



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Кафедра физической электроники

Образовательная программа
03.03.02 – Физика

Профиль подготовки:

Фундаментальная физика
Медицинская физика

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Форма обучения:

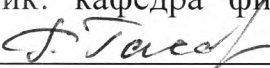
Очная

Статус дисциплины:

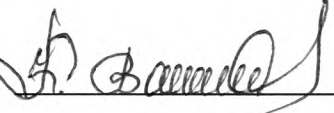
Базовая

Махачкала, 2020 год

Рабочая программа дисциплины «Физика атомного ядра и элементарных частиц» составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 – Физика (уровень: бакалавриата), утвержденным приказом Минобрнауки от «7» августа 2014 г., № 937.

Разработчик: кафедра физической электроники, Гасанова Р.Н., к.ф.-м.н., доцент 

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры физической электроники от «21» 02 2020 г., протокол № 6.

Зав каф кафедрой  Омаров О.А

на заседании Методической комиссии физического факультета от «28» 02 2020 г., протокол № 6.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «28» 03 2020 г.

/Начальник УМУ  Гасангаджиева А. Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ» входит в базовую, часть образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02– Физика.

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой физической электроники.

Курс физики атомного ядра является началом курса квантовой теории. Будущий физик должен знать проблемные вопросы субатомной физики и представлять себе картину микромира в современном состоянии.

Данный комплекс включает программу предмета с указанием литературы, темы для практических занятий с указанием номера задач для аудиторных и внеаудиторных занятий, список лабораторных работ, вопросы, выносимые на коллоквиумы, программу - минимум в виде программированного опорного конспекта.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

общекультурных: ОК-7;.

общепрофессиональных: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3;

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: контрольная работа, коллоквиум и пр.) и промежуточный контроль в форме зачета, экзамена.

Объем дисциплины 4 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

| Семестр | Учебные занятия | | | | | | | Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен) |
|---------|-----------------|--|----------------------|----------------------|-----|--------------|--------------------------|---|
| | в том числе: | | | | | | | |
| | всего | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | | | СРС, в том числе экзамен | |
| | | всего | из них | | | | | |
| | | Лекции | Лабораторные занятия | Практические занятия | КСР | консультации | | |
| 6 | 144 | 66 | 30 | | 36 | | 42+36 | зачет, экзамен |

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Физика атомного ядра и элементарных частиц» являются, формирование у студентов системы знаний по квантовой теории. Будущий физик должен знать проблемные вопросы субатомной физики и представлять себе картину микромира в современном состоянии.

Студент в результате изучения данного курса знакомится с основными положениями физики микромира и механизмами ядерных реакций, законами элементарных частиц и природой космического излучения. Курс вводит студента в мир элементарных частиц, которые достаточно сложно устроен. Для описания элементарных частиц оказалось недостаточно знание таких классических характеристик как заряд, масса, момент количества движения; появились новые понятия - странность, очарование, изоспин, кварки, природа которых достаточно сложна.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Физика атомного ядра и элементарных частиц» входит в базовый компонент профессионального цикла дисциплин и является обязательной для изучения.

Для изучения дисциплины «Физика атомного ядра и элементарных частиц» студент должен знать:

1. Физику атома, механику, электричество, оптику.
2. Основы квантовой механики.
3. Основы высшей математики.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

| Код компетенции из ФГОС ВО | Наименование компетенции из ФГОС ВО | Планируемые результаты обучения |
|----------------------------|--|---|
| ОК-7 | способностью к самоорганизации и самообразованию | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • базовые естественно научные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке); • понимать, излагать и критически анализировать базовую общезначимую информацию; |

| | | |
|--------------|---|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики; • правильно соотносить содержание конкретных задач с общими законами физики, эффективно и применять общие законы физики для решения конкретных задач в области атомной физики и на междисциплинарных границах физики с другими областями знаний; • использовать для изучения доступный математический аппарат, включая методы вычислительной математики; • пользоваться в работе справочной и учебной литературой, находить другие методы, необходимые источники информации и работать с ними. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать в профессиональной деятельности явления, приведшие к корпускулярно- волновому дуализму, эксперименты, подтвердившие волновые свойства частиц, дискретность атомных и ядерных состояний; • анализировать явления, в которых наиболее просто и очевидно проявляются квантово-механические закономерности, и определяются в первую очередь их очевидной несовместимостью с классическими представлениями. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основными достижениями в области атомной физики и понимать перспективы их развития; • состоянием существующих квантово-механических моделей атомов и их отличия; • современными методами, концепциями и достижениями в области исследования спектров атома водорода и водородоподобных атомов, щелочных элементов и законы, описывающие их; общими принципами квантово механического подхода к описанию строения вещества на микроскопическом (атомно-молекулярном) уровне |
| ОПК-1 | способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • экспериментальные основы современной атомной физики и квантовой механики; • использовать в профессиональной деятельности базовые знания |

| | | |
|---------------------|---|---|
| | <p>изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)</p> | <p>фундаментальных разделов математики, - основные свойства атома водорода.</p> <ul style="list-style-type: none"> • соотношение неопределенностей, объективно отражающее свойства микрочастиц, и не обуславливающееся особенностями измерения соответствующих величин в конкретном эксперименте; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей; • вычислять энергетические уровни и частоты спектральных линий атома водорода; определять свойства атомов в зависимости от состояний, в которых они находятся. • использовать для изучения доступный математический аппарат, включая методы вычислительной математики; • использовать в работе справочную и учебную литературу, находить другие методы, необходимые источники информации и работать с ними. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами решения задач, связанных с нахождением свойств атомных состояний; • современной физической аппаратурой и оборудованием; • методами работы с современными образовательными и информационными технологиями. Должен демонстрировать способность и готовность: • к решению задач, связанных с нахождением свойств атомных состояний; работать с современными образовательными и информационными технологиями. |
| <p>ОПК-2</p> | <p>способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p> | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • теоретические основы, основные понятия, законы и модели атомной физики; • базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики; • методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области атомной физики; <p>Уметь:</p> |

| | | |
|--------------|---|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области атомной физики; <ul style="list-style-type: none"> • использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач по физике атома; • пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями атомной физики. Владеть: <ul style="list-style-type: none"> • методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области атомной физики; • методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области атомной физики навыками эксплуатации современной физической аппаратуры и оборудования. |
| ОПК-3 | способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • слушать и конспектировать лекции, а также самостоятельно добывать знания по изучаемой дисциплине; • проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта; • критически анализировать и излагать получаемую на семинарских занятиях информацию, пользоваться учебной литературой, Internet – ресурсами; • применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях при решении конкретных задач по атомной физике; • строить и использовать простейшие модели одно- и многоэлектронных атомов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • решать задачи для описания поведения частиц в мире атома; |

| | | |
|--|--|---|
| | | <ul style="list-style-type: none">• пользоваться современной приборной базой для проведения экспериментальных и (или) теоретических физических исследований в области физики атома;• анализировать устройство используемых ими приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники;• навыки решения простейших квантово механических задач и научиться применять эти навыки для анализа строения атомов и простейших молекул, а также их взаимодействия с внешними электромагнитными полями. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none">• навыками квантово механического расчета атома водорода, молекулы водорода, производить оценки квантово механических величин, применять описывать квантовое состояние микрочастиц. <p>навыками проведения научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.</p> |
|--|--|---|

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

| Названия разделов и тем | Всего часов по учебному плану | Виды учебных занятий | | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------|------------------------|-------------|
| | | Аудиторные занятия, в том числе | | Самостоятельная работа | Подг.к экз. |
| | | Лекции | Практич- занятия, семинары | | |
| Модуль 1. Свойства стабильных ядер | | | | | |
| 1. Введение. Масштабы единиц в субатомной физике | 4 | 2 | | 2 | |
| 2. Свойства атомных ядер. Энергия связи и условия устойчивости ядер. | 9 | 2 | 4 | 3 | |
| Квантовые характеристики ядерных состояний. | | | | | |
| 3. Взаимодействие ядерного излучения с веществом. Биологическое действие излучения и защита от него | 12 | 2 | 6 | 4 | |
| 4. Взаимодействие γ - квантов с веществом. Изомерия, конверсия | 4 | 2 | | 2 | |
| 5. Модели атомных ядер | 7 | 2 | 2 | 3 | |
| ВСЕГО | 36 | 10 | 12 | 14 | |
| Модуль 2. Ядерные силы. Радиоактивность | | | | | |
| 1. Свойства и природа ядерных сил. | 6 | 1 | 2 | 3 | |
| 2. Элементарная теория дейтрона, связанное состояние в n-p системе. | 7 | 2 | 3 | 2 | |
| 3. Основа мезонной теории Юкавы | 5 | 1 | 1 | 3 | |
| 4. Радиоактивность | 4 | 2 | 2 | | |
| 5. Физические основы α - и β - распадов. Роль нейтрино в β - распаде. | 7 | 2 | 2 | 3 | |
| 6. Природа и состав космических лучей. Эволюция и состав Вселенной. | 7 | 2 | 2 | 3 | |
| ВСЕГО | 36 | 10 | 12 | 14 | |
| Модуль 3. Элементарные частицы | | | | | |
| 1. Частицы и типы взаимодействий. | 6 | 2 | 2 | 2 | |

| | | | | | |
|--|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 2.Элементарные частицы, классификация, характеристики. | 6 | 1 | 1 | 4 | |
| 3.Внутренние свойства и взаимодействия, калибровочные бозоны, лептоны, адроны. Квантовые числа и законы сохранения. | 6 | 2 | 2 | 2 | |
| 5.Сильные взаимодействия. Классификация адронов. Барионы и мезоны. Странность и другие адронные квантовые числа. Кварки. Глюоны. Кварковая модель адронов. Тяжелые кварки c,b,t. | 6 | 2 | 2 | 2 | |
| 6.Основные характеристики слабого взаимодействия. Промежуточные бозоны W^+ , W^- , Z . Распады лептонов и кварков. Несохранение четности | 7 | 2 | 3 | 2 | |
| 7.Типы и механизмы ядерных реакций. | 5 | 1 | 2 | 2 | |
| ВСЕГО | 36 | 10 | 12 | 14 | |
| Модуль 4. Подготовка к экзамену | | | | | 36 |
| ИТОГО | 144 | 30 | 36 | 42 | 36 |

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Модуль 1. Свойства стабильных ядер

Введение.

Основные этапы развития физики атомного ядра и частиц. Масштабы явлений микромира Свойства атомных ядер.

Опыт Резерфорда. Размеры ядер. Ядро как совокупность протонов и нейтронов. Распределение заряда в ядре. Масса и энергия связи ядра. Стабильные и радиоактивные ядра. Квантовые характеристики ядерных состояний. Спин ядра. Статистические мультипольные моменты ядер. Содержание темы.

Модуль 2. Ядерные силы. Радиоактивность

Закон радиоактивного распада. Статистический характер распада. Радиоактивные семейства. Искусственная радиоактивность. Виды распада. α - распад. Туннельный эффект. Зависимость периода α - распада от энергии α - частиц. β - распад. Экспериментальное доказательство существования нейтрино. Разрешенные и запрещенные β - переходы. Несохранение четности

в β - распаде. γ - излучение ядер. Электрические и магнитные переходы. Ядерная изомерия. Внутренняя конверсия. Эффект Месбауэра Нуклон - нуклонное взаимодействие и свойства ядерных сил.

Система двух нуклонов. Дейтрон - связанное состояние в n - p системе. Тензорный характер ядерных сил. Зарядовая независимость ядерных сил. Изоспин. обменный характер ядерных сил. Мезонная теория нуклон-нуклонного взаимодействия. Модели атомных ядер.

Микроскопические и коллективные модели. Модель Ферми-газа. Физическое обоснование оболочечной модели. Потенциал среднего ядерного поля. Спин-орбитальное взаимодействие. Одночастичные состояния в ядерном потенциале. Коллективные свойства ядер. Модель жидкой капли. Полуэмпирическая формула энергии связи ядра. Деформация ядер.

Колебательные и вращательные состояния ядер. Обобщенная модель ядра Ядерные реакции.

Методы изучения ядерных реакций. Детекторы частиц. Принципы работы ускорителей. Сечения реакций. Каналы реакций. Законы сохранения в ядерных реакциях. Кинематика ядерных реакций. Механизмы ядерных реакций. Модель составного ядра. Резонансные ядерные реакции. Формула Брейта - Вигнера. Прямые ядерные реакции. Оптическая модель ядра. Взаимодействие фотонов и электронов с ядрами. Деление ядер. Деление изотопов урана нейтронами. Цепная реакция деления. Ядерные взрывы. Ядерные реакторы. Реакции синтеза легких ядер. Термоядерная энергия.

Трансурановые элементы. Сверхтяжелые ядра. Взаимодействие ядерного излучения с веществом

Модуль 3. Элементарные частицы

Взаимодействие заряженных частиц со средой. Потери энергии на ионизацию и возбуждение атомов. Пробеги заряженных частиц. Взаимодействие нейтронов с веществом. Замедление нейтронов. Прохождение γ - излучения через вещество. Биологическое действие излучения и защита от него. Эксперименты в физике высоких энергий

Экспериментальные методы в физике высоких энергий. Ускорители. Встречные пучки. Пучки вторичных частиц. Детекторы. Реакции с частицами. Взаимодействия и распады частиц Электромагнитные взаимодействия

Основные свойства электромагнитного взаимодействия. Испускание и поглощение фотонов. Электромагнитное рассеяние лептонов. Взаимодействие фотонов с адронами. Векторные мезоны. Упругое рассеяние электронов Формула Мотта. Форм-факторы нуклонов и частиц Сильные взаимодействия

Классификация адронов. Барионы и мезоны. Супермультиплеты адронов. Странность и другие адронные квантовые числа. Адронные свойства фотона. Глубоконеупругие процессы. Кварки. Глюоны. Кварковая модель адронов. Тяжелые кварки s , b , t . Цвет кварков и глюонов. Потенциал сильного взаимодействия. Асимптотическая свобода и невылетание кварков (конфайнмент). Слабые взаимодействия

Основные характеристики слабого взаимодействия. Распады мюона и τ - лептона. Лептоны и лептонные квантовые числа. Промежуточные бозоны W^+ , W^- , Z . Законы сохранения в слабых взаимодействиях. Слабые распады лептонов и кварков.

Нейтрино и антинейтрино. Взаимодействие нейтрино с веществом. Масса нейтрино
Дискретные симметрии

Симметрии и законы сохранения. Пространственная инверсия. Зарядовое сопряжение. Обращение времени. Несохранение пространственной и зарядовой четности в слабых взаимодействиях. СРТ - инвариантность. Экспериментальная проверка инвариантности различных

типов фундаментальных взаимодействий. CP - преобразование. K^0 - мезоны. Нарушение CP- симметрии в распаде K^0 - мезонов. Объединение взаимодействий

Экранировка заряда в квантовой электродинамике. Зависимость констант взаимодействия от переданного импульса. Объединение электромагнитных и слабых взаимодействий. Великое объединение. Поиск нестабильности протона. Современные астрофизические представления

Эволюция и состав Вселенной. Реликтовое излучение. Космологический нуклеосинтез в горячей Вселенной. Нуклеосинтез в звездах. Распространенность химических элементов. Нейтринная астрономия. Сверхновые. Нейтронные звезды. Черные дыры. Космические лучи.

Наименование тем и содержание практических занятий

| Название темы | Модуль 1. | 1 |
|--|--|---------------|
| | Содержание темы | Объем в часах |
| Свойства атомных ядер. | Основные этапы развития физики атомного ядра и частиц. Масштабы явлений микромира Свойства атомных ядер. | 4 |
| Взаимодействие ядерного излучения с веществом. | Опыт Резерфорда. Размеры ядер. Ядро как совокупность протонов и нейтронов. Распределение заряда в ядре. Масса и энергия связи ядра. Стабильные и радиоактивные ядра. Содержание темы. | 4 |
| Взаимодействие γ - квантов с веществом. | Квантовые характеристики ядерных состояний. Спин ядра. Статистические мультипольные моменты ядер. | 4 |
| | Модуль | |
| Свойства и природа ядерных сил. | Система двух нуклонов. Дейтрон - связанное состояние в n-p системе. Тензорный характер ядерных сил. Зарядовая независимость ядерных сил. Изоспин. обменный характер ядерных сил. Мезонная теория нуклон-нуклонного взаимодействия. Модели атомных ядер. Микроскопические и коллективные модели. Модель Ферми-газа. Физическое обоснование оболочечной модели. Потенциал среднего ядерного поля. Спин-орбитальное взаимодействие. Одночастичные состояния в ядерном потенциале. Коллективные свойства ядер. Модель жидкой капли. Полуэмпирическая формула энергии связи ядра. Деформация ядер. Колебательные и вращательные состояния ядер. Обобщенная модель ядра Ядерные реакции. | 4 |

| | | |
|--|--|---|
| Радиоактивность | Закон радиоактивного распада. | 4 |
| | Статистический характер распада. Радиоактивные семейства. Искусственная радиоактивность. | |
| Физические основы α - и β -распадов. | Виды распада. α - распад. Туннельный эффект. Зависимость периода α - распада от энергии α - частиц. β - распад. Экспериментальное доказательство существования нейтрино. Разрешенные и запрещенные β - переходы. Несохранение четности в β - распаде. γ - излучение ядер. Электрические и магнитные переходы. Ядерная изомерия. Внутренняя конверсия. Эффект Месбауэра Нуклон - нуклонное взаимодействие и свойства ядерных сил. | 4 |
| | Модуль | |
| Внутренние свойства и взаимодействия, калибровочные бозоны, лептоны, адроны. Квантовые числа и законы сохранения. | Взаимодействие заряженных частиц со средой. Потери энергии на ионизацию и возбуждение атомов. Пробеги заряженных частиц. Взаимодействие нейтронов с веществом. Замедление нейтронов. Прохождение γ - излучения через вещество. Биологическое действие излучения и защита от него. Эксперименты в физике высоких энергий Экспериментальные методы в физике высоких энергий. Ускорители. Встречные пучки. Пучки вторичных частиц. Детекторы. Реакции с частицами. Взаимодействия и распады частиц Электромагнитные взаимодействия | 4 |
| Сильные взаимодействия. Классификация адронов. Барионы и мезоны. Странность и другие адронные квантовые числа. Кварки. Глюоны. Кварковая модель адронов. Тяжелые кварки c, b, t. | Основные свойства электромагнитного взаимодействия. Испускание и поглощение фотонов. Электромагнитное рассеяние лептонов. Взаимодействие фотонов с адронами. Векторные мезоны. Упругое рассеяние электронов Формула Мотта. Форм-факторы нуклонов и частиц Сильные взаимодействия Классификация адронов. Барионы и мезоны. Супермультиплеты адронов. Странность и другие адронные квантовые числа. Адронные свойства фотона. Глубоконеупругие процессы. Кварки. Глюоны. Кварковая модель адронов. Тяжелые кварки c, b, t. Цвет кварков и глюонов. Потенциал сильного взаимодействия. Асимптотическая свобода и невыевание кварков (конфайнмент). | 4 |
| Основные характеристики | Основные характеристики слабого | 4 |

| | | |
|--|--|-----------|
| слабого взаимодействия. Промежуточные бозоны W^+ , W^- , Z . Распады лептонов и кварков. Несохранение четности | взаимодействия. Распады мюона и τ -лептона. Лептоны и лептонные квантовые числа. Промежуточные бозоны W^+ , W^- , Z . Законы сохранения в слабых взаимодействиях. Слабые распады лептонов и кварков. Нейтрино и антинейтрино. Взаимодействие нейтрино с веществом. Масса нейтрино Дискретные симметрии Симметрии и законы сохранения. Пространственная инверсия. Зарядовое сопряжение. Обращение времени. Несохранение пространственной и зарядовой четности в слабых взаимодействиях. СРТ - инвариантность. Экспериментальная проверка инвариантности различных типов фундаментальных взаимодействий. CP - преобразование. K^0 - мезоны. Нарушение CP- симметрии в распаде K^0 - мезонов. Объединение взаимодействий Экранировка заряда в квантовой электродинамике. Зависимость констант взаимодействия от переданного импульса. Объединение электромагнитных и слабых взаимодействий. Великое объединение. Поиск нестабильности протона. Современные астрофизические представления | |
| Всего за семестр | | 36 |

5. Образовательные технологии: активные и интерактивные формы, лекции, практические занятия, контрольные работы, коллоквиумы, зачеты и экзамены, компьютеры. В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару. В семестре проводятся контрольные работы (на семинарах). Зачет выставляется после решения всех задач контрольных работ, выполнения домашних и самостоятельных работ.

При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.

По всему лекционному материалу подготовлен конспект лекций в электронной форме и на бумажном носителе, большая часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе **PowerPoint**, а также с использованием интерактивных досок.

Обучающие и контролируемые модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

Для выполнения физического практикума и подготовке к практическим

(семинарским) занятиям изданы учебно-методические пособия и разработки по курсу физика атомного ядра и элементарных частиц, которые в сочетании с внеаудиторной работой способствуют формированию и развития профессиональных навыков обучающихся.

В рамках *лабораторного практикума* используется умение студентов производить расчеты с помощью средств вычислительной техники. Это позволяет существенно приблизить уровень статистической культуры обработки результатов измерений в практикуме к современным стандартам, принятым в науке и производственной деятельности. На этих занятиях студенты закрепляют навыки (приобретенные на 1-2 курсах), опыт общения с ЭВМ и использования статистических методов обработки результатов наблюдений, что совершенно необходимо для работы в специальных учебных и производственных лабораториях.

В рамках учебного процесса предусмотрено приглашение для чтения лекций ведущих ученых из центральных вузов и академических институтов России.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В течение семестра студенты выполняют:

- домашние задания, выполнение которых контролируется и при необходимости обсуждается на практических занятиях;
- промежуточные контрольные работы во время практических занятий для выявления степени усвоения пройденного материала;
- выполнение итоговой контрольной работы по решению задач, охватывающих базовые вопросы курса: в конце семестра.

Итоговый контроль. Экзамен в конце 5 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решения по всему пройденному материалу.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

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

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

| Код компетенции из ФГОС ВО | Наименование компетенции из ФГОС ВО | Планируемые результаты обучения | Процедура освоения |
|----------------------------|--|---|--------------------|
| ОК-7 | способностью к самоорганизации и самообразованию | Знать: • базовые естественно научные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке); | Устный опрос |

| | | | |
|--|--|---|--|
| | | <ul style="list-style-type: none">• понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию;• пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики;• правильно соотносить содержание конкретных задач с общими законами физики, эффективно и применять общие законы физики для решения конкретных задач в области атомной физики и на междисциплинарных границах физики с другими областями знаний;• использовать для изучения доступный математический аппарат, включая методы вычислительной математики;• пользоваться в работе справочной и учебной литературой, находить другие методы, необходимые источники информации и работать с ними. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">• использовать в профессиональной деятельности явления, приведшие к корпускулярно- волновому дуализму, эксперименты, подтвердившие волновые свойства частиц, дискретность атомных и ядерных состояний;• анализировать явления, в которых наиболее просто и очевидно проявляются квантово-механические закономерности, и определяются в первую очередь их очевидной несовместимостью с классическими представлениями. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none">• основными достижениями в | |
|--|--|---|--|

| | | | |
|--------------|---|---|------------------|
| | | <p>области атомной физики и понимать перспективы их развития;</p> <ul style="list-style-type: none"> • состоянием существующих квантово-механических моделей атомов и их отличия; • современными методами, концепциями и достижениями в области исследования спектров атома водорода и водородоподобных атомов, щелочных элементов и законы, описывающие их; общими принципами квантово механического подхода к описанию строения вещества на микроскопическом (атомно-молекулярном) уровне | |
| ОПК-1 | <p>способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)</p> | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • экспериментальные основы современной атомной физики и квантовой механики; • использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, - основные свойства атома водорода. • соотношение неопределенностей, объективно отражающее свойства микрочастиц, и не обуславливающееся особенностями измерения соответствующих величин в конкретном эксперименте; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей; • вычислять энергетические уровни и частоты спектральных линий атома водорода; | Письменный опрос |

| | | | |
|-------|--|--|--|
| | | <p>определять свойства атомов в зависимости от состояний, в которых они находятся.</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать для изучения доступный математический аппарат, включая методы вычислительной математики; • использовать в работе справочную и учебную литературу, находить другие методы, необходимые источники информации и работать с ними. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами решения задач, связанных с нахождением свойств атомных состояний; • современной физической аппаратурой и оборудованием; • методами работы с современными образовательными и информационными технологиями. <p>Должен демонстрировать способность и готовность:</p> <ul style="list-style-type: none"> • к решению задач, связанных с нахождением свойств атомных состояний; <p>работать с современными образовательными и информационными технологиями.</p> | |
| ОПК-2 | <p>способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ</p> | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • теоретические основы, основные понятия, законы и модели атомной физики; <ul style="list-style-type: none"> • базовые теоретические методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области атомной физики; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области атомной физики; | <p>Письменный опрос Устный опрос</p> |

| | | | |
|---------------------|--|--|-------------------------|
| | <p>применимости моделей</p> | <ul style="list-style-type: none"> • использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач по физике атома; • пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями атомной физики. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области атомной физики; • методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области атомной физики навыками эксплуатации современной физической аппаратуры и оборудования. | |
| <p>ОПК-3</p> | <p>способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач</p> | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • слушать и конспектировать лекции, а также самостоятельно добывать знания по изучаемой дисциплине; • проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта; • критически анализировать и | <p>Мини-конференции</p> |

| | | | |
|--|--|---|--|
| | | <p>излагать получаемую на семинарских занятиях информацию, пользоваться учебной литературой, Internet – ресурсами;</p> <ul style="list-style-type: none">• применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях при решении конкретных задач по атомной физике;• строить и использовать простейшие модели одно- и многоэлектронных атомов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">• решать задачи для описания поведения частиц в мире атома;• пользоваться современной приборной базой для проведения экспериментальных и (или) теоретических физических исследований в области физики атома;• анализировать устройство используемых ими приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники;• навыки решения простейших квантово механических задач и научиться применять эти навыки для анализа строения атомов и простейших молекул, а также их взаимодействия с внешними | |
|--|--|---|--|

| | | | |
|--|--|---|--|
| | | <p>электромагнитными полями.</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками квантово механического расчета атома водорода, молекулы водорода, производить оценки квантово механических величин, применять описывать квантовое состояние микрочастиц. <p>навыками проведения научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.</p> | |
|--|--|---|--|

7.2. Типовые контрольные задания

КОЛЛОКВИУМЫ.

1 КОЛЛОКВИУМ.

1. Обладает ядро электрическим моментом.
2. Физические основы метода Рабби.
3. Энергия связи и условие устойчивости ядер.
4. Определение магнитного момента нейтрона.
5. Как оценить ионизационные и радиационные потери энергии.
6. В чем суть эффекта Черенкова.
7. Покажите, что фотоэффект возможен только на связанном электроны.
8. Оцените сечение Томсоновского рассеяния.
9. В чем суть Комптоновского рассеяния γ - квантов в веществе.
10. Покажите, что образование $e^+ + e^-$ - пары происходит в поле третьей частицы.

2 КОЛЛОКВИУМ

1. Какими свойствами обладают ядерные силы.
2. На чем основана мезонная теория ядерных сил Юкава.
3. Что можно сказать об устойчивости системы – дейтрон.

3 КОЛЛОКВИУМ

1. Какие радиационные ряды и семейства вы знаете.
2. Физические свойства α – распада.
3. Основные положения теории β – распада.
4. Как вы понимаете явление изомерии и внутренней конверсии.
5. Что называется ядерной реакцией.
6. Какие механизмы ядерных реакций вы знаете.
7. В области, каких энергий работает механизм составного ядра Бора.
8. Что называется критерием деления тяжелых ядер.

4 КОЛЛОКВИУМ

1. Классификация элементарных частиц. Лептоны. Адроны.
2. Механизмы взаимодействия в мире элементарных частиц.
3. Внутренние свойства элементарных частиц.
4. Законы взаимодействия элементарных частиц.
7. Кварки.
8. Нейтрино. Эксперимент по обнаружению $\tilde{\nu}$.
10. Несохранение четности в слабых взаимодействиях.
11. Природа и состав космических лучей.

Задачи, которые должны быть решены и представлены преподавателю для получения зачета:

1. Джамалова А.С. Задачи по ядерной физике. Махачкала.1994
12,11,33,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,39,40,
41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,
61,62,63,64,65,66,67,76,77,78,79,80,81,82.

Тесты по «физике атомного ядра и частиц»

1. Какие элементарные частицы являются переносчиками обменного взаимодействия между нуклонами в ядре?
 - электроны;
 - мезоны;
 - π -мезоны;
2. Укажите второй продукт ядерной реакции ${}^4_2\text{He} + {}^9_4\text{Be} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + ?$
 - нейтрон;
 - третьей частицы.

5 КОЛЛОКВИУМ

1. Какими свойствами обладают ядерные силы.
2. На чем основана мезонная теория ядерных сил Юкава.
3. Что можно сказать об устойчивости системы – дейтрон.

6 КОЛЛОКВИУМ

9. Какие радиационные ряды и семейства вы знаете.
10. Физические свойства α – распада.
11. Основные положения теории β – распада.
12. Как вы понимаете явление изомерии и внутренней конверсии.

13. Что называется ядерной реакцией.
14. Какие механизмы ядерных реакций вы знаете.
15. В области, каких энергий работает механизм составного ядра Бора.
16. Что называется критерием деления тяжелых ядер.

7 КОЛЛОКВИУМ

5. Классификация элементарных частиц. Лептоны. Адроны.
6. Механизмы взаимодействия в мире элементарных частиц.
7. Внутренние свойства элементарных частиц.
8. Законы взаимодействия элементарных частиц.
9. Кварки.
10. Нейтрино. Эксперимент по обнаружению $\tilde{\nu}$.
12. Несохранение четности в слабых взаимодействиях.
13. Природа и состав космических лучей.

Задачи, которые должны быть решены и представлены преподавателю

для получения зачета:

1. Джамалова А.С. Задачи по ядерной физике. Махачкала.1994
12,11,33,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,39,40,
41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,
61,62,63,64,65,66,67,76,77,78,79,80,81,82.

Тесты по «физике атомного ядра и частиц»

3. Какие элементарные частицы являются переносчиками обменного взаимодействия между нуклонами в ядре?
 - электроны;
 - мезоны;
 - π -мезоны;
4. Укажите второй продукт ядерной реакции

$${}^9_4\text{Be} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + ?$$
 - нейтрон;

- протон;
 - фотон;
5. Какой порядковый номер в таблице Менделеева имеет элемент, который образуется в результате β^- распада ядра элемента с порядковым номером Z .
- $Z+1$;
 - $Z-1$;
 - Z ;
6. Каким образом можно получить радиоактивные изотопы химических элементов из остальных изотопов?
- только бомбардировкой нейтронами;
 - Только бомбардировкой протонами;
 - Только бомбардировкой α - частицами;
7. Какие из нижеследующих процессов запрещены законом сохранения лептонного заряда:
- $n \rightarrow p + e^- + \nu$;
 - $p + e^- \rightarrow n + \nu$;
 - $\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu + \nu$;
8. На какие процессы теряется энергия заряженных частиц при прохождении через вещество?
- на фотоэффект;
 - на ионизацию;
 - на комптоновское рассеяние;
9. При объяснении β^- распада вводится нейтрино для выполнения:
- закона сохранения массового числа;
 - закона сохранения заряда;
 - закона сохранения энергии;
8. За счет каких процессов взаимодействия теряет энергию γ - квант, проходя через вещество:
- фотоэффект;
 - ионизация;
 - эффект Черенкова;
9. Определить удельную энергию связи нуклонов в ядре гелия в МэВ. Масса нейтрона $m_n = 939.5$ МэВ, масса атома гелия $m(He) = 3728.0$ МэВ, масса водорода $m(H) = 938,7$ МэВ:
- 6 МэВ на нуклон;
 - 7,1 МэВ на нуклон;
 - 9,2 МэВ на нуклон;

10. Сколько естественных радиоактивных рядов(семейств) существует в природе:

- три;
- четыре;
- два;

11. Эффект Комптона описывает рассеяние

- Фотонов на свободных электронах
- Электронов на атомах
- Фотонов на ядрах
- Фотонов на электронах внутренних оболочек .

12. Фотоэффект состоит в:

- Упругом рассеянии фотонов свободными электронами
- Поглощении фотона атомом с испусканием электрона
- Поглощении фотона атомным ядром
- Поглощении фотонов свободными электронами.

13. Какие из перечисленных ниже эффектов могут быть объяснены как с волновой, так и с корпускулярной точки зрения:

- Фотоэффект;
- Эффект Комптона;
- Давление света;
- Интерференция и дифракция света.

14. В опыте Штерна-Герлаха можно использовать пучок

- Электронов
- Альфа-частиц
- Нейтронов
- Фотонов

15. Тонкая структура спектральных линий (например, дуплет Na) объясняется:

- Массой ядра
- Спин-орбитальным взаимодействием
- Взаимодействием магнитного момента электрона со слабым полем ядра
- Взаимодействием электрона с флуктуациями электромагнитного поля.

16. На сколько компонент расщепится при проведении опыта Штерна- Герлаха пучок атомов водорода:

- Не расщепится
- На 2 компоненты
- На 3 компоненты
- На 5 компонент

17. "В любом квантовом состоянии может находиться только один электрон" согласно

- Правилу отбора;
- Теореме Ферма;

- Соотношению неопределённостей Гейзенберга;
- Принципу Паули.

18. В каких из приведенных ниже состояний мультиплетность атома равна 3:

- $1 P_1$
- $3^1_1 S_0$
- $2^1_2 D$
- $4^2_4 F^3$
- $5/2$

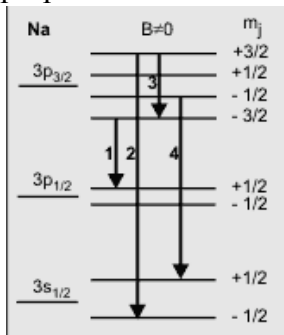
19. На сколько подуровней расщепится $3P_{3/2}$ - уровень Na в слабом магнитном поле:

- На 2 подуровня;
- На 3 подуровня;
- На 4 подуровня;
- На 5 подуровней.

20. Какой переход запрещён правилами отбора:

- $2p_{3/2} \rightarrow 1s_{1/2}$
- $2p_{3/2} \rightarrow 3p_{3/2}$
- $4d_{5/2} \rightarrow 1p_{1/2}$
- $3d_{3/2} \rightarrow 3p_{1/2}$
- $4d_{5/2} \rightarrow 2p_{1/2}$

21. Какой переход в Зеемановском расщеплении дуплета натрия является разрешённым:



- Переход 1
- Переход 2
- Переход 3
- Переход 4

22. Какая из перечисленных ниже реакций распада невозможна по закону сохранения лептонного заряда

- $\mu^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e + \nu_\mu$
- $\pi^+ \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu$
- $\mu^- \rightarrow e^- + e^+ + e^-$
- $\pi^0 \rightarrow e^- + e^+ + \gamma$

23. Какая из перечисленных ниже элементарных частиц является бозоном:

- Барион;
- Лептон;

- Кварк;
 - Мезон;
24. Какое квантовое число может НЕ сохраняться при слабых взаимодействиях:
- спин
 - барионный заряд
 - странность
 - лептонный заряд
25. Какая ядерная реакция не идёт под действием нейтронов:
- Радиационный захват (n, γ)
 - β - распад (n, β)
 - α - распад (n, α)
 - Испускание протона (n, p)
26. Энергетический спектр какого излучения имеет нерезонансный характер при детектировании
- α - излучение
 - β - излучение
 - γ - излучение
 - Нейтронное ядерное излучение.
27. Какая частица является переносчиком слабого взаимодействия
- фотон
 - глюон
 - W^{\pm}, Z^0 - бозон
 - π - мезон
28. Какое утверждение в отношении эффекта Мессбауэра является ложным:
- Импульс отдачи вылетающего γ -кванта передаётся всему кристаллу
 - Ширина спектральной линии определяется эффектом Доплера
 - Вероятность эффекта Мессбауэра увеличивается при понижении температуры кристалла
 - Спектры излучения и поглощения мессбауровских γ - квантов одним и тем же кристаллом совпадают.
29. Эффективное сечение резонансного поглощения описывается формулой
- Вайцеккера
 - Ферми-Дирака
 - Гелл-Манна-Нишиджимы
 - Брейта-Вигнера
30. Какое из утверждений ниже является ложным:
- Барионы состоят из 3-х кварков
 - Мезоны состоят из 2-х кварков (кварк и антикварк)
 - Свободные адроны, состоящие из кварков одного аромата (например, Δ^{++} и Ω^{-}), отличаются цветом.
 - Кварки в свободном состоянии не обнаружены (конфайнмент).
31. Для того чтобы нейтронный газ можно было хранить в закрытом сосуде:

- Температура нейтронов должна была очень мала
- Температура нейтронов должна быть больше температуры Дебая
- Длина когерентного рассеяния на связанных ядрах материала сосуда должна быть отрицательной

32. Какая из перечисленных ниже частиц обладает массой

- Фотон;
- Глюон;
- Нейтрино;
- Гравитон ;

33. Ядерные силы между протоном и нейтроном осуществляются обменом виртуальными:

- Фотонами; о
- Пионами; о
- Мюонами; о
- Глюонами;

34. Потенциал взаимодействия между кварками (модельный потенциал)

описывается формулой:

- $U = \frac{-a}{r^2}$;
- $U = \frac{-a}{r}$;
- $U = \frac{-a}{r} + br$;
- $U = br$;

35. Какой модели ядра не существует:

- Капельной
- Оболочечной
- Планетарной
- Сверхтекучей

36. Что не описывает кварковая модель адронов:

- Диаграммы рождения и распада частиц по сильному каналу
- Магнитные моменты ядер
- Сечения ядерных реакций
- β – распад;

37. Что можно сказать об устойчивости системы – дейтрон?

- Система устойчивая;
- Система не устойчивая;
- Рыхлая, слабо устойчивая.

38. Уравнение Шредингера для стационарных состояний:

$$\circ \quad i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \Psi ;$$

- $-\frac{\hbar^2}{2m}\Delta\Psi + U\Psi = E_0\Psi$;
- $\hat{E}\Psi = \hat{H}\Psi$;
- $i\hbar\frac{\partial\Psi}{\partial t} = \hat{H}\Psi$;

39. На чем основана мезонная теория ядерных сил?

- наличии π – мезона- переносчика ядерных взаимодействий; о наличии μ – мезона- переносчика ядерных взаимодействий; о наличии γ – кванта - переносчика ядерных взаимодействий;

40. Определите число протонов и число нейтронов в ядре изотопа урана?

- $Z = 92, N = 235$; ○ $Z = 235, N = 92$; ○ $Z = 143, N = 92$;

41. Определите число электронов в электронной оболочке нейтрального атома, в атомном ядре которого содержится 6 протонов и 8 нейтронов?

- 0;
- 2;
- 6;

42. Как изменится энергия системы двух свободных протонов и двух нейтронов при соединении их в атомное ядро гелия?

- уменьшится;
- увеличится;
- не изменится;

43. Какое из трех типов излучения (α, β, γ) не отклоняется электрическим и магнитным полями?

- α - излучение; ○ β - излучение; ○ γ - излучение;

44. Каково соотношение между массой стабильного ядра $M_{\text{я}}$ и суммой

массы свободных протонов ZM_{p} и свободных нейтронов NM_{n} , из которых составлено ядро?

- $M_{\text{я}} \geq ZM_{\text{p}} + NM_{\text{n}}$;
- $M_{\text{я}} \leq ZM_{\text{p}} + NM_{\text{n}}$;
- $M_{\text{я}} = ZM_{\text{p}} + NM_{\text{n}}$.

45. Какое из трех типов излучения (α, β, γ) обладает наибольшей проникающей способностью?

- α - излучение; ○ β - излучение; ○ γ - излучение;

46. Какой порядковый номер в таблице Менделеева имеет элемент, который образуется в результате излучения γ - кванта ядром элемента с порядковым номером Z ?
- $Z+2$;
 - $Z-2$;
 - Z ;
47. Проявлением, какого типа взаимодействий существующих в природе, являются ядерные силы, действующие между нуклонами в ядре?
- электромагнитные;
 - гравитационные;
 - сильные;
 - слабые.
48. Какой заряд Z и массовое число A будет иметь атомное ядро изотопа ${}_{92}^{238}\text{U}$ после α - распада и двух β - распадов?
- $Z=92, A=234$;
 - $Z=92, A=238$;
 - $Z=94, A=234$;
49. Активность радиоактивного элемента уменьшилась в 4 раза за 8 суток. Каков период полураспада?
- 32 суток;
 - 16 суток;
 - 4 суток.
50. Какая доля радиоактивных ядер некоторого элемента распадается за время, равное половине периода полураспада?
- 0,19;
 - 0,29;
 - 0,35.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Лекции - Текущий контроль включает:

- посещение занятий _10_ бал.
- активное участие на лекциях _15_ бал.
- устный опрос, тестирование, коллоквиум 60_____бал.
- и др. (доклады, рефераты) ____15_ бал.

Практика (р/з) - Текущий контроль включает: (от 51 и выше - зачет)

- посещение занятий _10_____ бал.
- активное участие на практических занятиях 15_____ бал.

- выполнение домашних работ _15__ бал.
- выполнение самостоятельных работ _20__ бал.
- выполнение контрольных работ _40__ бал.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. Т.1,2. М., 1980.;
2. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика М., 1980.;
3. Ракобольская И.В. Ядерная физика М., 1981.;
4. Капитонов Н. М. Введение в физику ядра и частиц. М.: Изд. МГУ, 2000.;
5. Субатомная физика. Вопросы, задачи, факты. (Учебное пособие под ред. Ишханова Б.С.) .: Изд. МГУ, 1994.;

б) дополнительная литература:

1. Фраунфельдер Г. Хенли Э. Субатомная физика М.: Мир, 1979;
2. Джамалова А.С «Основы ядерной физики» (курс лекций для студента физических факультетов) часть 1.
3. Джамалова А.С «Основы ядерной физики» (курс лекций для студента физических факультетов)

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
3. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредагентства (www.fepo.ru).
4. Физика [Электронный ресурс]: реф. журн. ВИНТИ. № 7 - 12, 2008 / Всерос. ин-т науч. и техн. информ. - М.: [Изд-во ВИНТИ], 2008. - 1 электрон.опт. диск (CD-ROM). - 25698-00.
5. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
6. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
7. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
8. Федеральный центр образовательного законодательства. <http://www.lexed.ru>
9. www.affp.mics.msu.su

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

§1. Ядро атома.

1. Ядро атома имеет радиус $\sim 10^{-10} - 10^{-13}$ см.
2. Ядра всех атомов состоят из нуклонов - протонов p и нейтронов n .
3. *Протон* - это положительно заряженная частица, заряд которой по величине равен заряду электрона, а масса $m_p = 1838,6m_e$, где m_e - масса электрона (2).
4. *Нейтрон* не имеет заряда, а его масса $m_n = 1838,6m_e$ (2).
5. Протон и нейтрон имеют спин, по величине равный половине постоянной Планка (3; 4).
6. Зарядовое число ядра, или атомный номер, равен числу протонов, входящих в его состав (3).
7. Массовое число A равно числу нуклонов в ядре (2).
8. Для обозначения ядра применяется символ ${}_Z^AX$, где X - химический символ данного элемента (6;7).
9. Ядра с одинаковыми зарядами, но различными массовыми числами называются *изотопами*.
10. Радиус ядра пропорционален кубическому корню из массового числа (1,7)
11. Масса ядра всегда меньше суммы масс нуклонов, входящих в его состав (2)
12. *Дефект массы* - это разность между суммой масс нуклонов ядра и его массой (2; 11).
13. Энергия связи ядра равна той работе, которую нужно совершить, чтобы разделить ядро на отдельные нуклоны (2).
14. *Энергия связи ядра* равна произведению дефекта массы на квадрат скорости света (12).
15. Энергия связи, приходящийся на один нуклон, называется *удельной энергией связи*.
16. Силы, удерживающие нуклон в ядре называются *ядерными* (2).
17. Ядерные силы относятся к сильному взаимодействию (16).
18. Ядерные силы проявляются только в пределах размера ядра и являются короткодействующими (1; 16).
19. Ядерные силы не зависят от величины заряда ядра (зарядово-независимы) (6; 16).
20. Ядерные силы зависят от взаимной ориентации спинов взаимодействующих нуклонов (5).
21. Ядерные силы обладают *свойством насыщения* - каждый нуклон взаимодействует только с ограниченным числом нуклонов (2; 16).
22. Источниками ядерного взаимодействия являются элементарные частицы, называемые *π -мезонами* (17).
23. Наибольшей энергией связи обладают элементы средней части таблицы Менделеева (от 50 до 70) (13).

24. Ядерная энергия выделяется при синтезе легких ядер, который протекает при высокой температуре (*температурный синтез*).
25. Ядерная энергия выделяется при делении тяжелых ядер вследствие бомбардировки их нейтронами (*цепная реакция*) (4).

§ 2. Радиоактивность.

26. *Радиоактивностью* называется самопроизвольное превращение неустойчивых ядер в ядра других элементов, сопровождающиеся испусканием элементарных частиц или других ядер (*распад*).
27. Согласно *закону радиоактивного распада*, уменьшение со временем числа радиоактивных ядер происходит экспоненциально: $N=N_0 e^{-\lambda t}$ - постоянная распада (26).
28. *Постоянная распада* равна отношению числа распавшихся ядер к их общему числу (вероятность распада) (27).
29. Постоянная распада индивидуальна для каждого химического элемента и не зависит от внешних условий (27; 28).
30. Промежуток времени, за который распадается половина пропорционального числа радиоактивных ядер, называется *периодом полураспада* (26).
31. Период полураспада и постоянная распада обратно пропорциональны (27; 29; 30).
32. Радиоактивность встречающихся в природе изотопов называют *естественной*, а радиоактивность искусственно полученных изотопов - *искусственной* (26).
33. Естественная и искусственная радиоактивность подчиняется одним и тем же законам (27; 32).
34. Излучение радиоактивных веществ бывает трех видов: α, β, γ - излучение.
35. α -лучи представляют собой поток ядер гелия, вылетающих из нестабильных ядер, испытывающих α -распад (23).
36. α -распад - это процесс самопроизвольного (спонтанного) превращения неустойчивых ядер в ядра других элементов (35).
37. α -распад - характерен для тяжелых ядер (36).
38. α -частицы вылетают из ядра с кинетической энергией, составляющей несколько МэВ (35).
39. Кинетическая энергия α -частицы возникает за счет избытка энергии покоя исходного (материнского) ядра над суммарной энергией покоя полученных дочерних ядер и α - частицы (35).
40. Если дочернее ядро в возбужденном состоянии, то α - распад сопровождается γ - излучением (34).
41. α -частица покидает ядро, просачиваясь через потенциальный барьер (*туннельный эффект*) (35).
42. α -частицы имеют высокую ионизационную способность, поэтому очень быстро теряют энергию (35).
43. *Проникающая способность* (или *пробег*) α - частиц в веществе мала (2; 35).

44. β -лучи представляют собой поток электронов и позитронов (34).
45. Позитрон имеет те же свойства, что и электрон, но обладает положительным зарядом.
46. Существует три вида β -распада: электронный, позитронный и К-захват (44).
47. Возникновение электрона при β - распаде связано с превращением одного из нейтронов в протон (33; 4; 44).
48. Если дочернее ядро находится в "возбужденном состоянии, то β –распад сопровождается γ -излучением (34; 46).
49. Электроны, возникающие при β - распаде, имеют непрерывный энергетический спектр (46).
50. При позитронном β - распаде один из протонов превращается в нейтрон (2; 45).
51. К-захват состоит в том, что ядро поглощает один из электронов ближайшей к ядру оболочки (К-оболочка) своего атома (46).
52. В результате К-захвата один из протонов превращается в нейтрон (2; 46;55).
53. Признаком захвата является испускание характеристического рентгеновского излучения (51).
54. γ -излучение представляет собой электромагнитное излучение с длиной волны менее 10 м (34).
55. Энергия квантов, образующихся при распаде ядер, составляет обычно 10кэВ и 6МэВ (34;54).
56. γ -излучение обладает большой проникающей способностью (43; 46).
57. Взаимодействие γ - излучения с веществом сопровождается фотоэффектом, Комптон - эффектом и рождением электрон-позитронных пар (54).
58. Доза излучения - это энергия ионизирующего излучения, поглощенная единицей массы облучаемого вещества (поглощенная доза).
59. Единицей поглощения дозы в СИ является грай (Гр.).
60. 1Гр. равен дозе излучения, при котором облученному веществу массой 1кг передается энергия любого ионизирующего излучения 1Дж (1Гр=1Дж) (58; 59).
61. Внесистемной единицей поглощения дозы излучения является Рад. Рад=0,01.Гр. (59; 60).
62. Экспозиционная доза - это доза рентгеновского и γ - излучений, определяемая по ионизации в воздухе (58).
63. Единицей экспозиционной дозы в СИ является Кл/Кг (62).
64. Внесистемной единицей экспозиционной дозы является рентген (Р) 1Р=2,6810Кл/Кг, что соответствует образованию $2,08 \cdot 10$ пар ионов в 1см воздуха (2).
65. Эквивалентная доза используется для учета возникающих при облучении живых организмов биологических эффектов, величина которого различна (53).

66. Единица эквивалентной дозы в системе Си - *зиверт (ЗВ)*. $1 \text{ ЗВ} = 1 \text{ Дж/Кл}$ (65).
67. Внесистемная единица эквивалентной дозы - *бэр(биологический эквивалент рентгена)* (68).
68. 1 бэр соответствует поглощенной дозе в 1 рад в случае рентгеновского и γ - излучений. $1 \text{ бэр} = 0,013 \text{ в}$ (58).
69. Эквивалентная доза в $400\text{-}500 \text{ бэр}$, полученная человеком за короткое время при тотальном облучении тела, может привести к смерти, однако такая же доза, полученная в течение всей жизни, не приводит к видимым изменениям (65; 68).
70. Активность радиоактивных веществ в СИ измеряется в *бэкерелях (Бк)* (26).
71. 1 Бк равен активности нуклида, при котором за 1 с происходит 1 акт распада. $1 \text{ Бк} = 1 \text{ распад/с}$ (70).
72. Внесистемная единица активности - *Кюри (Ки)* (70).
73. 1 Кюри определяется как активность такого предмета, в котором происходит $3,7 \cdot 10^{10}$ актов распада в секунду. $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$ (70).

§3. Ядерные реакции.

74. *Ядерные реакции* - это взаимодействие ядра с элементарной частицей или с другим ядром, приводящее к преобразованию ядра.
75. Наиболее распространенная ядерная реакция есть реакция взаимодействия легкой частицы с ядром, в результате которого образуется легкая частица и другое ядро (74).
76. Примерами элементарных частиц является нейтрон (n), протон (p), дейтрон (d) - ядро тяжелого водорода H_2 , α - частица, γ - частица (3; 4; 34; 35).
77. Ядерные реакции могут сопровождаться выделением или поглощением энергии (*тепловым эффектом*) (74).
78. Тепловой эффект реакции определяется разностью масс покоя исходных и конечных ядер (77).
79. Если сумма всех образующихся ядер более суммы масс исходных ядер, то реакция будет идти с поглощением энергии (отрицательный тепловой эффект) (74; 77).
80. Тяжелое ядро (например, ядро урана) при поглощении нейтрона делится на две примерно равные части (4; 74).
81. При распаде каждого ядра выделяется 2-3 нейтрона, что приводит к цепной реакции (4; 74; 80).
82. Управляемая цепная реакция используется в ядерных реакторах для получения энергии (81).
83. Первая в мире атомная электростанция была запущена в 1954 г. в СССР(г.Обнинск) (81);

84. *Термоядерная реакция* представляет собой слияние легких ядер с образованием более тяжелых ядер (74);
85. Температура при Термоядерной реакции составляет десятки млн. градусов Кельвина (84);
86. Термоядерные реакции являются источником энергии Солнца и других звезд (83;85);
87. *Ядерной единицей времени жизни* называют время, необходимое нуклону с энергией 1 МэВ, чтобы пройти расстояние, равное диаметру ядра= 10^{-23} с. (1;2);
88. *Эффективное сечение ядерных процессов* - это величина, характеризующая вероятность взаимодействия частицы с ядром (74);
89. Единицей эффективного сечения ядерных процессов является *барн*. $1 \text{ барн} = 10^{-28} \text{ м}^2$;
90. При прохождении частиц через мишень поток их ослабевает по экспоненциальному закону(88);

4.Элементарные частицы.

91. *Элементарными* называются частицы, неделимость которых в настоящее время установлена.
92. Элементарные частицы могут превращаться друг в друга (91);
93. Естественным источником элементарных частиц являются космические лучи (91);
94. Искусственно элементарные частицы получают в ускорителях (91);
95. Все элементарные частицы имеют либо целый, в том числе нулевой, либо полуцелый спин (91);
96. Частицы с целым спином называются *бозонами* (фотоны, протоны, мезоны) (91);
97. Бозонам отвечают симметричные волновые функции (96);
98. Бозоны подчиняются статистике Бозе - Эйнштейна (96,97);
99. Частицы с полуцелым спином называются *фермионами* (электроны, позитроны) (91);
100. Фермионам отвечают антисимметричные волновые функции (98);
101. Фермионы подчиняются статистике Ферми- Дирака (99);
102. Для фермионов в отличие от бозонов, справедлив принцип Паулли (99,100,101);
103. Между нуклонами имеет место сильное взаимодействие (ядерное) (2,16,17);
104. Между фотонами имеет место электромагнитное взаимодействие.
105. Наряду с частицами существуют античастицы, имеющие отрицательную энергию (91);
106. При встрече частицы с античастицей происходит их уничтожение (*аннигиляция*) (105);

107. Сильные взаимодействия обуславливают связь протонов и нейтронов в ядрах;
108. *Переносчиком сильного взаимодействия* является глюон-электрически нейтральная частица с нулевой массой и спином, равным 1 (в единицах \hbar);
109. *Переносчиком электромагнитного взаимодействия* является фотон- γ квант электромагнитного поля с нулевой массой и скоростью, равной скорости света.
110. Слабые взаимодействия ответственны за все виды распада, за все процессы взаимодействия нейтрино с веществом, а также за многие распады элементарных частиц.
111. *Переносчиком слабого взаимодействия* являются промежуточные векторные бозоны-сверхмассивные электрозаряженные частицы.
112. Спин векторных бозонов равен 1, а масса превышает массу протонов в 100 раз.
113. Реакции, где основную роль играет слабое взаимодействие являются источником энергии Солнца.
114. *Гравитационное взаимодействие* – универсальное, наислабейшее, радиус взаимодействия равен бесконечности.
115. *Гравитационные силы* – это силы притяжения, переносчиком гравитационного взаимодействия считается – гравитон.
116. Гравитон имеет нулевую массу, нулевой электрический заряд спин равный двум.
117. *Лептоны* – класс элементарных частиц, не участвующих в сильном взаимодействии.
118. Класс лептонов содержит 6 частиц – $e, \nu_e, \mu, \nu_\mu, \tau, \mu_\tau$;
119. Три заряженных лептона e^-, μ^-, τ^- , участвуют в электромагнитном и слабом взаимодействиях.
120. Класс лептонов содержит 6 античастиц – $e^+, \nu_e, \mu^+, \nu_\mu, \tau^+, \mu_\tau$;
121. Для выделения *лептонов* как группы им приписывают *лептонный заряд* α ;
122. Для лептонов $\alpha=+1$, для антилептонов $\alpha=-1$, для всех остальных элементов $\alpha=0$;
123. При всех процессах взаимопревращения сохраняется лептонный заряд, в этом заключается закон сохранения лептонного заряда.
124. Семейство лептонов считается истинно нейтральными фундаментальными частицами. Эксперименты сегодняшнего дня говорят об их неделимости.
125. *Адроны* – класс элементарных частиц, участвующих в наряду с электромагнитным и слабым, также в *сильном взаимодействиях*.
126. *Все лептоны*, кроме мюона и лептона являются стабильными частицами.
127. Адроны делятся на *стабильные частицы и резонансы*.

128. *Стабильные адроны* делятся на 2 подгруппы по типу спина и статистике.
129. Адроны с целым спином называют *мезонами*;
130. Адроны с полуцелым спином называют *барионами*;
131. Резонансы распадаются за счет сильных взаимодействий;
132. «Стабильные частицы» распадаются за счет электромагнитного и слабого взаимодействий.
133. Для выделения *барионов* им приписывают *барионный заряд B*. $B = +1$ -для барионов, $B = -1$ -для антибарионов, $B = 0$ -для не барионов.
134. Изотопические мультиплеты объединяют адроны, имеющие близкие массы, одинаковые барионные заряды, одинаковые спины и отличающиеся электрическим зарядом;
135. Сильные взаимодействия для всех адронов, входящих в один и тот же мультиплет, одинаково. *Изомультиплету* приписывается *изоспин J*, который определяет число частиц (n) в изотопическом мультиплете $n = 2J + 1$.

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

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение:

- Microsoft Office (Access, Excel, Power Point, Word ит.д.)

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используются следующие информационно-справочные системы:

- автоматизированная система управления - база данных «Университет»
- электронные библиотечные системы: Руконт, издательство «Лань»,

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

- Закрепление теоретического материала и приобретение практических навыков использования аппаратуры для проверки физических законов обеспечивается лабораториями физического практикума – 2 лаб.
- При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой.
- При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.