

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Средняя общеобразовательная школа № 3» п. Чернянка Белгородской области

Выписка из основной образовательной программы среднего общего образования

Рабочая программа элективного курса «Ядерная физика»
уровня среднего общего образования
10-11 классы

2023 год

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Рабочая программа элективного курса «Ядерная физика» предметной области «Естественные науки» составлена на основе требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования, предъявленных в Федеральном государственном образовательном стандарте среднего общего образования (Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.05.2012 г. № 413 с изменениями и дополнениями Приказа Минпросвещения России от 12.08.2022г № 732)

Рабочая программа элективного курса «Ядерная физика» составлена в соответствии с Положением о рабочей программе МБОУ «СОШ № 3» п. Чернянка на основе программы «Ядерная физика» автора Ю. А. Панебратцев (Сборник примерных рабочих программ. Элективные курсы для профильной школы: учеб. пособие для общеобразоват. организаций / [Н. В. Антипова и др.]. — М.: Просвещение, 2019. — 187 с) и включает пояснительную записку, планируемые результаты освоения программы, содержание элективного курса, тематическое планирование с учетом рабочей программы воспитания.

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 и 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 и 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 и интегрирующую роль физики в системе естественных наук.

Учебно-методический комплект

1. Ядерная физика. 10 – 11 классы: учеб. пособие для общеобразоват. организаций / Н. И. Воронцова и др.; под ред. Ю. А. Панебратцева, Г. В. Тихомирова. – М.: Просвещение, 2019. – 159с.: ил. – (Профильная школа)
2. Сборник примерных рабочих программ. Элективные курсы для профильной школы : учеб. пособие для общеобразоват. организаций / [Н. В. Антипова и др.]. — М. : Просвещение, 2019. — 187 с.

Количество часов

На изучение элективного курса отводится 68 часов: 10 класс – 34 часа (1 раз в неделю), 11 класс – 34 часа (1 час в неделю).

РАЗДЕЛ 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА

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 учебноисследовательской 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.

РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕКТИВНОГО 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. Главная формула XX в.: $E_0 = mc^2$.

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 Л. де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов на кристаллах. Фотоэффект и эффект Комптона.

Принцип неопределённости Гейзенберга. 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

Тема 2. Масса и энергия в релятивистской теории

Основные постулаты специальной теории относительности. Преобразования Галилея и Лоренца. Инвариантность интервала.

Масса в классической механике и теории относительности. Преобразования Лоренца для импульса и энергии. Масса — релятивистский инвариант. Связь энергии и массы покоя $E_0 = mc^2$. Примеры перехода массы в энергию и энергии в массу. Дефект массы и энергия связи ядер.

Массы и энергия составных систем. Релятивистская кинематика и законы сохранения энергии и импульса.

Тема 3. 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. Угловой момент ядра.

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: α -, β -, γ -распад, спонтанное деление. Границы стабильности атомных ядер. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Активность радиоактивного источника.

Качественные и расчётные задачи.

Математический практикум «Статистический характер радиоактивного распада».

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. Флёрва. Модель циклотрона и детектора для регистрации сверхтяжёлых элементов. Как регистрируют сверхтяжёлые элементы.

Тема 7. Ускорители и коллайдеры

Принципы работы линейных и циклических ускорителей. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном поле. В. И. Векслер: принцип автофазировки. А. М. Будкер: идея электронного охлаждения и первые встречные кольца. Большой адронный коллайдер (LHC) в Европе и коллайдер релятивистских ядер (RHIC). Модель ускорительного комплекса НИКА — российского коллайдера тяжёлых ионов.

Тема 8. Исследование столкновений релятивистских ядер

Что происходит при столкновениях релятивистских ядер. Детекторы для регистрации продуктов ядерных реакций. Основные характеристики

реакций. Триггер для отбора событий. Время - проекционная камера. Электромагнитный калориметр, силиконовые детекторы для определения вершины взаимодействия.

Тема 9. Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества

Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества. Ядерные реакторы. Природные ядерные реакторы.

Решение качественных и расчётных задач.

Интерактивная модель ядерного реактора.

Тема 10. Ядерная физика и медицина

Ядерная физика и медицина. Модель ускорительного комплекса для протонной радиотерапии.

Тема 11. Ядерная физика с нейтронами

Ядерные исследования с нейтронами. Свойства нейтронных пучков.

Модель исследовательского импульсного реактора на быстрых нейтронах ИБР-2. Применение нейтронного активационного анализа в экологии.

Ядерная планетология. Поиск воды на Марсе при помощи источника нейтронов.

Тема 12. Радиобиология

Что изучает радиобиология. Состав космического излучения и его воздействие на живые организмы. Пилотируемые полёты в космос и радиационные риски. Астробиология.

Моделирование радиационных повреждений клеток в среде GEANT.

Тема 13. Взаимодействие излучения с веществом

Взаимодействие заряженных частиц, фотонов и электронов с веществом.

Тема 14. Детекторы заряженных частиц и гамма-квантов

Различные типы детекторов: газовый, фотоэмульсии, пузырьковая камера, сцинтилляционный, полупроводниковый, детектор на основе микроканальных пластин.

Съём сигнала с детектора. Энергетические и времяпролётные спектры. Современные методы съёма и оцифровки информации.

Тема 15. Виртуальная лаборатория «Основы измерения сигналов с детекторов» (2/4 ч)

Тема 16. Виртуальная лаборатория «Сцинтилляционный телескоп для изучения космических лучей» (2/4 ч)

Тема 17. Виртуальная лаборатория гамма-спектроскопии (2/4 ч)

Тема 18. Виртуальная лаборатория спонтанного деления ядер (2/4 ч)

Тема 19. Математический практикум по обработке результатов измерений в среде ROOT (2/4 ч)

Тема 20. Математический практикум по моделированию радиационных повреждений клетки в среде GEANT (2/4 ч)

РАЗДЕЛ 3. ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

<i>Наименование раздела, тема</i>	<i>Количество часов</i>	<i>Характеристика основных видов деятельности учащихся</i>	<i>Деятельность в соответствии с рабочей программой воспитания</i>
Введение	2	<p>Излучение</p> <ul style="list-style-type: none"> - абсолютно чёрного тела и квантовой гипотезы Планка, - открытия Дж. Дж. Томсоном электрона; - открытие рентгеновского излучения. <p>Открытие А. А. Беккерелем радиоактивности. Опыты Пьера и Марии Кюри. Создание А. Эйнштейном специальной теории относительности. Взаимосвязь между массой и энергией. Главная формула XX в.: $E_0 = mc^2$.</p> <p>Эксперимент Э. Резерфорда по открытию планетарной модели атомного ядра. Квантование энергии и модель Н. Бора.</p> <p>Понимать 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</p>	<p>Уважать труд, результаты труда, трудовые и профессиональные достижения своих земляков, их вклад в развитие своего поселения, края, страны, трудовые достижения российского народа.</p> <p>Выражать осознанную готовность к получению профессионального образования, к непрерывному образованию в течение жизни как условию успешной профессиональной и общественной деятельности.</p> <p>Ориентироваться на осознанный выбор сферы трудовой, профессиональной деятельности в российском обществе с учётом личных жизненных планов, потребностей своей семьи, общества.</p>
Квантовый мир атомов и молекул	3	<p>Понимать и различать понятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Модель атома Бора и линейчатые спектры. - Квантование энергии. - Волны материи Л. де-Бройля и Корпускулярно-волновой дуализм - Дифракция электронов на кристаллах. Фотоэффект и эффект Комптона. <p>Применять принцип неопределённости Гейзенберга и уравнение Шредингера для объяснения физических процессов.</p> <p>Находить связь между волновой функцией и её</p>	<p>Развивать и применять навыки наблюдения, накопления и систематизации фактов, осмысления опыта в естественнонаучной и гуманитарной областях познания, исследовательской деятельности</p> <p>Понимать и деятельно выражать ценность межнационального, межрелигиозного согласия людей, народов в России, способный вести</p>

		<p>вероятностной интерпретацией, электронными оболочками атомов и периодический закон Менделеева.</p> <p>Описывать квантовый эффект туннелирования; Квантование углового момента; Спин электрона; Принцип запрета Паули. Молекулы. Спектры атомов и молекул</p>	<p>диалог с людьми разных национальностей, отношения к религии и религиозной принадлежности, находить общие цели и сотрудничать для их достижения.</p>
Масса и энергия в релятивистской теории	4	<p>Знать основные постулаты специальной теории относительности, преобразования Галилея и Лоренца, инвариантность интервала, массы в классической механике и теории относительности.</p> <p>Принимать важность преобразования Лоренца для импульса и энергии.</p> <p>Находить связь энергии и массы покоя $E_0 = mc^2$, дефект массы и энергию связи ядер, массу и энергию составных систем. Релятивистская кинематика и законы сохранения энергии и импульса.</p> <p>Приводить примеры физических процессов, перехода массы в энергию и энергии в массу.</p>	<p>Демонстрировать в поведении сформированность экологической культуры на основе понимания влияния социально-экономических процессов на природу, в том числе на глобальном уровне, ответственность за действия в природной среде.</p> <p>Применять знания естественных и социальных наук для разумного, бережливого природопользования в быту, общественном пространстве.</p>
Атомные ядра и радиоактивность	4	<p>Знать основные свойства атомных ядер: состав, размер, форма, заряд, масса ядра, энергия связи; спин протона и нейтрона; угловой момент ядра; ядерные силы; Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Активность радиоактивного источника.</p> <p>Уметь выявлять изотопы; границы стабильности атомных ядер; классическую протон-нейтронная модель ядра; ядерные модели: ферми-газ, капельная, оболочечная и обобщённая модель ядра.</p>	<p>Проявлять деятельное ценностное отношение к историческому и культурному наследию своего и других народов России, традициям, праздникам, памятникам народов, проживающих в родной стране — России.</p>
Ядерные реакции	4	<p>Понимать сущность ядерных превращений в экспериментах Резерфорда; открытия протона и нейтрона; рождения антипротонов; изучения структуры протонов и ядер в пучках электронов</p> <p>Различать реакции деления ядер: цепная ядерная реакция; термоядерные реакции; подпороговые реакции.</p>	

Происхождение элементов во Вселенной	4	Знать и понимать сущность понятий: фундаментальные взаимодействия; стандартная модель; большой взрыв; взрывы сверхновых звёзд и нейтронные звёзды; трансурановые и трансфермиевые элементы; «Остров стабильности» и синтез новых сверхтяжёлых элементов.	
Синтез новых сверхтяжёлых элементов	2	Находить отличия в строении атомов водорода и легчайших элементов Описывать синтез элементов в звёздах; модель циклотрона и детектора для регистрации сверхтяжёлых элементов; как регистрируют сверхтяжёлые элементы Ознакомиться с работой лаборатории ядерных реакций имени академика Г. Н. Флёрова.	
Ускорители и коллайдеры	2	Знать принципы работы линейных и циклических ускорителей; движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях; модель ускорительного комплекса НИКА — российского коллайдера тяжёлых ионов; детекторов для регистрации продуктов ядерных реакций; большого адронного коллайдера (LHC) в Европе и коллайдера релятивистских ядер (RHIC).	
Исследование столкновений релятивистских ядер	3	Отличать основные характеристики реакций; триггеры для отбора событий. Электромагнитный калориметр, кремниевые детекторы для определения вершины взаимодействия Ознакомиться с работами В. И. Векслер: принцип автофазировки; А. М. Будкер: идея электронного охлаждения и первые встречные кольца	
Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества	3	Выявлять связь ядерной энергетика и глобальные проблемы человечества. Распознавать ядерные реакторы и природные ядерные реакторы.	
Ядерная физика и медицина	3	Выявлять связь ядерной физики и медицины. Ознакомиться с современными моделями ускорительного	

		комплекса для протонной радиотерапии	
Ядерная физика с нейтронами	3	Знать методику и схемы описания ядерных исследований с нейтронами; свойств нейтронных пучков; применения нейтронного активационного анализа в экологии. Описывать модель исследовательского импульсного реактора на быстрых нейтронах ИБР-2. Оперировать понятием ядерная планетология. Понимать важность исследований по поиску воды на Марсе при помощи источника нейтронов	
Радиобиология	3	Понимать сущность понятий: радиобиология; состав космического излучения и его воздействие на живые организмы; астробиология. Выявлять связи между пилотируемыми полётами в космос и радиационными рисками. Ознакомиться с методикой моделирования радиационных повреждений клеток в среде GEANT	
Взаимодействие излучения с веществом	3	Изучить механизмы взаимодействия заряженных частиц, фотонов и электронов с веществом	
Детекторы заряженных частиц и гамма-квантов	3	Различать типы детекторов: газовый, фотоэмульсии, пузырьковая камера, сцинтилляционный, полупроводниковый, детектор на основе микроканальных пластин. Развивать представление о съёме сигнала с детектора; энергетических и время-пролётные спектрах; современных методах съёма и оцифровки информации	
Виртуальная лаборатория	22	Обрабатывать полученные результаты и оформлять работы Развивать коммуникативные навыки общения, навыки работы в группе, представления информации	