

Извлечение из организационного раздела ООП
СОО утвержденных приказом директора ГБОУ
СОШ № 3 города Похвистнево
№ 327-од от 31.08.2023 г.

Программа элективного курса «Ядерная физика »

Классы: 11.

Общее количество часов по учебному плану 34 ч.

Рассмотрена на заседании МО классных руководителей
Протокол № 1 от 28.08.2023г.

Разработано: учителем физики
Мастеровой М.В..

Проверено: заместителем директора по УВР
Хмелевой В.В.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Рабочая программа курса внеурочной деятельности «Ядерная физика» составлена в соответствии с Законом РФ от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», требованиями ФГОС общего образования, планом внеурочной деятельности ГБОУ СОШ № 3 города Похвистнево на 2023—2024 учебный год.

На изучение курса «ядерная физика» в плане внеурочной деятельности отведено 34 часов в год. Соответственно - 1 час в неделю.

Программа составлена на основе сборника примерных рабочих программ. Элективные курсы для профильной школы : учеб. пособие для общеобразоват. организаций / [Н. В. Антипова и др.]. — М. : Просвещение, 2019.

Автор: Ю. А. Панебратцев

Курс «Ядерная физика» предназначен учащимся старшей школы, выбравшим естественно-научный, физико-математический профили или проявившим повышенный интерес к изучению физики, химии, биологии, экологии. Данный курс интегрированный, он связан содержательно с курсом физики и математики основной школы. Изучение предлагаемого курса направлено на углубление и обобщение знаний школьников о современной картине мира, основанной на квантовой механике и специальной теории относительности. Предлагаемый 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. Значительная часть курса отведена практическим работам, большая часть которых имеет исследовательский характер.

Формами контроля за усвоением материала могут служить отчёты по практическим работам, самостоятельные творческие работы, тесты, итоговые учебно-исследовательские проекты. Итоговое занятие проходит в виде научно-практической конференции или круглого стола, на котором заслушиваются доклады учащихся по выбранной теме исследования, которые могут быть представлены в форме реферата или отчёта по исследовательской работе.

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.

Задачи курса:

- развитие естественно-научного мировоззрения учащихся;
- развитие приёмов умственной деятельности, познавательных интересов, склонностей и способностей учащихся;
- развитие мотивации учения, формирование потребности в получении
- новых 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.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ КУРСА

Изучение курса внеурочной деятельности «Физика» направлено на формирование личностных, метапредметных и предметных результатов обучения, соответствующих требованиям федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования:

Личностные результаты:

1. Воспитание российской гражданской идентичности: патриотизма, уважения к Отечеству, осознания вклада отечественных учёных в развитие мировой науки;
2. Ответственные отношения к учению, готовность и способность к самообразованию и саморазвитию на основе мотивации к обучению и познанию, развитие самостоятельности в приобретении и совершенствовании новых знаний;
3. Познавательные интересы, развитие интеллектуальных, творческих способностей, формирование осознанного выбора и построение дальнейшей индивидуальной траектории образования;
4. Формирование целостного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, убежденности в возможности познания природы, в необходимости разумного использования достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества, уважения к творцам науки и техники, отношения к физике как к элементу общечеловеческой культуры;
5. Умение контролировать процесс и результат учебной и исследовательской деятельности в процессе изучения законов природы;
6. Критичность мышления, инициатива, находчивость, активность при решении практических задач.

Метапредметные результаты:

1. Умение самостоятельно определять цели своего обучения, ставить и формулировать для себя новые задачи в учёбе, развивать мотивы и интересы своей познавательной деятельности;
2. Умение соотносить свои действия с планируемыми результатами, осуществлять контроль своей деятельности в процессе достижения результата, определять способы действий в рамках предложенных условий и требований, корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией;
3. Умение определять понятия, создавать обобщения, устанавливать аналогии, классифицировать, самостоятельно выбирать основания и критерии для классификации;
4. Устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умозаключение (индуктивное, дедуктивное и по аналогии) и делать выводы;
5. Развитие компетентности в области использования информационно-коммуникационных технологий.
6. Первоначальные представления об идеях и о методах физики как об универсальном инструменте науки и техники, о средстве моделирования явлений и процессов;
7. Умение видеть физическую задачу в контексте проблемной ситуации в других дисциплинах, в окружающей жизни;

8. Понимание сущности алгоритмических предписаний и умение действовать в соответствии с предложенным алгоритмом.

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 междисциплинарных 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.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Введение (1 ч)

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 (3 ч)

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 (2 ч)

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. 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 (3 ч)

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 (2 ч)

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 (2 ч)

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 (1 ч)

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. Ускорители и коллайдеры (2 ч)

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 (1 ч)

Что происходит при столкновениях релятивистских ядер. Детекторы для регистрации продуктов ядерных реакций. Основные характеристики реакций. Триггер для отбора событий. Время-проекционная камера. Электромагнитный калориметр, кремниевые детекторы для определения вершины взаимодействия.

Тема 9. Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества (1 ч)

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 (1 ч)

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

Тема 11. Ядерная физика с нейтронами (1 ч)

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 (1 ч)

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 (1 ч)

Взаимодействие заряженных частиц, фотонов и электронов с веществом.

Тема 14. Детекторы заряженных частиц и гамма-квантов (1 ч)

Различные типы детекторов: газовый, фотоэмульсии, пузырьковая камера, сцинтилляционный, полупроводниковый, детектор на основе микроканальных пластин. Съём сигнала с детектора. Энергетические и время-пролётные спектры. Современные методы съёма и оцифровки информации.

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

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

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

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

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

Тема 20. Математический практикум по моделированию радиационных повреждений клетки в среде GEANT (1 ч)

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№	Тема	Основное содержание	Количество часов
Введение 1ч			

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. 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.	1
Тема 1. Квантовый мир атомов и молекул 3ч			
2	Основные принципы квантовой механики	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.	1
3	Уравнение Шредингера. Понятие волновой функции. Квантовое туннелирование.	Уравнение Шредингера. Волновая функция и её вероятностная интерпретация. Квантовый эффект туннелирования.	1
4	Квантование углового момента. Спин электрона. Принцип Паули	Квантование углового момента. Спин электрона. Принцип запрета Паули. Электронные оболочки атомов и Периодический закон Менделеева. Молекулы. Спектры атомов и молекул	1
Тема 2. Масса и энергия в релятивистской теории 2ч			
5	Основные постулаты специальной теории относительности	Основные постулаты специальной теории относительности. Преобразование Галилея и Лоренца. Инвариантность интервала.	1
6	Масса, энергия, импульс в релятивистской физике.	Масса в классической механике и теории относительности. Преобразования Лоренца для импульса и энергии. Масса — релятивистский инвариант. Связь энергии и массы покоя. 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. Примеры физических процессов. Решение задач	1
Тема 3. Атомные ядра и радиоактивность 3ч			
7	Основные свойства атомных ядер	Основные свойства атомных ядер: состав, размер, форма, заряд, масса ядра, энергия связи. Изотопы. Границы стабильности	1

		атомных ядер. Спин протона и нейтрона. Угловой момент ядра	
8	Ядерные модели	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	1
9	Радиоактивность. Виды радиоактивности	Радиоактивность. Виды радиоактивности, спонтанное деление. Границы стабильности атомных ядер. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Активность радиоактивного источника. Качественные и расчётные задачи. Математический практикум «Статистический характер радиоактивного распада»	1
Тема 4. Ядерные реакции 2ч			
10	Ядерные реакций	Ядерные превращения в экспериментах Резерфорда. Открытие протона и нейтрона. Реакции деления ядер. Цепная ядерная реакция. Термоядерные реакции	1
11	Примеры ядерных реакций	Подпороговые реакции. Рождение антипротонов. Изучение структуры протонов и ядер в пучках электронов. Качественные и расчётные задачи	1
Тема 5. Происхождение элементов во Вселенной 2ч			
12	От большого взрыва до атома водорода	Фундаментальные взаимодействия. Стандартная модель. Большой взрыв. Атомы водорода и легчайших элементов	1
13	Синтез элементов в звёздах	Синтез элементов в звёздах. Взрывы сверхновых звёзд и нейтронные звёзды	1
Тема 6. Синтез новых сверхтяжёлых элементов 1ч			
14	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	1
Тема 7. Ускорители и коллайдеры 2ч			
15	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 охлаждения и первые встречные кольца.	1
16	Современные коллайдеры	Большой адронный коллайдер (LHC) в	1

	протонов и ядер	Европе и коллайдер релятивистских ядер (RHIC). Модель ускорительного комплекса НИКА — российского коллайдера тяжёлых ионов	
Тема 8. Исследование столкновений релятивистских ядер 1ч			
17	Столкновения ядер при высоких энергиях и их регистрация	Что происходит при столкновениях релятивистских ядер. Детекторы для регистрации продуктов ядерных реакций. Основные характеристики реакций. Триггер для отбора событий. Время-проекционная камера. Электромагнитный калориметр, кремниевые детекторы для определения вершины взаимодействия	1
Тема 9. Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества 1ч			
18	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.	1
Тема 10. Ядерная физика и медицина 1ч			
19	Ядерная физика и медицина	Ядерная физика и медицина. Модель ускорительного комплекса для протонной радиотерапии	1
Тема 11. Ядерная физика с нейтронами 1ч			
20	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	1
Тема 12. Радиобиология 1ч			
21	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	1
Тема 13. Взаимодействие излучения с веществом 1ч			
22	Взаимодействие заряженных частиц с веществом	Взаимодействие заряженных частиц, фотонов и электронов с веществом	1
Тема 14. Детекторы заряженных частиц и гамма-квантов (1 ч)			
23	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 время-пролётные	1

		спектры. Современные методы съёма и оцифровки информации.	
Тема 15. Виртуальная лаборатория «Основы измерения сигналов с детекторов» 2ч			
24	Проведение виртуальной лабораторной работы «Основы измерения сигналов с детекторов»	Обработка полученных результатов и оформление работы	2
Тема 16. Виртуальная лаборатория «Сцинтилляционный телескоп для изучения космических лучей» 2ч			
25	Проведение виртуальной лабораторной работы «Сцинтилляционный телескоп для изучения космических лучей»	Обработка полученных результатов и оформление работы	2
Тема 17. Виртуальная лаборатория гамма-спектроскопии 2ч			
26	Проведение виртуальной лабораторной работы «Гамма-спектроскопия»	Обработка полученных результатов и оформление работы	2
Тема 18. Виртуальная лаборатория спонтанного деления ядер 2ч			
27	Проведение виртуальной лабораторной работы «Спонтанное деление ядер»	Обработка полученных результатов и оформление работы	2
Тема 19. Математический практикум по обработке результатов измерений в среде ROOT 2ч			
28	Проведение математического практикума по обработке результатов измерений в среде ROOT	Обработка полученных результатов и оформление работы	2
Тема 20. Математический практикум по моделированию радиационных повреждений клетки в среде GEANT 2ч			
29	Проведение математического практикума по моделированию радиационных повреждений клетки в среде GEANT	Обработка полученных результатов и оформление работы	1