

**ПРИНЯТА**  
Педагогическим советом АНО ОШ ЦПМ  
(протокол от 28 августа 2023 г. № 73)

**УТВЕРЖДЕНА**  
приказом директора АНО ОШ ЦПМ  
от 29 августа 2023 г. № 408

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**курса внеурочной деятельности «Физическая химия (2 часа)»**  
для обучающихся 11 класса

Москва, 2023 год

## Пояснительная записка

Рабочая программа по курсу дополнительного образования «**Физическая химия**» для обучающихся 11 класса (далее курс) разработана на основе Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования, представленных в Федеральном государственном образовательном стандарте среднего общего образования, с учётом «Концепции преподавания учебного предмета «Химия» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы» и основных положений федеральной программы воспитания.

Основу подходов к разработке программы по курсу, к определению общей стратегии обучения, воспитания и развития обучающихся средствами курса составили концептуальные положения ФГОС СОО о взаимообусловленности целей, содержания, результатов обучения и требований к уровню подготовки выпускников.

В соответствии с данными положениями программа по курсу:

устанавливает обязательное (инвариантное) предметное содержание, определяет количественные и качественные его характеристики на каждом этапе изучения предмета, предусматривает принципы структурирования содержания и распределения его по основным разделам и темам курса;

даёт примерное распределение учебных часов по тематическим разделам, рекомендует примерную последовательность изучения отдельных тем курса с учётом межпредметных и внутрипредметных связей, логики учебного процесса, возрастных особенностей обучающихся 10–11 классов;

даёт методическую интерпретацию целей изучения предмета на уровне современных приоритетов в системе среднего общего образования, содержательной характеристики планируемых результатов освоения основной образовательной программы среднего общего образования (личностных, метапредметных, предметных), основных видов учебно-познавательной деятельности ученика по освоению содержания предмета. По всем названным позициям в программе по химии соблюдена преемственность с федеральной рабочей программой основного общего образования по химии (для 8–9 классов образовательных организаций, базовый уровень)

Программа курса является ориентиром для составления рабочих программ, авторы которых могут предложить свой подход к структурированию и последовательности изучения учебного материала, а также своё видение относительно возможности выбора вариативной составляющей содержания предмета дополнительно к обязательной (инвариантной) части его содержания.

Химическое образование, получаемое выпускниками средней школы, является неотъемлемой частью их образованности. Оно служит завершающим этапом реализации на соответствующем ему базовом уровне ключевых ценностей, присущих целостной системе химического образования. Эти ценности касаются познания законов природы, формирования мировоззрения и общей культуры человека, а также экологически обоснованного отношения к своему здоровью и природной среде. Реализуется химическое образование обучающихся на уровне среднего общего образования средствами учебного предмета «Химия», содержание и построение которого определены в программе курса с учётом специфики науки химии, её значения в познании природы и в материальной жизни общества, а также с учётом общих целей и принципов, характеризующих современное состояние системы среднего общего

образования в Российской Федерации. Так, например, при формировании содержания предмета «Химия» учтены следующие положения о специфике и значении науки химии.

Химия как элемент системы естественных наук играет особую роль в современной цивилизации, в создании новой базы материальной культуры. Она вносит свой вклад в формирование рационального научного мышления, в создание целостного представления об окружающем мире как о единстве природы и человека, которое формируется в химии на основе понимания вещественного состава окружающего мира, осознания взаимосвязи между строением веществ, их свойствами и возможными областями применения.

Тесно взаимодействуя с другими естественными науками, химия стала неотъемлемой частью мировой культуры, необходимым условием успешного труда и жизни каждого члена общества. Современная химия как наука созидательная, как наука высоких технологий направлена на решение глобальных проблем устойчивого развития человечества – сырьевой, энергетической, пищевой, экологической безопасности и охраны здоровья.

В соответствии с общими целями и принципами среднего общего образования содержание курса ориентировано преимущественно на общекультурную подготовку обучающихся, необходимую им для выработки мировоззренческих ориентиров, успешного включения в жизнь социума, продолжения образования в различных областях, не связанных непосредственно с химией.

Единая система знаний о важнейших веществах, их составе, строении, свойствах и применении, а также о химических реакциях, их сущности и закономерностях протекания дополняется в курсах 10 и 11 классов элементами содержания, имеющими культурологический и прикладной характер. Эти знания способствуют пониманию взаимосвязи химии с другими науками, раскрывают её роль в познавательной и практической деятельности человека, способствуют воспитанию уважения к процессу творчества в области теории и практических приложений химии, помогают выпускнику ориентироваться в общественно и личностно значимых проблемах, связанных с химией, критически осмысливать информацию и применять её для пополнения знаний, решения интеллектуальных и экспериментальных исследовательских задач. В целом содержание учебного предмета «Химия» данного уровня изучения ориентировано на формирование у обучающихся мировоззренческой основы для понимания философских идей, таких как: материальное единство неорганического и органического мира, обусловленность свойств веществ их составом и строением, познаваемость природных явлений путём эксперимента и решения противоречий между новыми фактами и теоретическими предпосылками, осознание роли химии в решении экологических проблем, а также проблем сбережения энергетических ресурсов, сырья, создания новых технологий и материалов.

В плане решения задач воспитания, развития и социализации обучающихся принятые программой по химии подходы к определению содержания и построения предмета предусматривают формирование у обучающихся универсальных учебных действий, имеющих базовое значение для различных видов деятельности: решения проблем, поиска, анализа и обработки информации, необходимых для приобретения опыта практической и исследовательской деятельности, занимающей важное место в познании химии.

В практике преподавания химии как на уровне основного общего образования так и на уровне среднего общего образования, при определении содержательной характеристики целей изучения предмета направлением первостепенной значимости традиционно признаётся формирование основ химической науки как области современного естествознания, практической деятельности человека и как одного из компонентов мировой культуры. С

методической точки зрения такой подход к определению целей изучения предмета является вполне оправданным.

Согласно данной точке зрения главными целями изучения предмета «Химия» на уровне среднего общего образования на базовом уровне являются:

формирование системы химических знаний как важнейшей составляющей естественно-научной картины мира, в основе которой лежат ключевые понятия, фундаментальные законы и теории химии, освоение языка науки, усвоение и понимание сущности доступных обобщений мировоззренческого характера, ознакомление с историей их развития и становления;

формирование и развитие представлений о научных методах познания веществ и химических реакций, необходимых для приобретения умений ориентироваться в мире веществ и химических явлений, имеющих место в природе, в практической и повседневной жизни;

развитие умений и способов деятельности, связанных с наблюдением и объяснением химического эксперимента, соблюдением правил безопасного обращения с веществами.

Наряду с этим содержательная характеристика целей и задач изучения предмета в программе курса уточнена и скорректирована в соответствии с новыми приоритетами в системе общего среднего образования. Сегодня в преподавании химии в большей степени отдаётся предпочтение практической компоненте содержания обучения, ориентированной на подготовку выпускника школы, владеющего не набором знаний, а функциональной грамотностью, то есть способами и умениями активного получения знаний и применения их в реальной жизни для решения практических задач.

В этой связи при изучении предмета «Химия» доминирующее значение приобретают такие цели и задачи, как:

адаптация обучающихся к условиям динамично развивающегося мира, формирование интеллектуально развитой личности, готовой к самообразованию, сотрудничеству, самостоятельному принятию грамотных решений в конкретных жизненных ситуациях, связанных с веществами и их применением;

формирование у обучающихся ключевых навыков (ключевых компетенций), имеющих универсальное значение для различных видов деятельности: решения проблем, поиска, анализа и обработки информации, необходимых для приобретения опыта деятельности, которая занимает важное место в познании химии, а также для оценки с позиций экологической безопасности характера влияния веществ и химических процессов на организм человека и природную среду;

развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей обучающихся: способности самостоятельно приобретать новые знания по химии в соответствии с жизненными потребностями, использовать современные информационные технологии для поиска и анализа учебной и научно-популярной информации химического содержания;

формирование и развитие у обучающихся ассоциативного и логического мышления, наблюдательности, собранности, аккуратности, которые особенно необходимы, в частности, при планировании и проведении химического эксперимента;

воспитание у обучающихся убеждённости в гуманистической направленности химии, её важной роли в решении глобальных проблем рационального природопользования, пополнения энергетических ресурсов и сохранения природного равновесия, осознания необходимости бережного отношения к природе и своему здоровью, а также приобретения опыта использования полученных знаний для принятия грамотных решений в ситуациях,

связанных с химическими явлениями.

В структуре программы курса наряду с пояснительной запиской выделены следующие разделы: планируемые предметные результаты освоения курса, содержание учебного курса и его тематическое планирование.

### **Планируемые результаты освоения курса**

В результате изучения курса дополнительного образования «**Физическая химия**» в 11 классе: выпускник научится:

- раскрывать на примерах роль химии в формировании современной научной картины мира и в практической деятельности человека, взаимосвязь между химией и другими естественными науками;
- иллюстрировать на примерах становление и эволюцию органической химии как науки на различных исторических этапах ее развития;
- устанавливать причинно-следственные связи между строением атомов химических элементов и периодическим изменением свойств химических элементов и их соединений в соответствии с положением химических элементов в периодической системе;
- анализировать состав, строение и свойства веществ, применяя положения основных химических теорий: химического строения органических соединений А.М. Бутлерова, строения атома, химической связи, электролитической диссоциации кислот и оснований; устанавливать причинно-следственные связи между свойствами вещества и его составом и строением;
- применять правила систематической международной номенклатуры как средства различения и идентификации веществ по их составу и строению;
- составлять молекулярные и структурные формулы неорганических и органических веществ как носителей информации о строении вещества, его свойствах и принадлежности к определенному классу соединений;
- объяснять природу и способы образования химической связи: ковалентной (полярной, неполярной), ионной, металлической, водородной – с целью определения химической активности веществ;
- характеризовать физические свойства неорганических и органических веществ и устанавливать зависимость физических свойств веществ от типа кристаллической решетки;
- характеризовать закономерности в изменении химических свойств простых веществ, водородных соединений, высших оксидов и гидроксидов;
- приводить примеры химических реакций, раскрывающих характерные химические свойства неорганических и органических веществ изученных классов с целью их идентификации и объяснения области применения;
- определять механизм реакции в зависимости от условий проведения реакции и прогнозировать возможность протекания химических реакций на основе типа химической связи и активности реагентов;
- устанавливать зависимость реакционной способности органических соединений от характера взаимного влияния атомов в молекулах с целью прогнозирования продуктов реакции;
- устанавливать зависимость скорости химической реакции и смещения химического равновесия от различных факторов с целью определения оптимальных условий протекания химических процессов;

- устанавливать генетическую связь между классами неорганических и органических веществ для обоснования принципиальной возможности получения неорганических и органических соединений заданного состава и строения;
- подбирать реагенты, условия и определять продукты реакций, позволяющих реализовать лабораторные и промышленные способы получения важнейших неорганических и органических веществ;
- определять характер среды в результате гидролиза неорганических и органических веществ и приводить примеры гидролиза веществ в повседневной жизни человека, биологических обменных процессах и промышленности;
- приводить примеры окислительно-восстановительных реакций в природе, производственных процессах и жизнедеятельности организмов;
- обосновывать практическое использование неорганических и органических веществ и их реакций в промышленности и быту;
- выполнять химический эксперимент по распознаванию и получению неорганических и органических веществ, относящихся к различным классам соединений, в соответствии с правилами и приемами безопасной работы с химическими веществами и лабораторным оборудованием;
- проводить расчеты на основе химических формул и уравнений реакций: нахождение молекулярной формулы органического вещества по его плотности и массовым долям элементов, входящих в его состав, или по продуктам сгорания; расчеты массовой доли (массы) химического соединения в смеси; расчеты массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси); расчеты массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного; расчеты теплового эффекта реакции; расчеты объемных отношений газов при химических реакциях; расчеты массы (объема, количества вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определенной массовой долей растворенного вещества;
- использовать методы научного познания: анализ, синтез, моделирование химических процессов и явлений – при решении учебно-исследовательских задач по изучению свойств, способов получения и распознавания органических веществ;
- владеть правилами безопасного обращения с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии;
- осуществлять поиск химической информации по названиям, идентификаторам, структурным формулам веществ;
- критически оценивать и интерпретировать химическую информацию, содержащуюся в сообщениях средств массовой информации, ресурсах Интернета, научно-популярных статьях с точки зрения естественно-научной корректности в целях выявления ошибочных суждений и формирования собственной позиции;
- устанавливать взаимосвязи между фактами и теорией, причиной и следствием при анализе проблемных ситуаций и обосновании принимаемых решений на основе химических знаний;
- представлять пути решения глобальных проблем, стоящих перед человечеством, и перспективных направлений развития химических технологий, в том числе технологий современных материалов с различной функциональностью, возобновляемых источников сырья, переработки и утилизации промышленных и бытовых отходов;

выпускник получит возможность научиться:

- формулировать цель исследования, выдвигать и проверять экспериментально гипотезы о химических свойствах веществ на основе их состава и строения, их способности вступать в химические реакции, о характере и продуктах различных химических реакций;
- самостоятельно планировать и проводить химические эксперименты с соблюдением правил безопасной работы с веществами и лабораторным оборудованием;
- интерпретировать данные о составе и строении веществ, полученные с помощью современных физико-химических методов;
- описывать состояние электрона в атоме на основе современных квантово-механических представлений о строении атома для объяснения результатов спектрального анализа веществ;
- характеризовать роль азотосодержащих гетероциклических соединений и нуклеиновых кислот как важнейших биологически активных веществ;
- прогнозировать возможность протекания окислительно-восстановительных реакций, лежащих в основе природных и производственных процессов.

## **Содержание учебного курса**

### **Раздел 1. Статистическая термодинамика.**

Основная задача и идея статистической термодинамики. Распределение. Фазовое пространство. Энергетическая поверхность. Фазовый объём. Фазовая траектория. Статистический ансамбль. Функция распределения в фазовом пространстве. Постулаты классической статистической механики. Теорема Лиувилля. Типы статистических ансамблей. Распределение Максвелла по скоростям. Распределение Больцмана.

Формула Больцмана. Постоянная Больцмана. Статистическая сумма. Свойства статистической суммы. Связь статистической суммы с термодинамическими функциями.

Статистическая сумма идеального газа. Поступательная и внутренние суммы. Колебательная и вращательная суммы. Модели жёсткого ротатора и гармонического осциллятора. Электронные и ядерные суммы. Формула Закура-Тетроде. Статистическая сумма реального газа. Статистическая термодинамика адсорбции.

### **Раздел 2. Химическая кинетика.**

Основные понятия химической кинетики. Интермедиат. Элементарные и сложные реакции. Механизм химической реакции. Переходное состояние. Молекулярность элементарных реакций. Скорость химической реакции. Кинетические кривые. Закон действующих масс. Константа скорости. Порядок реакции. Кинетические уравнения. Принцип независимости химических реакций. Псевдопорядок реакции. Прямая и обратная задачи химической кинетики.

Кинетика реакций целого порядка. Реакции нулевого порядка. Реакции первого порядка. Время релаксации. Реакции второго порядка. Реакции  $n$ -ого порядка.

Влияние температуры на скорость химической реакции. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Принцип детального равновесия.

Кинетика сложных реакций. Обратимые реакции. Параллельные реакции. Лимитирующая стадия. Кинетический и термодинамический контроль. Последовательные

реакции. Индукционный период, переходное и вековое равновесие.

Приближенные методы химической кинетики. Квазистационарное и квазиравновесное приближение.

Катализ. Гомогенный и гетерогенный катализ. Автокатализ. Катализаторы и ингибиторы. Частота оборотов и число оборотов катализатора. Селективность катализатора. Устойчивость катализатора. Принцип структурного соответствия. Гомогенный катализ. Специфический кислотный и основной катализ. Общий кислотный и основной катализ. Ферментативный катализ. Уравнение Михаэлиса-Ментен, константа Михаэлиса. Ингибирование: конкурентное, неконкурентное, смешанное. Гетерогенный катализ.

Фотохимические реакции. Фотофизические процессы: колебательная релаксация, флуоресценция, конверсия, интеркомбинационная конверсия и фосфоресценция. Законы фотохимии. Квантовый выход. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность и пропускание. Уравнение Штерна-Фольмера. Время жизни возбуждённого состояния.

Теории химической кинетики. Теория активных столкновений. Сечение химической реакции. Уравнение Трауца-Льюиса. Частота столкновений. Стерический множитель. Схема Линдемана. Теория активированного комплекса. Поверхность потенциальной энергии (ППЭ). Координата реакции. Активированный комплекс. Истинная энергия активации.

### Тематическое планирование курса

Раздел / тема	Кол-во ак. часов	Рекомендуемый ЭОР
<b>Раздел 1. Статистическая термодинамика</b>	<b>25</b>	
<b>Тема 1.1.</b> Распределения. Фазовое пространство	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 1.2.</b> Статистические ансамбли. Общие свойства и основные типы	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 1.3.</b> Распределения Максвелла и Больцмана	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 1.4.</b> Формула Больцмана. Статистическая сумма и её свойства	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 1.5.</b> Связь статистической суммы с термодинамическими функциями	3	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 1.6.</b> Статистическая сумма идеального газа	3	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 1.7.</b> Расчёт констант равновесия для идеальных газов	3	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 1.8.</b> Статистическая термодинамика адсорбции	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Подготовка к контрольной работе.</b> Статистическая термодинамика	2	
<b>Контрольная работа 1.</b> Статистическая термодинамика	2	

<b>Анализ контрольной работы. Статистическая термодинамика</b>	2	
<b>Раздел 2. Химическая кинетика</b>	<b>33</b>	
<b>Тема 2.1.</b> Основные понятия химической кинетики	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 2.2.</b> Кинетика реакций целого порядка	3	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 2.3.</b> Влияние температуры на скорость химических реакций	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 2.4.</b> Кинетика сложных реакций. Обратимые реакции.	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 2.5.</b> Параллельные реакции. Кинетический и термодинамический контроль	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 2.6.</b> Последовательные реакции	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 2.7.</b> Приближенные методы химической кинетики	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 2.8.</b> Фотохимические реакции	4	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 2.9.</b> Катализ. Гомогенный катализ	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 2.10.</b> Ферментативный катализ. Гетерогенный катализ	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 2.11.</b> Теории химической кинетики. Теория активных столкновений	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 2.12.</b> Теория активированного комплекса	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Подготовка к контрольной работе. Химическая кинетика</b>	2	
<b>Контрольная работа 2. Химическая кинетика</b>	2	
<b>Анализ контрольной работы. Химическая кинетика</b>	2	
<b>Обобщение и повторение знаний. Решение заданий в формате ЕГЭ</b>	<b>10</b>	
<b>ВСЕГО</b>	<b>68</b>	