

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Артеменков Михаил Николаевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 07.10.2026 11:54:51
Уникальный программный ключ:
a63b74166e8f4fc17bd1e0462725f79e393bdfd9

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра физики и технических дисциплин

«Утверждаю»

Проректор по учебно-методической
работе

_____ Ю.А. Устименко
«__» _____ 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
Б1.В.ДВ.01.02. ФИЗИКА ЧАСТИЦ И СТАНДАРТНАЯ МОДЕЛЬ

Направление подготовки **44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями)**
Направленность (профиль): **Математика. Информатика**

Форма обучения – очная

Курс – 4

Семестр – 8

Всего зачетных единиц – 2, часов 72

Форма отчетности: зачет – 8 семестр

Программу разработал: кандидат педагогических наук, доцент А.В. Дюндин

Одобрена на заседании кафедры
«08» июня 2023 г., протокол № 14

Заведующий кафедрой _____ А.В. Дюндин

Смоленск
2023

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Физика частиц и стандартная модель» относится к формируемой участниками образовательных отношений части Блока 1 «Дисциплины (модули)» данного направления подготовки и изучается в 8 семестре

При изучении данной дисциплины необходимы компетенции студентов, сформированные при изучении школьного курса физики, а также таких дисциплин, как ««Элементарная физика», «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Численные методы», и др.

Освоенные при изучении данной дисциплины компетенции необходимы для изучения дисциплин «Основы физики атомного ядра», «Моделирование взаимодействия частиц с веществом», «Обработка результатов физического эксперимента».

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
ПК-7. Способен математически корректно ставить естественнонаучные задачи и классические задачи математики, строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата	Знать: базовые принципы постановки естественнонаучных задач и классических задач математики, определения основных понятий и доказательства теорем по основным разделам математики; Уметь: решать основные типы математических задач, доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть его следствия; Владеть: первичными навыками применения математического аппарата к решению конкретных задач из различных областей прикладной математики и информатики.

3. Содержание дисциплины

Элементарные частицы. Классификация элементарных частиц. Лептоны. Мезоны. Барионы. Гипероны. Взаимодействия элементарных частиц Концепция взаимодействия. Переносчики взаимодействий. Гравитоны. Фотоны. Промежуточные бозоны. Глюоны.

Модели строения элементарных частиц. Составные модели элементарных частиц. Модель кварков. Фундаментальные частицы (кварки и лептоны). Кварковый состав мезонов, кварковый состав барионов. Законы сохранения электрического заряда, барионного заряда, лептонного заряда. Правила изменения изотопического спина, странности, гиперзаряда. Правила отбора Метод диаграмм Фейнмана изображения процессов взаимодействия элементарных частиц.

Симметрии. Нарушение симметрий. Спонтанное нарушение симметрии. Струны. Струнные модели элементарных частиц. Суперсимметрия. Суперструнные модели элементарных частиц. Единые модели взаимодействий элементарных частиц. Теории большого объединения.

4. Тематический план

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий		
			лекции	лабораторные занятия	самостоятельная работа
1.	Элементарные частицы	18	4	8	6
2.	Модели строения элементарных частиц	32	4	8	20
3.	Симметрии.	22	4	8	10
<i>Итого</i>		72	12	24	36

5. Виды учебной деятельности

Занятия лекционного типа

Лекция 1. Элементарные частицы и их классификации. Лептоны. Мезоны. Барионы. Гипероны. Взаимодействия элементарных частиц Концепция взаимодействия. Переносчики взаимодействий. Гравитоны. Фотоны. Промежуточные бозоны. Глюоны.

Лекция 2. Экспериментальное исследование элементарных частиц.

Лекция 3. Модели строения элементарных частиц. Составные модели элементарных частиц. Законы сохранения электрического заряда, барионного заряда, лептонного заряда. Правила изменения изотопического спина, странности, гиперзаряда. Правила отбора Метод диаграмм Фейнмана изображения процессов взаимодействия элементарных частиц.

Лекция 4. Кварковая модель адронов и Стандартная модель. Модель кварков. Фундаментальные частицы (кварки и лептоны). Кварковый состав мезонов, кварковый состав барионов.

Лекция 5. Симметрии. Нарушение симметрий. Спонтанное нарушение симметрии. Струны. Струнные модели элементарных частиц. Суперсимметрия.

Лекция 6. Теории большого объединения. Суперструнные модели элементарных частиц. Единые модели взаимодействий элементарных частиц.

Занятия семинарского типа - лабораторные работы

Лабораторная работа № 1. Опыт Резерфорда (4 часа).

Цели работы:

1. Изучить распределение массы и заряда в атоме.
2. Определить заряд ядра.
3. Измерить радиус действия ядерных сил.

Приборы и принадлежности: учебно-лабораторный комплекс «Опыт Резерфорда».

Контрольные вопросы:

- Первая модель атома (модель Томсона) и ее недостатки.
- Опыт Резерфорда.
- Ядерная (планетарная) модель и ее недостатки.
- Постулаты Бора. Теория атома водорода по Бору
- Опыты Франка и Герца.
- Корпускулярно-волновой дуализм свойств вещества. Гипотеза де Бройля.
- Соотношения неопределенностей.

Лабораторная работа №2. Эффект Комптона (4 часа)

Цели работы:

1. Измерить энергию (длину волны) рассеянных фотонов в зависимости от угла рассеяния.

2. Проверить выполнение уравнения, описывающего эффект Комптона.

Приборы и принадлежности: учебно-лабораторный комплекс «Эффект Комптона».

Контрольные вопросы:

- В чем состоит физическая сущность эффекта Комптона?
- Что такое комптоновская длина волны частицы?

- Перечислите основные физические закономерности, наблюдаемые при эффекте Комптона.
- Получите формулу комптоновского сдвига.
- Объясните наличие двух пиков в диаграмме комптоновского рассеяния: чему они соответствуют?
- Почему эффект Комптона не наблюдается при рассеянии фотонов на электронах, сильно связанных с ядром атома?

Лабораторная работа №3. Изучение модели ускорителя элементарных частиц (4 часа)

Цели работы:

1. Собрать модель ускорителя из имеющегося оборудования.
2. Проверить работоспособность элементов модели.
3. Выполнить наблюдение сцинтилляционных вспышек в местах попадания частиц на экран

Приборы и принадлежности: вакуумная камера, насос, электромагнит, источник частиц, экран.

Контрольные вопросы:

- Назовите основные виды ускорителей заряженных частиц.
- Перечислите и охарактеризуйте основные физические принципы, используемые для ускорения заряженных частиц.
 - Как устроен линейный резонансный ускоритель заряженных частиц?
 - Назовите виды циклотронов и объясните в чем их различие.
 - Назовите основные элементы циклотрона.
 - По какой траектории будут двигаться заряженные частицы в циклотроне, если с некоторого момента времени их энергия будет уменьшаться?
 - В чем заключается принцип автофазировки при ускорении заряженных частиц?

Лабораторная работа №4. Исследование результатов облучения фотопластинок (4 часа)

Цели работы:

1. Получить изображение трека заряженной частицы.
2. Определить длину трека.
3. Определить частицу и оценить ее энергию.

Приборы и принадлежности: просмотровый микроскоп, пластинки с результатами облучений.

Контрольные вопросы:

- Что из себя представляет трек частицы в магнитном поле?
- Фотоэмульсия и ее состав.
- Сравните толщину трека с размерами элементарной частицы.
- Возможно ли с помощью фотоэмульсии получить трек электрона?
- Каким образом определяется длина трека заряженной частицы в эмульсии?
- Каким образом выполняется калибровка микроскопа?

Лабораторная работа №5. Оценка параметров события «звезда» в результате облучения легких ядер (4 часа)

Цели работы:

1. Изучить каналы реакций ядер при поглощении нейтронов.
2. Изучить основные характеристики частиц, образующихся в событии «звезда»?
3. Определить энергии частиц, образовавшихся в указанном выше событии.

Приборы и принадлежности: просмотровый микроскоп, пластинки с результатами облучений

Контрольные вопросы:

- Что называют каналом реакции?
- Что называют «промежуточным» ядром?
- Какие частицы образуются в результате облучения нейтронами?
- Каким образом оценивается энергия результатов деления ядер?
- В каком случае можно сделать вывод об идентичности образовавшихся частиц?
- Как связаны энергия частицы и длина ее трека?

Лабораторная работа №6. Исследование поверхности металла с помощью атомно-силового микроскопа (4 часа)

Цели работы:

1. Изучить принципы работы атомно-силового микроскопа.
2. Построить картину распределения атомов на поверхности металла.

Приборы и принадлежности: атомно-силовой микроскоп.

Контрольные вопросы:

- Какие существуют типы сканирующих зондовых микроскопов для исследования поверхности твердых тел с атомарным разрешением?
- Как определяется потенциал Леннарда-Джонса и какое отношение он имеет к принципу работы атомно – силового микроскопа?
- Как устроена система регистрации малых изгибов упругой консоли зондового датчика АСМ?
- Как устроены зондовые датчики атомно-силовых микроскопов?
- Какие существуют методы получения информации о рельефе и свойствах поверхности с помощью АСМ?
- Какие недостатки у контактных АСМ методик?
- Как осуществляется формирование и обработка СЗМ изображений?
- Какие возможны причины искажения в СЗМ изображениях?
- Как осуществляется восстановление поверхности по ее СЗМ изображению?
- Можно ли с помощью АСМ производить электрические и магнитные измерения на поверхности?

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студента включает в себя:

- изучение теоретического материала по конспектам лекций и источникам из списка литературы;
- подготовку к выполнению и защите лабораторных работ;
- подготовка сообщения по одному из приведенных ниже вопросов для самостоятельного изучения.

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Элементарные частицы. Классификация элементарных частиц.
2. Лептоны. Мезоны. Барионы. Гипероны.
3. Взаимодействия элементарных частиц Концепция взаимодействия. Переносчики взаимодействий. Гравитоны. Фотоны. Промежуточные бозоны. Глюоны.
4. Составные модели элементарных частиц. Модель кварков.
5. Фундаментальные частицы (кварки и лептоны). Кварковый состав мезонов.
6. Кварковый состав барионов.
7. Законы сохранения электрического заряда, барионного заряда, лептонного заряда.
8. Правила изменения изотопического спина, странности, гиперзаряда.
9. Правила отбора.

10. Метод диаграмм Фейнмана изображения процессов взаимодействия элементарных частиц.
11. Симметрии. Нарушение симметрий. Спонтанное нарушение симметрии.
12. Струны. Струнные модели элементарных частиц.
13. Суперсимметрия. Суперструнные модели элементарных частиц.
14. Единые модели взаимодействий элементарных частиц. Теории большого объединения. ТБО.

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины (модуля)

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

Текущая аттестация выполняется по вопросам и заданиям лабораторного практикума (см. п.5)

Критерии оценки ответов на контрольные вопросы на защите лабораторной работы:

Ответ на вопрос считается удовлетворительным, если студент:

- 1) дает правильный и полный ответ;
- 2) осознает и понимает смысл вопроса и обосновывает ответ;
- 3) полно излагает изученный материал, дает правильное определение понятий;
- 4) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из источников, но и самостоятельно составленные.

Во всех других случаях ответ студента считается неудовлетворительным.

Критерии оценки отчета по выполненной лабораторной работе:

Отчет по работе считается выполненным удовлетворительно, если студент:

- 1) выполнил задание работы в полном объеме и сдал его в установленные сроки;
- 2) оформил отчет в соответствии с требованиями преподавателя;
- 3) сделал обоснованные выводы по итогам выполненной работы.

Во всех остальных случаях отчет по работе считается подготовленным неудовлетворительно.

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

Критерии выставления зачета по курсу

Оценка «Зачтено» выставляется студенту, который:

- выполнил и защитил все лабораторные работы, запланированные для выполнения в семестре;
- выступил с сообщением по одному из вопросов для самостоятельного изучения.

Во всех других случаях выставляется оценка «Не зачтено».

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1. Основная литература

1. Бекман, И. Н. Атомная и ядерная физика: радиоактивность и ионизирующие излучения : учебник для вузов / И. Н. Бекман. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 493 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08692-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491394>.

2. Строковский, Е. А. Физика атомного ядра и элементарных частиц: основы кинематики : учебное пособие для вузов / Е. А. Строковский. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 355 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03804-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492501>.

3. Сазонов, А. Б. Ядерная физика : учебное пособие для вузов / А. Б. Сазонов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 320 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11829-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/493030>.

7.2. Дополнительная литература

1. Бекман, И. Н. Ядерные технологии : учебник для вузов / И. Н. Бекман. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 500 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08681-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491393>.

2. Иоффе, Б. Л. История науки: атомные проекты : монография для вузов / Б. Л. Иоффе. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 191 с. — (Открытая наука). — ISBN 978-5-534-11978-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/494318>.

3. Кузнецов, С. И. Физика: оптика. Элементы атомной и ядерной физики. Элементарные частицы : учебное пособие для вузов / С. И. Кузнецов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 301 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01420-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490370>.

4. Милантьев, В. П. Атомная физика : учебник и практикум для академического бакалавриата / В. П. Милантьев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 415 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00405-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/434649>.

5. Сазонов, А. Б. Ядерная физика и дозиметрия. Сборник задач : учебное пособие для вузов / А. Б. Сазонов, М. А. Богородская. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 98 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05469-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/493031>.

7.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- <https://razdolbaypegas.livejournal.com/750505.html> — экспериментальные основы квантовой физики.
- <http://www.jinr.ru> — сайт объединенного института ядерных исследований.
- <http://www.lebedev.ru/ru/> — сайт ФИАН.
- <https://home.cern> сайт CERN.
- <https://moiarussia.ru/glavnye-dostizheniya-rossii-v-nauke-za-poslednie-20-let/> — Российские достижения в науке.
- <http://tainy.net/19336-yadernye-katastrofy-mira.html> — ядерные катастрофы

8. Материально-техническое обеспечение

Аудитория для проведения лекционных занятий 426 уч. к. 2, оснащенная стандартной учебной мебелью и оборудованием: доска для выполнения записей мелом; проектор; ноутбук.

Аудитория для проведения лабораторных занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 334 уч. к. 2, оснащенная стандартной учебной мебелью и оборудованием: оборудование и

материалы для выполнения лабораторного практикума; доска для записей маркером; набор плакатов.

Аудитория для проведения лабораторных занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 328 уч. к. 2, оснащенная стандартной учебной мебелью и оборудованием: оборудование и материалы для выполнения лабораторного практикума; доска для записей мелом; 8 персональных компьютеров, объединенных в сеть.

Помещение для самостоятельной работы – компьютерный класс с доступом к сети «Интернет» и ЭИОС СмолГУ.

9. Программное обеспечение

Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), лицензия 66975477 от 03.06.2016 (бессрочно).

СКМ MathCAD.

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.