

**ПРИНЯТА**

Педагогическим советом АНО ОШ ЦПМ  
(протокол от 28 августа 2024 г. №99)

**УТВЕРЖДЕНА**

приказом директора АНО ОШ ЦПМ  
от 29 августа 2024 г. №677-ОД24

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**курса внеурочной деятельности «Физическая химия (4 часа)»  
для обучающихся 10 класса**

## Пояснительная записка

Рабочая программа по курсу дополнительного образования «**Физическая химия**» для обучающихся 10 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 лично 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

Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования устанавливает требования к результатам освоения обучающимися программ среднего общего образования (личностным, метапредметным и предметным). Научно-методической основой для разработки планируемых результатов освоения программ среднего общего образования является системно-деятельностный подход.

В соответствии с системно-деятельностным подходом в структуре личностных результатов освоения курса внеурочной деятельности «**Физическая химия**» на уровне среднего общего образования выделены следующие составляющие:

осознание обучающимися российской гражданской идентичности – готовности к саморазвитию, самостоятельности и самоопределению;

наличие мотивации к обучению;

целенаправленное развитие внутренних убеждений личности на основе ключевых ценностей и исторических традиций базовой науки химии;

готовность и способность обучающихся руководствоваться в своей деятельности ценностно-смысловыми установками, присущими целостной системе химического образования;

наличие правосознания экологической культуры и способности ставить цели и строить жизненные планы.

Личностные результаты освоения курса внеурочной деятельности «Физическая химия» достигаются в единстве учебной и воспитательной деятельности в соответствии с гуманистическими, социокультурными, духовно-нравственными ценностями и идеалами российского гражданского общества, принятыми в обществе нормами и правилами поведения, способствующими процессам самопознания, саморазвития и нравственного становления личности обучающихся.

Личностные результаты освоения курса внеурочной деятельности «Физическая химия» отражают сформированность опыта познавательной и практической деятельности обучающихся по реализации принятых в обществе ценностей, в том числе в части:

1) гражданского воспитания:

осознания обучающимися своих конституционных прав и обязанностей, уважения к закону и правопорядку;

представления о социальных нормах и правилах межличностных отношений в коллективе;

готовности к совместной творческой деятельности при создании учебных проектов, решении учебных и познавательных задач, выполнении химических экспериментов;

способности понимать и принимать мотивы, намерения, логику и аргументы других при анализе различных видов учебной деятельности;

2) патриотического воспитания:

ценностного отношения к историческому и научному наследию отечественной химии; уважения к процессу творчества в области теории и практического применения химии, осознания того, что достижения науки есть результат длительных наблюдений, кропотливых экспериментальных поисков, постоянного труда учёных и практиков;

интереса и познавательных мотивов в получении и последующем анализе информации о передовых достижениях современной отечественной химии;

3) духовно-нравственного воспитания:

нравственного сознания, этического поведения;

способности оценивать ситуации, связанные с химическими явлениями, и принимать

осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные нормы и ценности;

готовности оценивать своё поведение и поступки своих товарищей с позиций нравственных и правовых норм и осознание последствий этих поступков;

4) формирования культуры здоровья:

понимания ценностей здорового и безопасного образа жизни, необходимости ответственного отношения к собственному физическому и психическому здоровью;

соблюдения правил безопасного обращения с веществами в быту, повседневной жизни и в трудовой деятельности;

понимания ценности правил индивидуального и коллективного безопасного поведения в ситуациях, угрожающих здоровью и жизни людей;

осознания последствий и неприятия вредных привычек (употребления алкоголя, наркотиков, курения);

5) трудового воспитания:

коммуникативной компетентности в учебно-исследовательской деятельности, общественно полезной, творческой и других видах деятельности;

установки на активное участие в решении практических задач социальной направленности (в рамках своего класса, школы);

интереса к практическому изучению профессий различного рода, в том числе на основе применения предметных знаний по химии;

уважения к труду, людям труда и результатам трудовой деятельности;

готовности к осознанному выбору индивидуальной траектории образования, будущей профессии и реализации собственных жизненных планов с учётом личностных интересов, способностей к химии, интересов и потребностей общества;

6) экологического воспитания:

экологически целесообразного отношения к природе, как источнику существования жизни на Земле;

понимания глобального характера экологических проблем, влияния экономических процессов на состояние природной и социальной среды;

осознания необходимости использования достижений химии для решения вопросов рационального природопользования;

активного неприятия действий, приносящих вред окружающей природной среде, умения прогнозировать неблагоприятные экологические последствия предпринимаемых действий и предотвращать их;

наличия развитого экологического мышления, экологической культуры, опыта деятельности экологической направленности, умения руководствоваться ими в познавательной, коммуникативной и социальной практике, способности и умения активно противостоять идеологии хемофобии;

7) ценности научного познания:

сформированности мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики;

понимания специфики химии как науки, осознания её роли в формировании рационального научного мышления, создании целостного представления об окружающем мире как о единстве природы и человека, в познании природных закономерностей и решении проблем сохранения природного равновесия;

убеждённости в особой значимости химии для современной цивилизации: в её гуманистической направленности и важной роли в создании новой базы материальной культуры, решении глобальных проблем устойчивого развития человечества – сырьевой,

энергетической, пищевой и экологической безопасности, в развитии медицины, обеспечении условий успешного труда и экологически комфортной жизни каждого члена общества;

естественно-научной грамотности: понимания сущности методов познания, используемых в естественных науках, способности использовать получаемые знания для анализа и объяснения явлений окружающего мира и происходящих в нём изменений, умения делать обоснованные заключения на основе научных фактов и имеющихся данных с целью получения достоверных выводов;

способности самостоятельно использовать химические знания для решения проблем в реальных жизненных ситуациях;

интереса к познанию и исследовательской деятельности;

готовности и способности к непрерывному образованию и самообразованию, к активному получению новых знаний по химии в соответствии с жизненными потребностями;

интереса к особенностям труда в различных сферах профессиональной деятельности.

Метапредметные результаты освоения курса внеурочной деятельности «Физическая химия» на уровне среднего общего образования включают:

значимые для формирования мировоззрения обучающихся междисциплинарные (межпредметные) общенаучные понятия, отражающие целостность научной картины мира и специфику методов познания, используемых в естественных науках (материя, вещество, энергия, явление, процесс, система, научный факт, принцип, гипотеза, закономерность, закон, теория, исследование, наблюдение, измерение, эксперимент и другие);

универсальные учебные действия (познавательные, коммуникативные, регулятивные), обеспечивающие формирование функциональной грамотности и социальной компетенции обучающихся;

способность обучающихся использовать освоенные междисциплинарные, мировоззренческие знания и универсальные учебные действия в познавательной и социальной практике.

Метапредметные результаты отражают овладение универсальными учебными познавательными, коммуникативными и регулятивными действиями.

Овладение универсальными учебными познавательными действиями:

1) базовые логические действия:

самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, всесторонне её рассматривать;

определять цели деятельности, задавая параметры и критерии их достижения, соотносить результаты деятельности с поставленными целями;

использовать при освоении знаний приёмы логического мышления – выделять характерные признаки понятий и устанавливать их взаимосвязь, использовать соответствующие понятия для объяснения отдельных фактов и явлений;

выбирать основания и критерии для классификации веществ и химических реакций;

устанавливать причинно-следственные связи между изучаемыми явлениями;

строить логические рассуждения (индуктивные, дедуктивные, по аналогии), выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых явлениях, формулировать выводы и заключения;

применять в процессе познания, используемые в химии символические (знаковые) модели, преобразовывать модельные представления – химический знак (символ) элемента, химическая формула, уравнение химической реакции – при решении учебных познавательных и практических задач, применять названные модельные представления для выявления

характерных признаков изучаемых веществ и химических реакций.

2) базовые исследовательские действия:

владеть основами методов научного познания веществ и химических реакций;

формулировать цели и задачи исследования, использовать поставленные и самостоятельно сформулированные вопросы в качестве инструмента познания и основы для формирования гипотезы по проверке правильности высказываемых суждений;

владеть навыками самостоятельного планирования и проведения ученических экспериментов, совершенствовать умения наблюдать за ходом процесса, самостоятельно прогнозировать его результат, формулировать обобщения и выводы относительно достоверности результатов исследования, составлять обоснованный отчёт о проделанной работе;

приобретать опыт ученической исследовательской и проектной деятельности, проявлять способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания.

3) работа с информацией:

ориентироваться в различных источниках информации (научно-популярная литература химического содержания, справочные пособия, ресурсы Интернета), анализировать информацию различных видов и форм представления, критически оценивать её достоверность и непротиворечивость;

формулировать запросы и применять различные методы при поиске и отборе информации, необходимой для выполнения учебных задач определённого типа;

приобретать опыт использования информационно-коммуникативных технологий и различных поисковых систем;

самостоятельно выбирать оптимальную форму представления информации (схемы, графики, диаграммы, таблицы, рисунки и другие);

использовать научный язык в качестве средства при работе с химической информацией: применять межпредметные (физические и математические) знаки и символы, формулы, аббревиатуры, номенклатуру;

использовать и преобразовывать знаково-символические средства наглядности.

Овладение универсальными коммуникативными действиями:

задавать вопросы по существу обсуждаемой темы в ходе диалога и/или дискуссии, высказывать идеи, формулировать свои предложения относительно выполнения предложенной задачи;

выступать с презентацией результатов познавательной деятельности, полученных самостоятельно или совместно со сверстниками при выполнении химического эксперимента, практической работы по исследованию свойств изучаемых веществ, реализации учебного проекта и формулировать выводы по результатам проведённых исследований путём согласования позиций в ходе обсуждения и обмена мнениями.

Овладение универсальными регулятивными действиями:

самостоятельно планировать и осуществлять свою познавательную деятельность, определяя её цели и задачи, контролировать и по мере необходимости корректировать предлагаемый алгоритм действий при выполнении учебных и исследовательских задач, выбирать наиболее эффективный способ их решения с учётом получения новых знаний о веществах и химических реакциях;

осуществлять самоконтроль своей деятельности на основе самоанализа и самооценки.

Предметные результаты освоения программы среднего общего образования по химии на базовом уровне ориентированы на обеспечение преимущественно общеобразовательной и



общекультурной подготовки обучающихся. Они включают специфические для курса внеурочной деятельности «Физическая химия» научные знания, умения и способы действий по освоению, интерпретации и преобразованию знаний, виды деятельности по получению нового знания и применению знаний в различных учебных и реальных жизненных ситуациях, связанных с химией.

К концу обучения в 10 классе предметные результаты освоения курса внеурочной деятельности «Физическая химия» отражают способность:

- 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 различия 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. Основы химической термодинамики.**

Основные понятия термодинамики. Термодинамические системы и их виды. Термодинамические свойства. Составляющие и компоненты. Состояния системы. Термодинамические процессы. Термодинамические функции. Основной постулат термодинамики. Нулевой закон термодинамики.

Термические и калорические уравнения состояний. Уравнение состояния идеального газа. Двухпараметрические кубические уравнения состояний. Критическая точка и критические параметры. Вириальное уравнение состояния. Принцип соответственных состояний.

Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия системы. Работа. Уравнение адиабаты. Теплота. Энтальпия системы. Калорические коэффициенты. Взаимосвязь изохорной и изобарной теплоёмкости. Зависимость теплоёмкости от температуры, давления и объёма. Выбор стандартного состояния индивидуального вещества. Теплота химической реакции. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры и давления.

Формулировки второго закона термодинамики. Энтропия. Фундаментальные уравнения Гиббса. Характеристические уравнения и функции. Естественные переменные. Соотношения Максвелла. Уравнение Гиббса-Дюгема. Частные условия фазового равновесия. Частные условия химического равновесия. Расчёт энтропии для различных процессов. Третий закон термодинамики. Постулат Планка.

Термодинамические потенциалы. Энергия Гельмгольца и энергия Гиббса. Характеристичность термодинамических потенциалов. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Термодинамические потенциалы как критерии направленности процесса. Условия устойчивости. Расчёт изменения энергии Гиббса и энергии Гельмгольца для различных процессов.

### **Раздел 2. Приложения химической термодинамики.**

Термодинамика растворов неэлектролитов. Концентрация. Законы Дальтона и Амага. Парциальное давление. Закон Рауля. Закон Генри. Парциальные мольные свойства. Особенности парциальных величин. Способы расчёта парциальных мольных свойств. Химический потенциал. Интегральные свойства растворов. Выбор уровня отсчёта свойств раствора. Способы представления избыточной энергии Гиббса раствора. Методы определения

активностей и коэффициентов активности раствора. Условия термодинамической устойчивости раствора.

Фазовые равновесия в однокомпонентной системе. Правило фаз Гиббса. Расчёт фазовых равновесий в однокомпонентных системах. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Фазовые переходы.

Фазовые равновесия в двухкомпонентной системе. Диаграммы Розебома. Расчёт фазовых равновесий в двухкомпонентных системах. Системы эвтектического типа. Системы с неограниченной растворимостью в твёрдом и жидком состоянии. Системы с расщеплением твёрдого раствора. Системы с конгруэнтно плавящимся соединением. Равновесие жидкость-пар. Законы Коновалова. Уравнение Шредера. Осмос. Уравнение Вант-Гоффа. Эбуллиоскопия.

Химическое равновесие. Энергия Гиббса реакции. Уравнение изотермы химической реакции. Константа равновесия. Закон действующих масс. Зависимость константы равновесия от термодинамических переменных. Уравнения изобары и изохоры химической реакции. Принцип Ле Шателье-Брауна. Расчёты равновесного состава. Расчёт константы равновесия по справочным данным.

Расчёты равновесий при наличии дополнительных видов работы. Адсорбционные и электрохимические равновесия.

### Раздел 3. Электрохимия.

Термодинамика растворов электролитов. Степень диссоциации. Закон разведения Оствальда. Изотонический коэффициент Вант-Гоффа. Средние ионные активности и коэффициенты активности. Активность электролита. Ионная сила. Теория Дебая-Хюккеля. Предельный закон Дебая-Хюккеля. Второе и третье приближения теории Дебая-Хюккеля.

Электропроводность растворов электролитов. Удельная, молярная и эквивалентная электропроводности. Уравнение Аррениуса. Подвижность иона. Закон Кольрауша. Числа переноса. Теория Дебая-Хюккеля-Онсагера. Кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование.

Электрохимические цепи. Классификация цепей. ЭДС. Электродные потенциалы. Формула Нернста. Правило Лютера. Диаграммы Фроста и Латимера. Классификация электродов. Химические источники тока. Потенциометрия.

### Тематическое планирование курса

Раздел / тема	Кол-во ак. часов	Рекомендуемый ЭОР
<b>Раздел 1. Основы химической термодинамики</b>	<b>53</b>	
<b>Тема 1.1.</b> Основные понятия термодинамики	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> Уравнения состояния	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> Двухпараметрические кубические уравнения состояний	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> Принцип соответственных состояний	1	<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> Первый закон термодинамики	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> Работа. Расчёт работы для различных процессов	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 1.7.</b> Теплота. Калорические коэффициенты	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 1.8.</b> Зависимость теплоёмкости от температуры, давления и объёма	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 1.9.</b> Выбор стандартного состояния индивидуального вещества	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 1.10.</b> Теплота химической 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 1.11.</b> Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры и давления	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> Первый закон термодинамики. Термохимия	2	
<b>Контрольная работа 1.</b> Первый закон термодинамики. Термохимия	2	
<b>Анализ контрольной работы.</b> Первый закон термодинамики. Термохимия	2	
<b>Тема 1.12.</b> Второй закон термодинамики. Энтропия	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 1.13.</b> Частные условия равновесия	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 1.14.</b> Расчёт изменения энтропии для различных процессов	4	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 1.15.</b> Термодинамические потенциалы и их характеристичность	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 1.16.</b> Условия стабильности (устойчивости)	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 1.17.</b> Расчёт изменения энергии Гиббса и энергии Гельмгольца для различных процессов	4	<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> Второй закон термодинамики. Химические потенциалы	2	

<b>Контрольная работа 2.</b> Второй закон термодинамики. Химические потенциалы	2	
<b>Анализ контрольной работы.</b> Второй закон термодинамики. Химические потенциалы	2	
<b>Раздел 2. Приложения химической термодинамики</b>	<b>52</b>	
<b>Тема 2.1.</b> Термодинамика растворов неэлектролитов	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> Парциальные молярные свойства. Химический потенциал	4	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 2.3.</b> Интегральные свойства растворов	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> Методы определения активностей и коэффициентов активности раствора	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> Условия термодинамической устойчивости раствора	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> Фазовые равновесия в однокомпонентной системе	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> Правило фаз Гиббса	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> Расчёт фазовых равновесий в однокомпонентных системах	4	<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> Фазовые равновесия в однокомпонентных системах	2	
<b>Контрольная работа 3.</b> Фазовые равновесия в однокомпонентных системах	2	
<b>Анализ контрольной работы.</b> Фазовые равновесия в однокомпонентных системах	2	
<b>Тема 2.9.</b> Расчёт фазовых равновесий в двухкомпонентных системах	4	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 2.10.</b> Коллигативные свойства растворов	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> Химическое равновесие. Уравнение изотермы химической 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 2.12.</b> Константа равновесия. Зависимость константы равновесия от термодинамических переменных	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>

<b>Тема 2.13.</b> Расчёты равновесного состава	4	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 2.14.</b> Расчёт константы равновесия по справочным данным	4	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 2.15.</b> Адсорбционные равновесия и электрохимические равновесия	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> Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах. Химическое равновесие	2	
<b>Контрольная работа 4.</b> Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах. Химическое равновесие	2	
<b>Анализ контрольной работы.</b> Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах. Химическое равновесие	2	
<b>Раздел 3. Электрохимия</b>	<b>34</b>	
<b>Тема 3.1.</b> Термодинамика растворов электролитов	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 3.2.</b> Теория Дебая-Хюккеля	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 3.3.</b> Электропроводность растворов электролитов	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 3.4.</b> Подвижности ионов. Числа переноса	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 3.5.</b> Теория Дебая-Хюккеля-Онсагера	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 3.6.</b> Кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование	1	<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> Термодинамика и электропроводность растворов электролитов	2	
<b>Контрольная работа 5.</b> Термодинамика и электропроводность растворов электролитов	2	
<b>Анализ контрольной работы.</b> Термодинамика и электропроводность растворов электролитов	2	
<b>Тема 3.7.</b> Классификация электрохимических цепей	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 3.8.</b> Электродные потенциалы	4	<a href="https://lesson.academy-">https://lesson.academy-</a>

		<a href="https://content.myschool.edu.ru/04/11">content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 3.9.</b> Классификация электродов	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 3.10.</b> Химические источники тока	2	<a href="https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11">https://lesson.academy-content.myschool.edu.ru/04/11</a>
<b>Тема 3.11.</b> Потенциометрия	1	<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> Электрохимические цепи	2	
<b>Контрольная работа 6.</b> Электрохимические цепи	2	
<b>Анализ контрольной работы.</b> Электрохимические цепи	2	
<b>ВСЕГО</b>	<b>136</b>	