

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение средняя общеобразовательная школа №1 г. Ивделя

Утверждено приказом № \_\_\_\_  
от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года  
Директор МАОУ СОШ № 1 г.  
Ивделя  
\_\_\_\_\_ Погудина Ю. А.

**Ядерная физика**  
10 класс

## **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.

## Содержание 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.

### **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.

### **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.

### **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:  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -распад, спонтанное деление. Границы стабильности атомных ядер. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Активность радиоактивного источника.

### **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.

### **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.

### **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.

### **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.

### **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.

### **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.

### **Ядерная физика и медицина**

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

### **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.

### **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.

### **Взаимодействие излучения с веществом**

Взаимодействие заряженных частиц, фотонов и электронов с веществом.

### **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 спектры. Современные методы съёма и оцифровки информации.

Виртуальная лаборатория «Основы измерения сигналов с детекторов»

Виртуальная лаборатория «Сцинтилляционный телескоп для изучения космических лучей»

Виртуальная лаборатория гамма-спектроскопии

Виртуальная лаборатория спонтанного деления ядер

Математический практикум по обработке результатов измерений в среде ROOT

Математический практикум по моделированию радиационных повреждений клетки в среде GEANT

**Формами контроля** за усвоением материала: 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.

**Основные виды учебной деятельности:** лекционно-семинарские занятия, беседы, практические и лабораторные работы, исследовательские работы, конференции.

### Календарно –тематическое планирование 10 класс «Ядерная физика»

(34 ч, 1 час в неделю)

Преподавание ведётся по учебнику «Ядерная физика. 10-11 классы»/под ред. Панебратцева Ю.А. «Просвещение», 2021г.

№ урока	Тема урока	Количество часов	Дата
<b>Введение (1 ч.)</b>			
1.	Великие открытия конца XIX — начала XX в.	1	
<b>Квантовый мир атомов и молекул (3 ч.)</b>			
2.	Основные принципы квантовой механики.	1	
3.	Уравнение Шредингера. Понятие волновой функции. Квантовое тунеллирование	1	
4.	Квантование углового момента. Спин электрона. Принцип Паули	1	
<b>Масса и энергия в релятивистской теории (2 ч.)</b>			
5.	Основные постулаты специальной теории относительности	1	
6.	Масса, энергия, импульс в релятивистской физике	1	
<b>Атомные ядра и радиоактивность (3 ч.)</b>			
7.	Основные свойства атомных ядер	1	
8.	Ядерные модели	1	
9.	Радиоактивность. Виды радиоактивности	1	
<b>Ядерные реакции (2 ч.)</b>			
10.	Ядерные реакции	1	
11.	Примеры ядерных реакций	1	
<b>Происхождение элементов во Вселенной (2 ч.)</b>			
12.	От большого взрыва до атома водорода	1	

13.	Синтез элементов в звёздах	1	
<b>Синтез новых сверхтяжёлых элементов (1 ч.)</b>			
14.	Синтез новых сверхтяжёлых элементов	1	
<b>Ускорители и коллайдеры (2 ч.)</b>			
15.	Ускорители, принципы их работы	1	
16.	Современные коллайдеры протонов и ядер	1	
<b>Исследование столкновений релятивистских ядер (1 ч.)</b>			
17.	Столкновения ядер при высоких энергиях и их регистрация	1	
<b>Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества (1 ч.)</b>			
18.	Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества	1	
<b>Ядерная физика и медицина (1 ч.)</b>			
19.	Ядерная физика и медицина	1	
<b>Ядерная физика с нейтронами (1 ч.)</b>			
20.	Ядерная физика с нейтронами	1	
<b>Радиобиология (1 ч.)</b>			
21.	Радиобиология	1	
<b>Взаимодействие излучения с веществом (1 ч.)</b>			
22.	Взаимодействие заряженных частиц с веществом	1	
<b>Детекторы заряженных частиц и гамма-квантов (1 ч.)</b>			
23.	Детекторы заряженных частиц и гамма-квантов	1	
<b>Виртуальная лаборатория «Основы измерения сигналов с детекторов» (2 ч.)</b>			
24.	Проведение виртуальной лабораторной работы «Основы измерения сигналов с детекторов»	1	
25.	Проведение виртуальной лабораторной работы «Сцинтилляционный телескоп для изучения космических лучей»	1	
<b>Виртуальная лаборатория гамма-спектроскопии (2 ч.)</b>			
26.	Проведение виртуальной лабораторной работы «Гамма-спектроскопия»	1	
27.	Проведение виртуальной лабораторной работы «Гамма-спектроскопия»	1	
<b>Виртуальная лаборатория спонтанного деления ядер (2 ч.)</b>			
28.	Проведение виртуальной лабораторной работы «Спонтанное деление ядер»	1	
29.	Проведение виртуальной лабораторной работы «Спонтанное деление ядер»	1	
<b>Математический практикум по обработке результатов измерений в среде ROOT (2 ч.)</b>			

30.	Проведение математического практикума по обработке результатов измерений в среде ROOT	1	
31.	Проведение математического практикума по обработке результатов измерений в среде ROOT	1	
<b>Математический практикум по моделированию радиационных повреждений клетки в среде GEANT (3 ч.)</b>			
32.	Проведение математического практикума по моделированию радиационных повреждений клетки в среде GEANT	1	
33.	Проведение математического практикума по моделированию радиационных повреждений клетки в среде GEANT	1	
34.	Проведение математического практикума по моделированию радиационных повреждений клетки в среде GEANT	1	