кафедра Кафедра радиохимии

Кафедра-разработчик рабочей программы Кафедра общей и медицинской физики

Семестр	Трудоемкость час. (ЗЕТ)	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет/кр)
6	144 (4)	18	36	-	90	Зачет
7	144 (4)	17	34	-	39	Экзамен
Итого	288 (8)	35	70	-	129	

Дмитровград
2021 г.

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями Федерального закона от 29.12.2012г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Образовательного стандарта высшего образования, самостоятельно установленного НИЯУ МИФИ (далее – Образовательный стандарт (или ОС) НИЯУ МИФИ), по специальности 18.05.02. Химическая технология материалов современной энергетики), утвержденного Ученым советом университета (протокол № 18/03 от 31.05.2018 г., актуализировано Ученым советом университета (протокол № 21/11 от 27.07.2021 г.)), учебного плана ДИТИ НИЯУ МИФИ.

Составители рабочей программы

Старший преподаватель

кафедры общей и медицинской физики

(должность, ученое звание, степень)


(подпись)

К.В. Голубева

(Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры общей и медицинской физики, протокол № 3 от 08.04.2021

Зав. кафедрой-разработчика

«08» 04 2021г.


(подпись)

О.И. Дружинская

(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

И.о. зав. выпускающей кафедрой

«16» 04 2021г.


(подпись)

А.А. Лизин

(Ф.И.О.)

Руководитель ООП,

Лизин А.А., к.х.н.,

и.о. зав. кафедрой радиохимии

«16» 04 2021г.


(подпись)

А.А. Лизин

(Ф.И.О.)

СОДЕРЖАНИЕ

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	4
3 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ	6
4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	11
6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)	12
7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	20
8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	21
9 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ	22

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: обеспечение студентов знаниями и навыками в области математических и естественнонаучных знаний, связанных с ядерной физикой, выработка практических навыков решения физических проблем в области ядерной физики.

Задачи освоения дисциплины: изучение студентами основных понятий, определений и законов классической механики, статистической физики, классической электродинамики; формирование у студента способности применять знания, получаемые при изучении курса, к решению практически физических задач; обучение студентов самостоятельной работе с учебной литературой.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ и ООП ВО по специальности *18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики*.

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК
Естественно-научная	УКЕ-1 Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	З-УКЕ-1 Знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. У-УКЕ-1 Уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи. В-УКЕ-1 Владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами.
Цифровая экономика	УКЦ-2 Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач	З-УКЦ-2 Знать: методики сбора и обработки информации с использованием цифровых средств, а также актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности. У-УКЦ-2 Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; использованием цифровых средств, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, и решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности. В-УКЦ-2 Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации с использованием цифровых средств для решения поставленных задач, навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с

		использованием цифровых средств и с учетом требований информационной безопасности.
--	--	--

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
ОПК-1 Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности	<p>З-ОПК-1 Знать: математический аппарат, физические и химические законы необходимые для решения профессиональных задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла, основные теоретические положения смежных естественнонаучных дисциплин.</p> <p>У-ОПК-1 Уметь: определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов математических и естественнонаучных дисциплин для решения профессиональных задач, применять полученные теоретические знания и математический аппарат для самостоятельного освоения специальных разделов математики и естественнонаучных дисциплин, необходимых в профессиональной деятельности, применять знания математики и естественнонаучных дисциплин для анализа и обработки результатов химических экспериментов.</p> <p>В-ОПК-1 Владеть: навыками использования теоретических основ базовых разделов математики и естественнонаучных дисциплин при решении задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла.</p>

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- методики сбора и обработки информации с использованием цифровых средств, а также актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности;
- математический аппарат, физические и химические законы необходимые для решения профессиональных задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла, основные теоретические положения смежных естественнонаучных дисциплин.

Уметь:

- использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи;
- применять методики поиска, сбора и обработки информации; с использованием цифровых средств, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, и решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности;
- определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов математических и естественнонаучных дисциплин для решения профессиональных задач, применять полученные теоретические знания и математический аппарат для самостоятельного освоения специальных разделов математики и естественнонаучных дисциплин, необходимых в профессиональной деятельности, применять знания математики и естественнонаучных дисциплин для анализа и обработки результатов химических экспериментов.

Владеть:

- методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами;

– методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации с использованием цифровых средств для решения поставленных задач, навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с использованием цифровых средств и с учетом требований информационной безопасности;

– навыками использования теоретических основ базовых разделов математики и естественнонаучных дисциплин при решении задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла.

3 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное и трудовое воспитание	B14 - формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду	Использование воспитательного потенциала дисциплины для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач; - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина *Основы ядерной физики* относится к базовой части обще профессионального модуля учебного плана по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики.

4.1 Объем дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины *Основы ядерной физики* составляет 8 зачетных единиц (ЗЕТ), 288 академических часов.

Таблица 4.1 Объем дисциплины по видам учебных занятий

Вид учебной работы	Всего,	Семестр
--------------------	--------	---------

	зачетных единиц (акад. часов)	6	7
Контактная работа с преподавателем в том числе: – аудиторная по видам учебных занятий	105	54	51
– лекции	35	18	17
– практические занятия	70	36	34
Самостоятельная работа обучающихся в том числе:	129	90	39
– изучение теоретического курса	39	30	9
– расчетно-графические задания, задачи	70	50	20
– реферат, эссе	20	10	10
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	54 Экзамен	Зачет	54 Экзамен
Итого по дисциплине	288	144	144

Таблица 4.2 - Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, включая самостоятельную работу студентов, акад. часы								Формируемые индикаторы освоения компетенций
		Лекции	Практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	Лабораторные работы	в том числе в форме практической подготовки	Самостоятельная работа	в том числе в форме практической подготовки	Всего часов	
6 семестр										
1	Фундаментальные частицы	2	2	-	-	-	10	-	14	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2, 3-УКЕ-1 У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
2	Распады и реакции	4	10	-	-	-	20	-	34	
3	Элементарные частицы	4	8	-	-	-	20	-	32	
4	Структура ядер	4	8	-	-	-	20	-	32	
5	Устойчивость ядер	4	8	-	-	-	20	-	32	
7 семестр										
6	Виды распада	4	10	-	-	-	8	-	22	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2, 3-УКЕ-1 У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
7	Ядерные реакции	7	14	-	-	-	19	-	40	
8	Реакции с нейтронами	4	8	-	-	-	8	-	20	
9	Виды реакций	2	2	-	-	-	4	-	8	
	ИТОГО:	35	70	-			129		234	

4.2 Содержание дисциплины

ДЕ1. Введение. Ядерная физика, предмет и методы изучения. Фундаментальные частицы. Классификация частиц. Лептоны. Кварки. Квантовые числа. Фундаментальные взаимодействия. Сильное взаимодействие. Электрослабое взаимодействие. Гравитационное взаимодействие. Объединение взаимодействий.

ДЕ2. Распады фундаментальных частиц. Спонтанность распада. Законы сохранения зарядов при распаде. Закон сохранения энергии при распаде. Закон сохранения момента импульса при

распаде. Статистическое описание распадов. Период полураспада. Среднее время жизни. Активность. Объёмная активность. Массовая активность. Распады лептонов и кварков. Реакции фундаментальных частиц. Понятие реакции. Символическая запись. Законы сохранения зарядов. Законы сохранения энергии в реакциях. Закон сохранения импульса. Энергия порога. Закон сохранения момента импульса. Статистическое описание реакций. Микроскопическое сечение. Макроскопическое сечение. Длина свободного пробега. Дифференциальное сечение. Рассеяние фотона на фотоне. Рассеяние фотона на электроне. Реакция рождения пар при рассеянии на электроне. Рассеяние электрона на электроне. Реакция аннигиляции.

ДЕ3. Элементарные частицы. Систематика элементарных частиц. Барионы, мезоны. Характеристики протона и нейтрона. Электрические и магнитные свойства элементарных частиц. Распады элементарных частиц. Закон сохранения барионного заряда. Распад нейтрона. Взаимодействие между элементарными частицами. Общее о реакциях элементарных частиц. Упругое рассеяние. Упругое рассеяние твёрдых шариков. Практически важные реакции элементарных частиц. Законы сохранения при высоких энергиях. Фейнмановские диаграммы.

ДЕ4. Структура ядер. Характеристики ядер. Заряд, масса, энергия связи. Стабильность ядер. Радиус ядра. Механический, магнитный и электрический моменты, чётность, изотопический спин. Структура ядра. Ядерные силы. Ядерные модели. Оболочечная модель ядра. Потенциальная яма ядра. Распределение нуклонов по уровням энергии. Энергия ядра как целого. Радиус и плотность ядер. Электрические свойства ядер. Спин ядра и его магнитные свойства. Модель Ферми-газа. Капельная, обобщенная модели.

ДЕ5. Распад ядер. Радиоактивность. Основные законы радиоактивного распада. Энергия связи ядра. Энергия связи нуклонов в ядре. Энергия связи ядерных образований в ядре. Устойчивость ядер. Радиоактивный распад ядер. Бета-распад. Электронный распад. Гамма-распад. Отдача при испускании фотонов ядром. Гамма-распад изомерных ядер. Двойной электронный распад. Позитронный распад. Способность ядер к бета-распаду. Нейтронный распад. Протонный распад. Двухнейтронный распад. Двухпротонный распад. Альфа-распад. Кластерный распад. Цепочки распадов. Радиоактивные семейства. Накопление изотопов в радиоактивных цепочках. Спонтанное деление. Спонтанное деление как источник нейтронов. Спонтанное деление из изомерных состояний.

ДЕ6. Ядерные реакции. Понятие ядерной реакции. Общие характеристики. Законы сохранения. Ядерные реакции при низких энергиях. Реакции через составное ядро. Энергетические уровни промежуточного ядра. Дисперсионная формула сечения ядерной реакции при низких энергиях. Прямые ядерные реакции. Инклюзивные ядерные реакции. Статистическое описание ядерных реакций. Сечение реакции. Полное сечение. Суммарное сечение. Выход ядерной реакции. Время ядерной реакции. Скорость ядерной реакции. Энергия реакции. Порог ядерной реакции. Реакции с нейтрино.

ДЕ7. Реакции с фотонами. Дифракционное рассеяние. Реакции с фотонами как источники нейтронов. Фотоядерная реакция образования пар. Реакции электронов с ядрами. Реакции с протонами. Реакции с дейтерием. Реакции с тритием и гелием-3. Реакции синтеза. Термоядерные реакции. Реакции с альфа-частицами. Реакции с тяжёлыми ионами. Взаимодействие частиц при высоких энергиях. Реакции с нейтронами. Потенциальное упругое рассеяние нейтронов. Внутреннее упругое рассеяние. Неупругое рассеяние. Радиационный захват. (n, p)-реакция. (n, гелий-4)-реакция. (n, 2n)-реакция. Реакция вынужденного деления. Запоздывающие нейтроны. Реакции размножения. Систематизация реакций с нейтронами. Образование элементов в природе. Синтез трансурановых элементов. Трансмутация. Карта нуклидов. Необычные виды ядер и атомов.

ДЕ8. Взаимодействие излучений с веществом. Реакции электронов с веществом. Характеристики пучков электронов. Обратное рассеяние электронов. Дифракционное рассеяние электронов. Ионизационные потери электронов. Ионизация вещества. Линейная ионизация электронами. Радиационные потери для электронов. Многократное рассеяние электронов в веществе. Траекторный пробег электронов. Проникновение электронов в вещество. Слой половинного поглощения. Нагревание вещества электронами. Каскад превращений в веществе. Особенности реакции позитронов с веществом. Эффект Вавилова-Черенкова. Переходное излучение.

ДЕ9. Реакции ионов с веществом. Характеристики пучков ионов. Обратное рассеяние. Ионно-электронная эмиссия. Ионное распыление. Потери энергии ионов в веществе. Линейная передача энергии. Тормозная способность вещества. Ионизация среды. Радиационные потери. Выделение теплоты. Ионная люминесценция. Вторичные электроны. Перезарядка ионов. Ядерные реакции под действием ионов в веществе. Пробег ионов в веществе. Особенности пробега осколков деления. Каналирование ионов. Последствия реакций ионов с веществом.

ДЕ10. Реакции фотонов с веществом. Характеристики пучков фотонов. Обратное рассеяние фотонов. Дифракционное рассеяние фотонов поверхностью. Ослабление пучка фотонов в веществе. Эффективный атомный номер вещества. Ослабление широкого пучка фотонов. Фактор накопления.

ДЕ11. Реакции нейтронов с веществом. Характеристики пучков нейтронов. Обратное отражение нейтронов. Дифракционное рассеяние нейтронов. Рассеяние нейтронов в веществе. Ионизация нейтронами. Активация нейтронами. Радиационные разрушения нейтронами. Замедление нейтронов. Длина свободного пробега. Нейтронная радиография. Диффузия нейтронов. Длина миграции. Выход нейтронов из вещества.

ДЕ12. Космические лучи. Взаимодействие частиц при высоких энергиях. Методы регистрации элементарных частиц и ядер.

Таблица 4.3 - Лекционный курс

№ лекции	Номер раздела	Тема лекции и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий
6 семестр				
1	1	Фундаментальные частицы. ДЕ1.	2	0,5
2	2	Распады и реакции. ДЕ2. ДЕ3.	4	0,5
3	3	Элементарные частицы. ДЕ4.	4	0,5
4	4	Структура ядер. ДЕ5.	4	0,5
5	5	Устойчивость ядер. ДЕ6.	4	0,5
7 семестр				
6	6	Виды распада. ДЕ7. ДЕ8.	4	0,5
7	7	Ядерные реакции. ДЕ9. ДЕ10.	7	0,5
8	8	Реакции с нейтронами. ДЕ11.	4	0,5
9	9	Виды реакций. ДЕ12.	2	0,5
Итого:			35	4,5

Таблица 4.4 - Практические занятия

№ занятия	Номер раздела	Наименование практического занятия и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе в форме практической подготовки
6 семестр				

1	1	Фундаментальные частицы. ДЕ1	2	-
2	2	Распады и реакции. ДЕ2. ДЕ3	10	-
3	3	Элементарные частицы. ДЕ4	8	-
4	4	Структура ядер. ДЕ5	8	-
5	5	Устойчивость ядер. ДЕ6	8	-
7 семестр				
6	6	Виды распада. ДЕ7. ДЕ8	10	-
7	7	Ядерные реакции. ДЕ9 ДЕ10.	14	-
8	8	Реакции с нейтронами. ДЕ11	8	-
9	9	Виды реакций. ДЕ12	2	-
Итого:			70	-

Таблица 4.5 - Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

Таблица 4.6 – Самостоятельная работа студента

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы студента	Трудоемкость, часов
6 семестр			
1	1.1	Выполнение индивидуального задания № 1	10
2	2.1	Выполнение индивидуального задания № 2	10
	2.2	Подготовка к сдаче домашних задач	5
	2.3	Подготовка к коллоквиуму	5
3	3.1	Выполнение индивидуального задания № 3	10
	3.2	Подготовка к семинарскому занятию	5
	3.3	Написание реферата	5
4	4.1	Выполнение индивидуального задания № 4	10
	4.2	Подготовка к семинарскому занятию	10
5	5.1	Выполнение индивидуального задания № 5	10
	5.2	Подготовка к сдаче домашних задач	5
	5.3	Подготовка к коллоквиуму	5
7 семестр			
6	6.1	Выполнение индивидуального задания № 6	8
7	7.1	Выполнение индивидуального задания № 7	10
	7.2	Подготовка к сдаче домашних задач	5
	7.3	Подготовка к коллоквиуму	4
8	8.1	Выполнение индивидуального задания № 8	2
	8.2	Подготовка к семинарскому занятию	2
	8.3	Написание реферата	4
9	9.1	Выполнение индивидуального задания № 5	1
	9.2	Подготовка к сдаче домашних задач	1

	9.3	Подготовка к коллоквиуму	2
		ИТОГО:	129

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы и дающие наиболее эффективные результаты освоения дисциплины:

1. ЛЕКЦИЯ, мастер-класс (Лк, МК) – передача учебной информации от преподавателя к студентам, как правило с использованием компьютерных и технических средств, направленная в основном на приобретение студентами новых теоретических и фактических знаний. Наиболее распространенные виды (формы) организации учебного процесса для достижения определенных результатов обучения и компетенций:

Информационная лекция

Проблемная лекция – в отличие от информационной лекции, на которой сообщаются сведения, предназначенные для запоминания, на проблемной лекции знания вводятся как «неизвестное», которое необходимо «открыть». Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. При этом выдвигаемая проблема требует не однотипного решения, готовой схемы которого нет. Данный тип лекции строится таким образом, что деятельность студента по ее усвоению приближается к поисковой, исследовательской. На подобных лекциях обязателен диалог преподавателя и студентов.

Лекция-визуализация – учит студента преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, выделяя при этом наиболее значимые и существенные элементы. На лекции используются схемы, рисунки, чертежи и т.п., к подготовке которых привлекаются обучающиеся. Проведение лекции сводится к связному развернутому комментированию преподавателем подготовленных наглядных пособий. При этом важна логика и ритм подачи учебного материала. Данный тип лекции хорошо использовать на введения студентов в новый раздел, тему, дисциплину.

Лекция с разбором конкретной ситуации, изложенной в устно или в виде короткого диафильма, видеозаписи и т.п.; студенты совместно анализируют и обсуждают представленный материал.

2. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА (СР) – изучение студентами теоретического материала, подготовка к лекциям, лабораторным работам, практическим и семинарским занятиям, оформление конспектов лекций, написание рефератов, отчетов, курсовых работ, проектов, работа в электронной образовательной среде и др. для приобретения *новых теоретических и фактических знаний, теоретических и практических умений*.

3. КОНСУЛЬТАЦИЯ, тьюторство (Конс., тьют.) – индивидуальное общение преподавателя со студентом, руководство его деятельностью с целью передачи опыта, углубления *теоретических и фактических знаний*, приобретенных студентом на лекциях, в результате самостоятельной работы, в процессе выполнения курсового проектирования и др.

4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ (Пр. зан.) – решение конкретных задач (математическое моделирование, расчеты и др.) на основании теоретических и фактических знаний, направленное в основном на приобретение *новых фактических знаний и теоретических умений*.

5. СЕМИНАР, коллоквиум (Сем., колл.) – систематизация теоретических и фактических знаний в определенном контексте (подготовка и презентация материала по определенной теме, обсуждение ее, формулирование выводов и заключения), направленная в основном на приобретение *новых фактических знаний и теоретических умений*.

Типы практических занятий, используемых при изучении дисциплины:

Кейс-метод. Его название происходит от английского слова «кейс» – папка, чемодан, портфель (в то же время «кейс» можно перевести и как «случай, ситуация»). Процесс обучения с использованием кейс-метода представляет собой имитацию реального события, сочетающую в це-

лом адекватное отражение реальной действительности, небольшие материальные и временные затраты и вариативность обучения. Учебный материал подается студентам в виде проблем (кейсов), а знания приобретаются в результате активной и творческой работы: самостоятельного осуществления целеполагания, сбора необходимой информации, ее анализа с разных точек зрения, выдвижения гипотезы, выводов, заключения, самоконтроля процесса получения знаний и его результатов.

Основные виды образовательных технологий

Дистанционные образовательные технологии – образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Примерами применения дистанционных образовательных технологий являются занятия, на которых обучающийся не присутствует (скажем, по болезни), но выполняет задания и общается с преподавателем по электронной почте, или преподаватель консультирует обучающихся во внеурочное время через блог или сайт.

Виды дистанционного обучения: лекции (сетевые или видеозапись), виртуальные экскурсии, практические работы (семинары), проектная деятельность, телеконференции со специалистами, форумы, обсуждения, дискуссии, консультации индивидуальные или групповые, тестирование.

Кейсовая-технология основывается на использовании наборов (кейсов) текстовых, аудиовизуальных и мультимедийных учебно-методических материалов и их рассылке для самостоятельного изучения учащимся при организации регулярных консультаций у преподавателей.

Телевизионно-спутниковая технология основана на применении интерактивного телевидения: теле- и радиолекции, видеоконференции, виртуальные практические занятия и т.д.

Сетевые технологии используют телекоммуникационные сети для обеспечения учащихся учебно-методическим материалом и взаимодействия с различной степенью интерактивности между преподавателем и учащимся.

Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам (теоретически к неограниченному объему и скорости доступа), увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки и объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

Работа в команде – совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности.

Проблемное обучение – стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

Контекстное обучение – мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением. При этом знания, умения, навыки даются не как предмет для запоминания, а в качестве средства решения профессиональных задач.

Обучение на основе опыта – активизация познавательной деятельности студента за счет ассоциации и собственного опыта с предметом изучения.

Индивидуальное обучение – выстраивание студентом собственной образовательной траектории на основе формирования индивидуальной образовательной программы с учетом интересов студента.

Междисциплинарное обучение – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.

Опережающая самостоятельная работа – изучение студентами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий.

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний студентов ДИТИ НИЯУ МИФИ.

Входной контроль по дисциплине.

- тестирование;

Текущий контроль студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателями, ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- коллоквиумы;
- аудиторные задачи;
- рефераты;
- домашние задачи.

Промежуточный контроль по дисциплине проходит по результатам 6 семестра в форме письменного зачета (тестирование), по результатам 7 семестра в форме письменного экзамена (теоретические вопросы и решения задач).

Входной контроль

Входной контроль используется как метод оценивания уровня сформированности у обучающихся компетенции ОПК-1 в процессе освоения дисциплины.

Цель входного контроля – определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения конкретной группы обучающихся. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

Входной контроль проводится в начале семестра. Задания для входного контроля сформированы по вариантам (всего 6 вариантов). В каждом варианте 8 заданий. Оценивается процент правильно выполненных заданий. За каждое правильно выполненное задание ставится 1 балл.

Возможный вариант входного контроля

1. Какое определение соответствует термину «Ядерная физика»?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) это раздел физики, изучающий нейтроны и их поведение при проведении различных реакций и в свободном состоянии;
- 2) это раздел физики, изучающий структуру и свойства атомных ядер, а также их столкновения (ядерные реакции);
- 3) это комплекс операций на предприятиях ядерной энергетики.

2. Какой вид радиоактивного излучения наиболее опасен при облучении человека?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) гамма-излучение;
- 2) бета-излучение;
- 3) альфа-излучение.

3. Какая реакция более выгодна с точки зрения получения энергии?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) реакция синтеза ядер водорода ${}^1_1\text{H}$ и дейтерия ${}^2_1\text{H}$;
- 2) реакция объединения двух ядер натрия ${}^{28}_{11}\text{Na}$;
- 3) реакция, происходящая при бомбардировке ядер алюминия ${}^{27}_{13}\text{Al}$ альфа-частицами.

4. Каков принцип действия камеры Вильсона?

5. Может ли нейтрон в составе ядра превратиться в протон?

6. Ядро урана ${}^{235}_{92}\text{U}$, захватив один нейтрон, разделилось на два осколка, при этом освободилось два нейтрона. Один осколок оказался ядром ксенона ${}^{140}_{54}\text{Xe}$. Что собой представляет второй осколок? Напишите уравнение реакции.

7. Бомбардируя ядра одного химического элемента ядрами другого (соответствующим образом подобранного), можно получить (в принципе) любой элемент. Почему это открытие не используют для промышленного получения золота или платины?

8. Радиоактивный марганец ${}_{25}^{54}\text{Mn}$ получают двумя путями. Первый путь состоит в получении изотопа железа ${}_{26}^{56}\text{Fe}$ ядрами дейтерия, второй – в облучении изотопа железа ${}_{26}^{54}\text{Fe}$ нейтронами. Напишите ядерные реакции.

Текущий контроль студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателями, ведущими практические занятия по дисциплине

Коллоквиум

Коллоквиум — метод контроля, реализуемый в виде беседы преподавателя с обучающимся по темам дисциплины «Основы ядерной физики».

Коллоквиум является одним из видов текущего контроля и оценки его знаний, умений и навыков, уровня сформированности компетенций ОПК-1 и УКЦ-2 при освоении учебного модуля «Основы ядерной физики».

Содержит 10 вопросов по теме раздела.

Примеры вопросов по теме 1: Распады и реакции.

1. Классическое описание движения частиц; область применения классической механики.
2. Квантово-механическое описание движения частиц; область применения квантовой механики.
3. Перечислите существующие в природе виды взаимодействия, приведите их основные характеристики.
4. Состав ядер, способы их обозначения. Соотношение между числом нейтронов и протонов в стабильных ядрах. Какие ядра называют изотопами? Изобарами?
5. Какие формы энергии существуют? Напишите формулы для энергии покоя и кинетической энергии (нерелятивистскую и релятивистскую).
6. Нарисуйте график потенциальной энергии взаимодействия протона (α -частицы) с ядром, дайте пояснения.
7. Дайте два определения энергии реакции. Какая реакция называется экзоэнергетической? Эндоэнергетической? Поясните физический смысл выражений: «энергия выделяется», «энергия поглощается». Чему равна энергия реакции упругого рассеяния?
8. Поясните физический смысл дифференциального по углу (по энергии, по углу и энергии) сечения рассеяния.
9. Поясните физический и геометрический смысл полного сечения реакции. Какую величину называют полным эффективным сечением взаимодействия частиц с ядрами?
10. Какую мишень называют тонкой? Какие частицы регистрируются в геометрии тонкой мишени? Какие сечения измеряются в этой геометрии?

Аудиторные задачи

Аудиторные задания используются как метод оценивания уровня сформированности у обучающихся компетенции ОПК-1, УКЕ-1 и УКЦ-2 в процессе освоения дисциплины.

Решение аудиторных задач студентом является одним из видов текущего контроля и оценки его знаний, умений и навыков, уровня сформированности компетенций при освоении учебного модуля «Основы ядерной физики».

До начала первого занятия по решению аудиторных задач старосты групп разбивают студентов на бригады по два человека, учитывая пожелания студентов. Каждой бригаде староста группы сообщает номер варианта, который остается неизменным до конца семестра.

Возможный вариант аудиторных задач

Раздел 1: Фундаментальные и элементарные частицы

Вариант № 1

1. Объясните, почему не наблюдается распад $\mu^\pm \rightarrow e^\pm + \gamma$.

Фотон с энергией 800 фДж превратился в пару электрон-позитрон. Определите кинетическую энергию каждой частицы. Примите, что кинетическая энергия частиц одинакова.

2. В результате эффекта Комптона фотон при соударении с электроном был рассеян на угол 90° . Энергия рассеянного фотона равна 0,4 МэВ. Определите энергию фотона до рассеяния.

3. Из каких кварков состоят следующие частицы: p , n , Λ^0 , Σ^0 , Ξ^0 , Ω^- .

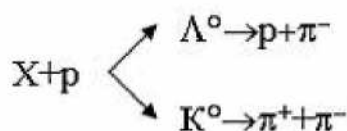
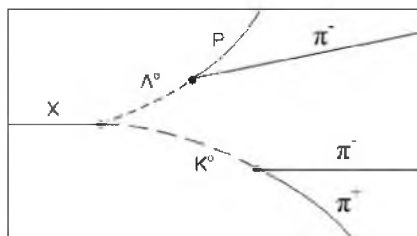
Из характеристик переносчиков слабого взаимодействия W^\pm и Z^0 бозонов определите радиус слабых сил.

4. По какой из приведённых схем распадается Σ^+ -гиперон 1) $\Sigma^+ \rightarrow p + \pi^0$;

2) $\Sigma^+ \rightarrow n + \pi^+$; 3) $\Sigma^+ \rightarrow p + \pi^+$; 4) $\Sigma^+ \rightarrow n + \pi^0$?

Распад нейтрона происходит по $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$. С требованиями какого закона сохранения связано присутствие в этом распаде электронного антинейтрино?

5. На рисунке показана фотография взаимодействия неизвестной частицы X с протоном в водородной пузырьковой камере, которое идёт по схеме. Спиновое квантовое число π^- -мезона $s = 0$. Чему равно спиновое квантовое число налетающей частицы X?



пользуются как метод оценивания уровня обучающихся компетенции ОПК-1, УКЦ-

Реферат

Рефераты ис- сформированности у 2 в процессе освоения дисциплины.

Подготовка студентом реферата является одним из видов промежуточного контроля и оценки его знаний, умений и навыков, уровня сформированности компетенций при освоении учебного модуля «Основы ядерной физики».

Реферат является частью самостоятельной работы студента, но также используется как оценочное средство. В реферате студент излагает в электронном виде результаты теоретического анализа заранее полученной темы, а также собственный взгляд на исследуемый вопрос. Максимальное количество баллов за реферат – 5 баллов.

Примерный список тем рефератов:

1. Атмосферное излучение.
2. Атомная энергетика.
3. Вещество в состоянии плазмы.
4. Гамма-излучение.
5. Дифракция электронов.
6. Электронный микроскоп.
7. Защита от электромагнитных излучений.
8. Изучение и разработка очистки стоков от ионов тяжелых металлов.
9. Лучевая терапия.
10. Материалы ядерной энергетика.
11. Первичные источники питания и термоядерная энергия.
12. Проблемы развития атомной энергетика.
13. Радиационные процессы в ионных кристаллах.
14. Радиационный режим в атмосфере.
15. Радиация и ее воздействие на человека.
16. Радиоактивность.

17. Жизненный цикл нейтронов.
18. Рентгеноструктурный и рентгеноспектральный анализ.
19. Сверхизлучение - спонтанное излучение многоатомной системы
20. Термоядерная энергия.
21. Термоядерный реактор.
22. Термоядерный синтез.
23. Тренажеры водородных реакторов.
24. Углеродные нанотрубки.
25. Устройство Оже-спектрометра.
26. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР).

Домашние задачи

Домашние задачи используются как метод оценивания уровня сформированности у обучающихся компетенции ОПК-1, УКЕ-1 и УКЦ-2 в процессе освоения дисциплины.

Решение студентом домашних задач является одним из видов промежуточного контроля и оценки его знаний, умений и навыков, уровня сформированности компетенций при освоении учебного модуля «*Основы ядерной физики*».

Примерный вариант домашних задач.

1. Рассмотрите следующие распады и укажите, какие из них запрещены законом сохранения лептонного заряда $\mu^- \rightarrow e^- + \nu_e + \bar{\nu}_\mu$, $\mu^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e + \nu_\mu$, $\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma$.
2. Какая доля энергии фотона при эффекте Комптона приходится на электрон отдачи, если рассеяние фотона происходит на угол 3,14 рад? Энергия фотона до рассеяния равна 36 фДж.
3. Когда в Беватроне, расположенном в Калифорнийском университете, начали обстреливать медную мишень протонами с энергией 6 ГэВ, встал вопрос: как обнаружить возникающие антипротоны. Как бы вы поступили на месте экспериментаторов?
4. Радиус ядра меди около 4,9 фм. Оцените плотность материала ядра. Покажется ли полученный вами ответ приемлемым?
5. Экспериментально установлено явление образования ядра антигелия-3. Вычислите энергию, которая выделится при аннигиляции 1 кг антигелия.
6. Как на Z, N - диаграмме, составленной из клеточек для каждого ядра, с помощью стрелок показать α -распад, электронный распад, позитронный распад, (n, γ) -реакцию.

Промежуточный контроль

Зачет

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета в шестом семестре. Зачетное занятие проводится в зачетную неделю по графику экзаменационной сессии.

Зачет является основной формой контроля и оценивания сформированности у обучающихся компетенций ОПК-1 и УКЦ-2 по результатам освоения дисциплины *Основы ядерной физики*.

Форма проведения занятия – письменный ответ на вопросы.

Вид контроля – фронтальный.

Требование к содержанию работы – дать краткий ответ на поставленный вопрос.

Количество вопросов в зачетном задании – 3.

Итоговая оценка определяется как сумма оценок, полученных в текущей аттестации и по результатам написания контрольной работы.

Проверка ответов и объявление результатов производится в день сдачи зачета.

Результаты аттестации заносятся в экзаменационно-зачетную ведомость и зачетную книжку студента (при получении зачета).

Студенты, не прошедшие промежуточную аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

Примерные вопросы для подготовки к зачету:

1. Введение. Ядерная физика, предмет и методы изучения. Фундаментальные частицы. Классификация частиц. Лептоны. Кварки. Квантовые числа. Фундаментальные взаимодействия. Сильное взаимодействие. Электрослабое взаимодействие. Гравитационное взаимодействие. Объединение взаимодействий.

2. Распады фундаментальных частиц. Спонтанность распада. Законы сохранения зарядов при распаде. Закон сохранения энергии при распаде. Закон сохранения момента импульса при распаде. Статистическое описание распадов. Период полураспада. Среднее время жизни. Активность. Объёмная активность. Массовая активность. Распады лептонов и кварков. Реакции фундаментальных частиц. Понятие реакции. Символическая запись. Законы сохранения зарядов. Законы сохранения энергии в реакциях. Закон сохранения импульса. Энергия порога. Закон сохранения момента импульса. Статистическое описание реакций. Микроскопическое сечение. Макроскопическое сечение. Длина свободного пробега. Дифференциальное сечение. Рассеяние фотона на фотоне. Рассеяние фотона на электроне. Реакция рождения пар при рассеянии на электроне. Рассеяние электрона на электроне. Реакция аннигиляции.

3. Элементарные частицы. Систематика элементарных частиц. Барионы, мезоны. Характеристики протона и нейтрона. Электрические и магнитные свойства элементарных частиц. Распады элементарных частиц. Закон сохранения барионного заряда. Распад нейтрона. Взаимодействие между элементарными частицами. Общее о реакциях элементарных частиц. Упругое рассеяние. Упругое рассеяние твёрдых шариков. Практически важные реакции элементарных частиц. Законы сохранения при высоких энергиях. Фейнмановские диаграммы.

4. Структура ядер. Характеристики ядер. Заряд, масса, энергия связи. Стабильность ядер. Радиус ядра. Механический, магнитный и электрический моменты, чётность, изотопический спин. Структура ядра. Ядерные силы. Ядерные модели. Оболочечная модель ядра. Потенциальная яма ядра. Распределение нуклонов по уровням энергии. Энергия ядра как целого. Радиус и плотность ядер. Электрические свойства ядер. Спин ядра и его магнитные свойства. Модель Ферми-газа. Капельная, обобщенная модели.

5. Распад ядер. Радиоактивность. Основные законы радиоактивного распада. Энергия связи ядра. Энергия связи нуклонов в ядре. Энергия связи ядерных образований в ядре. Устойчивость ядер. Радиоактивный распад ядер. Бета-распад. Электронный распад. Гамма-распад. Отдача при испускании фотонов ядром. Гамма-распад изомерных ядер. Двойной электронный распад. Позитронный распад. Способность ядер к бета-распаду. Нейтронный распад. Протонный распад. Двухнейтронный распад. Двухпротонный распад. Альфа-распад. Кластерный распад. Цепочки распадов. Радиоактивные семейства. Накопление изотопов в радиоактивных цепочках. Спонтанное деление. Спонтанное деление как источник нейтронов. Спонтанное деление из изомерных состояний.

6. Ядерные реакции. Понятие ядерной реакции. Общие характеристики. Законы сохранения. Ядерные реакции при низких энергиях. Реакции через составное ядро. Энергетические уровни промежуточного ядра. Дисперсионная формула сечения ядерной реакции при низких энергиях. Прямые ядерные реакции. Инклюзивные ядерные реакции. Статистическое описание ядерных реакций. Сечение реакции. Полное сечение. Суммарное сечение. Выход ядерной реакции. Время ядерной реакции. Скорость ядерной реакции. Энергия реакции. Порог ядерной реакции. Реакции с нейтрино.

Экзамен

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена в седьмом семестре.

Экзамен является основной формой контроля и оценивания сформированности у обучающихся компетенций ОПК-1, УКЕ-1 и УКЦ-2 по результатам освоения дисциплины *Основы ядерной физики*.

Примерные вопросы для подготовки к экзамену:

1. Реакции с фотонами. Дифракционное рассеяние. Реакции с фотонами как источники нейтронов. Фотоядерная реакция образования пар. Реакции электронов с ядрами. Реакции с протонами. Реакции с дейтерием. Реакции с тритием и гелием-3. Реакции синтеза. Термоядерные ре-

акции. Реакции с альфа-частицами. Реакции с тяжёлыми ионами. Взаимодействие частиц при высоких энергиях. Реакции с нейтронами. Потенциальное упругое рассеяние нейтронов. Внутреннее упругое рассеяние. Неупругое рассеяние. Радиационный захват. (n, p)-реакция. (n, гелий-4)-реакция. (n, 2n)-реакция. Реакция вынужденного деления. Запаздывающие нейтроны. Реакции размножения. Систематизация реакций с нейтронами. Образование элементов в природе. Синтез трансурановых элементов. Трансмутация. Карта нуклидов. Необычные виды ядер и атомов.

2. Взаимодействие излучений с веществом. Реакции электронов с веществом. Характеристики пучков электронов. Обратное рассеяние электронов. Дифракционное рассеяние электронов. Ионизационные потери электронов. Ионизация вещества. Линейная ионизация электронами. Радиационные потери для электронов. Многократное рассеяние электронов в веществе. Траекторный пробег электронов. Проникновение электронов в вещество. Слой половинного поглощения. Нагревание вещества электронами. Каскад превращений в веществе. Особенности реакции позитронов с веществом. Эффект Вавилова-Черенкова. Переходное излучение.

3. Реакции ионов с веществом. Характеристики пучков ионов. Обратное рассеяние. Ионно-электронная эмиссия. Ионное распыление. Потери энергии ионов в веществе. Линейная передача энергии. Тормозная способность вещества. Ионизация среды. Радиационные потери. Выделение теплоты. Ионная люминесценция. Вторичные электроны. Перезарядка ионов. Ядерные реакции под действием ионов в веществе. Пробег ионов в веществе. Особенности пробега осколков деления. Каналирование ионов. Последствия реакций ионов с веществом.

4. Реакции фотонов с веществом. Характеристики пучков фотонов. Обратное рассеяние фотонов. Дифракционное рассеяние фотонов поверхностью. Ослабление пучка фотонов в веществе. Эффективный атомный номер вещества. Ослабление широкого пучка фотонов. Фактор накопления.

5. Реакции нейтронов с веществом. Характеристики пучков нейтронов. Обратное отражение нейтронов. Дифракционное рассеяние нейтронов. Рассеяние нейтронов в веществе. Ионизация нейтронами. Активация нейтронами. Радиационные разрушения нейтронами. Замедление нейтронов. Длина свободного пробега. Нейтронная радиография. Диффузия нейтронов. Длина миграции. Выход нейтронов из вещества.

6. Космические лучи. Взаимодействие частиц при высоких энергиях. Методы регистрации элементарных частиц и ядер.

Примерные практические задания для проведения экзамена:

Задание 1. В результате комптоновского эффекта электрон приобрёл кинетическую энергию 80 фДж. Определите энергию налетающего фотона, если энергия рассеянного фотона равна 8 фДж.

Задание 2. Ширина резонанса $\Gamma(J/\Psi) = 91$ кэВ. Рассчитайте среднее время жизни -мезона.

Задание 3. Сколько нуклонов может находиться в ядре на самом низком уровне энергии?

Задание 4. Найдите дефект массы для ядер ${}^4_2\text{He}$, ${}^7_3\text{Li}$ и вычислите дефект массы на 1 нуклон.

Задание 5. Препарат U-238 массой 1 г излучает $1,24 \cdot 10^4$ α -частиц в секунду. Найдите период полураспада этого изотопа.

Задание 6. Измерениями установлено, что при электронном распаде некоторого ядра минимальная энергия вылетающего электрона составляет 560 фДж. Каким должен быть минимальный линейный размер ядра, чтобы можно было считать, что до распада электрон находится в ядре?

Задание 7. Изобразите общую схему ядерной реакции через составное ядро. Составным ядром является ${}^{14}_7\text{N}$. У реакции должно быть три входных и три выходных канала.

Задание 8. Когда бор ${}^{11}\text{B}$ захватывает быстро движущийся протон, то в камере Вильсона, где протекает этот процесс, образуются три почти одинаковых трека, расходящихся веером в разные стороны. Какие частицы образовали эти треки? Запишите ядерную реакцию.

Задание 9. Угол разлёта электрона отдачи и рассеянного фотона при эффекте Комптона составляет 1,57 рад. Определите энергию падающего фотона, если кинетическая энергия электрона отдачи равна 40,8 фДж.

Задание 10. Можно ли разделить на части заряды элементарных частиц-электронов и протонов?

Задание 11. Сколько нейтронов может находиться на нейтронном уровне с главным квантовым числом 4, орбитальным квантовым числом 3, полным квантовым числом $\frac{7}{2}$?

Задание 12. Найдите энергию отделения нейтрона, энергию отделения протона, дефект массы, энергию связи и энергию связи на нуклон в ядре лития-7.

Задание 13. При распаде радиоактивного полония Po-210 массой 40 г в течение 10 часов образовался гелий He-4, который при нормальных условиях занял объем 8,9 см³. Определите период полураспада полония-210.

Задание 14. Первоначально покоившееся изомерное ядро цинк-60 переходит в основное состояние, испуская фотон с энергией 69,79 фДж. Вычислите кинетическую энергию отдачи ядра после испускания фотона.

Задание 15. Электрон и позитрон, имевшие одинаковые кинетические энергии, равные 38,4 фДж, при соударении превратились в два одинаковых фотона. Определите энергию фотона.

Задание 16. Определите электрические заряды систем кварков uud , udd , usc , $\bar{u}\bar{s}\bar{c}$, $s\bar{b}$, $d\bar{s}$.

Задание 17. Сколько и какие уровни энергии нейтронов в ядре должны быть заполнены при магическом числе нейтронов, равном 50?

Задание 18. Какую энергию надо затратить, чтобы разделить ядро бора ${}^{11}_5B$ на составляющие протоны и нейтроны?

Задание 19. При массе человека 70 кг содержания калия в организме составляет в среднем 140 г, из них 0,01% приходится на радиоактивный изотоп ${}^{40}_{19}K$. Определите количество γ -фотонов, возникающих каждую секунду при распаде радиоактивного ${}^{40}_{19}K$, если из 100 распадов 11 сопровождаются испусканием γ -фотона.

Задание 20. Ядро урана-235 делится по схеме: ${}^{235}U \rightarrow {}^{143}Ba + {}^{72}Kr$. Кинетическая энергия обоих осколков равна 25,5 кДж. Считая, что осколки при делении разлетаются в противоположные стороны, определите скорость ядра бария-143.

Билет

1. Космические лучи. Взаимодействие частиц при высоких энергиях. Методы регистрации элементарных частиц и ядер.

2. В результате комптоновского эффекта электрон приобрёл кинетическую энергию 80 фДж. Определите энергию налетающего фотона, если энергия рассеянного фотона равна 8 фДж.

3. При распаде радиоактивного полония Po-210 массой 40 г в течение 10 часов образовался гелий He-4, который при нормальных условиях занял объем 8,9 см³. Определите период полураспада полония-210.

4. Ядро урана-235 делится по схеме: ${}^{235}U \rightarrow {}^{143}Ba + {}^{72}Kr$. Кинетическая энергия обоих осколков равна 25,5 кДж. Считая, что осколки при делении разлетаются в противоположные стороны, определите скорость ядра бария-143.

Фонд оценочных средств, включающие аудиторные задания, домашние задачи, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, приведен в Приложении.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 7.1 - Обеспечение дисциплины основной и дополнительной литературой по дисциплине

N п/п	Автор	Название	Место издания	Наименование издательства	Год издания	Количество экземпляров
Основная литература						
1	Савельев И.В.	В 3 т. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц	Москва	«Лань»	2019	[https://e.lanbook.com/book/123463]
2	Зисман Г.А., Тодес О.М.	Курс общей физики. В 3 т. Том 3. Оптика. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра и микрочастиц: учебное пособие	Москва	«Лань»	2019	[https://e.lanbook.com/book/115202]
3	Иродов И.Е.	Задачи по общей физике	Москва	«Бином»	1998	50
Дополнительная литература						
4	Савельев И.В.	Сборник вопросов и задач по общей физике.	Москва	«Лань»	2019	[https://e.lanbook.com/book/125441]
5	Сивухин Д.В.	Общий курс физики. Том 5. Атомная и ядерная физика	Москва	«Физматлит»	2002	[https://e.lanbook.com/book/2315]
6	Мухин К.Н.	Экспериментальная ядерная физика. Т. 1, 2.	Санкт-Петербург	«Лань»	2021	[https://e.lanbook.com/book/167763]
7	Кислов А.Н.	Атомная и ядерная физика	Екатеринбург	Издательство Уральского университета	2017	[https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/47002/1/978-5-7996-1992-3_2017.pdf]
8	А.П. Черняев, А.В. Белосусов, Е.Н. Лыкова	Взаимодействие Ионизирующего Излучения с веществом	Москва	Издательство	2019	[http://nuclphys.sinp.msu.ru/mpf/07_Vzaimod II.pdf]

7.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень рекомендуемых Интернет сайтов:

1. ЭБС «Лань» на сайте <http://e.lanbook.com>.

2. ЭБС НИЯУ МИФИ на сайте <http://library.mephi.ru/>
3. ЭБС «Консультант студента на сайте <https://www.studentlibrary.ru/>

Таблица 7.2 – Рекомендуемые электронно-библиотечные системы

№	Наименование ресурса	Тематика
1	ЭБС «Лань»	Физико-математические науки Технические науки
2	ЭБС НИЯУ МИФИ	Физико-математические науки Технические науки
3	ЭБС «Консультант студента	Физико-математические науки Технические науки

7.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 7.3 – Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№	Наименование
1	Windows 10 Pro
2	Microsoft Office
3	Браузеры: Internet Explorer 10, Internet Explorer 9, Internet Explorer 8, FireFox 10, Safari 5, Google Chrome 17
4	Антиплагиат.ВУЗ

Таблица 7.4 – Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование	Тематика	Электронный адрес
1	Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Физика	Физико-математические науки	https://og-ti.ru/
2	Журнальный портал ФТИ им. А.Ф. Иоффе	Техническая физика	https://journals.ioffe.ru/

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	Учебная аудитория для проведения занятий № 101 посадочных мест - 16; площадь 59.42 кв.м. Специализированная мебель: учебная доска – 1 шт., стол студенческий – 12 шт., стол преподавательский – 2 шт., стол компьютерный – 12 шт., стулья – 31 шт.,	433507, Ульяновская область, г. Димитровград, пр. Димитрова.4

<p>кондиционер – 1 шт. Технические средства обучения: компьютеры (монитор, системный блок, клавиатура, мышка) – 10 шт., проектор – 1 шт., экран – 1 шт. Программное обеспечение: ОС Windows XP, Microsoft Office 10</p>	
---	--

9 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением об организации обучения студентов-инвалидов и студентов с ограниченными возможностями здоровья в НИЯУ МИФИ, утвержденным 29.08.2017 г.;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения в рабочей программе
дисциплины на 20__/20__ уч.г.**

Внесенные изменения на 20__/20__ учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1)

2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры

(дата, номер протокола заседания кафедры, подпись зав. кафедрой).

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой

наименование кафедры личная подпись расшифровка подписи дата

Руководитель ООП,

ученая степень, должность

личная подпись расшифровка подписи дата