



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Кафедра общей физики

Образовательная программа бакалавриата
03.03.02 – Физика

Направленность (профиль) программы:
Фундаментальная физика, Медицинская физика

Форма обучения:

Очная

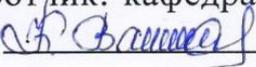
Статус дисциплины:

Входит в обязательную часть

Махачкала, 2022 год

Рабочая программа дисциплины «Физика атомного ядра и элементарных частиц» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика

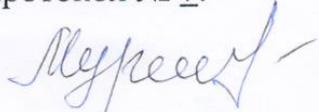
от «7» августа 2020 г., № 891 (С изменениями и дополнениями от: 26 ноября 2020 г.)

Разработчик: кафедра общей физики, Курбанисмаилов В.С., д.ф.-м.н., профессор  ..

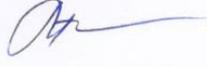
Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры общей физики от «13» марта 2022 г., протокол № 3.

И.о. зав. кафедрой  Курбанисмаилов В.С.

на заседании Методической комиссии физического факультета
от «23» марта 2022 г., протокол № 7.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением « 31 » марта 2022 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 «Физика атомного ядра и элементарных частиц», читаемый после всех основных разделов курса общей физики является одним из основных разделов теоретической физики, посвящен изучению свойств атомных ядер и элементарных частиц и методов исследования в данной области. 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, вопросы, выносимые на коллоквиумы, программу - минимум в виде программированного опорного конспекта.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

Универсальных – УК-1, УК-6, общепрофессиональных - ОПК-1, ОПК-2, профессиональных ПК-8.

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 | | | | | | | СРС, в том числе экзамен | Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен) |
|---------|-----------------|------------------------------------------------|----------------------|----------------------|-----|--------------|--|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| | в том числе: | | | | | | | | |
| | всего | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | | | | | |
| | | всего | из них | | | | | | |
| | | Лекции | Лабораторные занятия | Практические занятия | КСР | консультации | | | |
| 6 | 144 | 88 | 42 | | 46 | | | 20+36 | зачет, экзамен |

1. Цели освоения дисциплины

Курс «Физика атомного ядра и элементарных частиц», читаемый после всех основных разделов курса общей физики является одним из основных разделов общей физики, посвящен изучению свойств атомных ядер и элементарных частиц и методов исследования в данной области.

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.

Задачами освоения дисциплины является:

- изучение статических, квантовых и релятивистских характеристик ядер,
- методов теоретических и экспериментальных исследований ядер,
- изучение основных принципов, законов и методов экспериментальных исследований квантовой физики, ядерной физики и физики элементарных частиц;
- сосредоточить внимание студентов на наиболее общих понятиях, принципах и законах физики и научить студентов применять эти принципы и законы для анализа конкретных физических процессов и явлений;
- понимание внутренней логики физики атомного ядра и элементарных частиц;
- ознакомить студентов с основными методами физики атомного ядра и элементарных частиц, обращая внимание на методологические обобщения и связь изучаемых физических теорий с современной техникой.

В результате изучения данной дисциплины студенты должны уметь:

- использовать статистические методы решения задач,
- использовать для решения теоретические основы взаимодействия излучения с веществом.

Цели освоения дисциплины «Физика атомного ядра и элементарных частиц» состоят в обеспечении студентов знаниями, умениями и навыками в области физики атомного ядра и элементарных частиц; получении высшего образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности в РФ и за рубежом, обладать компетенциями, способствующими его социальной мобильности, востребованности на рынке труда и успешной профессиональной карьере.

В результате изучения дисциплины "Физика атомного ядра и элементарных частиц" студент должен

знать:

- общую структуру и базисные элементы, наиболее общие понятия, принципы и законы физики атомного ядра и элементарных частиц;
- основные методы экспериментального изучения и теоретического расчета

характеристик атомных ядер;

- иметь представление о современных ускорителях, коллайдерах, детекторах частиц и излучений;

уметь:

- применять принципы и законы физики атомного ядра и элементарных частиц при анализе конкретных физических процессов и явлений;
- записывать и решать ядерные реакции для получения практических важных параметров и величин; записывать схемы различных ядерных реакций синтеза и распада;
- давать схемы образования элементарных частиц из кварков; строить диаграммы для элементарных частиц;

владеть:

- основными методами теоретических физических исследований в области физики атомного ядра и элементарных частиц, в том числе используя для анализа вычислительную технику;
- методами физики атомного ядра при записи и решении уравнений по синтезу и распаду ядер и элементарных частиц.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Физика атомного ядра и элементарных частиц» относится к базовой части Блока 1 в рамках подготовки бакалавров по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» и изучается в 6 семестре обучения.

При освоении данной дисциплины необходимы знания по следующим разделам общего курса физики: электричество и магнетизм, колебания и волны, волновая оптика, теоретической физики: квантовая механика, статистическая физика, а также математики: математический анализ, аналитическая геометрия, теория функций комплексного переменного, дифференциальные уравнения. Студенты должны иметь навыки самостоятельной работы с учебными пособиями и монографической учебной литературой, умение решать физические задачи, требующие применения дифференциального и интегрального исчисления, векторной алгебры и анализа, дифференциальных уравнений.

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

| Код и наименование компетенции из ОПОП | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения | Процедура освоения |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | Б-УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие; | Знает: основные методы критического анализа; методологию системного подхода, принципы научного познания. Умеет: производить анализ явлений и обрабатывать полученные результаты; выявлять проблемные ситуации, используя методы анализа, синтеза и абстрактного мышления; | Устный опрос, письменный опрос |

| | | | |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| | | использовать современные теоретические концепции и объяснительные модели при анализе информации Владеет: навыками критического анализа. | |
| | Б-УК-1.2. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; | Знает: систему информационного обеспечения науки и образования; Умеет: осуществлять поиск решений проблемных ситуаций на основе действий, эксперимента и опыта; выделять экспериментальные данные, дополняющие теорию (принцип дополнительности). Владеет: основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией. | Устный опрос, письменный опрос |
| | Б-УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов | Знает: методы поиска информации в сети Интернет; правила библиографирования информационных источников; библиометрические и наукометрические методы анализа информационных потоков Умеет: критически анализировать информационные источники, научные тексты; получать требуемую информацию из различных типов источников, включая Интернет и зарубежную литературу. Владеет: методами классификации и оценки информационных ресурсов. | Устный опрос, письменный опрос |

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| | <p>Б-УК-1.4. При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения, в том числе с применением философского понятийного аппарата</p> | <p>Знает: базовые и профессионально-профилированные основы философии, логики, права, экономики и истории; сущность теоретической и экспериментальной интерпретации понятий; сущность операционализации понятий и ее основных составляющих.</p> <p>Умеет: формулировать исследовательские проблемы; логически выстраивать последовательную содержательную аргументацию; выявлять логическую структуру понятий, суждений и умозаключений, определять их вид и логическую корректность.</p> <p>Владеет: методами логического анализа различного рода рассуждений, навыками ведения дискуссии и полемики.</p> | <p>Устный опрос, письменный опрос</p> |
| | <p>Б-УК-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленных задач.</p> | <p>Знает: требования, предъявляемые к гипотезам научного исследования; виды гипотез (по содержанию, по задачам, по степени разработанности и обоснованности).</p> <p>Умеет: определять в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке и предлагать способы их решения.</p> <p>Владеет: технологиями выхода из проблемных ситуаций, навыками выработки стратегии действий; навыками статистического анализа данных.</p> | <p>Устный опрос, письменный опрос</p> |
| <p>УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию</p> | <p>Б-УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при</p> | <p>Умеет: планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач.</p> | <p>Устный опрос, письменный опрос</p> |

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни | достижении поставленных целей. | | |
| | Б-УК-6.2. Определяет приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста | Умеет: расставлять приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки; находить и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития. Владеет: навыками выявления стимулов для саморазвития. | Устный опрос, письменный опрос |
| | Б-УК-6.3. Оценивает требования рынка труда и предложения образовательных услуг для выстраивания траектории собственного профессионального роста. | Знает: основы планирования профессиональной траектории с учетом особенностей как профессиональной, так и других видов деятельности и требований рынка труда. | Устный опрос, письменный опрос |
| | Б-УК-6.4. Строит профессиональную карьеру и определяет стратегию профессионального развития. | Умеет: подвергать критическому анализу проделанную работу. Владеет: навыками определения реалистических целей профессионального роста. | |
| ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности; | ОПК-1.1. Выявляет и анализирует проблемы, возникающие в ходе профессиональной деятельности, основываясь на современной научной картине мира | Знает: - физико-математический аппарат, необходимый для решения задач профессиональной деятельности - тенденции и перспективы развития современной физики, а также смежных областей науки и техники. Умеет: - выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, анализировать и обрабатывать соответствующую научно-техническую литературу в | Устный опрос, письменный опрос |

| | | | |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| | | <p>области физики атомного ядра и элементарных частиц с учетом зарубежного опыта.</p> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками находить и критически анализировать информацию, выявлять естественнонаучную сущность проблем в области физики атомного ядра и элементарных частиц. | |
| | <p>ОПК-1.2. Реализует и совершенствует новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия, идеи, методы, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области физики атомного ядра и элементарных частиц; - новые методологические подходы к решению задач в области профессиональной деятельности. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области физики атомного ядра и элементарных частиц. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области физики атомного ядра и элементарных частиц. | <p>Устный опрос, письменный опрос</p> |
| | <p>ОПК-1.3. Проводит качественный и количественный анализ выбранного методов решения</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы качественного и количественного анализа методов решения выявленной проблемы. <p>Умеет:</p> | <p>Устный опрос, письменный опрос</p> |

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| | <p>выявленной проблемы, при необходимости вносит необходимые коррективы.</p> | <p>- выбирать метод решения выявленной проблемы, проводить его качественный и количественный анализ, при необходимости вносить необходимые коррективы для достижения оптимального результата в области физики атомного ядра и элементарных частиц.</p> <p>Владеет:</p> <p>- навыками проводить качественный и количественный анализ методов решения выявленной проблемы, оценивать эффективность выбранного метода в области физики атомного ядра и элементарных частиц.</p> | |
| <p>ОПК-2 Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные</p> | <p>ОПК-2.1. Выбирает или самостоятельно формулирует тему исследования, составляет программу исследования.</p> | <p>Знает:</p> <p>- актуальные проблемы, основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития физики, а также смежных областей науки и техники.</p> <p>- принципы планирования экспериментальных исследований для решения поставленной задачи в области физики атомного ядра и элементарных частиц.</p> <p>Умеет:</p> <p>- самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований;</p> <p>- рассматривать возможные варианты реализации экспериментальных исследований, оценивая их достоинства и недостатки.</p> <p>Владеет:</p> <p>- навыками формулировать конкретные темы исследования, планировать эксперименты по заданной методике для эффективного решения поставленной задачи в области физики атомного ядра и элементарных частиц.</p> | <p>Устный опрос, письменный опрос</p> |
| | <p>ОПК-2.2.</p> | <p>Знает:</p> | <p>Устный опрос,</p> |

| | | | |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| | <p>Самостоятельно выбирает методы исследования, разрабатывает и проводит исследования.</p> | <p>- современные инновационные методики исследований, в том числе с использованием проблемно-ориентированных прикладных программных средств.</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - предлагать новые методы научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению поставленных задач; - самостоятельно выбирать методы исследования, разрабатывать и проводить исследования в области физики атомного ядра и элементарных частиц. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> -навыками самостоятельно выбирать методы исследования, разрабатывать и проводить исследования в области физики атомного ядра и элементарных частиц. | <p>письменный опрос</p> |
| | <p>ОПК-2.3. Анализирует, интерпретирует, оценивает, представляет и защищает результаты выполненного исследования с обоснованными выводами и рекомендациями.</p> | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные приемы обработки и представления результатов выполненного исследования; - передовой отечественный и зарубежный научный опыт и достижения по теме исследования. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать основные приемы обработки, анализа и представления экспериментальных данных; - формулировать и аргументировать выводы и рекомендации по выполненной работе. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками обработки, анализа и интерпретации полученных данных с использованием современных информационных технологий; - формулировать и аргументировать выводы и | <p>Устный опрос, письменный опрос</p> |

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| | | рекомендации по исследовательской работе в области физики атомного ядра и элементарных частиц. | |
| <p>ПК-8. Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации, проводить эксперименты и оформлять результаты.</p> | <p>ПК-8.1. Способен собирать, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов и исследований в соответствующей области знаний, проводить эксперименты и наблюдения, составлять отчеты по теме или по результатам проведенных экспериментов</p> | <p>Знает: методы исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и измерений; критерии выбора методов и методик исследований.</p> <p>Умеет: проводить испытания, измерения и обработку результатов; регистрировать показания приборов; проводить расчёты критически анализировать результаты делать выводы в области физики атомного ядра и элементарных частиц.</p> <p>Владеет: выбором испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований; выполнением оценки и обработки результатов исследования в области физики атомного ядра и элементарных частиц.</p> | Устный опрос, письменный опрос |
| | <p>ПК-8.2. Способен применять полученные знания на практике для решения профессиональных задач.</p> | | |
| | <p>ПК-8.3. Способен пользоваться современными методами обработки и анализа научно-технической информации и результатов исследований в избранной области профессиональной деятельности</p> | <p>Знает: основы теории фундаментальных разделов физики; основные методы получения и исследования физических явлений, применяемые в отечественной и зарубежной практике; опыт лабораторных работ, требования техники безопасности; методы исследования, правила и условия выполнения работ, технических расчетов, оформления получаемых результатов.</p> <p>Уметь: составлять общий план исследования и детальные планы отдельных стадий, моделировать основные процессы предстоящего исследования; выбирать оптимальные</p> | Устный опрос, письменный опрос |
| | <p>ПК-8.4. Способен строить математические модели физических процессов, задавать параметры и проводить моделирование физических задач</p> | | |

| | | | |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| | | методы исследования; Владеть: навыками выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов в области физики атомного ядра и элементарных частиц. | |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

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

4.2. Структура дисциплины.

| № п/п | Раздел дисциплины | Сем естр | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов (в часах) | | | | Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| | | | Лекции | Практич. занятия | Лаборат. занятия | Сам. работа в т.ч. экзамен | |
| Модуль 1. Свойства стабильных ядер | | | | | | | |
| 1 | Введение. Масштабы единиц в субатомной физике | 6 | 2 | 2 | | 1 | семинарское занятие |
| 2 | Свойства атомных ядер. Энергия связи и условия устойчивости ядер. Квантовые характеристики ядерных состояний | 6 | 4 | 4 | | 2 | контрольная работа, семинарское занятие |
| 3 | Взаимодействие ядерного излучения с веществом. Биологическое действие излучения и защита от него | 6 | 2 | 4 | | 2 | |
| 4 | Взаимодействие γ -квантов с веществом. Изомерия, конверсия | 6 | 2 | 2 | | 2 | |
| 5 | Модели атомных ядер | | 4 | 2 | | 1 | |
| | <i>Итого модуль 1.</i> | | 14 | 14 | | 8 | |
| Модуль 2. Ядерные силы. Радиоактивность. | | | | | | | |
| 1 | Свойства и природа ядерных сил. | 6 | 2 | 2 | | 1 | контрольная работа, семинарское занятие |
| 2 | Элементарная теория | 6 | 2 | 2 | | 1 | семинарское занятие |

| | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------|-----------|--|-----------|-----------------------------------------|
| | дейтрона, связанное состояние в n-p системе. | | | | | | |
| 3 | Основа мезонной теории Юкавы | 6 | 2 | 2 | | 1 | |
| 4 | Радиоактивность | 6 | 2 | 4 | | 1 | |
| 5 | Физические основы α - и β - распадов. Роль нейтрино в β - распаде. | 6 | 4 | 4 | | 1 | |
| 6 | Природа и состав космических лучей. Эволюция и состав Вселенной. | 6 | 2 | 2 | | 1 | |
| | <i>Итого модуль 2.</i> | | 14 | 16 | | 6 | |
| Модуль 3. Элементарные частицы | | | | | | | |
| 1 | Частицы и типы взаимодействий. | 6 | 2 | 2 | | 1 | семинарское занятие |
| 2 | Элементарные частицы, классификация, характеристики. | 6 | 2 | 2 | | 1 | контрольная работа, семинарское занятие |
| 3 | Внутренние свойства и взаимодействия, калибровочные бозоны, лептоны, адроны. Квантовые числа и законы сохранения. | 6 | 4 | 2 | | 1 | контрольная работа, семинарское занятие |
| 4 | 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 | 4 | | 1 | |
| 5 | Основные характеристики слабого взаимодействия. Промежуточные бозоны W^+ , W^- , Z. Распады лептонов и кварков. Несохранение четности | 6 | 2 | 4 | | 1 | |
| 6 | Типы и механизмы ядерных реакций. | 6 | 2 | 2 | | 1 | |
| | <i>Итого модуль 3.</i> | | 14 | 16 | | 6 | |
| | Экзамен | 6 | | | | 36 | |
| | ИТОГО: | | 42 | 46 | | 56 | |

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

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

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. Пробег 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. Глубококонечные 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.

4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине.

| Название темы | Содержание темы | Объем в часах |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Модуль 1. Свойства стабильных ядер | | |
| 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. | 6 |
| Взаимодействие γ - квантов с веществом. | Квантовые характеристики ядерных состояний. Спин ядра. Статистические мультипольные моменты ядер. | 4 |
| Модуль 2. Ядерные силы. Радиоактивность | | |
| Свойства и природа ядерных сил. | Система двух нуклонов. Дейтрон - связанное состояние в n-p системе. Тензорный характер ядерных сил. Зарядовая | 4 |

| | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 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. Статистический характер распада. Радиоактивные семейства. Искусственная радиоактивность. | 4 |
| 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 Мессбауэра Нуклон - нуклонное взаимодействие и свойства ядерных сил. | 6 |
| Модуль 3. Элементарные частицы | | |
| 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 |

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <p>Сильные взаимодействия. Классификация адронов. Барионы и мезоны. Странность и другие адронные квантовые числа. Кварки. Глюоны. Кварковая модель адронов. Тяжелые кварки s, b, t.</p> | <p>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).</p> | 4 |
| <p>Основные характеристики слабого взаимодействия. Промежуточные бозоны W^+, W^-, Z. Распады лептонов и кварков. Несохранение четности</p> | <p>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.</p> | 6 |
| <p>Всего за семестр</p> | | <p>46</p> |

5. Образовательные технологии

При реализации дисциплины используются различные виды образовательных технологий, которые связаны с применением, как правило, компьютерных и технических средств, в том числе компьютерных презентаций. В числе образовательных технологий используются ИКТ технологии, работа в команде, проблемное обучение, контекстное обучение, междисциплинарное

обучение и опережающая самостоятельная работа.

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

Для подготовки к практическим занятиям изданы учебно-методические пособия и разработки по курсу физика атомного ядра и элементарных частиц, которые в сочетании с внеаудиторной работой способствуют формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся.

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов учебные занятия организуются с учетом индивидуальных возможностей обучаемых – с применением дистанционных образовательных технологий и средств удаленного доступа, с проведением консультаций в интерактивном режиме on-line (Skype) и (или) по электронной почте, с обеспечением электронными образовательными ресурсами (электронными пособиями, презентациями).

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.

Примерное распределение времени самостоятельной работы студентов

| № пп | Вид самостоятельной работы | Примерная трудоёмкость, ч. |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Текущая СРС | | |
| 1. | работа с лекционным материалом, с учебной литературой | 1 |
| 2. | опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях) | 1 |
| 3. | самостоятельное изучение разделов дисциплины с использованием рекомендуемой литературы | 1 |
| 4. | выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ | 2 |

| | | |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 5. | подготовка к практическим и семинарским занятиям | 1 |
| 6. | подготовка к контрольным работам, коллоквиумам | 1 |
| 7. | решение расчетных задач по темам практических работ | 1 |
| 8. | выполнение реферата по отдельным разделам дисциплины | 2 |
| 9. | доклад, сообщение по представлению полученных результатов решения определенной учебно-исследовательской или научной темы | 2 |
| 10. | представление студентом наработанной информации по заданной тематике (презентация) | 1 |

| № пп | Творческая проблемно-ориентированная СРС | Примерная трудоёмкость, ч. |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1 | поиск, изучение и презентация информации по физике элементарных процессов в плазме газового разряда, анализ научных публикаций по заданной теме | 2 |
| 2 | исследовательская работа, участие в конференциях по физической электронике, научных семинарах кафедры по физике плазмы | 2 |
| 3 | анализ литературных данных по физике элементарных процессов в плазме газового разряда, выполнение расчётов, составление схем и моделей на основе собранных данных | 1 |
| 4 | Обработка результатов исследования элементарных процессов, протекающих в газах в процессе электрического пробоя в инертных газах пониженного и атмосферного давления. | 2 |
| 5 | подготовка к экзамену | 36 |
| Итого СРС: | | 56 |

Итоговый контроль. Экзамен в конце 6 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. Типовые контрольные задания

Список вопросов по ядерной физике

Модуль 1.

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.

Модуль 2.

1. Какими свойствами обладают ядерные силы.
2. На чем основана мезонная теория ядерных сил Юкава.
3. Что можно сказать об устойчивости системы – дейтрон.
4. Какие радиационные ряды и семейства вы знаете.
5. Физические свойства α – распада.
6. Основные положения теории β – распада.
7. Как вы понимаете явление изомерии и внутренней конверсии.
8. Что называется ядерной реакцией.
9. Какие механизмы ядерных реакций вы знаете.
10. В области, каких энергий работает механизм составного ядра Бора.
11. Что называется критерием деления тяжелых ядер.

Модуль 3.

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

Тесты для текущего контроля по теме «Элементарные частицы»**Вариант 1****1. Демокрит считал элементарными частицами ...**

- а) молекулу; в) ядро атома;
б) атом; г) электрон.

2. Фотон - частица ... поля.

- а) гравитационного; в) магнитного;
б) электрического; г) электромагнитного.

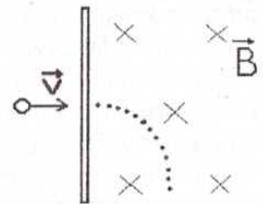
3. Какая частица является «основной» в электронно-позитронной паре?

- а) Электрон. в) Обе равноправны.
б) Позитрон. г) Гамма-квант.

4. По рисунку 4 определите заряженную частицу:

- а) позитрон; в) гамма-квант;
б) электрон; г) протон.

Рис. 4

**5. Впервые элементарная частица зарегистрирована ...**

- а) Дираком; в) Ферми;
б) Вильсоном; г) Андерсоном.

6. В группу лептонов не входит ...

- а) электрон; в) таон;
б) мюонное нейтрино; г) фотон;

7. При замене частиц соответствующими им античастицами произойдет ...

- а) изменение массы материи; в) изменение спина;
б) изменение времени жизни частиц; г) изменений не будет.

8. Сильное взаимодействие в общем случае осуществляется обменом ...

- а) глюонами; в) пионами;
 - б) фотонами; г) промежуточными векторными бозонами.
- 9. Обменный характер взаимодействий осуществляется ...**
- а) настоящими частицами; в) виртуальными частицами;
 - б) античастицами; г) пионами.
- 10. Адроны - фундаментальные частицы ...**
- а) участвующие в сильном взаимодействии;
 - б) не участвующие в сильном взаимодействии;
 - в) которые могут участвовать в сильном взаимодействии;
 - г) участвующие во всех взаимодействиях.
- 11. Цветовой заряд несут**
- а) кварки; в) никто не несет;
 - б) глюоны; г) и кварки, и глюоны.
- 12. Всего элементарных частиц**
- а) 6; б) 12 в) 24; г) 48.

Вариант 2

- 1. Как определить заряд частицы в камере Вильсона?**
- а) По толщине трека. в) По повороту частицы.
 - б) По длине трека. г) По всем трем параметрам.
- 2. Почему α -частица слабее отклоняется магнитным полем?**
- а) Маленькая масса. в) Положительный заряд.
 - б) Большая масса. г) Отрицательный заряд.
- 3. Чем отличается частица от античастицы?**
- а) Массой. в) Квантовым числом.
 - б) Зарядом. г) Средним временем жизни.
- 4. Характерная особенность лептонов.**
- а) Они не участвуют в сильных взаимодействиях;
 - б) Электрический заряд лептонов равен нулю;
 - в) Лептоны не обладают электрическим зарядом;
 - г) Лептоны не участвуют в слабых взаимодействиях.
- 5. Какие физические системы образуются из элементарных частиц в результате электромагнитного взаимодействия?**
- а) Электроны, протоны. в) Атомы и молекулы вещества.
 - б) Ядро атомов. г) Барионы.
- 6. С точки зрения взаимодействия все частицы делятся на три типа:**
- а) мезоны, фотоны, лептоны; в) фотоны, лептоны, адроны;
 - б) фотоны, лептоны, барионы; г) фотоны, глюоны, мезоны.
- 7. Группировка красного, зеленого и синего цветов кварков даст**
- а) бесцветный; в) антицвет;
 - б) желтый; г) окрашенность разных зон по-разному.
- 8. Под аннигиляцией понимают ...**
- а) переход одного вида материи в другой;
 - б) уничтожение частиц;
 - в) преобразование частиц в противоположные;
 - г) перестройку внутренней структуры частиц без появления новых.
- 9. В класс адронов входит группа**
- а) лептонов; в) барионов;
 - б) бозонов; г) пионов.

10. Частицы, не участвующие в сильном взаимодействии, носят название ...

- а) лептоны; в) фотоны;
б) адроны; г) пионы.

11. Взаимодействие кварков осуществляется

- а) пионами; в) бозонами;
б) глюонами; г) барионами.

12. Различие вещей во Вселенной объясняется различными

- а) частицами внутри вещей; б) связями частиц;
в) свойствами частиц; г) окружающими условиями.

| Вопросы (Вариант 1) | Ответы | Вопросы (Вариант 2) | Ответы: |
|------------------------|--------|------------------------|---------|
| 1 | б | 1 | в |
| 2 | г | 2 | б |
| 3 | в | 3 | б |
| 4 | б | 4 | а |
| 5 | г | 5 | в |
| 6 | г | 6 | г |
| 7 | г | 7 | а |
| 8 | а | 8 | а |
| 9 | в | 9 | в |
| 10 | а | 10 | а |
| 11 | г | 11 | б |
| 12 | г | 12 | а |

Тема «Ядерные реакции»

- Процесс взаимодействия атомного ядра с другим ядром или элементарной частицей, который может сопровождаться изменением состава и строения ядра:
 - ядерная реакция +
 - ядерное движение
 - ядерный взрыв
- Последствием взаимодействия может стать деление:
 - атома
 - ядра +
 - молекулы
- Впервые ядерную реакцию наблюдал Резерфорд в этом году:
 - 1929
 - 1939
 - 1919 +
- По механизму взаимодействия ядерные реакции делятся на столько видов:
 - 2 +
 - 3
 - 4
- Двухстадийный процесс, протекающий при не очень большой кинетической энергии сталкивающихся частиц (примерно до 10 МэВ):
 - прямые ядерные реакции
 - косвенные ядерные реакции
 - реакции с образованием составного ядра +

6. Теория механизма реакции с образованием составного ядра была разработана Нильсом Бором в этом году:
- 1933
 - 1936 +
 - 1930
7. Согласно этой теории ядерная реакция идёт в:
- три этапа
 - четыре этапа
 - два этапа +
8. В среднем энергия связи равна столько МэВ:
- 8 +
 - 16
 - 4
9. Энергия связи является ... энергией возбуждения составного ядра:
- максимальной
 - постоянной
 - минимальной +
10. Переход в невозбуждённое состояние может осуществляться различными путями, называемыми:
- маршрутами реакции.
 - каналами реакции +
 - тоннелями реакции.
11. α -частица столкнулась с ядром азота N. При этом образовались ядро водорода и ядро:
- кислорода с массовым числом 17 +
 - азота с массовым числом 14
 - фтора с массовым числом 19
12. Какая ядерная реакция может быть использована для получения цепной реакции деления:
- $\text{Th} + n \rightarrow \text{In} + \text{Nb}$
 - $\text{Cm} + n \rightarrow 4 n + \text{Mo} + \text{Xe} +$
 - $\text{C} \rightarrow \text{Li} + \text{Li}$
13. В ядерных реакциях выполняется закон сохранения энергии, закон сохранения импульса выполняется при определенных условиях, так ли это:
- нет +
 - да
 - частично
14. Ядерные реакции происходят, если подействовали ядерные силы между:
- телами
 - молекулами
 - частицами +
15. Разность энергий покоя частиц и ядер после реакции и до реакции называется энергетическим выходом ядерной реакции, так ли это:
- нет +
 - да
 - частично
16. Для ядерных реакций нейтрон эффективнее, чем заряженные:
- вещества

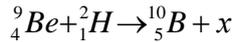
- б) частицы +
в) ионы
17. Превращения атомных ядер могут идти с выделением или поглощением:
а) тепла
б) частиц
в) энергии +
18. При самопроизвольном распаде ядра энергия:
а) не выделяется
б) выделяется +
в) частично выделяется
19. Ядерные реакции – изменения атомных ядер при взаимодействии друг с другом, так ли это:
а) да
б) отчасти
в) нет +
20. Если разность масс частиц, вступающих в реакцию, больше массы продуктов реакции, то реакция идет с поглощением энергии, так ли это:
а) да
б) нет +
в) частично
21. Если масса делящегося вещества больше критической, то реакция не может происходить, так ли это:
а) нет
б) да
в) отчасти
22. Управляемая цепная ядерная реакция осуществляется в:
а) вакууме
б) ядерном реакторе +
в) ядерной бомбе
23. Все ли эти элементы, являются элементами ядерного реактора: ядерное горючее, замедлитель нейтронов, теплоноситель, регулирующие стержни, генератор переменного тока:
а) да
б) список не полный
в) нет +
24. Для продолжения цепной реакции необходимо, чтобы число нейтронов:
а) не увеличивалось
б) не уменьшалось +
в) оставалось неизменным
25. Захват нейтрона нарушает устойчивость ядра, возбужденное ядро делится на:
а) атомы
б) части
в) осколки +
26. Коэффициент размножения – отношение числа нейтронов в предыдущем поколении к их количеству в последующем, так ли это:
а) да
б) нет +

- в) частично
27. Деление урана сопровождается испусканием нейтронов, потому что они не могут закрепиться в образовавшихся ядрах, так ли это:
 а) нет +
 б) да
 в) частично
28. При делении ядра выделяется энергия в виде кинетической энергии:
 а) частиц
 б) атомов
 в) осколков +
29. В качестве ядерного горючего можно использовать:
 а) плутоний +
 б) рубидий
 в) кадмий
30. Условие осуществления цепной реакции деления – образование нейтронов в результате:
 а) сплочения
 б) распада +
 в) реакции полураспада

Физика атомного ядра (правильные ответы –А)

1. Какая частица образуется в результате ядерной реакции ... ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^7_4\text{Be} + x$
 А) Нейтрон Б) Протон В) α - частица Г) γ - квант Д) Электрон
2. Для тяжелых ядер соотношение числа нейтронов N и протонов Z имеет вид:
 А) $\frac{N}{Z} > 1$ Б) $\frac{N}{Z} < 1$ В) $\frac{N}{Z} \approx 1$ Г) $\frac{Z}{N} = 1$ Д) $\frac{N}{Z} \approx 10$
3. Что называется массовым числом ядра?
 А) Количество нуклонов в ядре
 Б) Количество электронов
 В) Количество протонов в ядре
 Г) Количество нейтронов в ядре
 Д) Количество позитронов в ядре
4. Атомы какого из указанных элементов содержат наименьшее количество электронов?
 А) ${}^{36}_{17}\text{Cl}$ Б) ${}^{115}_{49}\text{In}$ В) ${}^{108}_{47}\text{Ag}$ Г) ${}^{207}_{82}\text{Pb}$ Д) ${}^{39}_{19}\text{K}$
5. Постоянная распада радиоактивного изотопа равна $0,1 \cdot 10^{-3} \text{ c}^{-1}$ Чему равен его период полураспада?
 А) $\approx 6,9 \cdot 10^3 \text{ c}$ Б) $\approx 0,14 \cdot 10^{-3} \text{ c}$ В) 10^4 c Г) $6,93 \text{ c}$ Д) $1,4 \text{ c}$
6. Чему равен заряд ядра? ${}^{39}_{18}\text{Ar}$
 А) 18
 Б) 39
 В) 57
 Г) 67
 Д) 21
7. Укажите формулу, выражающую энергию связи ядра.
 А) $[Zm_p + (A - Z)m_n]c^2 - m_{\text{я}}c^2$ Б) $\Delta m \cdot c^2 / A$ В) $m_{\text{я}} \cdot c^2$ Г) $m_{\text{я}} - [Zm_p - (A - Z)m_n]$
 Д) $[Zm_p + (A - Z)m_n]c^2$

8. Укажите зарядовое Z и массовое A числа частицы x , образовавшейся в результате ядерной реакции



А) $Z=0, A=1$ Б) $Z=3, A=7$ В) $Z=1, A=1$ Г) $Z=0, A=12$ Д) $Z=5, A=11$

9. Свойства разрешённых энергетических зон в кристалле:

1-каждая зона содержит столько энергетических уровней, сколько атомов в кристалле;

2-расстояние между уровнями в зоне $\Delta E \sim 10^{-23} \text{ эВ}$;

3-расстояние между уровнями в зоне $\Delta E \sim 10^{-2} \text{ эВ}$;

4-ширина зоны зависит от числа атомов в кристалле;

5-ширина зоны не зависит от числа атомов.

А) 1, 2 и 5

Б) 1, 3 и 4

В) 3 и 5

Г) Только 4

Д) Только 5

10. Как изменится порядковый номер химического элемента в периодической системе в результате β^- - распада ядер его атом

А) Увеличится на единицу

Б) Уменьшится на два

В) Не изменится

Г) Уменьшится на единицу

Д) Уменьшится на единицу или в два раза

11. Атом лития содержит 3 электрона, 3 протона и 4 нейтрона. Массовое число ядра атома равно

А) 7

Б) 3

В) 4

Г) 6

Д) 10

12. Укажите закон радиоактивного распада ядер.

А) $N = N_0 e^{-\lambda t}$

Б) $I = I_0 e^{-\mu x}$

В) $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$

Г) $a = \frac{dN}{dt}$

Д) $dN = N \lambda dt$

13. Примерно во сколько раз радиус атома больше радиуса атомного ядра?

А) 10^5

Б) 10^4

В) 10^2

Г) 10^3

Д) 10

14. Сколько нейтральных частиц в ядре ${}^7_3\text{Li}$

А) 4

Б) 10

В) 0

Г) 7

Д) 3

15. Ядро ${}^A_Z\text{X}$ претерпело радиоактивное превращение с испусканием позитрона. Каковы характеристики дочернего ядра Y .

А) ${}^{A-1}_{Z-1}\text{Y}$

Б) ${}^{A-1}_{Z-1}\text{Y}$

В) ${}^{A-2}_Z\text{Y}$

Г) ${}^{A-1}_{Z+1}\text{Y}$

Д) ${}^{A-1}_Z\text{Y}$

16. Из каких элементарных частиц состоит атомное ядро?

А) Протонов и нейтронов

Б) Протонов и электронов

В) Нейтронов и электронов

Г) Нейтронов и позитронов

Д) Протонов и позитронов

17. Активностью радиоактивного препарата называется...

А) число распадов, происходящих в препарате за единицу времени

Б) суммарная энергия частиц, излучаемых препаратом за единицу времени

- В) время, за которое распадается половина первоначального количества ядер
 Г) среднее время жизни радиоактивного ядра
 Д) число распадов, приводящих к уменьшению первоначального количества ядер на 1 %
18. Энергия Ферми определяется формулой.
 А) $\frac{\hbar^2}{2m}(3\pi^2n)^{2/3}$ Б) $v\frac{(2m)^{3/2}}{2\pi^2\hbar^3}$ В) $\frac{ne^2\tau}{m}$ Г) $e^{-\frac{\Delta E}{2kT}}$ Д) $\frac{\hbar^2}{2m}$
19. Какие частицы входят в состав атомного ядра.
 А) Нейтроны и протоны Б) α – частицы, нейтроны, протоны
 В) Электроны, нейтроны, протоны Г) Нейтроны и электроны
 Д) Только протоны
20. Чему примерно равно отношение массы атома к массе его атомного ядра?
 А) 1 Б) 4000 В) 2000 Г) 1/2000 Д) 1/1000
21. Что называется периодом полураспада радиоактивного элемента?
 А) Время, за которое распадается половина первоначального количества ядер
 Б) Число распадов, происходящих в препарате за единицу времени
 В) Число распадов приводящих к уменьшению первоначального количества ядер на 1 %
 Г) Среднее время жизни радиоактивного ядра
 Д) Время, за которое число ядер элемента уменьшается в e раз
22. Укажите зарядовое Z и массовое A числа частицы X , образовавшейся в ядерной реакции ${}^{44}_{20}\text{Ca} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^{41}_{19}\text{K} + X$
 А) $Z = 2, A = 4$ Б) $Z = 4, A = 2$
 В) $Z = 0, A = 4$ Г) $Z = 1, A = 2$ Д) $Z = 2, A = 2$
23. Как связаны между собой период полураспада T радиоактивного элемента и постоянная распада λ
 А) $T = (\ln 2) / \lambda$ Б) $T = 1 / \lambda$ В) $\lambda = \nu T$
 Г) $\lambda = cT$ Д) $\lambda = \beta T$
24. Какая из формул выражает закон радиоактивного превращения.
 А) $N = N_0 \exp(-\lambda t)$ Б) $T = (\ln 2) / \lambda$ В) $\tau = 1 / \lambda$
 Г) $N_0 / 2 = N_0 \exp(-\lambda t)$ Д) $A = \frac{dN}{d\lambda}$
25. Какая из указанных ниже групп атомов образует семейство изотопов одного химического элемента?
 А) Атомы, ядра которых отличаются только числом нейтронов в них
 Б) Атомы, отличающиеся числом электронов в них
 В) Атомы, ядра которых содержат различное число протонов
 Г) Атомы, ядра которых содержат одинаковое суммарное число протонов и нейтронов, но различное число этих частиц по отдельности
 Д) Молекулы, ядра которых содержат различное число протонов
26. Ниже перечислены некоторые свойства известных в природе сил:
 1 - Силы уменьшаются с расстоянием, дальнедействующие
 2 - Обладают свойством насыщения
 3 - Уменьшаются с расстоянием, короткодействующие
 4 - Центральные силы

Какие из указанных свойств присущи ядерным силам.

- А) 2 и 3 Б) 1 и 2 В) 3 и 4 Г) 1 и 4 Д) 2 и 4

27. Каким из перечисленных свойств не обладают ядерные силы?

- А) Центральные силы Б) Короткодействующие силы
В) Зарядовая независимость сил Г) Насыщение сил
Д) Ядерные силы зависят от спинов нуклонов

28. Энергия связи нуклонов в ядре равна

- А) работе, которую нужно совершить, чтобы разделить ядро на составляющие его нуклоны
Б) энергии связи, приходящейся на один нуклон
В) количеству энергии, выделяющейся в ядерной реакции.
Г) разности между массой данного изотопа и его массовым числом, т.е. числом нуклонов в ядре
Д) сумме масс всех частиц, составляющих ядро

29. Какой заряд Z и массовое число A будет иметь атомное ядро, получившееся из изотопа полония ${}_{84}^{214}\text{Po}$, после α -распада.

- А) $Z=82, A=210$ Б) $Z=84, A=210$ В) $Z=80, A=214$
Г) $Z=80, A=210$ Д) $Z=82, A=214$

30. Что называется цепной реакцией?

- А) Реакция, в которой частицы, вызывающие ее образуются как продукты этой реакции
Б) Реакция синтеза ядер
В) Реакция объединения атомов в молекулы.
Г) Термоядерная реакция, в которой получают изотопы ядер данного вещества
Д) Реакция ионизации атомов.

31. С помощью счетчика Гейгера можно определить

- А) количество частиц Б) массу частиц
В) скорость частиц Г) энергию частиц
Д) все перечисленное

32. Укажите, какие из ядер имеют наибольшее отношение числа нейтронов к числу протонов.

- А) ${}^7_3\text{Li}$ Б) ${}^1_1\text{H}$ В) ${}^9_4\text{Be}$ Г) ${}^{14}_7\text{N}$ Д) ${}^{11}_5\text{D}$

33. Каков период полураспада радиоактивного элемента, если его активность уменьшилась в 4 раза за 8 дней?

- А) 4 дня
Б) 2 дня
В) 1 дня
Г) 6 дня
Д) 8 дня

34. Определить постоянную распада изотопа радия, если период полураспада равен $0,001\text{с}$ λ – постоянная распада ${}_{88}\text{Ra}^{219}$

- А) 693с^{-1} Б) 0.001с^{-1} В) 1000с^{-1} Г) 10с^{-1} Д) 6930с^{-1}

35. Укажите второй продукт ядерной реакции ${}^9_4\text{Be} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + ?$

- А) n Б) p В) e Г) γ Д) α

36. Закончить термоядерную реакцию. ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + X$

- А) n Б) $2e$ В) $2n$ Г) p Д) e

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

- А) Уменьшится Б) Увеличится В) Не изменится
Г) Может уменьшиться или остаться неизменной
Д) Может увеличиться или остаться неизменной

38. Какая часть атомов радиоактивного препарата распадается за время, равное двум периодам полураспада?

- А) 0,75 Б) 0,35 В) 0,5 Г) 1,04 Д) 0,25

39. Определить активность радиоактивного препарата, если за 10 секунд в нем распалось 10^6 ядер радиоактивного изотопа. Считать активность постоянной в течение данного промежутка времени.

- А) 10^5 Бк Б) 1 Бк В) 10^{-5} Бк Г) 10^6 Бк Д) 10^7 Бк

40. Считая, что молекулы воды имеют вид шариков, соприкасающихся друг с другом, найти диаметр d молекул, находящихся в 1 куб. мм.

- А) 311 пм Б) 212 пм В) 182 пм Г) 230 пм Д) 412 пм

41. Чему равен заряд ядра элемента фтора? ${}^{19}_9F$ заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$

- А) 9 е Б) 10 е В) 19 е Г) 28 е Д) е

42. Правило смещения при радиоактивном альфа-распаде имеет вид...

${}_Z X^A$ – материнское ядро

Y – символ дочернего ядра

${}_2 He^4$ – ядро гелия

${}_{-1} e^0$ – символ электрона

- А) ${}_Z X^A \rightarrow {}_{Z-2} Y^{A-4} + {}_2 He^4$ Б) ${}_Z X^A \rightarrow {}_{Z+1} Y^{A+1} + {}_{-1} e^0$ В)

${}_Z X^A \rightarrow {}_{Z-4} Y^{A-2} + {}_2 He^4$

- Г) ${}_Z X^A \rightarrow {}_Z Y^{A+1} + {}_{-1} e^0$ Д) ${}_Z X^A \rightarrow {}_{Z+2} Y^{A+4} + {}_{-1} e^0$

43. Ядро состоит из 90 протонов и 144 нейтронов. После испускания двух бета-частиц и одной альфа-частицы, это ядро будет иметь ...

- А) 90 протонов и 140 нейтронов Б) 85 протонов и 140 нейтронов
В) 87 протонов и 140 нейтронов Г) 90 протонов и 142 нейтронов
Д) 96 протонов и 142 нейтронов

44. В результате ряда радиоактивных превращений ядро урана превратилось в ядро свинца. Укажите число альфа- и бета-распадов, в результате которых это произошло. ${}_{92} U^{235} \rightarrow {}_{82} Pb^{207}$

- А) $7\alpha - 4\beta$ – распадов Б) $4\alpha - 7\beta$ – распадов В) $\alpha - 8\beta$ – распадов
Г) $7\alpha - 3\beta$ – распадов Д) $8\alpha - 3\beta$ – распадов

45. При поглощении ядром марганца одного протона образовалось другое ядро и нейтрон. Какое это ядро? ${}_{25} Mn^{55}$

**Типовые тесты по физике атомного ядра и элементарных частиц
(для итогового контроля)**

1. С какой скоростью должен лететь протон, чтобы его масса равнялась массе покоя α -частицы $m_\alpha = 4m_p$? c – скорость света.

- 1) [+] 0,97 с
2) [-] 0,6 с
3) [-] 0,8 с
4) [-] 1,04 с

2. Укажите все верные утверждения. Чем больше номер стационарной

боровской орбиты в атоме, тем...

- 1) больше кинетическая энергия электрона;
- 2) больше потенциальная энергия электрона;
- 3) больше заряд электрона;
- 4) больше полная энергия электрона;
- 5) больше скорость электрона.

- 1) [-] 3 и 5
- 2) [-] 1, 2 и 4
- 3) [-] 2 и 3
- 4) [+] 2 и 4

3. Сколько электронов содержится в электронной оболочке двухзарядного положительного иона гелия ?



- 1) [-] 3
- 2) [+] 0
- 3) [-] 2
- 4) [-] 1

4. Радиус первой боровской орбиты электрона в атоме водорода равен $0,5 \cdot 10^{-10}$ м, второй, третьей и четвертой соответственно в 4, 9 и 16 раз больше. На какой орбите скорость электрона наибольшая?

- 1) [-] 3
- 2) [-] 2
- 3) [-] 4
- 4) [+] 1

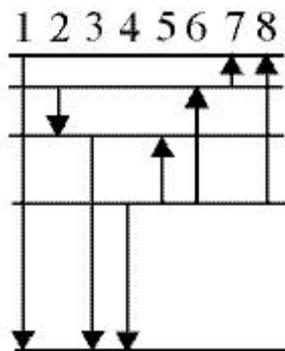
5. Каково соотношение между центростремительными ускорениями электрона a_1 , a_2 , a_3 на трех стационарных боровских орбитах атома водорода a_1 радиусы которых r_{123} ?

- 1) [-] a_{123}
- 2) [+] $a_1 > a_2 > a_3$
- 3) [-] $a_1 = a_2 = a_3$
- 4) [-] $a_2 > a_3 > a_1$

6. Радиус первой боровской орбиты электрона в атоме водорода равен $0,5 \cdot 10^{-10}$ м, второй, третьей и четвертой соответственно в 4, 9 и 16 раз больше. На какой орбите кинетическая энергия электрона наибольшая?

- 1) [-] 3
- 2) [-] 2
- 3) [+] 1
- 4) [-] 4

7. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней некоторого атома и несколько переходов между ними. Какой стрелкой указан переход с испусканием фотона наибольшей частоты?



- 1) [-] 2
- 2) [+] 1
- 3) [-] 5
- 4) [-] 7

8. Сколько электронов находится в электронной оболочке однозарядного положительного иона изотопа углерода ?



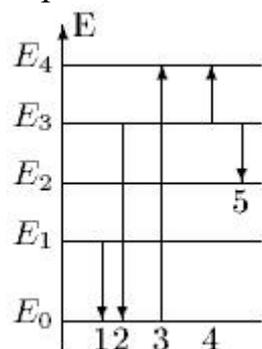
- 1) [-] 7
- 2) [+] 5
- 3) [-] 13
- 4) [-] 6

9. Чему равно число электронов в электронной оболочке атома изотопа кислорода ?



- 1) [+] 8
- 2) [-] 6
- 3) [-] 17
- 4) [-] 9

10. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой стрелкой обозначен переход с излучением фотона наибольшей частоты?



- 1) [+] 2
- 2) [-] 1
- 3) [-] 3
- 4) [-] 4

11. Из приведенных ниже утверждений укажите постулаты теории Бора.

- 1) в атомах есть избранные стационарные орбиты, двигаясь по которым электроны не излучают свет;
- 2) в атомах есть избранные стационарные орбиты, двигаясь по которым электроны излучают свет;
- 3) атомы излучают свет квантами при переходе с одной стационарной орбиты на другую;

4) при излучении света электроны движутся по спирали, постепенно теряя энергию и приближаясь к ядру.

1) [-] 1, 2 и 4

2) [+] 1 и 3

3) [-] 2 и 4

4) [-] 1, 2 и 3

12. Какие утверждения относительно электрических свойств атома верны?

1) ядро атома заряжено положительно;

2) ядро атома заряжено отрицательно;

3) заряд электронной оболочки положителен;

4) заряд электронной оболочки отрицателен;

5) в ядре сосредоточен почти весь заряд атома;

6) в электронной оболочке сосредоточен почти весь заряд атома;

7) заряды ядра и электронной оболочки равны по величине и противоположны по знаку.

1) [-] 2, 3 и 6

2) [-] 2, 3 и 5

3) [+] 1, 4 и 7

4) [-] 2, 3 и 7

13. Какие из следующих утверждений не соответствуют модели атома Томпсона?

1) атом – положительно заряженный шар с равномерным распределением заряда по объему;

2) электроны распределены по поверхности положительно заряженного шара;

3) суммарный заряд электронов равен заряду шара;

4) атом – положительно заряженный шар, причем весь его положительный заряд распределен по поверхности шара;

5) электроны распределены по объему положительно заряженного шара.

1) [+] 4 и 2

2) [-] 4, 5, 3

3) [-] 1, 2, 3

4) [-] 1, 3, 5

14. Какая часть атома вносит основной вклад в рассеяние альфа-частиц в опытах Резерфорда?

1) [+] атомное ядро

2) [-] отдельные протоны

3) [-] отдельные электроны

4) [-] электронная оболочка в целом

15. Сравните число электронов (n_1 и n_2) в электронных оболочках изотопов азота и



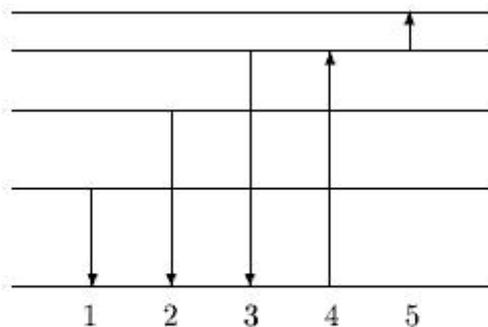
1) [-] $n_1 = n_2 + 2$

2) [+] $n_1 = n_2$

3) [-] $n_1 = n_2 - 1$

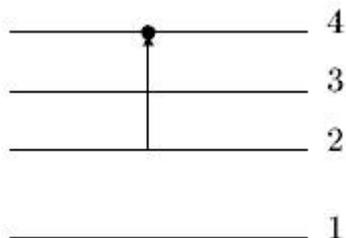
4) [-] $n_1 = n_2 + 1$

16. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней некоторого атома. Какой стрелкой обозначен переход с излучением фотона наибольшей частоты?



- 1) [-] 2
- 2) [-] 4
- 3) [-] 1
- 4) [+] 3

17. Атом возбуждается со второго на 4-й энергетический уровень, как это показано на рисунке. Сколько всего линий можно наблюдать в спектре излучения этого атома?

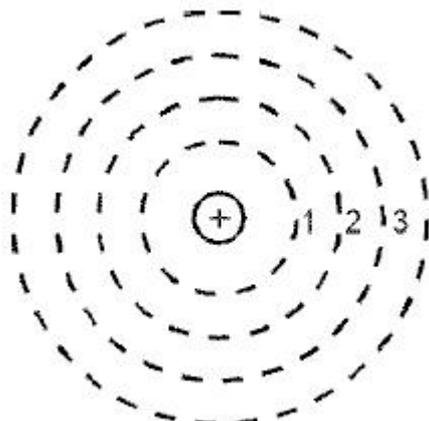


- 1) [-] 8
- 2) [-] 4
- 3) [+] 6
- 4) [-] 5

18. На какую стационарную орбиту переходят электроны в атоме водорода при испускании видимого света?

- 1) [-] 3
- 2) [-] 4
- 3) [+] 2
- 4) [-] 1

19. На рисунке изображены условные электронные орбиты атома. На каких орбитах электроны имеют наибольшую и наименьшую скорость?



- 1) [-] на 4-й наибольшую, на 1-й наименьшую
- 2) [+] на 4-й наименьшую, на 1-й наибольшую
- 3) [-] на 3-й наибольшую, на 2-й наименьшую

4) [-] на всех орбитах имеют одинаковую скорость

20. Энергия ионизации атома кислорода равна 16,5 эВ. Найдите максимальную длину волны ионизирующего излучения (нм). $h = 4,1 \cdot 10^{-15}$ эВ·с.

- 1) [-] 50
- 2) [+] 75
- 3) [-] 500
- 4) [-] 400

21. Какова энергия ионизации атома кислорода (эВ), если его ионизация начинается при частоте падающего света $3,4 \cdot 10^{15}$ Гц. $h = 4,1 \cdot 10^{-15}$ эВ·с.

- 1) [-] 11,3
- 2) [-] 9,2
- 3) [+] 13,9
- 4) [-] 18,6

22. Энергия фотона, испускаемого атомом при переходе атома из состояния с энергией E_1 в состояние с энергией E_2 определяется выражением,...

- 1) [+] $E_1 - E_2$
- 2) [-] $E_1 + E_2$
- 3) [-] E_1
- 4) [-] E_2

23. Излучение лазера: 1) когерентно; 2) не когерентно; 3) монохроматично; 4) не монохроматично; 5) направленно; 6) изотропно.

- 1) [-] 1, 4 и 5
- 2) [-] 2, 4 и 6
- 3) [+] 1, 3 и 5
- 4) [-] 2, 3 и 6

24. Сколько всего нуклонов содержится в ядре атомов изотопа урана ?



- 1) [-] 92
- 2) [+] 235
- 3) [-] 143
- 4) [-] 327

25. Ядро урана испытывает последовательно один альфа-распад и два бета-распада. В какое ядро оно превращается?



- 1) [+] ${}_{92}^{234}\text{U}$
- 2) [-] ${}_{93}^{239}\text{Np}$
- 3) [-] ${}_{90}^{234}\text{Th}$
- 4) [-] ${}_{91}^{234}\text{Pa}$

26. Сколько нейтронов содержится в ядре атома изотопа лития ?



- 1) [-] 10
- 2) [-] 7
- 3) [+] 4
- 4) [-] 3

27. Сопоставьте величину ядерных сил, действующих внутри ядра между двумя протонами (F_{pp}), двумя нейтронами (F_{nn}), и между протоном и нейтроном

(F_{pn})

- 1) [-] (F_{pp}) nn) pn)
- 2) [-] (F_{pp}) = (F_{nn}) > (F_{pn})
- 3) [+] (F_{pp}) = (F_{nn}) = (F_{pn})
- 4) [-] (F_{pp}) > (F_{nn}) > (F_{pn})

28. Какой частицей бомбардирован дейтерий в ядерной реакции ${}^2\text{H} + ? \rightarrow {}^1\text{H} + {}^1\text{n}$?

- 1) [-] нейтроном
- 2) [+] гамма – квантом
- 3) [-] электроном
- 4) [-] протоном

29. Сколько энергии (Дж) выделяют при аннигиляции 1 кг вещества и 1 кг антивещества. Скорость света $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

- 1) [+] $1,8 \cdot 10^{17}$
- 2) [-] $3,6 \cdot 10^{17}$
- 3) [-] $2 \cdot 10^{16}$
- 4) [-] $2,5 \cdot 10^{16}$

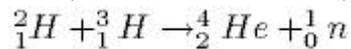
30. В начале наблюдения было 8 млн. радиоактивных ядер. Через 30 суток остался 1 млн. Чему равен период полураспада (сут) данного радиоактивного изотопа?

- 1) [+] 10
- 2) [-] 5
- 3) [-] 15
- 4) [-] 20

31. Какое количество энергии (Дж) выделится при аннигиляции 2 г антивещества с 2 г вещества? Скорость света $c = 3 \cdot 10^8$ м/с

- 1) [+] $18 \cdot 10^{13}$
- 2) [-] $19 \cdot 10^{13}$
- 3) [-] 10^{13}
- 4) [-] $9 \cdot 10^{13}$

32. При термоядерной реакции выделяется энергия 17,4 МэВ. Оцените энергию (МэВ), которая выделяется при синтезе 80 г гелия с использованием этой реакции? Число Авогадро - $6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹



- 1) [-] $2,2 \cdot 10^{23}$
- 2) [-] $1,8 \cdot 10^{25}$
- 3) [+] $21 \cdot 10^{25}$
- 4) [-] $2,2 \cdot 10^{25}$

33. Какова средняя плотность нейтрона (кг/м³), если его масса равна $1,6 \cdot 10^{-27}$ кг, а радиус 10^{-15} м?

- 1) [-] $6,4 \cdot 10^{17}$
- 2) [-] $1,6 \cdot 10^{17}$
- 3) [+] $4 \cdot 10^{17}$
- 4) [-] $8 \cdot 10^{18}$

34. Что происходит с ядром в процессе альфа-распада?

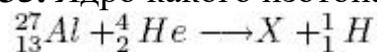
- 1) [+] массовое число ядра уменьшается на 4 а.е.м., атомный номер элемента уменьшается на 2
- 2) [-] массовое число не меняется, атомный номер элемента увеличивается

на 1

- 3) [-] массовое число и атомный номер элемента не меняются
 4) [-] массовое число увеличивается на 1, атомный номер элемента не

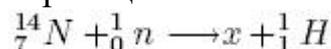
меняется

35. Ядро какого изотопа образуется в результате ядерной реакции?



- 1) [-] ${}_{11}^{23}\text{Na}$
 2) [+] ${}_{14}^{30}\text{Si}$
 3) [-] ${}_{7}^{14}\text{N}$
 4) [-] ${}_{15}^{31}\text{P}$

36. В какое атомное ядро превращается ядро азота, поглощая нейтрон в ядерной реакции?



- 1) [-] ${}_{7}^{15}\text{N}$
 2) [+] ${}_{6}^{14}\text{C}$
 3) [-] ${}_{7}^{16}\text{N}$
 4) [-] ${}_{6}^{15}\text{C}$

37. В результате облучения нейтронами изотопа серы из облучаемого образца вылетают протоны. Во что превращается сера в результате данной ядерной реакции?



- 1) [-] ${}_{17}^{32}\text{Cl}$
 2) [-] ${}_{18}^{32}\text{Ar}$
 3) [+] ${}_{15}^{31}\text{P}$
 4) [-] ${}_{14}^{32}\text{Si}$

38. Что такое ядерный реактор? Это устройство, в котором...

- 1) [-] ядерная энергия превращается непосредственно в электрическую
 2) [+] осуществляется управляемая цепная реакция деления тяжелых ядер.
 3) [-] происходит управляемый синтез легких ядер
 4) [-] происходит управляемый α - распад ядер

39. Какая работа A (Дж) совершается при изобарном нагревании инертного газа аргона ($\mu=40$ г/моль) массой $m=200$ г на $\Delta T = 8$ К? $R=8,3$ Дж/(моль•К).

- 1) [-] 398
 2) [+] 332
 3) [-] 299
 4) [-] 349

40. Какие из перечисленных ниже веществ обычно используются в ядерных реакторах в качестве ядерного горючего? 1) уран; 2) графит; 3) кадмий; 4) тяжелая вода; 5) бор; 6) плутоний.

- 1) [-] 4 и 5
 2) [-] 2 и 3
 3) [-] 1
 4) [+] 1 и 6

41. В каком из перечисленных ниже приборов для регистрации ядерных излучений прохождение быстрой заряженной частицы вызывает появление импульса электрического тока в газе?

- 1) [-] в камере Вильсона
- 2) [+] в счетчике Гейгера
- 3) [-] в пузырьковой камере
- 4) [-] в толстослойной фотоэмульсии

42. Из каких частиц состоят атомные ядра? Из...

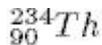
- 1) [-] нейтронов и электронов
- 2) [-] только из нейтронов
- 3) [+] протонов и нейтронов
- 4) [-] протонов и электронов

43. Какие из следующих утверждений верны? Средний период полураспада:

- 1) увеличивается с увеличением массы радиоактивного образца;
- 2) уменьшается со временем;
- 3) не зависит ни от каких химических превращений данного образца;
- 4) зависит от химических превращений радиоактивного образца.

- 1) [-] 1
- 2) [-] 2
- 3) [+] 3
- 4) [-] 1, 2

44. Число нейтронов в ядре атома тория равно ...?



- 1) [-] 90
- 2) [-] 255
- 3) [+] 144
- 4) [-] 324

45. Принимая энергию покоя электрона равной 0,5 МэВ, а его массу – $9 \cdot 10^{-31}$ кг, определите массу электрона (кг) при его кинетической энергии 1 МэВ.

- 1) [-] $3,6 \cdot 10^{-30}$
- 2) [-] $18 \cdot 10^{-31}$
- 3) [-] $9 \cdot 10^{-31}$
- 4) [+] $2,7 \cdot 10^{-30}$

46. Из приведенных ниже значений укажите минимальное значение кинетической энергии (МэВ), при котором электрон станет тяжелее протона. Энергия покоя электрона 0,511 МэВ, а масса покоя протона $m_p = 1836m_e$.

- 1) [-] 900
- 2) [-] 1500
- 3) [-] 500
- 4) [+] 1100

47. Сколько электронов находится в электронной оболочке двухзарядного положительного иона дейтерия?

- 1) [+] такого иона не может быть
- 2) [-] 1
- 3) [-] 2
- 4) [-] 0

48. Сколько электронов находится в электронной оболочке однозарядного

положительного иона изотопа углерода ?



- 1) [-] 7
- 2) [-] 6
- 3) [+] 5
- 4) [-] 13

49. Сколько электронов содержится в электронной оболочке двухзарядного положительного иона трития ?



- 1) [+] такого иона не бывает
- 2) [-] 2
- 3) [-] 0
- 4) [-] 1

50. Сколько электронов находится в электронной оболочке однозарядного отрицательного иона хлора? В ядре хлора содержится 17 протонов.

- 1) [-] такого иона не может быть
- 2) [-] 16
- 3) [+] 18
- 4) [-] 17

51. Оцените, во сколько примерно раз диаметр атома больше диаметра его ядра.

- 1) [-] 100
- 2) [+] 10000
- 3) [-] 1000
- 4) [-] 10

52. Оцените, во сколько примерно раз масса атома больше массы своего ядра.

- 1) [-] 10
- 2) [-] 100
- 3) [-] 1000
- 4) [+] масса атома лишь незначительно превышает массу своего ядра

53. Укажите все верные утверждения.

- 1) в ядре сосредоточена практически вся масса атома;
- 2) практически вся масса атома сосредоточена в его электронной оболочке;
- 3) масса атома примерно пополам делится между ядром и электронной оболочкой;
- 4) размеры атома во много раз больше размеров электронной оболочки;
- 5) размеры атома во много раз меньше размеров электронной оболочки;
- 6) размеры атома – это и есть размеры электронной оболочки.

- 1) [+] 1 и 6
- 2) [-] 2 и 4
- 3) [-] 3 и 5
- 4) [-] 1 и 4

54. В опытах Резерфорда альфа-частицы рассеивались в основном...

- 1) [-] полем ядерных сил
- 2) [+] электростатическим полем атомных ядер
- 3) [-] электронной оболочкой атомов
- 4) [-] магнитным полем, которое создаётся орбитальным движением

электронов

55. Сопоставьте скорости электрона на первой, второй и третьей стационарных орбитах атома водорода.

1) [-] $v_1 = v_2 = v_3$

2) [-] $v_1 = v_2 > v_3$

3) [+] $v_1 > v_2 > v_3$

4) [-] $v_1 = v_3 > v_2$

56. Сопоставьте кинетические энергии электрона на первой, второй и третьей стационарных орбитах атома водорода.

1) [+] $E_{k1} > E_{k2} > E_{k3}$

2) [-] $E_{k1} < E_{k2} < E_{k3}$

3) [-] $E_{k1} = E_{k2} = E_{k3}$

4) [-] $E_{k1} = E_{k3} > E_{k2}$

57. Сопоставьте потенциальные энергии электрона на первой, второй и третьей стационарных орбитах атома водорода.

1) [-] $E_{п1} = E_{п2} = E_{п3}$

2) [-] $E_{п1} > E_{п2} > E_{п3}$

3) [-] $E_{п1} = E_{п3} > E_{п2}$

4) [+] $E_{п1} < E_{п2} < E_{п3}$

58. Сколько электронов находится в электронной оболочке однозарядного положительного иона натрия? В ядре натрия содержится 11 протонов.

1) [+] 10

2) [-] 13

3) [-] 12

4) [-] 11

59. Сколько электронов содержится в электронной оболочке двухзарядного положительного иона гелия?



1) [-] 1

2) [-] 2

3) [-] 3

4) [+] 0

60. Сколько электронов находится в электронной оболочке атома изотопа?



1) [-] 146

2) [+] 92

3) [-] 330

4) [-] 238

61. Сколько электронов находится в электронной оболочке однозарядного отрицательного иона ?



1) [-] 16

2) [+] 18

3) [-] 34

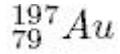
4) [-] 17

62. Сколько нейтронов содержится в ядре урана ?



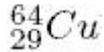
- 1) [-] 235
- 2) [+] 143
- 3) [-] 92
- 4) [-] 327

63. Сколько протонов содержится в ядре ?



- 1) [-] 118
- 2) [+] 79
- 3) [-] 197
- 4) [-] 276

64. Сколько нуклонов содержится в ядре ?



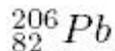
- 1) [+] 64
- 2) [-] 35
- 3) [-] 29
- 4) [-] 93

65. Определите число протонов и массовое число ядра, которое получается из ядра в результате двух альфа- и двух бета-распадов.



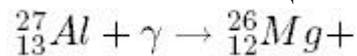
- 1) [+] 90; 230
- 2) [-] 88; 232
- 3) [-] 90; 226
- 4) [-] 88; 230

66. Сколько альфа- и сколько бета-распадов происходит в процессе превращения ядра полония в ядро свинца ?



- 1) [-] $3\alpha, \beta$
- 2) [+] $2\alpha, 2\beta$
- 3) [-] $\alpha, 3\beta$
- 4) [-] $2\alpha, 3\beta$

67. Какая частица вылетает из ядра в следующей ядерной реакции?

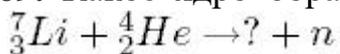


- 1) [-] альфа-частица
- 2) [-] нейтрон
- 3) [-] дейтрон
- 4) [+] протон

68. В начале эксперимента было сто миллионов атомов радиоактивного изотопа. Сколько атомных ядер этого изотопа распадутся за время, равное половине его периода полураспада?

- 1) [-] $7 \cdot 10^7$
- 2) [-] $6 \cdot 10^7$
- 3) [-] $4 \cdot 10^7$
- 4) [+] $3 \cdot 10^7$

69. Какое ядро образуется в результате приведённой ядерной реакции?



- 1) [-] ${}_{4}^9\text{Be}$

- 2) [-] ${}^7_{14}\text{N}$
 3) [+] ${}^5_{10}\text{B}$
 4) [-] ${}^6_{12}\text{C}$

70. В начале эксперимента было сто миллионов атомов радиоактивного изотопа. Сколько атомных ядер этого изотопа останутся не распавшимися за время, равное половине его периода полураспада?

- 1) [-] $4 \cdot 10^7$
 2) [-] $6 \cdot 10^7$
 3) [+] $7 \cdot 10^7$
 4) [-] $3 \cdot 10^7$

71. Какой частицей бомбардируется ядро, если в результате ядерной реакции образуется ядро и вылетает нейтрон?



- 1) [+] дейтрон
 2) [-] протон
 3) [-] гамма-квант
 4) [-] нейтрон

72. Сколько нейтронов содержится в ядре атома изотопа лития ?



- 1) [-] 10
 2) [+] 4
 3) [-] 3
 4) [-] 7

73. В результате облучения нейтронами изотопа серы из облучаемого образца вылетают протоны. Во что превращается сера в результате данной ядерной реакции?



- 1) [+] ${}^{32}_{15}\text{P}$
 2) [-] ${}^{32}_{17}\text{Cl}$
 3) [-] ${}^{32}_{14}\text{Si}$
 4) [-] ${}^{32}_{18}\text{Ar}$

74. В начале эксперимента был миллиард атомов радиоактивного изотопа. Сколько атомных ядер этого изотопа распадётся за время, равное двум периодам полураспада?

- 1) [-] $2,5 \cdot 10^8$
 2) [-] $5 \cdot 10^8$
 3) [+] $7,5 \cdot 10^8$
 4) [-] $8,75 \cdot 10^8$

75. В начале эксперимента был миллиард атомов радиоактивного изотопа. Сколько атомных ядер этого изотопа останутся не распавшимися за время, равное двум периодам полураспада?

- 1) [-] $5 \cdot 10^8$
 2) [+] $2,5 \cdot 10^8$
 3) [-] $7,5 \cdot 10^8$

4) [-] $8,75 \cdot 10^8$

76. В начале эксперимента было десять миллиардов атомов радиоактивного изотопа. Сколько атомных ядер этого изотопа распадётся за время, равное трём периодам полураспада?

1) [-] $5 \cdot 10^9$

2) [-] $2,5 \cdot 10^9$

3) [+] $8,75 \cdot 10^9$

4) [-] $7,5 \cdot 10^9$

77. Какой частицей бомбардирован дейтерий в ядерной реакции ${}^2\text{H} + ? \rightarrow {}^1\text{H} + {}^1\text{n}$?

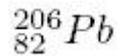
1) [+] гамма – квантом

2) [-] нейтроном

3) [-] протоном

4) [-] электроном

78. Требуется следующие ядра расщепить на отдельные нуклоны: 1) ; 2) ; 3). Для расщепления, которого из этих ядер потребуется больше всего энергии?



1) [-] для их расщепления потребуется одинаковое количество энергии



79. Сопоставьте величину ядерных сил, действующих внутри ядра между двумя протонами (F_{pp}), двумя нейтронами (F_{nn}), и между протоном и нейтроном (F_{pn})

1) [+] $(F_{pp}) = (F_{nn}) = (F_{pn})$

2) [-] $(F_{pp}) = (F_{nn}) > (F_{pn})$

3) [-] $(F_{pp}) > (F_{nn}) > (F_{pn})$

4) [-] $(F_{pp}) > (F_{nn}) > (F_{pn})$

80. В начале эксперимента было десять миллиардов атомов радиоактивного изотопа. Сколько атомных ядер этого изотопа останутся не распавшимися за время, равное трём периодам полураспада?

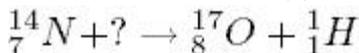
1) [+] $1,25 \cdot 10^9$

2) [-] $2,5 \cdot 10^9$

3) [-] $5 \cdot 10^9$

4) [-] $7,5 \cdot 10^9$

81. Установите недостающего участника ядерной реакции:



1) [-] дейтрон

2) [-] нейтрон

3) [+] альфа-частица

4) [-] ядро ${}^3\text{He}$

82. В начале наблюдения было 8 млн. радиоактивных ядер. Через 30 суток остался 1 млн. Чему равен период полураспада (сут) данного радиоактивного изотопа?

1) [-] 5

2) [-] 15

3) [+] 10

4) [-] 20

83. Сколько нейтронов в ядре изотопа ?

1) [-] 330

2) [-] 238

3) [+] 146

4) [-] 92

84. Сколько всего нуклонов содержится в ядре атома изотопа урана ?

1) [-] 143

2) [+] 235

3) [-] 92

4) [-] 327

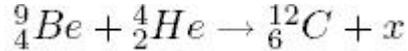
85. Сколько протонов содержится в ядре изотопа ?

1) [+] 6

2) [-] 14

3) [-] 8

4) [-] 20

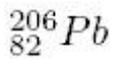
86. Укажите неизвестный продукт ядерной реакции: .

1) [-] электрон

2) [+] нейтрон

3) [-] гамма-квант

4) [-] протон

87. Энергия связи дейтрона равна 2,2 МэВ. Определите его дефект масс (кг).1) [-] $3,9 \cdot 10^{-29}$ 2) [-] $3,9 \cdot 10^{-28}$ 3) [-] $3,9 \cdot 10^{-27}$ 4) [+] $3,9 \cdot 10^{-30}$ **88.** У какого из приведенных ниже ядер: , ; и удельная энергия связи (т.е. энергия связи, приходящаяся на один нуклон) самая большая?

1) [-] у всех трёх ядер она одинакова

2) [+] ${}_{26}^{56}\text{Fe}$ 3) [-] ${}_{82}^{206}\text{Pb}$ 4) [-] ${}_{3}^7\text{Li}$ **89.** За 4 года распалось 75% имевшегося радиоактивного изотопа. Каков его период полураспада (лет)?

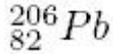
1) [-] 4

2) [+] 2

3) [-] 3

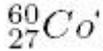
4) [-] 1

90. Ядро полония в результате α и β распадов превращается в стабильный изотоп свинца. Сколько при этом происходит α и β распадов?



- 1) [-] α - 2, β - 0
- 2) [-] α - 0, β - 2
- 3) [+] α - 2, β - 2
- 4) [-] α - 2, β - 4

91. Сколько электронов содержится в ядре изотопа ?



- 1) [-] 33
- 2) [-] 27
- 3) [-] 60
- 4) [+] 0

92. Ядро урана испытывает последовательно один альфа-распад и два бета-распада. В какое ядро оно превращается?



- 1) [+] ${}_{92}^{234}\text{U}$
- 2) [-] ${}_{93}^{239}\text{Np}$
- 3) [-] ${}_{91}^{234}\text{Pa}$
- 4) [-] ${}_{90}^{234}\text{Th}$

Типовые варианты контрольных работ

Контрольная работа №1. Физика ядра

Вариант 1

1. Вычислить кинетическую энергию протона с импульсом 5 МэВ/с.
2. Оценить угол, при котором в рассеянии электронов с энергией 600 МэВ на ядрах олова должен наблюдаться первый дифракционный минимум.
3. Кинетическая энергия α - частиц, испускаемых ${}^{226}\text{Ra}$ (атомная масса 226,02536 а.е.м.), равна 4,78 МэВ, а энергия отдачи конечного ядра ${}^{222}\text{Rn}$ — 0,09 МэВ. Чему равна атомная масса ${}^{222}\text{Rn}$?
4. Рассчитать доплеровское уширение спектральной линии с энергией 1 МэВ при комнатной температуре ($T = 300 \text{ K}$).
5. Ядро ${}^7\text{Li}$ захватывает медленный нейтрон и испускает γ - квант. Чему равна энергия этого γ - кванта?

Вариант 2

1. Определить импульс π -мезона, если его кинетическая энергия 200 МэВ.
2. Какое ядро может образоваться при слиянии двух ядер ${}^6\text{Li}$ и какая энергия выделится при этом?
3. Оценить энергию электронов, если при их рассеянии на ядрах свинца первый дифракционный минимум наблюдается под углом 7° .
4. Рассчитать кинетические энергии α - частицы и конечного ядра, образующихся при α - распаде ${}^{212}\text{Bi}$.
5. Определить типы и мультипольности γ - переходов: 1) $1^- \rightarrow 0^+$, 2) $1^+ \rightarrow 0^+$, 3) $2^- \rightarrow 0^+$, 4) $2^+ \rightarrow 3^-$, 5) $2^+ \rightarrow 3^+$, 6) $2^+ \rightarrow 2^+$.

Вариант 3

1. Какова скорость элементарной частицы, если ее масса в 10 раз превышает массу покоя?
2. Определить энергию связи нейтрона в ядре ^{21}Ne . Даны дефекты масс в а.е.м.: $\Delta(n) = 0,008665$, $\Delta(^{20}\text{Ne}) = -0,00759$, $\Delta(^{21}\text{Ne}) = -0,006151$.
3. Оценить радиус и массовое число ядра, если известно, что при рассеянии электронов с энергией 500 МэВ первый дифракционный минимум наблюдается под углом 18° .
4. Определить верхнюю границу β - спектра при распаде нейтрона.
5. Какие ядра могут образовываться в результате реакций под действием: 1) протонов с энергией 10 МэВ на мишени из ^7Li ; 2) ядер ^7Li с энергией 10 МэВ на водородной мишени?

Вариант 4

1. Чему равна масса электрона с кинетической энергией 2 МэВ?
2. Рассчитать радиусы атомных ядер $_{27}\text{Al}$, $_{90}\text{Zr}$, $_{238}\text{U}$.
3. α - Частица с энергией 5 МэВ налетает на ядро золота ^{197}Au с прицельным параметром $2 \cdot 10^{-8}$ см. Определить угол отклонения α - частицы от первоначального направления движения.
4. Оценить верхнюю границу возраста Земли, считая, что весь имеющийся на Земле ^{40}Ar образовался из ^{40}K в результате e -захвата. В настоящее время на каждые 300 атомов ^{40}Ar приходится один атом ^{40}K .
5. Определить кинетическую энергию конечного ядра при β^+ - распаде ^{64}Cu при: 1) $E_\nu = 0$, 2) $T_e = 0$.
6. Вычислить порог реакции $^{14}\text{N} + \alpha \rightarrow ^{17}\text{O} + p$, если налетающей частицей является: 1) ядро ^{14}N , 2) α -частица. Энергия реакции $Q = -1,18$ МэВ. Объяснить результат.

Вариант 5

1. Чему равна скорость частицы, кинетическая энергия которой равна ее энергии покоя?
2. Оценить часть объема ядра, занимаемую нуклонами, и среднее расстояние между нуклонами в ядре.
3. α -Частица с энергией 5 МэВ пролетает мимо ядра золота ^{197}Au . При каком значении прицельного параметра угол рассеяния составит 1° ?
4. Определить возраст деревянного предмета, если активность на единицу массы ^{14}C составляет 0,7 активности свежесрубленного дерева.
5. Чему равна максимальная энергия электронов, испускаемых при β - распаде трития?
6. Возможны ли реакции: 1) $\alpha + ^7\text{Li} \rightarrow ^{10}\text{B} + n$; 2) $\alpha + ^{12}\text{C} \rightarrow ^{14}\text{N} + d$ под действием α -частиц с кинетической энергией 10 МэВ?

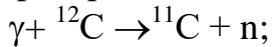
Вариант 6

1. Скорость электрона составляет 10^{10} см/с. Какую энергию ему необходимо сообщить, чтобы его скорость увеличилась на 50% ?
2. Используя зависимость, существующую между радиусом ядра и массовым числом, оценить плотность ядерной материи.
3. Оценить минимальное расстояние, на которое сблизится с ядром золота ^{197}Au α -частица с энергией 5 МэВ.
4. Определить активность препарата ^{83}Sr через 60 часов после приготовления,

если первоначальная активность составляла 0,05 мкКи.

5. Вычислить максимальную энергию электронов, испускаемых при β - распаде $^{12}\text{В}$. Атомная масса $^{12}\text{В}$ — 12,0144 а.е.м.

6. Определить пороговые значения энергий γ - квантов в реакциях фоторасщепления $^{12}\text{С}$:



Вариант 7

1. Электрон на выходе линейного ускорителя имеет скорость на 2 см/с меньше скорости света. Определить массу электрона.

2. При рассеянии протона на протоне величина поперечной компоненты импульса для первого дифракционного минимума равна 1,1 ГэВ/с. Оценить радиус протона и плотность вещества в протоне.

3. Убедиться, что разность энергий связи зеркальных ядер ^{15}N и ^{15}O обусловлена кулоновской энергией.

4. Какая доля ядер ^{32}P распадется в течение второй недели с момента изготовления препарата?

5. Определить максимальную кинетическую энергию электронов β - распада ^{32}P . Массы атомов в а.е.м.: ^{32}P — 31,973908, ^{32}S — 31,9720728.

6. Найти пороговую энергию γ - кванта при фоторасщеплении ядра массы M , если энергия реакции равна Q .

Вариант 8

1. Протон, электрон и фотон имеют одинаковую длину волны $\lambda = 10^{-9}$ см. Какое время

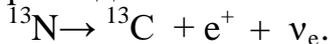
им необходимо для пролета расстояния в 10 м?

2. Каким был бы радиус Земли, если бы она состояла из вещества, имеющего плотность ядра?

3. С помощью формулы Вайцзеккера рассчитать энергии от деления нейтронов в четно-четных изотопах ^{40}Ca .

4. Какая доля первоначального количества ядер радиоактивного препарата со средним временем жизни τ распадется за интервал времени между $t_1 = \tau$ и $t_2 = 2\tau$?

5. По массам изобар ^{13}C и ^{13}N найти верхнюю границу спектра позитронов распада



Массы атомов в а.е.м.: ^{13}C — 13,00335508, ^{13}N — 13,0057388.

6. Определить пороговое значение энергии γ -кванта в реакции фоторождения π^0 -мезона $\gamma + p \rightarrow p + \pi^0$.

Вариант 9

1. Определить длины волн λ : 1) протона, 2) электрона и 3) фотона с энергиями 1 МэВ.

2. Массы нейтрона и протона равны соответственно 939,6 и 938,3 МэВ. Определить массу ядра ^2H , если энергия связи дейтрона 2,2 МэВ.

3. Используя формулу Вайцзеккера, вычислить энергии отделения протона для ядер ^{40}Ca .

4. Какая доля первоначального количества ядер радиоактивного препарата со средним временем жизни τ останется по прошествии времени 10τ ?

5. Определить энергию отдачи ядра лития, образующегося при e -захвате в ядре ^7Be .

6. Возможно ли расщепление дейтрона γ -квантом с энергией 2 МэВ?

Вариант 10

1. Протон в ядре локализован с точностью до размеров, равных радиусу ядра, $\cong 5 \cdot 10^{-13}$ см. Чему равна неопределенность в скорости и энергии протона?
2. Рассчитать количество энергии, которое выделится при объединении 20 протонов и 20 нейтронов в ядро ^{40}Ca .
3. С помощью формулы Вайцзеккера получить выражение для энергии от деления протона в случае четно-четных ядер.
4. Какое количество распадов происходит за 1 с в 1 г ^{238}U ?
5. Определить максимальную энергию, приобретаемую ядром отдачи при β -распаде ядра ^{27}Si .
6. Определить порог реакции $^{12}\text{C}(p, p\gamma)^{12}\text{C}$.

Вариант 11

1. Исходя из соотношения неопределенности, показать, что электроны не могут входить в состав ядра.
2. Определить удельную энергию связи ядра ^{16}O . Масса нейтрального атома ^{16}O равна 15,9949 а.е.м.
3. Рассчитать удельные энергии связи ядер ^{16}O , по формуле Вайцзеккера.
4. Определить период полураспада ^{226}Ra , если активность 1 г ^{226}Ra составляет 1 Ки.
5. Оценить среднее время жизни следующих α -радиоактивных ядер: 1) $^{212}\text{Rn}(T_\alpha = 6,2 \text{ МэВ})$; 2) $^{216}\text{Rn}(T_\alpha = 8,0 \text{ МэВ})$; 3) $^{220}\text{Ra}(T_\alpha = 7,46 \text{ МэВ})$; 4) $^{226}\text{Th}(T_\alpha = 6,3 \text{ МэВ})$; 5) $^{228}\text{Th}(T_\alpha = 5,4 \text{ МэВ})$.
6. Почему порог реакции больше модуля энергии реакции?

Вариант 12

1. Покоящееся ядро ^5He распадается на ядро ^4He и нейтрон. Оценить среднее время жизни ^5He .
2. Получить выражение для энергии связи ядер через массы нейтральных атомов.
3. Для каких областей значений A и Z следует ожидать наибольших отклонений результатов расчетов по формуле Вайцзеккера от экспериментальных данных?
4. Протон с кинетической энергией 2 МэВ налетает на неподвижное ядро ^{197}Au . Определить дифференциальное сечение рассеяния на угол 60° . Как изменится величина вероятности рассеяния, если в качестве рассеивающего ядра выбрать ^{27}Al ?
5. Определить вероятность распада ядер радиоактивного золота ^{198}Au за четвертые сутки.
6. Является ли реакция $d + ^6\text{Li} \rightarrow \alpha + \alpha$ эндотермической или экзотермической? Даны удельные энергии связи в МэВ: $\varepsilon(d) = 1,11$; $\varepsilon(\alpha) = 7,08$; $\varepsilon(^6\text{Li}) = 5,33$.

Вариант 13

1. Среднее время жизни ядра по отношению к испусканию фотонов равно 6,1 с. Какова неопределенность в энергии испущенного фотона?
2. Рассчитать величину атомной единицы массы в МэВ.
3. Какая физическая модель лежит в основе формулы Вайцзеккера? Какие члены в формуле Вайцзеккера следуют из капельной модели, а какие нет?
4. Вычислить сечение рассеяния α -частицы с энергией 5 МэВ кулоновским

полем ядра ^{208}Pb под углами больше 90° .

5. Начальная активность препарата ^{32}P равна 2 мкКи. Сколько весит такой препарат?

6. В одном грамме природного урана содержится $3,4 \cdot 10^{-7}$ г ^{226}Ra , имеющего период полу

распада $T_{1/2} = 1,62 \cdot 10^3$ лет. Определить период полураспада ^{238}U , считая, что $T_{1/2}(^{238}\text{U}) \gg T_{1/2}(^{226}\text{Ra})$.

Вариант 14

1. Ядро ^{10}B из возбужденного состояния с энергией 0,72 МэВ распадается путем испускания γ -квантов с периодом полураспада $6,7 \cdot 10^{-10}$ с. Оценить неопределенность в энергии испущенного γ -кванта.

2. Атомная масса ^{20}Ne равна 19,992 а.е.м. Определить энергию связи ядра в МэВ.

3. Оценить радиус ядра, если первый дифракционный минимум при рассеянии на нем протонов с энергией 19 ГэВ наблюдается под углом $0,3^\circ$.

4. α -Частицы с энергией 6,5 МэВ испытывают резерфордское рассеяние на ядре золота. Определить: 1) параметр столкновения для α -частиц, наблюдаемых под углом 90° ; 2) минимальное расстояние сближения α -частиц с ядром; 3) кинетическую и потенциальную энергию α -частиц в этой точке.

5. Определить вероятность распада ядер радиоактивного золота ^{198}Au в течение четырех суток.

6. Рассчитать кинетические энергии α -частицы и дочернего ядра α -распада ^{212}Bi .

Вариант 15

1. Рассчитать длину волны λ электрона с энергией: 1) 10 эВ 2) 10 МэВ.

2. Энергия связи ядра ^{37}Cl равна 298 МэВ. Определить его массу в МэВ.

3. При рассеянии электронов с энергией 750 МэВ на ядрах ^{40}Ca в сечении наблюдается минимум под углом 18° . Оценить радиус ядра ^{40}Ca .

4. Определить минимальное расстояние, на которое α -частица с энергией 5 МэВ приблизится к покоящемуся ядру золота при рассеянии на угол 90° . Сравнить эту величину с соответствующей величиной прицельного параметра.

5. Во сколько раз вероятность распада ядер радиоактивного иода ^{131}I в течение первых суток больше вероятности их распада в течение вторых суток?

6. Оценить высоту кулоновского барьера для α -частиц в ядре ^{238}Pu .

Контрольная работа № 2. Частицы и их взаимодействия

Вариант 1

1. Оценить максимальное расстояние, на котором возможно взаимодействие нуклонов путем обмена виртуальным π -мезоном.

2. Определить квантовые числа частицы X в реакции $K^- + p \rightarrow \Omega^- + K^+ + X$.

3. Рассчитать максимальную энергию и импульс позитрона, образующегося в следующем распаде: $\tau^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \nu_\tau$.

4. Определить частицу X, образующуюся в реакции сильного взаимодействия: $p^+ p \rightarrow \Xi^- + \pi^+ + X$

5. Нарисовать диаграммы взаимодействия p-p, n-n, p-n на кварковом уровне.

Вариант 2

1. Определить порог реакции фоторождения π^- -мезона на дейтроне $\gamma + d \rightarrow p + \pi^-$.

2. Показать, что реакция распада $K^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$; — реакция слабого взаимодействия.
3. При аннигиляции p и \bar{p} в состоянии покоя возникают 4 заряженных π - мезона. В каких пределах может меняться кинетическая энергия каждого из них?
4. Определить частицу X , образующуюся в реакции сильного взаимодействия: $K^+ + p \rightarrow K^+ + K^0 + \pi^0 + X$
5. Показать, что без введения нового квантового числа "цвет", имеющего три возможных значения, кварковая структура Δ^{++} , Δ^- , Ω^- противоречит принципу Паули.

Вариант 3

1. Рассчитать пороговые значения энергии γ - квантов в реакциях фоторождения π^0 - мезонов на ядре водорода $\gamma + p \rightarrow p + \pi^0$;
2. Показать, что реакции распада $K^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^0$ — реакция слабого взаимодействия.
3. π^0 -мезон, кинетическая энергия которого равна энергии покоя, распадается на два γ - кванта. Каков угол между направлениями движения γ - квантов?
4. Определить частицу X , образующуюся в реакции сильного взаимодействия: $p + p \rightarrow \Lambda + \pi^- + X$;
5. Оценить, какая энергии требуется для переворота спина кварка в нуклоне. Какая частицы при этом получается?

Вопросы для самостоятельной работы

Вариант – 1

1. Дайте определение нейтрона.
2. Дайте определение радиоактивности. Кем она была открыта и какие ученые изучали радиоактивность.
3. Какие вы знаете методы регистрации радиоактивных излучений? Опишите принцип действия и устройство счетчика Гейгера.
4. Кто предложил ядерную модель строения атома?
А) Н. Д. Бор; Б) М. Планк; В) А. Столетов; Г) Э. Резерфорд.
5. Атомное ядро имеет заряд:
А) положительный; Б) отрицательный;
В) не имеет заряда; Г) у различных ядер различный.
6. Какое из перечисленных ниже утверждений соответствует постулатам Бора?
А) электроны в атоме двигаются по круговым орбитам и при этом излучают электромагнитные волны;
Б) атом может находиться только в стационарном состоянии, в стационарных состояниях атом не излучает;
В) при переходе из одного стационарного состояния в другое атом излучает или поглощает энергию.
7. Чем отличается атом, находящийся в стационарном состоянии, от атома в возбужденном состоянии?
А) отличий нет; Б) отличается расположением электронов в оболочке атома;
В) отличается числом электронов.
8. Из каких элементарных частиц состоят ядра атомов всех химических элементов?
А) протон; Б) нейтрон; В) электрон.
9. Бета излучение – это...
А) электроны, движущиеся со скоростью, близкой к скорости света;

Б) электромагнитное излучение большой частоты; В) ядро гелия.

10. Произошел самопроизвольный распад ядра. Выделилась или поглотилась во время распада энергия?

А) выделилась; Б) поглотилась;

В) осталась неизменной; Г) среди ответов А, Б, В нет верного.

11. Изотопы – это...

А) элементы с одинаковым химическим составом и одинаковой атомной массой;

Б) элементы с различным химическим составом, но одинаковой атомной массой;

В) элементы с одинаковым химическим составом, но с различной атомной массой.

12. Масса покоя ядра всегда...

А) меньше суммы массы покоя слагающих его протонов и нейтронов

Б) больше суммы массы покоя слагающих его протонов и нейтронов;

В) равна сумме массы покоя слагающих его протонов и нейтронов

13. Какие два вида радиоактивности вы знаете? Дайте краткую характеристику и приведите примеры источников каждого вида радиоактивности.

14. Какие вы знаете методы регистрации радиоактивных излучений? Опишите принцип действия и устройство камеры Вильсона.

15. Из какого условия определяется красная граница фотоэффекта?

1) $\nu = A_{\text{вых}} \cdot h^2$) 2) $\nu = 2A_{\text{вых}} / h^3$) 3) $\nu = A_{\text{вых}} / 2h^4$) 4) $\nu = A_{\text{вых}} / h$

16. Период полураспада.

16. Фотоэффектом называется?

17. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта имеет вид

1) $h\nu = A_{\text{вых}} + mv^2/2$ 2) $h\nu = A_{\text{вых}} + mv/2$ 3) $h\nu = A_{\text{вых}} + mv^2$

18. Энергия фотона выражается формулой: 1) $E = \nu/h^2$) 2) $E = h/\nu^3$) 3) $E = h\nu^4$)

4) $E = h\nu$

19. Кто из ученых установил три закона фотоэффекта?

1) Эйнштейн 2) Луи де Бройль 3) Столетов 4) Бор

20. Фотоэффект-?

21. Античастица отличается от элементарной частицы...?

22. Гипотеза Луи де Бройля

23. АЧТ-?

24. Серое тело-?

25. Расположите различные виды излучений в соответствии с их коэффициентом качества (начиная с наименьшего)

1) Альфа-лучи 2) Гамма-лучи 3) Средние нейтроны 4) Быстрые нейтроны

26. Экзотермической реакцией называется...

1) термоядерная реакция

2) реакция, энергетический выход которой больше нуля

3) реакция, энергетический выход которой меньше нуля

4) реакция без энергетического выхода

27. Выберите верные утверждения:

1) Тепловые электростанции наносят меньший вред экологии, чем атомные электростанции

2) В ядерных реакторах активно используется уран

3) Тепловые электростанции более безопасные, чем атомные электростанции

4) Атомные электростанции не нуждаются в больших территориях

28. Расположите виды излучения в соответствии с их проникающей

способностью (начиная с наименьшей)

1) Альфа-лучи 2) Бета-лучи 3) Гамма-лучи

29. При переходе атома с низшего энергетического уровня на высший...

- 1) атомом поглощается фотон
- 2) атомом испускается фотон
- 3) атомом испускается два когерентных фотона
- 4) происходит явление термоэлектронной эмиссии

30. Выберите верные утверждения о ядерных силах:

- 1) Не являются центральными
- 2) Являются проявлением слабого взаимодействия
- 3) Мощнее кулоновских сил
- 4) Действуют только в пределах атомов

31. Какие частицы входят в состав атомного ядра?

32. Что такое позитрон?

33. У изотопов одинаковое число ...?

34. Выберите верные утверждения:

- 1) Масса протона чуть больше массы электрона
- 2) Масса протона чуть больше массы нейтрона
- 3) Заряды протона и нейтрона равны по модулю
- 4) Заряды протона и электрона равны по модулю

35. Чему противоречила планетарная модель атома?

36. Почему Эрнест Резерфорд считал, что исследовать распределение массы атома можно с помощью исследования распределения положительного заряда атома?

- 1) Это было чисто гипотетическое умозаключение
- 2) Потому что было установлено, что суммарная масса электронов в атоме составляет ничтожную часть от массы самого атома
- 3) Потому что гравитационное взаимодействие значительно слабее электромагнитного

37. Каковы трудности теории Бора:

- 1) Теория основана только на постулатах
- 2) Теория применима только к атому водорода
- 3) Теория не объясняет стабильность атомов
- 4) Теория наполовину основана на классической физике

38. Как называется состояние атома, соответствующее низшему энергетическому уровню

1) Основное 2) Возбужденное 3) Стационарное

39. При переходе атома из возбужденного состояния в основное, происходит...

1) Поглощение фотона 2) Испускание фотона 3) Термоэлектронная эмиссия

40. Что напрямую следует из квантовых постулатов Нильса Бора?

- 1) Квантовая механика более точная, чем классическая механика
- 2) Существуют определенные состояния атома, в которых он не излучает энергию, несмотря на ускоренное движение электронов
- 3) Атомы могут излучать или поглощать энергию только дискретными порциями
- 4) Энергия электрона в атоме принимается за отрицательную

41. Что такое дефект масс?

42. В каком случае ни массовое, ни зарядовое число ядра не изменяется?

- 1) При альфа-распаде
- 2) При бета- распаде
- 3) При испускании гамма-кванта
- 4) При испускании нейтрона
- 5) При испускании позитрона
43. Фотокатод?
44. Закон Кирхгофа?
45. Закон Стефана-Больцмана?

Вариант –2

1. Радиоактивность-это? Из каких видов лучей состоит радиоактивность
2. Дайте характеристику альфа-излучения и его проникающей способности. Как обозначают альфа- частицы в ядерных реакциях?
3. Какие вы знаете методы регистрации радиоактивных излучений?
4. Из каких видов лучей состоит радиоактивность. Дайте характеристику бетта-излучения и его проникающей способности. Как обозначают бетта- частицы в ядерных реакциях?
5. Дайте определение радиации и опишите механизм поражающего действия радиации на человека.
6. Опишите методы и средства защиты от ионизирующих излучений.
7. Для чего служит камера Вильсона:
 - а) для обнаружения и подсчёта частиц;
 - б) для определения энергии, скорости и заряда частиц;
 - в) для определения по трекам заряда и числа частиц;
 - г) для подсчёта и фотографирования заряженных частиц?
8. Что общего и различного у изотопов?
9. Что происходит с атомом вещества при В-распаде:
 - а) атом химического элемента превращается в атом следующего элемента (по таблице Д. И. Менделеева);
 - б) возникает непродолжительное у-излучение;
 - в) увеличивается заряд на одну единицу, но химические свойства остаются неизменными;
 - г) заряд ядра уменьшается на две единицы, а масса – на четыре единицы (относительно атомной массы)?
10. Что такое В-частицы и γ -лучи?
11. Чему равен полный заряд атома в нейтральном состоянии :
 - а) порядковому номеру химического элемента;
 - б) округленному до целого значению атомной массы;
 - в) нулю;
 - г) сумме протонов , входящих в состав ядра атома
12. Для чего служит счетчик Гейгера?
 - а) для определения скорости и заряда частиц по их трекам;
 - б) для подсчета и фотографирования заряженных частиц ;
 - в) для наблюдения превращения частиц по их трекам ;
 - г) для подсчета заряженных частиц ?
13. Что происходит с веществом при α - распаде:
 - а) уменьшается его масса, но химические и физические свойства остаются неизменными ;
 - б) атом переходит в возбужденное состояние и его порядковый номер

увеличивается на две единицы ;

в) заряд ядра атома уменьшается на две единицы, а масса убывает примерно на четыре единицы атомной массы;

г) ядро атома переходит в возбужденное состояние, при котором испускаются γ -кванты ?

14. Что называется массовым числом элемента :

а) сумма протонов , нейтронов и электронов , входящих в состав атома;

б) разность между округленным до целого числа значением относительной атомной массы элемента и числом протонов;

в) округленное до целого значения относительной атомной массы;

г) сумма нуклонов, входящих в состав ядра атома, электронов?

15. Что такое α - частица ?

16. Что такое γ -лучи?

17.Прочны ли ядра атомов :

а) прочны, так как удерживаются электронной оболочкой ;

б) непрочны, так как между ними проявляется силы электростатического и отталкивания;

в) прочны, так как между частицами ядра проявляются силы гравитационного притяжения;

г) прочны, так как удерживаются благодаря ядерным силам ?

18. Критическая масса вещества – это ...?

19. Что называют элементарной частицей?

20.Какая частица называется позитроном? Чем она отличается от электрона?

21.В чем заключается явление аннигиляции пары «частица – античастица»?

22.Период полураспада?

23. Квантовый генератор-?

24. В каком случае ни массовое, ни зарядовое число ядра не изменяется?

1) При альфа-распаде

2) При бета- распаде

3) При испускании гамма-кванта

4) При испускании нейтрона

5) При испускании позитрона

25. Расположите различные виды излучений в соответствии с их коэффициентом качества (начиная с наименьшего)

1) Альфа-лучи 2) Гамма-лучи 3) Средние нейтроны 4) Быстрые нейтроны

26. Экзотермической реакцией называется...

1) термоядерная реакция

2) реакция, энергетический выход которой больше нуля

3) реакция, энергетический выход которой меньше нуля

4) реакция без энергетического выхода

27. Выберите верные утверждения:

1) Тепловые электростанции наносят меньший вред экологии, чем атомные электростанции

2) В ядерных реакторах активно используется уран

3) Тепловые электростанции более безопасные, чем атомные электростанции

4) Атомные электростанции не нуждаются в больших территориях

28. Расположите виды излучения в соответствии с их проникающей способностью (начиная с наименьшей)

- 1) Альфа-лучи 2) Бета-лучи 3) Гамма-лучи
29. При переходе атома с низшего энергетического уровня на высший...
- 1) атомом поглощается фотон
 - 2) атомом испускается фотон
 - 3) атомом испускается два когерентных фотона
 - 4) происходит явление термоэлектронной эмиссии
30. Выберите верные утверждения о ядерных силах:
- 1) Не являются центральными
 - 2) Являются проявлением слабого взаимодействия
 - 3) Мощнее кулоновских сил
 - 4) Действуют только в пределах атомов
31. Какие частицы входят в состав атомного ядра?
32. Что такое позитрон?
33. У изотопов одинаковое число ...?
34. Выберите верные утверждения:
- 1) Масса протона чуть больше массы электрона
 - 2) Масса протона чуть больше массы нейтрона
 - 3) Заряды протона и нейтрона равны по модулю
 - 4) Заряды протона и электрона равны по модулю
35. Чему противоречила планетарная модель атома?
36. Закон смещения Вина.
37. Каковы трудности теории Бора:
- 1) Теория основана только на постулатах
 - 2) Теория применима только к атому водорода
 - 3) Теория не объясняет стабильность атомов
 - 4) Теория наполовину основана на классической физике
38. Как называется состояние атома, соответствующее низшему энергетическому уровню
- 1) Основное 2) Возбужденное 3) Стационарное
39. Ядерная сила
40. Формула Эйнштейна
41. Формула импульса фотона
42. Виды ядерных реакций?
43. Фототок - ?
44. Модель Резерфорда и Бора.
45. Квант - ?

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

Примерная оценка по 100 бальной шкале форм текущего и промежуточного контроля

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:

- 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. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

а) адрес сайта курса (образовательный портал ДГУ).

Курбанисмаилов В.С. Специальный физический практикум по ядерной физике.

<http://edu.dgu.ru/course/view.php?id=873>

б) основная литература:

1. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. Учеб. для вузов. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1993 г. —408 с.
2. Ракобольская И.В. Ядерная физика. 2-е изд. М.:МГУ, 1981. - 280 с.
3. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика. 2-е изд. М.: Наука, 1980. – 727 с. [Электронный ресурс]. -URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450094>.
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.;
6. Общая физика. Физика атомного ядра и элементарных частиц: учебно-методическое пособие для бакалавров направления подготовки 03.03.02 «Физика» / Н. И. Анисимова, Ю. А. Гороховатский, Е. А. Карулина [и др.]; под редакцией Ю. А. Гороховатского. — Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2018. — 184 с. — ISBN 978-5-8064-2540-0. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98604.html> (дата обращения: 31.08.2022).
7. Михайлов М.А. Ядерная физика и физика элементарных частиц. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.А. Михайлов. - Электрон. текстовые данные. - М.: Прометей, 2011. - 94 с. - 978-5-4263-0048-4. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8306.html> (дата обращения: 09.10.2021).
8. Михайлов М.А. Ядерная физика и физика элементарных частиц. Часть 2. Элементарные частицы [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.А. Михайлов. - Электрон. текстовые данные. - М.: Прометей, 2013. - 28 с. - 978- 5-7042-2471-6. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58212.html> (дата обращения: 31.08.2022).

в) дополнительная литература:

1. Кирчанов, Вячеслав Сергеевич. Физика атомного ядра и частиц : учебное пособие для студентов физического факультета / В. С. Кирчанов ; М-во образования и науки РФ, Перм. гос. ун-т. - Пермь: Изд-во Пермского государственного университета, 20с.
2. Джамалова А.С. Основы ядерной физики: курс лекций для студентов физического факультета. – 2-е изд., перераб. и доп. – Махачкала:

Издательство ДГУ, 2016. – 296 с.

3. Физика атомного ядра: учебное пособие / составители В. Я. Чечуев [и др.]. — Новосибирск: Новосибирский государственный аграрный университет, Золотой колос, 2014. — 129 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/64795.html> (дата обращения: 31.08.2022).
4. Элементы физики элементарных частиц: учебное пособие / составители В. Я. Чечуев, С. В. Викулов. — Новосибирск: Новосибирский государственный аграрный университет, 2011. — 80 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/64833.html> (дата обращения: 31.08.2022).

г) Ссылки на онлайн - курсы

1. Проект кафедры общей ядерной физики физического факультета МГУ и отдела электромагнитных процессов и взаимодействия атомных ядер НИИЯФ МГУ «Ядерная физика в интернете» <http://nuclphys.sinp.msu.ru/>

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

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) IPRbooks (www.iprbookshop.ru). Лицензионный договор № 6984/20 на электронно-библиотечную систему IPRbooks от 02.10.2020 г. Срок действия договора со 02.10.2020 г. по 02.10.2021 г.
2. Moodle [*Специальный физический практикум по ядерной физике*]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 27.09.2021).
3. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека онлайн»: www.biblioclub.ru. Договор об оказании информационных услуг № 131-09/2010 от 01.10.2020г. Срок действия договора с 01.10.2020 до 30.09.2021 г. 537наименований.
4. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЛАНЬ <https://e.lanbook.com/>. Договор №СЭБ НВ-278 на электронно-библиотечную систему ЛАНЬ от 20.10.2020 г. Срок действия договора со 20.10.2020 г. по 31.12.2023г.
5. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>. Лицензионное соглашение № 844 от 01.08.2014 г. Срок действия соглашения с 01.08.2014 г. без ограничения срока.
6. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке от 1 августа 2016 г. Срок действия договора с 01.08.2016 г. без ограничения срока. Договор может пролонгироваться неограниченное количество раз, если ни одна из сторон не желает его расторгнуть.
7. **Web of Science:** Web of Science Core Collection базы данных Clarivate. Срок действия до 31.01.2021 г. Письмо РФФИ от 07.07.2020 г. № 692 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных Clarivate в 2020 г. webofknowledge.com

8. **Scopus:** Scopus издательства Elsevier B.V. Срок действия до 31.01.2021 г. Письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию базы данных Scopus издательства Elsevier B.V. в 2020 г. <https://www.scopus.com>
9. **Международное издательство Springer Nature** Коллекция журналов, книг и баз данных издательства Springer Nature. Срок действия до 31.01.2021 г. Письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных издательства Springer Nature в 2020 г. на условиях национальной подписки <https://link.springer.com/>
10. **Журналы American Physical Society.** Базы данных APS (American Physical Society). Срок действия до 31.01.2021 г. Письмо РФФИ от 10.11.2020 г. № 1265 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных American Physical Society в 2020 г. <http://journals.aps.org/about>
11. **Университетская информационная система РОССИЯ**
<https://uisrussia.msu.ru/>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Перечень учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- словарь терминов по физике элементарных процессов в плазме газового разряда;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

Самостоятельная работа студентов:

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников по тематике дисциплины;
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- моделирование кинетических процессов в плазме объемного разряда.

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 $m_p = 1838,6 m_e$, где m_e - масса электрона.
4. *Нейтрон* не имеет заряда, а его масса $m_n = 1838,6 m_e$.
5. Протон и нейтрон имеют спин, по величине равный половине постоянной Планка.
6. Зарядовое число ядра, или атомный номер, равен числу протонов, входящих в его состав.
7. Массовое число A равно числу нуклонов в ядре.

8. Для обозначения ядра применяется символ ${}_Z^AX$, где X - химический символ данного элемента.
9. Ядра с одинаковыми зарядами, но различными массовыми числами называются *изотопами*.
10. Радиус ядра пропорционален кубическому корню из массового числа.
11. Масса ядра всегда меньше суммы масс нуклонов, входящих в его состав.
12. *Дефект массы* - это разность между суммой масс нуклонов ядра и его массой.
13. Энергия связи ядра равна той работе, которую нужно совершить, чтобы разделить ядро на отдельные нуклоны.
14. *Энергия связи ядра* равна произведению дефекта массы на квадрат скорости света.
15. Энергия связи, приходящийся на один нуклон, называется *удельной энергией связи*.
16. Силы, удерживающие нуклон в ядре называются *ядерными*.
17. Ядерные силы относятся к сильному взаимодействию.
18. Ядерные силы проявляются только в пределах размера ядра и являются короткодействующими.
19. Ядерные силы не зависят от величины заряда ядра (зарядово-независимы).
20. Ядерные силы зависят от взаимной ориентации спинов взаимодействующих нуклонов.
21. Ядерные силы обладают *свойством насыщения* - каждый нуклон взаимодействует только с ограниченным числом нуклонов.
22. Источниками ядерного взаимодействия являются элементарные частицы, называемые *π -мезонами*.
23. Наибольшей энергией связи обладают элементы средней части таблицы Менделеева (от 50 до 70).
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*).

2. Радиоактивность.

1. *Радиоактивностью* называется самопроизвольное превращение неустойчивых ядер в ядра других элементов, сопровождающиеся испусканием элементарных частиц или других ядер (*распад*).
2. Согласно *закону радиоактивного распада*, уменьшение со временем числа радиоактивных ядер происходит экспоненциально: $N=N_0$ - постоянная распада.
3. *Постоянная распада* равна отношению числа распавшихся ядер к их общему числу (вероятность распада).
4. Постоянная распада индивидуальна для каждого химического элемента и не зависит от внешних условий.
5. Промежуток времени, за который распадается половина пропорционального числа радиоактивных ядер, называется *периодом полураспада*.
6. Период полураспада и постоянная распада обратно пропорциональны.
7. Радиоактивность встречающихся в периоде изотопов называют

естественной, а радиоактивность искусственно полученных изотопов - *искусственной*.

8. Естественная и искусственная радиоактивность подчиняется одним и тем же законам.
9. Излучение радиоактивных веществ бывает трех видов: α, β, γ - излучение.
10. α - *лучи* представляют собой поток ядер гелия, вылетающих из нестабильных ядер, испытывающих α - распад.
11. α - *распад* - это процесс самопроизвольного (спонтанного) превращения неустойчивых ядер в ядра других элементов.
12. α - распад - характерен для тяжелых ядер.
13. α - *частицы* вылетают из ядра с кинетической энергией, составляющей несколько МэВ.
14. Кинетическая энергия α -частицы возникает за счет избытка энергии покоя исходного (материнского) ядра над суммарной энергией покоя полученных дочерних ядер и α -частицы.
15. Если дочернее ядро в возбужденном состоянии, то α - распад сопровождается γ - *излучением*.
16. α -частица покидает ядро, просачиваясь через потенциальный барьер (*туннельный эффект*).
17. α -частицы имеют высокую ионизационную способность, поэтому очень быстро теряют энергию.
18. *Проникающая способность* (или *пробег*) α - частиц в веществе мала.
19. β - *лучи* представляют собой поток электронов и позитронов.
20. Позитрон имеет те же свойства, что и электрон, но обладает положительным зарядом.
21. Существует три вида β - распада: электронный, позитронный и К-захват.
22. Возникновение электрона при β - распаде связано с превращением одного из нейтронов в протон.
23. Если дочернее ядро находится в "возбужденном состоянии, то β – распад сопровождается γ -*излучением*.
24. Электроны, возникающие при β - распаде, имеют непрерывный энергетический спектр (4б).
25. При позитронном β - распаде один из протонов превращается в нейтрон.
26. *К-захват* состоит в том, что ядро поглощает один из электронов ближайшей к ядру оболочки (К-оболочка) своего атома.
27. В результате К-захвата один из протонов превращается в нейтрон.
28. Признаком захвата является испускание характеристического рентгеновского излучения.
29. γ -*излучение* представляет собой электромагнитное излучение с длиной волны менее 10 м.
30. Энергия квантов, образующихся при распаде ядер, составляет обычно 10 кэВ и 6 МэВ.
31. γ -излучение обладает большой проникающей способностью.
32. *Взаимодействие γ - излучения с веществом* сопровождается фотоэффектом, Комптон - эффектом и рождением электрон-позитронных пар.
33. *Доза излучения* - это энергия ионизирующего излучения, поглощенная единицей массы облучаемого вещества (поглощенная доза).

34. Единицей *поглощения дозы* в СИ является *грай* (Гр.).
35. *1Гр.* равен дозе излучения, при котором облученному веществу массой 1кг передается энергия любого ионизирующего излучения 1 Дж ($1\text{Гр}=1\text{Дж}$).
36. В несистемной единицей поглощения дозы излучения является *Рад*, $\text{Рад}=0,01\text{.Гр}$.
37. *Экспозиционная доза* – это доза рентгеновского и γ - излучений, определяемая по ионизации в воздухе.
38. Единицей *экспозиционной дозы* в СИ является Кл/Кг.
39. Внесистемной единицей *экспозиционной дозы* является *рентген (Р)* $1\text{Р}=2,6810\text{Кл/Кг}$, что соответствует образованию $2,08 \cdot 10$ пар ионов в 1см воздуха.
40. Эквивалентная доза используется для учета возникающих при облучении живых организмов биологических эффектов, величина которого различна.
41. Единица *эквивалентной дозы* в системе Си - *зиверт (ЗВ)*. $1\text{ЗВ}=1\text{Дж/Кл}$.
42. Внесистемная единица эквивалентной дозы – *бэр* (*биологический эквивалент рентгена*).
43. *1 бэр* соответствует поглощенной дозе в 1рад в случае рентгеновского и γ -излучений. $1\text{ бэр}=0,01\text{ ЗВ}$.
44. Эквивалентная доза в 400-500 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.
45. Активность радиоактивных веществ в СИ измеряется в *бэкерелях (Бк)*.
46. *1 Бк* равен активности нуклида, при котором за 1с происходит 1 акт распада. $1\text{ Бк}=1\text{ распад/с}$.
47. Внесистемная единица активности - *Кюри (Ки)*.
48. *1 Кюри* определяется как активность такого предмета, в котором происходит $3,7 \cdot 10^{10}$ актов распада в секунду. $1\text{ Ки}=3,7 \cdot 10^{10}\text{ Бк}$.

3. Ядерные реакции.

1. *Ядерные реакции* - это взаимодействие ядра с элементарной частицей или с другим ядром, приводящее к преобразованию ядра.
2. Наиболее распространенная ядерная реакция есть реакция взаимодействия легкой частицы с ядром, в результате которого образуется легкая частица и другое ядро.
3. Примерами элементарных частиц является нейтрон (n), протон (p), дейтрон (d) - ядро тяжелого водорода H_2 , α - частица, γ - частица.
4. Ядерные реакции могут сопровождаться выделением или поглощением энергии (*тепловым эффектом*).
5. Тепловой эффект реакции определяется разностью масс покоя исходных и конечных ядер.
6. Если сумма всех образующихся ядер более суммы масс исходных ядер, то реакция будет идти с поглощением энергии (отрицательный тепловой эффект).
7. Тяжелое ядро (например, ядро урана) при поглощении нейтрона делится на две примерно равные части.
8. При распаде каждого ядра выделяется 2-3 нейтрона, что приводит к цепной реакции.

9. Управляемая цепная реакция используется в ядерных реакторах для получения энергии.
10. Первая в мире атомная электростанция была запущена в 1954 г. в СССР (г. Обнинск).
11. *Термоядерная реакция* представляет собой слияние легких ядер с образованием более тяжелых ядер.
12. Температура при Термоядерной реакции составляет десятки млн. градусов Кельвина.
13. Термоядерные реакции являются источником энергии Солнца и других звезд.
14. *Ядерной единицей времени жизни* называют время, необходимое нуклону с энергией 1 МэВ, чтобы пройти расстояние, равное диаметру ядра $=10^{-23}$ с.
15. *Эффективное сечение ядерных процессов* – это величина, характеризующая вероятность взаимодействия частицы с ядром.
16. Единицей эффективного сечения ядерных процессов является *барн*. $1 \text{ барн} = 10^{-28} \text{ м}^2$.
17. При прохождении частиц через мишень поток их ослабевает по экспоненциальному закону.

4. Элементарные частицы.

1. *Элементарными* называются частицы, неделимость которых в настоящее время установлена.
2. Элементарные частицы могут превращаться друг в друга;
3. Естественным источником элементарных частиц являются космические лучи;
4. Искусственно элементарные частицы получают в ускорителях;
5. Все элементарные частицы имеют либо целый, в том числе нулевой, либо полуцелый спин;
6. Частицы с целым спином называются *бозонами* (фотоны, протоны, мезоны);
7. Бозонам отвечают симметричные волновые функции;
8. Бозоны подчиняются статистике Бозе - Эйнштейна;
9. Частицы с полуцелым спином называются *фермионами* (электроны, позитроны);
10. Фермионам отвечают антисимметричные волновые функции;
11. Фермионы подчиняются статистике Ферми - Дирака;
12. Для фермионов в отличие от бозонов, справедлив принцип Паулли;
13. Между нуклонами имеет место сильное взаимодействие (ядерное);
14. Между фотонами имеет место электромагнитное взаимодействие.
15. Наряду с частицами существуют античастицы, имеющие отрицательную энергию;
16. При встрече частицы с античастицей происходит их уничтожение (*аннигиляция*);
17. Сильные взаимодействия обуславливают связь протонов и нейтронов в ядрах;
18. *Переносчиком сильного взаимодействия* является глюон - электрически нейтральная частица с нулевой массой и спином, равным 1 (в единицах \hbar);
19. *Переносчиком электромагнитного взаимодействия* является фотон- γ квант электромагнитного поля с нулевой массой и скоростью, равной

- скорости света.
20. Слабые взаимодействия ответственны за все виды распада, за все процессы взаимодействия нейтрино с веществом, а также за многие распады элементарных частиц.
 21. *Переносчиком слабого взаимодействия* являются промежуточные векторные бозоны - сверхмассивные электроразряженные частицы.
 22. Спин векторных бозонов равен 1, а масса превышает массу протонов в 100 раз.
 23. Реакции, где основную роль играет слабое взаимодействие являются источником энергии Солнца.
 24. *Гравитационное взаимодействие* – универсальное ,наислабейшее ,радиус взаимодействия равен бесконечности.
 25. *Гравитационные силы* - это силы притяжения, переносчиком гравитационного взаимодействия считается – гравитон.
 26. Гравитон имеет нулевую массу, нулевой электрический заряд спин равный двум.
 27. *Лептоны* – класс элементарных частиц, не участвующих в сильном взаимодействии.
 28. Для выделения *лептонов* как группы им приписывают *лептонный заряд α* ;
 29. Для лептонов $\alpha=+1$, для антилептонов $\alpha=-1$, для всех остальных элементов $\alpha=0$;
 30. При всех процессах взаимопревращения сохраняется лептонный заряд, в этом заключается закон сохранения лептонного заряда.
 31. Семейство лептонов считается истинно нейтральными фундаментальными частицами. Эксперименты сегодняшнего дня говорят об их неделимости.
 32. *Адроны* – класс элементарных частиц, участвующих в наряду с электромагнитным и слабым, также в *сильном взаимодействиях*.
 33. *Все лептоны*, кроме мюона и лептона являются стабильными частицами.
 34. Адроны делятся на *стабильные частицы и резонансы*.
 35. *Стабильные адроны* делятся на 2 подгруппы по типу спина и статистике.
 36. Адроны с целым спином называют *мезонами*;
 37. Адроны с полуцелым спином называют *барионами*;
 38. Резонансы распадаются за счет сильных взаимодействий;
 39. «Стабильные частицы» распадаются за счет электромагнитного и слабого взаимодействий.
 40. Для выделения *барионов* им приписывают *барионный заряд B* . $B = +1$ -для барионов, $B=-1$ - для антибарионов, $B=0$ - для не барионов.
 41. Изотопические мультиплеты объединяют адроны, имеющие близкие массы, одинаковые барионные заряды, одинаковые спины и отличающиеся электрическим зарядом;
 42. Сильные взаимодействия для всех адронов, входящих в один и тот же мультиплет, одинаково.
 43. *Изомультиплету* приписывается *изоспин J* , который определяет число частиц (n) в изотопическом мультиплете $n=2J+1$.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

Элементы физики атомного ядра

1. Какие частицы образуют ядро атома цинка? Сколько их?

2. Атомное ядро «составили» из N свободных нуклонов (масса каждого нуклона равна m). Чему равны масса
3. и удельная энергия связи этого ядра?
4. Чем отличаются изобары от изотопов?
5. Почему прочность ядер уменьшается при переходе к тяжелым элементам?
6. Как объясняется сверхтонкая структура спектральных линий?
7. Как и во сколько раз изменится число ядер радиоактивного вещества за время, равное трем периодам
8. полураспада?
9. Как (по какому закону) изменяется со временем активность нуклида?
10. Как объясняется α -распад на основе представлений квантовой теории?
11. Как изменится положение химического элемента в Периодической системе элементов Д. И. Менделеева
12. после двух α -распадов ядер его атомов? после последовательных одного α -распада и двух β^- -распадов?
13. Как объясняется непрерывность энергетического спектра (β -частиц)?
14. Изменится ли химическая природа элемента при испускании его ядром γ -кванта?
15. Какие явления сопровождают прохождение γ -излучения через вещество и в чем их суть?
16. В чем суть эффекта Мёссбауэра? Где его применяют?
17. Под действием каких частиц (α -частиц, нейтронов) ядерные реакции более эффективны? Почему?
18. Чем объяснить выброс нейтрино (антинейтрино) при β^\pm -распадах?
19. По каким признакам можно классифицировать ядерные реакции?
20. Запишите схему e -захвата. Что сопровождает e -захват? В чем его отличие от β^\pm -распадов?
21. Что представляет собой реакция деления ядер? Приведите примеры.
22. Охарактеризуйте нейтроны деления. Какие они бывают?
23. В результате какой реакции происходит превращение ядер ${}_{92}^{238}U$ в ядра ${}_{94}^{239}Pu$? Каковы ее перспективы?
24. Что можно сказать о характере цепной реакции деления, если: 1) $k > 1$; 2) $k = 1$; 3) $k < 1$?
25. Почему деление тяжелых ядер и синтез атомных ядер сопровождаются выделением большого количества энергии? Когда на один нуклон выделяется большая энергия? Почему?
26. По каким признакам можно классифицировать ядерные реакторы?

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

1. Программное обеспечение для лекций: MS Power Point (MS Power Point Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, табличный процессор.

2. Программное обеспечение в компьютерный класс: MS Power Point (MS PowerPoint Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, Интернет, E-mail.

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 специального физического практикума – 2 лаб.

При проведении занятий используются компьютерный класс, оснащенный современной компьютерной техникой.

При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.

Комплект мультимедийных слайд-лекций по всем разделам дисциплины.

Комплект анимированных интерактивных компьютерных демонстраций по ряду разделов дисциплины.