

Рабочая программа разработана на основании следующих **нормативных актов и учебно-методических документов:**

* Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" от 29.12.2012г. N 273-ФЗ;
* Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования, утверждённый Приказом Министерства образования и науки РФ от 17.05.12 № 413 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования» (зарегистрирован Минюстом РФ 7 июня 2012 г., регистрационный номер 24480) (с изменениями и дополнениями от 29 декабря 2014г., 31 декабря 2015г., 29 июня 2017г.);
* Приказ Минпросвещения России от 28.12.2018г. № 345 «О федеральном перечне учебников, рекомендуемых к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования»;
* примерная основная образовательная программа среднего общего образования, одобренная решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол от 28 июня 2016г. № 2/16-з);
* основная образовательная программа среднего общего образования МБОУ СОШ №64;
* учебный план МБОУ СОШ №64 на 2019-2020 учебный год.

Учебный курс «Физика: атомная физика» предназначен учащимся старшей школы физико-математического профиля. Данный курс интегрированный, он связан содержательно с курсом физики и математики основной школы. Изучение предлагаемого элективного курса направлено на углубление и обобщение знаний школьников о современной картине мира, основанной на квантовой механике и специальной теории относительности. Именно эти разделы современной физики позволили понять суть структуры материи и использовать эти знания для создания ядерной энергетики, современной квантовой электроники, разработать эффективные методы диагностики и лечения различных заболеваний, сделать много других важных открытий.

Несмотря на то, что отдельные вопросы квантовой и атомной физики, специальной теории относительности изучают в школьном курсе физики, представленной в них информации недостаточно для того, чтобы в должной мере оценить и понять суть происходящих процессов. Полная картина возникает только тогда, когда атомная физика воспринимается как часть Стандартной модели, в которой интегрировано рассматриваются процессы, происходящие на уровне элементарных частиц, отвечающие за электромагнитные, сильные и слабые взаимодействия, и процессы, происходившие на ранних стадиях развития Вселенной и затем в процессах эволюции звёзд.

Атомная физика — наука экспериментальная. Методы и приборы для фундаментальных исследований в современной ядерной физике основаны на использовании высоких технологий и нестандартных инженерных решений. В значительной степени это относится и к прикладным исследованиям с применением ядерно-физических методов в радиационной биологии, экологии, химии и медицине. Это продемонстрировано в различных разделах элективного курса на примерах моделей самого современного экспериментального оборудования для фундаментальных и прикладных исследований (циклотрон и установка для синтеза сверхтяжёлых элементов, сверхпроводящий ядерный коллайдер и многоцелевой детектор, импульсный реактор нейтронов, глубоководный детектор для изучения физики нейтрино, ускорительный комплекс для протонной терапии).

Предлагаемый элективный курс посвящён рассмотрению таких тем, как элементы квантовой механики и теории относительности в применении к атомной и ядерной физике, различные виды радиоактивности, в том числе и спонтанное деление ядер, свойства и модели атомных ядер, традиционные ядерные реакции, ядерные реакции при энергиях коллайдеров. Рассмотрено происхождение элементов во Вселенной и синтез новых сверхтяжёлых элементов в лабораториях учёных. Часть разделов посвящена ядерной энергетике и прикладным исследованиям в области радиационной биологии, экологии, применению методов ядерной физики в медицине.

**Цель курса:** расширение, углубление и обобщение знаний о физических процессах в области ядерной физики, причинах и механизмах их протекания, развитие познавательных интересов и творческих способностей учащихся через практическую направленность обучения физике иинтегрирующую роль физики в системе естественных наук.

**Задачи курса:**

— развитие естественно-научного мировоззрения учащихся;

— развитие приёмов умственной деятельности, познавательных интересов, склонностей и способностей учащихся;

— развитие мотивации учения, формирование потребности в полученииновых знаний и применении их на практике;

— расширение, углубление и обобщение знаний по физике, химии, биологии;

— использование межпредметных связей физики с математикой, биологией, химией, историей, экологией, рассмотрение значения этого курса для успешного освоения смежных дисциплин;

— совершенствование экспериментальных умений и навыков в соответствии с требованиями правил техники безопасности;

— рассмотрение связи ядерной физики с жизнью, с важнейшими сферами деятельности человека;

— развитие у учащихся умения самостоятельно работать с дополнительной литературой и другими средствами информации;

— формирование у учащихся умений анализировать, сопоставлять, применять теоретические знания на практике;

— формирование умений по решению экспериментальных и теоретических задач.

**Основные идеи курса:**

— единство материального мира;

— внутри- и межпредметная интеграция;

— взаимосвязь науки и практики;

— взаимосвязь человека и окружающей среды.

**Виды деятельности.**

На занятиях по данному курсу учащиеся углубляют свои знания ядерной физике, современной картине мира, приборах и методах фундаментальных и прикладных исследований в области ядерной физики.

В результате изучения курса расширяется мировоззрение учащихся, развивается их познавательный интерес, интеллектуальные и творческие способности, формируются предметные, общеучебные и специфические умения и навыки школьников.

Курс насыщен *экспериментальным материалом*: демонстрационным экспериментом, практическими работами на базе виртуальной интернет - лаборатории. Использование в учебном процессе практических работ способствует мотивации для обобщения учебного материала, расширяет возможности индивидуального и дифференцированного подходов к обучению, повышает творческую активность учащихся, расширяет их кругозор. Включение таких работ в элективный курс прививает школьникам исследовательский подход к выполнению практических работ, помогает овладевать доступными для учащихся научными методами исследования, формирует и развивает творческое мышление, повышает интерес к познанию физических явлений и их закономерностей. Данные практические работы связаны с определением не только качественных, но и количественных характеристик. Систематическое выполнение количественных экспериментальных задач развивает у учащихся аккуратность, способствует выработке навыков точной количественной оценки результатов эксперимента.

Элективный курс допускает использование любых современных образовательных технологий, различных организационных форм обучения: лекций, семинаров, бесед, практических и лабораторных работ, исследовательских работ, конференций.

В качестве основной организационной формы проведения занятий предлагаются лекционно-семинарское занятия, на которых даётся объяснение теоретического материала и решаются задачи по данной теме. Для повышения интереса к теоретическим вопросам и закрепления изученного материала предусмотрены демонстрационные опыты и лабораторный практикум.

**Формы контроля за усвоением материала** – отчёты по практическим работам, самостоятельные, творческие работы, тесты.

1. **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ УЧЕБНОГО КУРСА**

**Личностные результаты должны отражать:**

1) российскую гражданскую идентичность, патриотизм, уважение к своему народу, чувства ответственности перед Родиной, гордости за свой край, свою Родину, прошлое и настоящее многонационального народа России, уважение государственных символов (герб, флаг, гимн);

2) гражданскую позицию как активного и ответственного члена российского общества, осознающего свои конституционные права и обязанности, уважающего закон и правопорядок, обладающего чувством собственного достоинства, осознанно принимающего традиционные национальные и общечеловеческие гуманистические и демократические ценности;

3) готовность к служению Отечеству, его защите;

4) сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, основанного на диалоге культур, а также различных форм общественного сознания, осознание своего места в поликультурном мире;

5) сформированность основ саморазвития и самовоспитания в соответствии с общечеловеческими ценностями и идеалами гражданского общества; готовность и способность к самостоятельной, творческой и ответственной деятельности;

6) толерантное сознание и поведение в поликультурном мире, готовность и способность вести диалог с другими людьми, достигать в взаимопонимания, находить общие цели и сотрудничать для их достижения, способность противостоять идеологии экстремизма, национализма, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам и другим негативным социальным явлениям;

7) навыки сотрудничества со сверстниками, детьми младшего возраста, взрослыми в образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, проектной и других видах деятельности;

8) нравственное сознание и поведение на основе усвоения общечеловеческих ценностей;

9) готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни; сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности;

10) эстетическое отношение к миру, включая эстетику быта, научного и технического творчества, спорта, общественных отношений;

11) принятие и реализацию ценностей здорового и безопасного образа жизни, потребности в физическом самосовершенствовании, занятиях спортивно-оздоровительной деятельностью, неприятие вредных привычек: курения, употребления алкоголя, наркотиков;

12) бережное, ответственное и компетентное отношение к физическому и психологическому здоровью, как собственному, так и других людей, умение оказывать первую помощь;

13) осознанный выбор будущей профессии и возможностей реализации собственных жизненных планов; отношение к профессиональной деятельности как возможности участия в решении личных, общественных, государственных, общенациональных проблем;

14) сформированность экологического мышления, понимания влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды; приобретение опыта эколого-направленной деятельности;

15) ответственное отношение к созданию семьи на основе осознанного принятия ценностей семейной жизни.

**Метапредметные результаты:**

1) умение самостоятельно определять цели деятельности и составлять планы деятельности; самостоятельно осуществлять, контролировать и корректировать деятельность; использовать все возможные ресурсы для достижения поставленных целей и реализации планов деятельности; выбирать успешные стратегии в различных ситуациях;

2) умение продуктивно общаться и взаимодействовать в процессе совместной деятельности, учитывать позиции других участников деятельности, эффективно разрешать конфликты;

3) владение навыками познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем; способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания;

4) готовность и способность к самостоятельной информационно-познавательной деятельности, владение навыками получения необходимой информации из словарей разных типов, умение ориентироваться в различных источниках информации, критически оценивать и интерпретировать

информацию, получаемую из различных источников;

5) умение использовать средства информационных и коммуникационных технологий (далее - ИКТ) в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности;

6) умение определять назначение и функции различных социальных институтов;

7) умение самостоятельно оценивать и принимать решения, определяющие стратегию поведения, с учетом гражданских и нравственных ценностей;

8) владение языковыми средствами - умение ясно, логично и точно излагать свою точку зрения, использовать адекватные языковые средства;

9) владение навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов и оснований, границ своего знания и незнания, новых познавательных задач и средств их достижения.

**Планируемые предметные результаты освоения предмета**

В результате изучения элективного курса на уровне среднего общего образования у учащихся будут сформированы следующие **предметные результаты**.

***Учащийся научится*:**

— раскрывать на примерах роль ядерной физики в формировании современной научной картины мира и в практической деятельности человека, взаимосвязь между физикой и другими естественными науками;

— объяснять и анализировать роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологии, в практической деятельности людей;

— характеризовать взаимосвязь между физикой и другими естественными науками;

— понимать и объяснять целостность физической теории, различать границы её применимости и место в ряду других физических теорий;

— владеть приёмами построения теоретических доказательств, а также прогнозирования особенностей протекания физических явлений и процессов на основе полученных теоретических выводов и доказательств;

— самостоятельно планировать и проводить физические эксперименты;

— решать практико-ориентированные качественные и расчётные физические задачи с опорой как на известные физические законы, закономерности и модели, так и на тексты с избыточной информацией;

— объяснять границы применения изученных физических моделей при решении физических и межпредметных задач;

— выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов;

— объяснять принципы работы и характеристики изученных машин, приборов и технических устройств;

— объяснять условия применения физических моделей при решении физических задач, находить адекватную предложенной в задаче физическую модель, разрешать проблему как на основе имеющихся знаний, так и при помощи методов оценки.

***Учащийся получит возможность научиться:***

— описывать и анализировать полученную в результате проведённых физических экспериментов информацию, определять её достоверность;

— понимать и объяснять системную связь между основополагающими научными понятиями: пространство, время, материя (вещество, поле), движение, сила, энергия;

— решать экспериментальные, качественные и количественные задачи олимпиадного уровня сложности, используя физические законы, а также уравнения, связывающие физические величины;

— анализировать границы применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов;

— формулировать и решать новые задачи, возникающие в ходе учебно-исследовательской и проектной деятельности;

— усовершенствовать приборы и методы исследования в соответствии с поставленной задачей;

— использовать методы математического моделирования, в том числе простейшие статистические методы, для обработки результатов эксперимента.

1. **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО КУРСА**

**Введение**

Излучение абсолютно чёрного тела и квантовая гипотеза Планка, открытие Дж. Дж. Томсоном электрона. Открытие рентгеновского излучения. Открытие А. А. Беккерелем радиоактивности. Опыты Пьера и Марии Кюри. Создание А. Эйнштейном специальной теории относительности. Взаимосвязь между массой и энергией. Эксперимент Э. Резерфорда по открытию «планетарной» модели атомного ядра. Квантование энергии и модель Н. Бора. Последствия этих открытий для создания квантовой механики и ядерной физики как основы технического прогресса человечества в XX и XXI вв., создания картины микро- и макрокосмоса на основе Стандартной модели.

**Тема 1. Квантовый мир атомов и молекул**

Модель атома Бора и линейчатые спектры. Квантование энергии. Волны материи Луи де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов на кристаллах. Принцип запрета Паули. Электронные оболочки атомов и Периодический закон Менделеева. Молекулы. Спектры атомов и молекул.

**Тема 2. Атомные ядра и радиоактивность**

Основные свойства атомных ядер: состав, размер, форма, заряд, масса ядра, энергия связи. Изотопы. Границы стабильности атомных ядер. Спин протона и нейтрона. Ядерные силы. Классическая протон-нейтронная модель ядра. Ядерные модели: ферми-газ, капельная, оболочечная и обобщённая модель ядра. Короткодействующие нуклонные корреляции в ядрах и кумулятивный ядерный эффект. Радиоактивность. Виды радиоактивности: альфа-, бета-, гамма -распад, спонтанное деление. Границы стабильности атомных ядер. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Активность радиоактивного источника. *Качественные и расчётные задачи.*

**Тема 3. Взаимосвязь массы и энергии**

Связь массы и энергии свободной частицы. Энергия покоя. Энергия связи. Удельная энергия связи. Деление ядер. Ядерный синтез. Термоядерные реакции

**Тема 4. Ядерные реакции**

Ядерные превращения в экспериментах Резерфорда. Открытие протона и нейтрона. Реакции деления ядер. Цепная ядерная реакция. Термоядерные реакции. Подпороговые реакции. Рождение антипротонов. Изучение структуры протонов и ядер в пучках электронов. *Качественные и расчётные задачи.*

**Тема 5. Происхождение элементов во Вселенной**

Фундаментальные взаимодействия. Стандартная модель. Большой взрыв. Атомы водорода и легчайших элементов. Синтез элементов в звёздах. Взрывы сверхновых звёзд и нейтронные звёзды.

**Тема 6. Синтез новых сверхтяжёлых элементов**

Трансурановые и трансфермиевые элементы. «Остров стабильности» и синтез новых сверхтяжёлых элементов. Лаборатория ядерных реакций имени академика Г. Н. Флёрова. Модель циклотрона и детектора для регистрации сверхтяжёлых элементов. Как регистрируют сверхтяжёлые элементы.

**Тема 7. Радиация и жизнь**

Космическая радиация. Влияние радиации и способы защиты от неё.

**Тема 8. Использование ядерных технологий**

Атомная энергетика. Ядерная медицина. Ядерные технологии в промышленности. Радиоуглеродное датирование. Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества. Ядерные реакторы. Природные ядерные реакторы. *Решение качественных и расчётных задач. Интерактивная модель ядерного реактора.*

**Тема 9. Глобальные источники энергии**

Энергетика в жизни человека. Источники энергии. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии.

**Тема 10. Ускорители и коллайдеры**

Принципы работы линейных и циклических ускорителей. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном поле. Большой адронный коллайдер (LHC) в Европе и коллайдер релятивистских ядер (RHIC). Модель ускорительного комплекса НИКА — российского коллайдера тяжёлых ионов.

**Тема 11. Виртуальныеисследовательский практикум по ядерной физике**

1. **Тематическое планирование**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ урока** | **Тема** | **Основное содержание** | **Количество часов** | **Форма деятельности** | **Виды контроля** |
|  | **Введение (1 ч)** | | | | | |
| 1 | Великие открытия  конца XIX — начала XX в. | Излучение абсолютно чёрного тела и квантовая гипотеза Планка, открытие Дж. Дж. Томсоном электрона.Открытие рентгеновского излучения.Открытие А. А. Беккерелем радиоактивности. Опыты Пьера и Марии Кюри. Эксперимент Э. Резерфорда по открытию планетарной модели атомного ядра. Квантование энергии и модель Н. Бора. Последствия этих открытий для создания квантовой механики и ядерной физики как основы технического прогресса человечества в XX и XXI вв., создания картины микро- и макрокосмоса на основе Стандартной модели | 1 | Раскрывать на примерах роль ядерной физики в формировании современной научной картины мира и в практической деятельности человека, взаимосвязь между физикой и другими естественными науками;  объяснять и анализировать роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологии, в практической деятельности людей;  характеризовать взаимосвязь между физикой и другими естественными науками;  Определять источники теплового излучения. Обосновывать экспериментальные законы теплового излучения на основе гипотезы Планка.  Находить в Интернете и дополнительной литературе сведения на заданную тему, в том числе обистории открытий. |  |
|  | **Тема 1. Квантовый мир атомов и молекул (2 ч)** | | | | | |
| 2, 3 | Основные принципы квантовой механики | Модель атома Бора и линейчатые спектры. Квантование энергии. Волны материи Луи де-Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов на кристаллах. Уравнение Шредингера. Волновая функция и её вероятностная интерпретация. Квантовый эффект туннелирования. Квантование углового момента. Спин электрона. Принцип запрета Паули. Электронные оболочки атомов и Периодический закон Менделеева. Молекулы. Спектры атомов и молекул | 2 | Формулировать квантовые постулаты Бора.  Анализировать преимущества и сложности модели  атома Бора.  Выполнять расчёты с использованием постулатов  Бора  понимать и объяснять целостность физической теории, различать границы её применимости и место в ряду других физических теорий;  Объяснять физический смысл корпускулярно-волнового дуализма свойств света.  Находить в Интернете и дополнительной литературе сведения на заданную тему. Воспринимать, анализировать,  перерабатывать и предъявлять информацию в соответствии с поставленными задачами.  Участвовать в обсуждении современных взглядов  на природу света.  Относиться с уважением к учёным и их открытиям.  Выделять роль российских учёных в исследовании  свойств света.  Излагать суть гипотезы де Бройля.  Объяснять принцип неопределённости Гейзенберга, его роль в построении квантовой механики.  Объяснять физический смысл принципа корпускулярно-волнового дуализма свойств вещества  (материи). | Сообщение на тему: «Создание квантовой механики и ядерной физики как основы технического прогресса человечества в XX и XXI вв»  Тест «Строение атома. Квантовые постулаты Бора» |
|  | **Тема 2. Атомные ядра и радиоактивность (3 ч)** | | | | | |
| 4 | Основные свойства  атомных ядер | Основные свойства атомных ядер: состав, размер, форма, заряд, масса ядра, энергия связи. Изотопы. Границы стабильности атомных ядер.  Спин протона и нейтрона. Угловой момент ядра | 1 | Объяснять суть периодического закона Менделеева.  Находить в Интернете и дополнительной литературе сведения об истории открытий.  Описывать опыты Резерфорда.  Сравнивать и анализировать модели атома Томсона и Резерфорда. | Тест «Спектры и спектральные аппараты» |
| 5 | Ядерные модели | Ядерные силы. Классическая протон-нейтронная модель ядра. Ядерные модели: ферми-газ, капельная, оболочечная и обобщённая модель ядра.  Короткодействующие нуклонныекорреляции в ядрах и кумулятивный ядерный эффект | 1 | Объяснять закономерности и правила застройки  электронных оболочек атомов.  Находить, воспринимать, анализировать, перерабатывать и предъявлять информацию в соответствии  с поставленными задачами | Самостоятельная работа «Ядерные модели» |
| 6 | Радиоактивность.  Виды радиоактивности | Радиоактивность. Виды радиоактивности: a-, b-, γ-распад, спонтанное деление.  Границы стабильности атомных ядер.  Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Активность радиоактивного источника.  *Качественные и расчётные задачи.*  *Математический практикум*  *«Статистический характер радио-*  *активного распада»* | 1 | Описывать явление радиоактивности.  Находить в Интернете и дополнительной литературе сведения об истории открытий.  Выделять роль российских учёных в создании лазеров.  Относиться с уважением к учёным и их открытиям | Тест «Строение атомного ядра» |
| **Тема 3. Взаимосвязь массы и энергии (3 часа)** | | | | | | |
| 7 | Взаимосвязь массы и энергии | Формула Эйнштейна. Энергия связи. Удельная энергия связи | 1 | Решать задачи о переходе массы в энергию | Самостоятельная работа «Взаимосвязь массы и энергии» |
| 8, 9 | Деление и синтез | Деление ядер. Ядерный синтез. Термоядерные реакции | 2 | Решать задачи выход ядерной реакции. Называть примеры практического использования ядерной энергии | Самостоятельная работа «Деление ядер» |
|  | **Тема 4. Ядерные реакции (3 ч)** | | | | | |
| 10 | Ядерные реакции | Ядерные превращения в экспериментах Резерфорда. Открытие протона и нейтрона. Форма записи ядерных реакций. Законы сохранения в ядерных реакциях. Реакции деления ядер. Цепная ядерная реакция. Термоядерные реакции | 1 | Перечислять и описывать характеристики и параметры атомных ядер.  Описывать протонно-нейтронную модель ядра.  Сравнивать свойства протона и нейтрона.  Объяснять значения массовых чисел разных элементов.  Определять состав ядер различных элементов с  помощью таблицы Менделеева.  Оценивать значение силы электрического отталкивания протонов в ядре.  Сравнивать силу электрического отталкивания  протонов и силу связи нуклонов в ядре. | Тест «Виды радиоактивного распада» |
| 11, 12 | Примеры ядерных  реакций | Виды ядерных реакций. Характеристики ядерной реакции. Подпороговые реакции. Рождение антипротонов. Изучение структуры протонов и ядер в пучках электронов.  *Качественные и расчётные задачи* | 2 | Находить в Интернете и дополнительной литературе сведения об истории открытий.  Выделять роль российских учёных в создании лазеров.  Относиться с уважением к учёным и их открытиям | Сообщение «Приборы для изучения ядерных реакций» |
|  | **Тема 5. Происхождение элементов во Вселенной (3 ч)** | | | | | |
| 13 | От большого взрыва  до атома водорода | Фундаментальные взаимодействия.  Стандартная модель. Большой взрыв.  Атомы водорода и легчайших элементов | 1 | Находить в Интернете и дополнительной литературе сведения о развитии представлений о строении Вселенной и основных моделях мира.  Участвовать в обсуждении известных космических  исследований.  Участвовать в обсуждении применимости фундаментальных законов физики к космическим объектам и явлениям.  Записывать закон  Хаббла и использовать его при решении задач.  Приводить краткое описание теории Большого взрыва и теории расширяющейся Вселенной. Описывать и анализировать основные эпохи эволюции Вселенной и происходящие в них процессы. | Сообщение по теме «От большого взрыва  до атома водорода» |
| 14, 15 | Синтез элементов в звёздах | Синтез элементов в звёздах. Взрывы сверхновых звёзд и нейтронные звёзды | 2 | Перечислять основные физические характеристики  звёзд.  Различать видимую и абсолютную звёздные величины.  Объяснять принцип классификации звёзд.  Описывать эволюцию звёзд от рождения до  смерти.  Называть примерный возраст Вселенной.  Объяснять «красное смещение».  Использовать Интернет для поиска изображений  космических объектов и информации об их особенностях. | Сообщения «Происхождение элементов тяжелее железа» |
|  | **Тема 6. Синтез новых сверхтяжёлых элементов (1 ч)** | | | | | |
| 16 | Синтез новых  сверхтяжёлых элементов | Трансурановые и трансфермиевыеэлементы. «Остров стабильности» и синтез новых сверхтяжёлых элементов. Лаборатория ядерных реакций имени академика Г. Н. Флёрова. Модель циклотрона и детектора для регистрации сверхтяжёлых элементов. Как регистрируют сверхтяжёлые элементы | 1 | Находить в Интернете и дополнительной литературе сведения об истории открытий.  Выделять роль российских учёных в создании лазеров.  Относиться с уважением к учёным и их открытиям | Сообщение «Опыты по поиску «острова стабильности»» |
| **Резерв (1 час)** | | | | | | |
| **Тема 7. Радиация и жизнь (2 ч)** | | | | | | |
| 1, 2 | Радиация и жизнь | Космическая радиация. Влияние радиации и способы защиты от неё. | 2 | Пояснять причины возникновения космической радиации. Описывать как влияет радиация на живые организмы, называть способы защиты от радиации | Сообщения по теме |
| **Тема 8. Использование ядерных технологий (4 часа)** | | | | | | |
| 3 | Атомная энергетика | Принцип работы атомных электростанций. Обогащение урана. Радиоактивные отходы. Природный ядерный реактор | 1 | Описывать принципы работы ядерных реакторов  на медленных и быстрых нейтронах.  Обосновывать преимущества и недостатки ядерной энергетики.  Анализировать опасность ядерных излучений для живых организмов.  Описывать устройство атомной электростанции.  Находить в Интернете и дополнительной литературе сведения об истории развития атомной энергетики.  Сравнивать ядерные и термоядерные реакции.  Описывать принципы и перспективы использования термоядерной энергии решать практико-ориентированные качественные и расчётные физические задачи с опорой как на известные физические законы, закономерности и модели, так и на тексты с избыточной информацией;  объяснять принципы работы и характеристики изученных машин, приборов и технических устройств | Тест «Ядерная энергия и её применение» |
| 4 | Ядерная медицина | Радиология. Радиоизотопная диагностика. Радиотерапия. Протонная и углеродная терапия. Гамма – нож. | 1 | Давать определение понятия радиоактивный изотоп, радиоизотопная диагностика, перечислять методы ядерной медицины | Сообщения по теме |
| 5, 6 | Ядерные технологии в промышленности | Гамма – дефектоскопия. Радиоизотопный источник энергии. Радиоуглеродное датирование. | 2 | Называть виды ядерных реакций, давать определение понятия поглощённая доза энергии | Самостоятельная работа «Радиоуглеродное датирование» |
| **Тема 9. Глобальные источники энергии (2 часа)** | | | | | | |
| 7, 8 | Глобальные источники энергии | Энергия в жизни человека. Источники энергии на Земле и их сравнительный анализ. | 2 | Иметь представление о масштабах потребления энергии человечеством, называть и сравнивать источники энергии на Земле | Сообщения по теме |
| **Тема 10. Ускорители и коллайдеры (2 часа)** | | | | | | |
| 9 | Ускорители, принципы их работы | Принципы работы линейных и циклических ускорителей. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях. В. И. Векслер: принцип автофазировки. А. М. Будкер: идея электронного охлажденияи первые встречные кольца | 1 | объяснять принципы работы и характеристики изученных машин, приборов и технических устройств | Сообщение «Коллайдеры и загадки Вселенной» |
| 10 | Современные коллайдеры протонов и ядер | Большой адронный коллайдер (LHC) в Европе и коллайдер релятивистских ядер (RHIC). Модель ускорительного комплекса НИКА — российского коллайдера тяжёлых ионов | 1 | объяснять принципы работы и характеристики изученных машин, приборов и технических устройств | Сообщение на тему «Ускорители заряженных частиц» |
| **Тема 11. Виртуальный исследовательский практикум по ядерной физике (5 часов)** | | | | | | |
| 11 | Виртуальная лабораторная работа «Основы измерений в ядерной физике» | Обработка полученных результатов и  оформление работы | 1 | использовать методы математического моделирования, в том числе простейшие статистические методы, для обработки результатов эксперимента. | Отчёт по лабораторной работе |
| 12 | Виртуальная лабораторная работа «Взаимодействие заряженных частиц с веществом» | Обработка полученных результатов и  оформление работы | 1 | использовать методы математического моделирования, в том числе простейшие статистические методы, для обработки результатов эксперимента. | Отчёт по лабораторной работе |
| 13 | Виртуальная лабораторная работа «Взаимодействие гамма – квантов с веществом» | Обработка полученных результатов и  оформление работы | 1 | использовать методы математического моделирования, в том числе простейшие статистические методы, для обработки результатов эксперимента. | Отчёт по лабораторной работе |
| 14 | Виртуальная лабораторная работа «Характеристическое рентгеновское излучение. Закон Мозли» | Обработка полученных результатов и  оформление работы | 1 | использовать методы математического моделирования, в том числе простейшие статистические методы, для обработки результатов эксперимента. | Отчёт по лабораторной работе |
| 15 | Виртуальная лабораторная работа «Исследование процесса спонтанного деления калифорния – 252 с помощью двухплечевого времяпролётного спектрометра» | Обработка полученных результатов и  оформление работы | 1 | использовать методы математического моделирования, в том числе простейшие статистические методы, для обработки результатов эксперимента. | Отчёт по лабораторной работе |
|  |  |  |  |  |  |
| **Резерв (3 часа)** | | | | | | |

***Приложение***

**Критерии оценки предметных результатов**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Объект оценки*** | ***Отметка «5»*** | ***Отметка «4»*** | ***Отметка «3»*** | ***Отметка «2»*** | ***Отметка «1»*** |
| *Оценка устного ответа* | Ответ полный, правильный на основании изученных теорий, материал изложен в логической последовательности | Ответ полный и правильный на основании изученных теорий, присутствует логика изложения, но допущены 2-3 ошибки. | Ответ полный, но при этом допущена существенная ошибка или ответ неполный, несвязный. | При ответе обнаружено непонимание учащимися основного содержания материала или допущены существенные ошибки. | Отсутствие ответа. |
| *Оценка экспериментальных умений* | Эксперимент выполнен полностью, правильно, с учетом ТБ и правил работы с веществами и оборудованием. | Работа выполнена правильно, но при этом эксперимент проведен не полностью или допущены несущественные ошибки | Допущены существенные ошибки в ходе эксперимента, в соблюдении правил ТБ. | Допущены существенные ошибки в ходе эксперимента, в соблюдении ТБ при работе с веществами и оборудованием, которые учащийся не может исправить. | Работа не выполнена, отсутствие экспериментальных умений |
| *Оценка умений решать расчетные задачи* | Задача решена рациональном способом, в логическом рассуждении и решении нет ошибок. | Задача решена нерациональным способом, допущено не более 2-х несущественных ошибок. | Допущена существенная ошибка в математических расчетах, логика рассуждений присутствует. | Имеются существенные ошибки в логическом рассуждении и в решении. | Отсутствие ответа на задание. |
| *Оценка письменных (проверочных, тестовых) работ* | Ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов. | Ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. | Ставится, если ученик правильно выполнил не более 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трех недочетов, при наличии четырех- пяти недочетов. | Ставится, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки три или неправильно выполнено менее 2/3 всей работы. | Ставится, если ученик совсем не выполнил ни одного задания. |
| *Оценка практических и лабораторных работ* | Ставится, если учащийся выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений. Самостоятельно и рационально монтирует необходимое оборудование; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдает требования правил охраны труда; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ погрешностей. | Ставится, если выполнены требования к оценке 5, но было допущено 2- 3 недочета, не более одной негрубой ошибки и одного недочета. | Ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; если в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки. | Ставится, если работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов; если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно. | Ставится, если учащийся совсем не выполнил работу. |

# Методическое обеспечение курса:

# <http://teachmen.ru/work/virt_lab.html> (Виртуальная лаборатория по физике)

# <https://freesoft.ru/windows/virtualnaya_laboratoriya_po_fizike_dlya_shkolnikov> (Виртуальная лаборатория по физике для школьников)

# <http://edu.jinr.ru/nucl-phys-for-school/vl1> (виртуальная лабораторная работа с осциллографом и генератором сигналов)

# <http://edu.jinr.ru/nucl-phys-for-school/vl3> (виртуальная лабораторная работа измерению спектра аль - частиц)

# <http://edu.jinr.ru/nucl-phys-for-school/vl4> (виртуальная лабораторная работа по измерению спектров гамма - квантов)

# <http://edu.jinr.ru/nucl-phys-for-school/vl5> (виртуальная лабораторная работа по измерению заряда ядра)

# <http://edu.jinr.ru/nucl-phys-for-school/vl6> (виртуальная лабораторная работа по исследованию процесса спонтанного деления калифорния – 252 с помощью двухплечевого времяпролётного спектрометра)

# DVD диск «Энциклопедия атома»