МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики

**УТВЕРЖДАЮ**
Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Минзарипов Р.Г.
_____
"___"_____20___ г.

# Программа дисциплины

Ядерная физика Б3.В.4.5

Направление подготовки: 050100.62 - Педагогическое образование
Профиль подготовки: Физика и информатика
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

**Автор(ы):**
Хуснутдинов Р.М.
**Рецензент(ы):**
Галеев А.И.

**СОГЛАСОВАНО:**
Заведующий(ая) кафедрой: Мокшин А. В.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 201__г
Учебно-методическая комиссия Института физики:
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__г

Регистрационный No

Казань
2015

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Хуснутдинов Р.М. кафедра вычислительной физики и моделирования физических процессов научно-педагогическое отделение , Ramil.Husnutdinov@kpfu.ru

## 1. Цели освоения дисциплины

Цель курса -изучение терминологии, законов и экспериментальной техники ядерной физики и физики элементарных частиц совместно с другими дисциплинами цикла, формирование у студентов современного естественнонаучного мировоззрения на строение и свойства ядра и элементарных частиц.

Задача курса - обеспечение уровня знаний основ ядерной физики, необходимого для понимания нейтронно-физических процессов, происходящих в ядерных реакторах и умения производить нейтронно-физические расчеты.

Целью обучения студентов по данному курсу является:

- знание основных особенностей поведения объектов микромира, основных законов сохранения, определяющих поведение микрочастиц, основных видов ионизирующих излучений, основ ядерной и нейтронной физики;
- понимание процессов ядерных превращений, получения энергии;
- первоначальный опыт творческой работы при выборе методов получения и обработки экспериментальных результатов при ядерно-физических измерениях.

## 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.В.4 Профессиональный" основной образовательной программы 050100.62 Педагогическое образование и относится к вариативной части. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Курс "Ядерная физика" входит в учебный план подготовки специалистов по направлению 050100.62 "Педагогическое образование" и изучается студентами в восьмом семестре. Цель его изучения состоит в ознакомлении слушателей с основными положениями науки о структуре атомных ядер, свойствах ядерных сил, законах изменения и превращения ядер при распаде и ядерных реакциях, взаимодействиях ядерного излучения с веществом и особенностями физики нейтронов, физике высоких энергий и элементарных частицах. Рассматриваются примеры решения типовых задач по основным разделам "Ядерной физики" и даются задачи для самостоятельного выполнения. Исходный уровень знаний студентов подразумевает знакомство с общей физикой и владение математическим аппаратом в пределах третьего курса математического анализа и теории вероятности. Итоговая оценка складывается из оценки теоретических знаний и умения само-стоятельно решать задачи по основным разделам ядерной физики.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|---|---|
| ОК-1 (общекультурные компетенции) | владеет культурой мышления, способен к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения |
| ОК-4 (общекультурные компетенции) | способен использовать знания о современной естественнонаучной картине мира в образовательной и профессиональной деятельности, применять методы математической обработки информации, теоретического и экспериментального исследования |

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|---|---|
| ОК-7 (общекультурные компетенции) | готов к взаимодействию с коллегами, к работе в коллективе |
| ПК-1 (профессиональные компетенции) | способен реализовывать учебные программы базовых и элективных курсов в различных образовательных учреждениях |
| ПК-2 (профессиональные компетенции) | готов применять современные методики и технологии, в том числе и информационные, для обеспечения качества учебно-воспитательного процесса на конкретной образовательной ступени конкретного образовательного учреждения |
| ОК-8 (общекультурные компетенции) | готов использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, готов работать с компьютером как средством управления информацией |
| ОПК-2 (профессиональные компетенции) | способен использовать систематизированные теоретические и практические знания гуманитарных, социальных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач |
| ПК-8 (профессиональные компетенции) | способен разрабатывать и реализовывать культурно-просветительские программы для различных категорий населения, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий |

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- знать основные свойства микрочастиц;
- знать основные свойства и модели атомных ядер и ядерных реакций, законы сохранения в ядерных реакциях, уметь их применять для качественного объяснения ядерно-физических процессов в реакторе;
- знать основные закономерности радиоактивных превращений, уметь определять изменение количества радиоактивных ядер с течением времени;
- знать понятия эффективное сечение, плотность потока, уметь рассчитывать скорость ядерных реакций;
- знать основные закономерности взаимодействия ионизирующего излучения с веществом;
- демонстрировать способность и готовность обрабатывать результаты ядерно-физических измерений.

2. должен уметь:

- использовать основные соотношения ядерной физики (расчет энергетического выхода реакций, закономерности радиактивного распада);
- использовать модели ядер (определение масс, дефекта масс, объяснение закономерностей различных видов радиоактивного распада, определение спина и четности ядра);
- выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности и формулировать задачи;
- использовать законы ядерной физики при решении профессиональных задач

3. должен владеть:

-знаниями о современных мировоззрениях, о строении и свойствах атомных ядер и классификации элементарных частиц

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- системного научного анализа проблем (как природных, так и профессиональных) различного уровня сложности;
- работы с лабораторным оборудованием и современной научной аппаратурой;
- проведения физического эксперимента.

## 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

**Тематический план дисциплины/модуля**

| N | Раздел Дисциплины/ Модуля | Семестр | Неделя семестра | Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Текущие формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 1. | Тема 1. Введение. Свойства атомных ядер. | 8 | 1-2 | 4 | 4 | 0 | |
| 2. | Тема 2. Ядерные силы и модели. | 8 | 3 | 2 | 4 | 0 | |
| 3. | Тема 3. Радиоактивные превращения ядер. | 8 | 4-5 | 4 | 2 | 0 | |
| 4. | Тема 4. Ядерные реакции. | 8 | 6 | 2 | 4 | 0 | |
| 5. | Тема 5. Деление ядер. Ядерная энергетика. | 8 | 7 | 2 | 2 | 0 | |
| 6. | Тема 6. Взаимодействие излучения с веществом. | 8 | 8 | 2 | 4 | 0 | |
| 7. | Тема 7. Свойства элементарных частиц. | 8 | 9 | 2 | 4 | 0 | |
| 8. | Тема 8. Систематика элементарных частиц. | 8 | 10 | 2 | 4 | 0 | |


ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

| N | Раздел Дисциплины/ Модуля | Семестр | Неделя семестра | Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Текущие формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 9. | Тема 9. Великое объединение. Современное представление о структуре материи. | 8 | 11 | 2 | 4 | 0 | |
| . | Тема . Итоговая форма контроля | 8 | | 0 | 0 | 0 | экзамен |
| | Итого | | | 22 | 32 | 0 | |

**4.2 Содержание дисциплины**

**Тема 1. Введение. Свойства атомных ядер.**

***лекционное занятие (4 часа(ов)):***

Введение. Свойства атомных ядер. Опыт Резерфорда. Открытие атомного ядра, протона и нейтрона. Гипотеза о нейтрон-протонной структуре ядра. Составные части атома. Нуклон и его квантовые числа: изоспин и барионный заряд. Нейтронно-протонная диаграмма. Изотопы, изобары и изотоны. Магические числа.

***практическое занятие (4 часа(ов)):***

Масса и энергия связи. Полуэмпирическая Вайцзеккера. Квантовомеханические характеристики состояния ядра. Электромагнитные моменты ядер. Распределение плотности ядерной материи.

**Тема 2. Ядерные силы и модели.**

***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Ядерные силы и модели. Основные свойства ядерных сил. Коллективные модели ядра. Колебательные и вращательные возбуждения ядра. Модель оболочек. Одночастичные состояния ядер. Обобщенная модель. Учет одночастичных взаимодействий нуклонов. Микроскопическая теория структуры ядра.

***практическое занятие (4 часа(ов)):***

Ядерные силы и модели. Основные свойства ядерных сил. Коллективные модели ядра. Колебательные и вращательные возбуждения ядра. Модель оболочек. Одночастичные состояния ядер. Обобщенная модель. Учет одночастичных взаимодействий нуклонов. Микроскопическая теория структуры ядра.

**Тема 3. Радиоактивные превращения ядер.**

***лекционное занятие (4 часа(ов)):***

Радиоактивные превращения ядер. Радиоактивность. Основной закон распада, постоянная распада, период полураспада, среднее время жизни. Единицы активности источника. Типы радиоактивных превращений. Правила сдвигов. Радиоактивные ряды. Трансурановые элементы. Альфа-распад. Закон Гейгера-Неттола. Тунельный механизм. Бета распад. Слабое взаимодействие. Теория Ферми. График Ферми. Нейтрино и его свойства. Типы нейтрино. Законы сохранения. Несохранение четности. Гамма излучение ядер. Мультипольность излучения. Правила отбора. Изомерия. Внутренняя конверсия.

***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Радиоактивные превращения ядер. Радиоактивность. Основной закон распада, постоянная распада, период полураспада, среднее время жизни. Единицы активности источника. Типы радиоактивных превращений. Правила сдвигов. Радиоактивные ряды. Трансурановые элементы. Альфа-распад. Закон Гейгера-Неттола. Тунельный механизм. Бета распад. Слабое взаимодействие. Теория Ферми. График Ферми. Нейтрино и его свойства. Типы нейтрино. Законы сохранения. Несохранение четности. Гамма излучение ядер. Мультипольность излучения. Правила отбора. Изомерия. Внутренняя конверсия.


ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

**Тема 4. Ядерные реакции.**

***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Ядерные реакции. Законы сохранения ядерных реакций. Эффективное сечение ядерных реакций. Механизмы ядерных реакций. Прямые ядерные реакции. Ядерная реакция через составное ядро.

***практическое занятие (4 часа(ов)):***

Ядерные реакции. Законы сохранения ядерных реакций. Эффективное сечение ядерных реакций. Механизмы ядерных реакций. Прямые ядерные реакции. Ядерная реакция через составное ядро.

**Тема 5. Деление ядер. Ядерная энергетика.**

***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Деление ядер. Ядерная энергетика. Механизмы деления ядер. Деление ядер под действием нейтронов. Цепная реакция. Ядерные реакторы на тепловых и быстрых нейтронах. Реакции синтеза. Проблема управляемого термоядерного синтеза. Критерий Лоусона. Токамаки.

***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Деление ядер. Ядерная энергетика. Механизмы деления ядер. Деление ядер под действием нейтронов. Цепная реакция. Ядерные реакторы на тепловых и быстрых нейтронах. Реакции синтеза. Проблема управляемого термоядерного синтеза. Критерий Лоусона. Токамаки.

**Тема 6. Взаимодействие излучения с веществом.**

***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Взаимодействие излучения с веществом. Прохождение ионизирующих излучений через вещество. Проникающая способность излучения. Единицы измерения поглощенной дозы. Источники радиации. Биологическое действие радиации. Стохастические эффекты малых доз радиаций.

***практическое занятие (4 часа(ов)):***

Взаимодействие излучения с веществом. Прохождение ионизирующих излучений через вещество. Проникающая способность излучения. Единицы измерения поглощенной дозы. Источники радиации. Биологическое действие радиации. Стохастические эффекты малых доз радиаций.

**Тема 7. Свойства элементарных частиц.**

***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Свойства элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия. Бозоны - переносчики взаимодействий и мезоны. Фермионы: лептоны и барионы. Странные и очарованные частицы. Законы сохранения. Несохранение пространственной четности в слабых взаимодействиях.

***практическое занятие (4 часа(ов)):***

Свойства элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия. Бозоны - переносчики взаимодействий и мезоны. Фермионы: лептоны и барионы. Странные и очарованные частицы. Законы сохранения. Несохранение пространственной четности в слабых взаимодействиях.

**Тема 8. Систематика элементарных частиц.**

***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Систематика элементарных частиц. Соотношение Гелл-Мана и Нишиджимы. Восьмеричный формализм. Октет барионов. Октет мезонов. Декуплет барионов и открытие Ω- - гипериона. Адроны как составные частицы. Кварки и их характеристики: аромат и цвет. Проблема пленения кварков. Ускорители заряженных частиц.

***практическое занятие (4 часа(ов)):***

Систематика элементарных частиц. Соотношение Гелл-Мана и Нишиджимы. Восьмеричный формализм. Октет барионов. Октет мезонов. Декуплет барионов и открытие Ω- - гипериона. Адроны как составные частицы. Кварки и их характеристики: аромат и цвет. Проблема пленения кварков. Ускорители заряженных частиц.

**Тема 9. Великое объединение. Современное представление о структуре материи.**

***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Великое объединение. Современное представление о структуре материи. Обменный характер фундаментальных взаимодействий. Квантовая электродинамика. Диаграммы Фейнмана. Электрослабое взаимодействие и промежуточные бозоны. Сильное взаимодействие. Квантовая хромодинамика. Великое объединение. Проблема нестабильности протона. Супергравитация и суперобъединение. Современное представление о структуре материи.

***практическое занятие (4 часа(ов)):***

Великое объединение. Современное представление о структуре материи. Обменный характер фундаментальных взаимодействий. Квантовая электродинамика. Диаграммы Фейнмана. Электрослабое взаимодействие и промежуточные бозоны. Сильное взаимодействие. Квантовая хромодинамика. Великое объединение. Проблема нестабильности протона. Супергравитация и суперобъединение. Современное представление о структуре материи.

### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

| N | Раздел Дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Тема 1. Введение. Свойства атомных ядер. | 8 | 1-2 | самостоятельная работа студента (СРС), решение типовых задач, составление конспектов. | 2 | самостоятельная работа |
| 2. | Тема 2. Ядерные силы и модели. | 8 | 3 | самостоятельная работа студента (СРС), решение типовых задач, составление конспектов. | 2 | самостоятельная работа |
| 3. | Тема 3. Радиоактивные превращения ядер. | 8 | 4-5 | самостоятельная работа студента (СРС), решение типовых задач, составление конспектов. | 2 | контрольная работа |
| 4. | Тема 4. Ядерные реакции. | 8 | 6 | самостоятельная работа студента (СРС), решение типовых задач, составление конспектов. | 2 | самостоятельная работа, тест |
| 5. | Тема 5. Деление ядер. Ядерная энергетика. | 8 | 7 | самостоятельная работа студента (СРС), решение типовых задач, составление конспектов. | 2 | самостоятельная работа |

| N | Раздел Дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6. | Тема 6. Взаимодействие излучения с веществом. | 8 | 8 | самостоятельная работа студента (СРС), решение типовых задач, составление конспектов. | 2 | коллоквиум |
| 7. | Тема 7. Свойства элементарных частиц. | 8 | 9 | самостоятельная работа студента (СРС), решение типовых задач, составление конспектов. | 2 | самостоятельная работа |
| 8. | Тема 8. Систематика элементарных частиц. | 8 | 10 | самостоятельная работа студента (СРС), решение типовых задач, составление конспектов. | 2 | самостоятельная работа |
| 9. | Тема 9. Великое объединение. Современное представление о структуре материи. | 8 | 11 | самостоятельная работа студента (СРС), решение типовых задач, составление конспектов. | 2 | контрольная работа, тест |
| | Итого | | | | 18 | |

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Применяемые образовательные методы и формы проведения занятий:

Проведение лекций в виде компьютерных презентаций и обсуждение материала по теме. Проведение контрольных работ и выполнение заданий по курсу.

Лекционные и практические занятия построены с применением компьютерной презентации, решения задач с привлечением данных реальных экспериментов. В часы практических занятий проводятся контрольные работы и опросы, что дает возможность оценить усваиваемость материала студентами и при необходимости подробно остановиться на проблемных вопросах.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. Введение. Свойства атомных ядер.

самостоятельная работа , примерные вопросы:

Решить самостоятельно задачи 1.5-1.10. Составить конспект на тему "Распределение плотности ядерной материи". Вопросы для закрепления знаний: 1. Почему результаты опыта Резерфорда по рассеянию - частиц опровергают модель атома Томсона и свидетельствуют о наличии положительно заряженного атомного ядра малых размеров, содержащего основную часть массы атома? 2. Пользуясь таблицей изотопов, перечислите стабильные изотопы селена. 3. Используя зависимость, существующую между радиусом и массовым числом, оцените плотность ядра. 4. Каким был бы радиус Земли, если бы она состояла из вещества, имеющего плотность ядра? 5. Получите выражение для энергии связи ядра через массы нейтральных атомов. 6. Вычислите величину ядерного магнетона. 7. Чему равны величины магнитных моментов свободных нейтрона и протона и как они направлены относительно их спинов? 8. Рассчитайте магнитный момент системы протон-нейтрон. Сравните результат с экспериментальным значением магнитного момента дейтрона. 9. Рассчитайте отношение магнитных моментов протона и электрона. На какую идею наводит результат? 10. Известно, что внутренний квадрупольный момент ядра равен б. Какую форму имеет это ядро? Чему равен параметр деформации этого ядра? 11. Каковы возможные значения изоспина системы, состоящей из а) двух нейтронов, б) протона и нейтрона? Укажите значения проекции изоспина. 12. Определить значение изоспина основного состояния ядер изотопов углерода 10C, 11C, 12C, 13C, 14C.

**Тема 2. Ядерные силы и модели.**

самостоятельная работа , примерные вопросы:

решить задачи 2.6-2.10 Вопросы для закрепления знаний: 1. Перечислите экспериментально установленные свойства ядерных сил и объясните их физический смысл. 2. Выпишите 4 типа взаимодействия нуклонов через обмен пи-мезонами. 3. Представляя атомное ядро, как капля несжимаемой жидкости, получите соотношение между радиусом ядра и его массовым числом R=r0A1/3. 4. Какие члены в формуле Вайцзеккера для энергии связи ядер следуют из капельной модели? 5. Выпишите формулу, описывающую колебания поверхности сферической капли, и схематично представьте на рисунке 2λ-польные колебания: λ=1 - дипольные, λ=2 - квадрупольные, λ=3 - октупольные, λ=4 - гексадекапольные колебания. 6. Схаматично представьте на рисунке спектр энергии уровней квадрупольных колебаний ядра. 7. Схаматично представьте на рисунке спектр энергии вращательных уровней ядра. 8. Почему квантовые объекты сферической формы (атомы, молекулы, ядра) не могут иметь вращательный спектр. 9. Выпишите гамильтониан одночастичной оболочечной модели и поясните необходимость каждого члена гамильтониана. 10. Что такое самосогласованное поле ядра, и какой функцией можно описать потенциал такого поля? 11. Перечислите магические числа нейтронов и протонов, и чем отличаются магические ядра? 12. Какую роль играет принцип Паули в обосновании модели оболочек? 13. Какими квантовыми числами описываются ядерные состояния в модели оболочек? 14. На основе одночастичной модели оболочек установите спины и четности основных состояний следующих ядер:3He, 11B, 13C, 15N, 17O . 15. Изобразите схему заполнения энергетических уровней оболочек нуклонами в ядрах 11B, 17O . 16. Изложите основы обобщенной модели ядра. 17. Что такое остаточные взаимодействия и какова роль остаточных взаимодействий сверхтекучего типа в атомном ядре?

**Тема 3. Радиоактивные превращения ядер.**

контрольная работа , примерные вопросы:

решить задачи 3.4-3.11 Вопросы для закрепления знаний: 1. Что понимают под радиоактивностью, и какие единицы ее измерения? 2. Чем отличается естественная радиоактивность от искусственной радиоактивности? 3. Выпишите основной закон радиоактивного распада для количества нераспавшихся ядер и для распавшихся ядер. 4. Какая связь между постоянной распада, периодом распада и средним временем жизни изотопа? 5. Перечислите типы радиоактивных превращений и правила смещения для них. 6. Перечислите четыре семейства (ряда) альфа-превращений радиоактивных ядер. 7. В чем заключается туннельный механизм альфа-распада? 8. Поясните закон Гейгера-Неттола для альфа-распада? 9. Выпишите типы бетта- распада и представьте их через внутринуклонный процесс. 10. Каков энергетический спектр бетта- распада и какова роль нейтрино в энергетическом балансе бетта- процесса? 11. Опишите эксперимент, подтвердивший несохранение четности в слабых взаимодействиях. 12. Выпишите правила отбора в - распаде ядер. 13. Что называют изомерией, и в какой области массовых чисел изомерия изотопов встречается? 14. Что называют внутренней конверсией электронов и чем отличается от фотоэффекта?

**Тема 4. Ядерные реакции.**

самостоятельная работа, тест , примерные вопросы:

Решить самостоятельно задачи 4.5-4.10. Составить конспект на тему "Эффективное сечение рассеяния ядерных реакций". Подготовка к тексту по темам лекции 1-4. Вопросы для закрепления знаний: 1. Чем отличаются экзотермические реакции от эндотермических реакций? 2. Почему порог реакции больше модуля энергии реакции? 3. Какие законы сохранения универсальны в ядерных реакциях? 4. Что такое сечение реакции, и в каких единицах оно измеряется? 5. Почему сечение реакции больше для медленных налетающих частиц по сравнению с быстрыми частицами? 6. Как зависит понятие быстрые частицы от массового числа ядра мишени? 7. Что такое каналы ядерной реакции? 8. Опишите механизм прямой ядерной реакции: а) какое время протекания реакции, б) каково угловое распределение продуктов реакции, в) каково соотношение энергии налетающей и вылетающей частиц? 9. Опишите механизм ядерной реакции через составное ядро: а) какое время протекания реакции, б) каково угловое распределение продуктов реакции, в) какова энергетическая зависимость сечения реакции при больших энергиях падающей частицы, г) какова энергетическая зависимость сечения реакции при низких энергиях? 10. Испускание нуклонов составным ядром напоминает испускание молекул нагретой каплей жидкости. Объясните почему? 11. Выпишите формулу Брейта-Вигнера и объясните, какие процессы она описывает. 12. Сечение ядерной реакции через составное ядро при малых энергиях налетающей частицы носит явный резонансный характер, а при высоких энергиях не проявляется резонанс. Объясните почему? 13. Как меняется спектр уровней ядра с увеличением энергии его возбуждения? 14. Как полная ширина распада ядра связана с вероятностью распада по определенному каналу?

**Тема 5. Деление ядер. Ядерная энергетика.**

самостоятельная работа , примерные вопросы:


ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Решить самостоятельно задачи и 5.4-5.9. Составить конспект на тему "Эффективное сечение рассеяния ядерных реакций". Вопросы для закрепления знаний: 1. Почему спонтанное деление ядер относят к разновидности радиоактивного деления? 2. Почему вынужденное деление относят к ядерным реакциям? 3. В капельной модели конкуренция сил поверхностного натяжения, удерживающее ядро от развала, и сил кулоновского отталкивания определяется параметром делимости, который имеет критическое значение Z^2/A≈50. Оцените значение параметра делимости для реальных ядер, и оцените Z ядра, для которого достигается критическое значение параметра делимости. 4. Почему в процессе деления ядра выделяются мгновенные и запаздывающие нейтроны, а протоны не выделяются? 5. Что такое критическая масса и цепная реакция деления? 6. Как достигается управление процессом цепной реакции деления, и при каком значении коэффициента размножения нейтронов? 7. Атомный реактор состоит из следующих основных узлов: ТВЭЛы, замедлители, теплоноситель, поглотители, отражатели. Объясните их назначение. 8. Каким требованиям должен удовлетворять материал, используемый в качестве замедлителя нейтронов в ядерном реакторе? Почему для этой цели часто используется тяжелая вода? 9. Какие преимущества атомных реакторов на быстрых нейтронах? 10. В чем заключается проблема управляемой термоядерной реакции? 11. Каков физический смысл критерия Лоусона? 12. Какие принципы работы токамака? 13. Какие преимущества управляемых термоядерных установок?

**Тема 6. Взаимодействие излучения с веществом.**

коллоквиум , примерные вопросы:

Решить самостоятельно задачи и 6.3-6.11. Вопросы коллоквиума: 1. Опыт Резерфорда. Открытие атомного ядра, протона и нейтрона. Гипотеза о нейтрон-протонной структуре ядра. 2. Составные части атома. 3. Нуклон и его квантовые числа: изоспин и барионный заряд. 4. Нейтронно-протонная диаграмма. Изотопы, изобары и изотоны. Магические числа. 5. Масса и энергия связи. Полуэмпирическая формула Вайцзеккера. 6. Квантовомеханические характеристики состояния ядра. 7. Электромагнитные моменты ядер. 8. Распределение плотности ядерной материи. 9. Основные свойства ядерных сил. 10. Коллективные модели ядра. Колебательные и вращательные возбуждения ядра. 11. Модель оболочек. Одночастичные состояния ядер. 12. Обобщенная модель. 13. Учет остаточных взаимодействий нуклонов. Микроскопические теории структуры ядра. 14. Радиоактивность. Основной закон распада, постоянная распада, период полураспада, среднее время жизни. Единицы активности источника. 15. Типы радиоактивных превращений. Правила сдвигов. 16. Радиоактивные ряды. Трансурановые элементы. 17. Альфа-распад. Закон Гейгера-Неттола. Туннельный механизм. 18. Бета-распад. Слабое взаимодействие. Теория Ферми. График Ферми. 19. Нейтрино и его свойства. Типы нейтрино. Законы сохранения. Несохранение четности. 20. Гамма-излучение ядер. Мультипольность излучения. Правила отбора. Изомерия.

**Тема 7. Свойства элементарных частиц.**

самостоятельная работа , примерные вопросы:

Решить самостоятельно задачи и 7.4-7.11. Вопросы для закрепления знаний: 1. Перечислите 4 типа фундаментальных взаимодействий элементарных частиц. Укажите, через обмен каких частиц они осуществляются? Какая интенсивность, радиус действия и характерное время процессов этих взаимодействий? 2. Какие частицы называются адронами? Что общего и чем различаются барионы и мезоны? 3. Какие частицы называются лептонами? Перечислите дублеты лептонов и соответствующий им лептонный заряд. 4. Чем различаются бозоны и фермионы? Чем они характеризуются? 5. Почему может нарушаться закон сохранения изоспина в электромагнитных и слабых взаимодействиях? 6. Опишите результат опыта Ц. Ву по доказательству несохранения четности в слабых взаимодействиях. 7. В чем странность странных частиц? 8. Какие частицы называют гиперонами? 9. Какие частицы называются резонансами? 10.В чем заключается комбинированная CP-четность? 11. Объясните, в чем заключается CPT-теорема? Какие следствия вытекают из нее?

**Тема 8. Систематика элементарных частиц.**

самостоятельная работа , примерные вопросы:


ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Решить самостоятельно задачи и 8.4-8.10. Вопросы для закрепления знаний: 1. Вычислите гиперзаряд нуклона и пи-мезона и проверьте для них соотношение Гелл-Мана-Нишиджимы. 2. Из каких членов состоит барионный октет с J=1/2, B=1, C=0, b=0, t=0? 3. Из каких членов состоит октет мезонов с J=0, B=1, C=0, b=0, t=0? 4. Из каких членов состоит декуплет барионов с J=3/2, B=1, C=0, b=0, t=0? 5. Какова кварковая структура протона, нейтрона, π+ и π- мезонов? 6. Показать, что соотношение Гелл-Мана-Нишиджимы справедливо для кварков? 7. Барионы состоят из 3 кварков. Некоторые барионы имеют одинаковую кварковую структуру. В основном, они относятся к резонансам. Объясните, чем же они различаются? 8. Показать, что существуют следующие возможности получить бесцветные состояния при смешивании цветов кварков и антикварков: RGB, , , и что эти комбинации отвечают соответственно барионам, антибарионам и мезонам. 9. Объясните, почему всего 8 глюонов, несмотря на то, что можно построить 9 комбинаций из цвета и антицвета глюонов? 10. Какие глюоны ответственны за взаимодействия зеленого и синего кварков? 11. Согласно современным представлениям бесструктурные частицы относят к фундаментальным частицам. Перечислите эти фундаментальные частицы. 12. В чем заключается принцип автофазировки, позволяющий достигать релятивистских энергий ускоренных частиц? 13. В чем преимущества коллайдеров на встречных пучках?

**Тема 9. Великое объединение. Современное представление о структуре материи.**

контрольная работа, тест , примерные вопросы:

Решить самостоятельно задачи 9.5-9.10. Составить конспект на тему "Диаграммы Фейнмана". Подготовка к тексту по темам лекции 5-9. Вопросы для закрепления знаний: 1. Почему при аннигиляции электрона и позитрона возникает не один фотон, а больше фотонов? 2. Как из соотношений неопределенностей следует масса переносчика взаимодействия и радиус действия взаимодействия? 3. Что такое ?голый? электрон и как происходит ?одевание? электрона в шубу? 4. Что такое поляризация вакуума? 5. Выпишите уравнение Дирака для релятивистского электрона и поясните физические величины, входящие в это уравнение. 6. Почему магнитный момент электрона отличается от Боровского значения? 7. Оцените значение сечения рассеяния фотона на электроне? 8. Перечислите процессы с участием электрона, соответствующие диаграммам Фейнмана первого порядка. 9. Перечислите процессы с участием электрона, соответствующие диаграммам Фейнмана второго порядка. 10. Составьте диаграмму Фейнмана для β-распада нейтрона по теории Ферми, как одновершинный контактный процесс. 11. Составьте диаграмму Фейнмана для β-распада нейтрона по кварковой схеме с участием промежуточного бозона. 12. Приведите диаграмму Фейнмана для взаимодействия двух кварков через обмен цветом. 13. Приведите диаграмму Фейнмана для взаимодействия нуклонов через обмен пионами, используя кварковую схему. 14. Константы фундаментальных взаимодействий зависят от передаваемого импульса и при некотором его значении они совпадают. Какое следствие вытекает из этого? 15. Что такое супергравитация и суперобъединение? 16. Чем отличается гравитон от гравитино?

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

Вопросы к зачету

1. Опыт Резерфорда. Открытие атомного ядра, протона и нейтрона. Гипотеза о нейтрон-протонной структуре ядра.
2. Составные части атома.
3. Нуклон и его квантовые числа: изоспин и барионный заряд.
4. Нейтронно-протонная диаграмма. Изотопы, изобары и изотоны. Магические числа.
5. Масса и энергия связи. Полуэмпирическая формула Вайцзеккера.
6. Квантовомеханические характеристики состояния ядра.
7. Электромагнитные моменты ядер.
8. Распределение плотности ядерной материи.
9. Основные свойства ядерных сил.
10. Коллективные модели ядра. Колебательные и вращательные возбуждения ядра.

11. Модель оболочек. Одночастичные состояния ядер.
12. Обобщенная модель.
13. Учет остаточных взаимодействий нуклонов. Микроскопические теории структуры ядра.
14. Радиоактивность. Основной закон распада, постоянная распада, период полураспада, среднее время жизни. Единицы активности источника.
15. Типы радиоактивных превращений. Правила сдвигов.
16. Радиоактивные ряды. Трансурановые элементы.
17. Альфа-распад. Закон Гейгера-Неттола. Туннельный механизм.
18. Бета-распад. Слабое взаимодействие. Теория Ферми. График Ферми.
19. Нейтрино и его свойства. Типы нейтрино. Законы сохранения. Несохранение четности.
20. Гамма-излучение ядер. Мультипольность излучения. Правила отбора. Изомерия.
21. Законы сохранения ядерных реакций.
22. Эффективное сечение ядерных реакций.
23. Механизмы ядерных реакций. Прямые ядерные реакции.
24. Ядерная реакция через составное ядро.
25. Механизмы деления ядер.
26. Деление ядер под действием нейтронов. Цепная реакция.
27. Ядерные реакторы на тепловых и быстрых нейтронах.
28. Реакция синтеза. Проблема управляемого термоядерного синтеза. Критерий Лоусона. Токамаки.
29. Прохождение ионизирующих излучений через вещество. Проникающая способность излучения.
30. Единицы измерения поглощенной дозы.
31. Источники радиации. Биологическое действие радиации.
32. Стохастические эффекты малых доз радиаций.
33. Фундаментальные взаимодействия. Бозоны - переносчики взаимодействий и мезоны. Фермионы: лептоны и барионы. Странные и очарованные частицы.
34. Законы сохранения в микромире.
35. Несохранение пространственной четности в слабых взаимодействиях.
36. Соотношение Гел-Мана и Нишиджимы. Восьмеричный формализм. Октет барионов. Октет мезонов. Декуплет барионов и открытие -гиперона.
37. Адроны как составные частицы. Кварки и их характеристики: аромат и цвет. Проблема пленения кварков.
38. Ускорители заряженных частиц.
39. Обменный характер фундаментальных взаимодействий.
40. Квантовая электродинамика. Диаграммы Феймана.
41. Электрослабое взаимодействие и промежуточные бозоны.
42. Сильное взаимодействие. Квантовая хромодинамика.
43. Великое объединение. Проблема нестабильности протона.
44. Супергравитация и суперобъединение.
45. Современное представление о структуре материи.

**7.1. Основная литература:**

Квантовая физика и строение материи, Фок, Владимир Александрович, 2013г.

1. Физика. Волновая оптика. Квантовая природа излучения. Элементы атомной и ядерной физики: Учеб. пос. / С.И.Кузнецов, А.М.Лидер - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Вузов. учеб.: НИЦ ИНФРА-М, 2015 - 212 с.: 60x90 1/16.(п) ISBN 978-5-9558-0350-0, 500 экз.

http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=438135

2. Физика.: Учеб. / А.А.Пинский, Г.Ю.Граковский; Под общ. ред. проф., д.э.н. Ю.И. Дика, Н.С. Пурышевой - 3-е изд., испр. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 560 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). (п) ISBN 978-5-91134-616-4, 1500 экз.

http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=375867

3. Атомная физика. Теоретические основы и лабораторный практикум: Уч. пос. / В.Е.Граков, С.А.Маскевич и др.; Под общ. ред. А.П.Клищенко. - М.: ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2011. - 333с.: 60x90 1/16. - (Высшее обр.). (п) ISBN 978-5-16-004688-4, 800 экз.

http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=218015

### 7.2. Дополнительная литература:

Физика для теплоэнергетиков, Малацион, Светлана Фиаловна;Матухин, Вадим Леонидович;Тузова, Лидия Леонидовна, 2012г.

1. Курс общей физики: Учебное пособие / К.Б. Канн. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 360 с.: 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-905554-47-6, 700 экз.

http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=443435

2. Сергеев, Н. А. Основы квантовой теории ядерного магнитного резонанса : монография / Н. А. Сергеев, Д. С. Рябушкин. - М. : Логос, 2013. - 272 с. - ISBN 978-5-98704-754-5

http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=469025

3. Барыбин, А. А. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / А. А. Барыбин, В. А. Бахтина, В. И. Томилин, Н. П. Томилина. - Красноярск : СФУ, 2011. - 236 с. - ISBN 978-5-7638-2396-7.

http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=441543

4. Курс общей физики: Учебное пособие / К.Б. Канн. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 360 с.: 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-905554-47-6, 700 экз.

http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=443435

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Учебно-методические материалы кафедры ВФ - http://kpfu.ru/main_page?p_sub=8514

Учебно-методические материалы кафедры ВФ - http://kpfu.ru/main_page?p_sub=8514

Учебно-методические материалы кафедры ВФ - http://kpfu.ru/main_page?p_sub=8514

Учебные материалы - http://kpfu.ru/main_page?p_sub=8515

Учебные материалы - http://kpfu.ru/main_page?p_sub=8515

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Ядерная физика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Для обеспечения дисциплины "Ядерная физика" для проведения лекционных и практических занятий необходимо следующее оборудование: проектор с экраном, принтер и копировальный аппарат для распечатки заданий, компьютерный класс современных персональных компьютеров.

Для проведения тестового контроля необходим учебный класс, оснащенный мультимедийной техникой. Желательный количественный состав на практическом занятии не должен превышать 10 человек.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 050100.62 "Педагогическое образование" и профилю подготовки Физика и информатика .

Автор(ы):
Хуснутдинов Р.М. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Галеев А.И. _____
"__" _____ 201 __ г.