

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования
«Центр детского научного и инженерно-технического творчества»
города Невинномысска**

СОГЛАСОВАНО
Педагогическим советом
протокол №1
от «29» августа 2022 г.



УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора
А.А. Белицкая
«29» августа 2022 г.

**Дополнительная общеобразовательная программа
естественнонаучной направленности
ОЛИМПИАДНАЯ ХИМИЯ**

7-11 класс

Срок реализации программы 5 лет

Автор-составитель:

Воробьева О.В., канд. техн. наук, педагог
Данилова О.С., педагог
Липей Е.Л., педагоги
Суховеев К.М., педагог

Невинномысск, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка
2. Учебно-тематический план и содержание
3. Организационно-педагогические условия реализации программы
4. Список литературы
5. Формы контроля и оценочные материалы
6. Приложения

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная программа «Олимпиадная химия» естественнонаучной направленности (далее – программа) имеет углубленный уровень и предназначена для обучающихся/воспитанников 7-11 классов образовательных центров Фонда Андрея Мельниченко (далее – ОЦФ).

Программа ориентирована на формирование общей культуры и связана с мировоззренческими, воспитательными и развивающими задачами образования, задачами социализации, призвана способствовать:

- интеллектуальному развитию учащихся;
- формированию знаний и умений, необходимых в повседневной жизни;
- повышению мотивации учащихся в обучении химии;
- развитию познавательных интересов и способности самостоятельно добывать знания.

Программа «Олимпиадная химия» разработана для занятий с высокомотивированными, одаренными школьниками в контексте дополнительного образования, с использованием инновационных образовательных технологий, в том числе посредством участия в предметных олимпиадах.

Программа может быть реализована с помощью дистанционных технологий, технологий смешанного и модульного обучения.

Актуальность программы обусловлена требованиями современного общества к формированию системы работы с одаренными учащимися в условиях дополнительного образования.

Программа разработана на основе следующих документов:

- закон Российской Федерации «Об образовании» (Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ);
- приказ Министерства просвещения РФ от 9 ноября 2018 г. № 196 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- концепция развития дополнительного образования детей (Распоряжение Правительства РФ от 4 сентября 2014 г. №1726-р);
- постановление Главного государственного санитарного врача от 28.09.2020 г. № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;
- постановление Главного государственного санитарного врача от 28.01.2021 г. № 2 «Об утверждении санитарных правил СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

Педагогическая целесообразность программы заключается в обеспечении адаптации школьников к жизни в обществе, профессиональной ори-

ентации, а также в выявлении и поддержке учащихся, проявивших выдающиеся способности.

Новизна программы заключается в применении новых решений проблем дополнительного образования в работе с одаренными учащимися; в использовании рейтинговой системы оценки учащихся образовательных центров Фонда Андрея Мельниченко.

Основной **целью программы** является формирование умений и навыков, необходимых для выполнения олимпиадных заданий различного уровня сложности, в том числе заданий ВсОШ и других олимпиад и конкурсов (муниципальных, региональных, всероссийских и международных).

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- создать условия для подготовки учащихся к олимпиадам;
- сформировать навыки олимпиадного подхода к решению задач;
- способствовать развитию интеллектуальных и творческих способностей, логики и самостоятельности химического мышления учащихся;
- развить познавательные интересы и способности самостоятельно добывать знания;
- создать условия для овладения методами и приемами исследовательской деятельности.

Программа курса «Олимпиадная химия» составлена с учетом материалов муниципального, регионального, заключительного этапов различных олимпиад школьников по химии и включает разделы фундаментальной химии. Тематический план разделов составлен с учетом нарастания сложности олимпиадных заданий и расширения знаний, необходимых для решения комбинированных олимпиадных задач по химии.

Программа состоит из основных разделов неорганической, органической, общей и физической химии, в которых большое внимание уделено основным законам и понятиям химии, основным классам соединений, закономерностям протекания химических реакций, расчетам основных термодинамических и кинетических параметров реакций, строению атомов и химической связи.

Программа предполагает наличие самостоятельной познавательной деятельности школьников, которая включает:

- самостоятельное изучение учащимися отдельных тем и разделов дисциплины, с использованием методических указаний по разделам курса, выносимым на самостоятельное изучение;
- индивидуальные задания по всем разделам курса химии, с введенными задачами повышенной сложности для особо одаренных учащихся;
- участие учащихся в олимпиадах и творческих конкурсах по химии различного уровня.

Срок реализации программы – 5 лет.

Общий объем программы – 640 часов.

Объем по каждому году обучения – 128 часов.

Продолжительность учебного года – 32 недели.

Занятия проводятся 2 раза в неделю по 2 часа (4 часа в неделю) в постоянных группах учащихся 7-11 классов, сформированных по возрастному принципу, в форме теоретических, практических и индивидуальных занятий и консультаций (подготовка к олимпиадам, турнирам).

Ожидаемые результаты обучения по программе

Предполагается, что усвоение материала данного курса позволит успешно участвовать в олимпиадах по химии. При этом предполагается, что учащиеся, освоившие данный курс, должны:

- правильно оперировать размерностями физических величин;
- проводить химические расчеты с заданной погрешностью;
- при решении заданий иметь четкое представление не только об основных законах и закономерностях в химии, но и о границе их применимости;
- проводить расчеты по уравнениям химических реакций;
- применять алгоритм алгебраического метода решения к различным типам расчетных задач, в том числе к нестандартным и повышенной трудности;
- оценивать влияние различных факторов на направление и скорость химической реакции;
- предсказывать химические свойства неорганических и органических веществ на основании их принадлежности к определенному классу, знать общие физические и химические свойства веществ, способы их получения и применение.

Результаты освоения программы определяются с использованием рейтинговой оценки достижений учащихся. Для каждого блока темы определены коэффициенты значимости и сложности, на основании которых рассчитывается итоговый рейтинг (Приложение А).

Контроль результатов освоения курса – текущий, промежуточный и итоговый. Текущий контроль осуществляется на занятиях (ответы у доски, письменные работы, практические работы и устные ответы, домашние задания). Промежуточный контроль проводится после каждой темы в виде контрольной работы. Итоговый контроль проводится в форме итоговой контрольной работы после каждого года обучения, включающей теоретическую и практическую части. Контроль самостоятельной работы – участие в олимпиадах различных уровней.

Цель контроля состоит в оценке уровня знаний и умений, приобретаемых обучающимися/воспитанниками в процессе изучения всех разделов программы во время аудиторных занятий и при самостоятельной работе. Применение различных форм контроля знаний расширяет возможности обучающей функции контроля и позволяет целенаправленно развивать творческие способности каждого учащегося.

7 КЛАСС [128 часов, 4 часа в неделю]**2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН по программе «Олимпиадная химия» 7 КЛАСС**

№	Наименование тем и блоков	Общее кол-во учебных часов	В т. ч. Теор.	В т. ч. Практи.	К/р	Ксл.	Кзн.
	Введение	2	2				
Тема 1	Первоначальные химические понятия	14	5	7			
Блок 1	Индивидуальные вещества и смеси.	4	1	3		3	4
Блок 2	Физические и химические явления.	2	1	1		3	4
Блок 3	Химический элемент и простое вещество.	2	1	1		3	4
Блок 4	Строение атома.	4	2	2		5	5
	Контрольная работа 1	2			2		
Тема 2	Количественные отношения в химии	32	2	28			
Блок 1	Задачи на взаимосвязь количества вещества, массы и объема.	4		4		4	4
Блок 2	Газовые законы	8	2	6		5	5
Блок 3	Задачи на установление химических формул.	6		6		5	4
Блок 4	Задачи на расчет по химическому уравнению.	12		12		5	4
	Контрольная работа 2	2			2		
Тема 3	Растворы	24	0	22			
Блок 1	Задачи на растворимость веществ. Кристаллогидраты.	6		6		5	4
Блок 2	Массовая доля, молярная концентрация.	8		8		5	4
Блок 3	Комбинированные задачи на приготовление, разбавление и смешивание растворов.	8		8		5	4
	Контрольная работа 3	2			2		
Тема 4	Алгоритмы решения расчетных задач	30	0	28			
Блок 1	Определение формулы химического соединения по явно заданным количественным параметрам	10		10		5	4
Блок 2	Расчеты по нескольким уравнениям химических реакций(последовательных и параллель-	18		18		5	4

	ных)						
	Контрольная работа 4	2			2		
Тема 5	Решение олимпиадных задач	24	0	22			
Блок 1	Разбор комбинированных задач различной тематики из олимпиад прошлых лет	22		22		5	4
	Контрольная работа 5	2			2		
	Итоговая контрольная работа	2			2		
	Всего	128	9	107	12		

Содержание программы

«Олимпиадная химия» 7 класс

Введение (2 часа)

Первичная диагностика знаний. Обсуждение условий задач. Понятие «олимпиадная задача». Анализ содержания задач. Установление логических взаимосвязей. Иллюстрация олимпиадного подхода к решению задач на конкретных примерах. Оценка решения олимпиадной задачи.

Тема 1. Первоначальные химические понятия (14 часов)

Блок 1. (4 часа) Индивидуальные вещества и смеси. Смеси кристаллических веществ, сплавов. Молярная масса смеси. Определение состава газовых смесей. Плотность и относительная плотность смеси газов. Массовая, объемная, мольная доля газовой смеси. Разделение смесей веществ.

Блок 2. (2 часа) Физические и химические явления. Задачи на сопоставления физических и химических явлений, изменение формы тела, изменение агрегатного состояния, изменение окраски, образование осадка, изменение запаха, выделение газа, выделение или поглощение тепла.

Блок 3. (2 часа) Химический элемент и простое вещество. Олимпиадные задачи по таблице Менделеева, по химическим элементам, простых веществ.

Блок 4. (4 часа) Строение атома. Строение атома (ядро, электроны, энергетические уровни, орбитали). Электронные схемы атомов и ионов.

Контрольная работа №1. (2 часа).

Тема 2. Количественные отношения в химии (32 часа)

Блок 1. (4 часа) Задачи на взаимосвязь количества вещества, массы и объема. Валентность и степень окисления. Вычисление относительной молекулярной массы вещества по химическим формулам. Вычисления с использованием понятий «количество вещества», «число Авогадро». Закон Авогадро, следствия из закона. Молярный объем газов. Вычисление молярной массы вещества. Задачи с использованием количества вещества при нахождении объема газов, числа молекул и массы вещества.

Блок 2. (8 часа) Газовые законы. Закон Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля, Уравнение Клапейрона, Менделеева-Клапейрона. Вычисление газовой постоянной. Расчет молекулярной массы по уравнению Менделеева-Клапейрона.

Блок 3. (6 часа) Задачи на установление химических формул. Вычисление относительной молекулярной массы вещества по химическим формулам. Решение задач на нахождение массовых долей элементов в веществе. Задачи на нахождение неизвестного индекса по данным массовой доли одного из элементов в веществе. Задачи на нахождение молекулярных формул неорганических веществ по данным массовых долей элементов.

Блок 4. (12 часов) Задачи на расчет по химическому уравнению. Вычисление по химическим уравнениям объема газа по известному количеству вещества одного из вступающих в реакцию или получающихся в результате ее. Вычисление от-

носительной плотности газа. Расчет объемных отношений газов по химическим уравнениям. Нахождение объёмной доли компонентов в смеси газов. Нахождение объема газа при условиях, отличных от нормальных.

Контрольная работа №2. (2 часа).

Тема 3. Растворы (24 часов)

Блок 1. (6 часа) Задачи на растворимость веществ. Кристаллогидраты. Растворимость. Кристаллизация из раствора солей. Кристаллогидраты. Способы образования. Номенклатура. Решение задач на нахождение отдельно массы безводной соли и массы кристаллизационной воды. Условия выпадения растворов в осадок. Решение задач на нахождение массовой доли насыщенных растворов солей, определение массы насыщенных растворов

Блок 2. (8 часа) Массовая доля, молярная концентрация. Растворы. Способы выражения концентрации растворов. Вычисление массовой доли и массы вещества в растворе. Расчеты, связанные с понятием «молярная концентрация». Пересчет одного вида концентрации раствора в другой.

Блок 3. (8 часа) Комбинированные задачи на приготовление, разбавление и смешивание растворов. Решение задач с изменением концентрации растворов. Массовая доля растворенного вещества в смешанном растворе. Правило смешения в виде формулы: «Отношение массы первого раствора к массе второго», и в виде диагональной схемы: «правила креста».

Контрольная работа №3. (2 часа).

Тема 4. Алгоритмы решения расчетных задач (30 часов)

Блок 1. (10 часа) Определение формулы химического соединения по заданным количественным параметрам. Расчет численных, мольных, массовых отношений атомов элементов. Расчет массовых долей атомов и их сочетаний. Расчет массы атомов элемента в определенной пропорции вещества.

Блок 2. (18 часов) Расчеты по нескольким уравнениям химических реакций (последовательных и параллельных) . Последовательно протекающие реакции (составление «стехиометрических схем»). Задачи, когда параллельно происходит пара (или больше) реакций, а известна суммарная масса реагирующей (образующейся) смеси. Задачи на смесь исходных веществ, каждое из которых вступает в свою химическую реакцию. Расчетам на основе химических процессов, включающих в себя несколько параллельных (одновременно протекающих) химических реакций.

Контрольная работа №4. (2 часа).

Тема 5. Решение олимпиадных задач (24 часа)

Блок 1. (22 часа) Разбор комбинированных задач различной тематики из олимпиад прошлых лет. Решение задач из олимпиад муниципального уровня прошлых лет. Разбор задач Химической олимпиады им. Г. Гесса

Контрольная работа 5. (2 часа).

Итоговая контрольная работа 2 часа.

Всего: 128 часов.

8 КЛАСС [128 часов, 4 часа в неделю]**УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН по программе «Олимпиадная химия» 8 КЛАСС**

№	Наименование тем и блоков	Общее кол-во учебных часов	В т. ч. Теор.	В т. ч. Практи.	К/р	Ксл.	Кзн.
	Введение. Повторение наиболее важных моментов программы 7 класса.	8	0	8	0	2	2
Тема 1	Строение вещества	14	4	8		3	4
Блок 1	Состав и строение атома.	6	2	4		3	4
Блок 2	Кристаллическая решетка.	6	2	4		3	4
	Контрольная работа 1	2			2		
Тема 2	Химические процессы	30	6	22			
Блок 1	Тепловой эффект реакции. Термохимические уравнения. Расчеты по термохимическим уравнениям.	8	2	6		4	4
Блок 2	Скорость химической реакции. Химическое равновесие.	10	2	8		3	4
Блок 3	Окислительно-восстановительные реакции. Основы электрохимии.	10	2	8		4	4
	Контрольная работа 2	2			2		
Тема 3	Растворы. Способы выражения концентрации растворов	14	2	10		3	3
Блок 1	Задачи на растворимость веществ. Кристаллогидраты.	6	0	6		3	3
Блок 2	Способы выражения концентрации и переходы между ними.	6	2	4		3	3
	Контрольная работа 3	2			2		
Тема 4	Уравнения реакций. Расчеты по уравнениям реакций	22	4	16		3	4
Блок 1	Химическая реакция. Вычисления по химическим уравнениям.	8	2	6		3	4
Блок 2	Расчеты по нескольким уравнениям химических реакций (последовательных и параллель-	12	2	10		4	4

	ных).						
	Контрольная работа 4	2			2		
Тема 5	Основные классы неорганических веществ с точки зрения теории электролитической диссоциации	18	2	14		4	4
Блок 1	Классы неорганических соединений. Генетическая связь неорганических веществ.	4	0	4		4	4
Блок 2	Химические реакции в растворах электролитов.	4	0	4		3	3
Блок 3	Вычисления по уравнениям реакций, протекающих в водных растворах.	4	2	2		4	4
Блок 4	Распознавание веществ с помощью качественных реакций на важнейшие ионы и классы неорганических соединений.	4	0	4		3	4
	Контрольная работа 5	2			2		
Тема 6	Первоначальные представления о естественных семействах (группах) химических элементов: щелочные металлы, галогены, инертные газы	20	6	12		3	3
Блок 1	Щелочные металлы.	6	2	4		3	3
Блок 2	Галогены.	8	2	6		3	3
Блок 3	Инертные газы.	4	2	2		3	3
	Контрольная работа 6	2			2		
	Итоговая контрольная работа	2			2		
	Итого	128	24	90	14		

Содержание программы

«Олимпиадная химия» 8 класс

Введение. Повторение наиболее важных моментов программы 7 класса. (8 ч)

Определение формулы химического соединения по явно заданным количественным параметрам. Понятие «олимпиадная задача». Обсуждение условий задач. Анализ содержания задач. Установление логических взаимосвязей. Иллюстрация олимпиадного подхода к решению задач на конкретных примерах. Оценка решения олимпиадной задачи. Самостоятельное планирование решения. Оценка результата.

Решение олимпиадных задач школьного и муниципального уровня прошлых лет для 5-8 класса на разделение смесей. Задачи на растворы, концентрация которых выражена в %. Определение брутто-формулы вещества по массовым долям элемента и возможным валентностям. Определение формул кристаллогидратов. Определение формулы вещества по брутто-формуле.

Тема 1. Строение вещества (14 ч)

Блок 1. (6 часов) Состав и строение атома. Олимпиадные задачи на определение формулы частицы (молекулы или иона) по составу (количество протонов, нейтронов и электронов) или массе составных частей. Электронные и электронно-графические формулы атомов и ионов. Проскоки электронов.

Блок 2. (6 часов) Кристаллическая решетка. Определение числа частиц в кристаллической решетке. Установление формулы вещества. Расчеты плотности вещества и определение формулы и элементного состава вещества по плотности и кристаллической решетке.

Контрольная работа №1. (2 часа).

Тема 2. Химические процессы (30 часов)

Блок 1. (8 часов) Тепловой эффект реакции. Термохимические уравнения. Расчеты по термохимическим уравнениям. Количество теплоты. Термохимические уравнения. Следствие из закона Гесса. Решение задач из олимпиад по термохимическим уравнениям.

Блок 2. (10 часов) Скорость химической реакции. Химическое равновесие. Скорость химических реакций. Средняя и истинная скорость. Факторы, влияющие на скорость реакции. Зависимость химического равновесия от температуры, давления, концентрации веществ. Расчеты по кинетическим уравнениям и правилу Вант-Гоффа. Гомогенный и гетерогенный катализ. Катализаторы. Ингибиторы. Химическое равновесие. Смещение химического равновесия. Расчет константы равновесия для реакций, протекающих в газовой среде. Расчеты на равновесие связанные с изменением условий (добавление реагентов или продуктов, изменение давления).

Блок 3. (10 часов) Окислительно-восстановительные реакции. Основы электрохимии. Окислительно-восстановительные реакции. Подбор коэффициентов в реакциях с несколькими окислителями и несколькими восстановителями. Ряд стандартных электродных потенциалов. Электрохимический ряд напряжения металлов. По-

гружение пластинки металлов в растворы. Изменение массы пластинки. Определение массы раствора, массы конечного раствора.

Контрольная работа №2. (2 часа).

Тема 3. Растворы. Способы выражения концентрации растворов (14 ч)

Блок 1. (6 часов) Задачи на растворимость веществ. Кристаллогидраты.

Растворы. Растворимость веществ. Кристаллизация из раствора солей. Кристаллогидраты. Способы образования. Расчет массы кристаллогидрата, которую необходимо добавить к раствору, для получения раствора заданной концентрации. Расчет массы выпавшего из раствора кристаллогидрата. Приготовление растворов. Решение задач на нахождение массовой доли насыщенных растворов солей, определение массы насыщенных растворов.

Блок 2. (6 часов) Способы выражения концентрации и переходы между ними. Способы выражения концентрации растворов. Вычисление массовой доли и массы вещества в растворе. Расчеты, связанные с понятием «молярная концентрация». Пересчет одного вида концентрации раствора в другой. Смешение растворов, концентрация которых задана в различных единицах.

Контрольная работа №3. (2 часа).

Тема 4. Уравнения реакций.

Расчеты по уравнениям реакций (22 ч)

Блок 1. (8 часа) Химическая реакция. Вычисления по химическим уравнениям. Типы химических реакций. Вычисления по химическим уравнениям. Решение задач, если с реагентом взаимодействует только один компонент смеси или все компоненты смеси.

Блок 2. (12 часов) Расчеты по нескольким уравнениям химических реакций (последовательных и параллельных). Алгоритмы решения расчетных задач. Задачи по сборнику И.В. Свитанько, В.В. Кисина, С.С. Чуранова «Олимпиадные задачи по химии», задания ЕГЭ № 34.

Контрольная работа №4. (2 часа).

Тема 5. Основные классы неорганических веществ

с точки зрения теории

электролитической диссоциации (18 часов)

Блок 1. (4 часа) Классы неорганических соединений. Генетическая связь неорганических веществ. Классы неорганических веществ. Номенклатура неорганических соединений. Физические и химические свойства, способы получения и применение неорганических веществ. Алгоритмы решения задач, включающих «цепочку» превращений неорганических веществ. Задачи на получение и синтез неорганических веществ. Задачи на знание свойств веществ и химическую эрудицию.

Блок 2. (4 часа) Химические реакции в растворах электролитов. Образование кислых и основных солей. Влияние порядка добавления реагентов для реакций, протекающих в растворах в случае избытка одного из реагентов. Гидролиз. Совместный гидролиз двух солей.

Блок 3. (4 часа) Вычисления по уравнениям реакций, протекающих в водных растворах. Расчеты масс и концентраций кислых солей различного состава в растворе в случае образования смеси продуктов.

Блок 4. (4 часа) Распознавание веществ с помощью качественных реакций на важнейшие ионы и классы неорганических соединений. Распознавание растворов кислот, оснований, солей с помощью качественных реакций.

Контрольная работа №5. (2 часа).

Тема 6. Первоначальные представления о естественных семействах (группах) химических элементов: щелочные металлы, галогены, инертные газы (20 ч)

Блок 1. (6 часов) Общая характеристика щелочных металлов. Строение атомов. Степени окисления атомов. Химические свойства. Изменение активности металлов по подгруппе. Важнейшие соединения щелочных металлов. Получение и применение.

Блок 2. (8 часов) Общая характеристика галогенов. Валентность и степени окисления атомов. Изменение по группе устойчивости соединений в высшей степени окисления атомов. Характер химических связей в соединениях. Физические и химические свойства простых веществ. Порядок взаимного вытеснения галогенов из растворов галогенидов. Диспропорционирование галогенов в нейтральных и щелочных средах. Изменение в ряду галогенводородов прочности химической связи, термической устойчивости, кислотных и восстановительных свойств. Общие принципы получения галогенводородов. Особенности плавиковой кислоты, гидрофториды. Оксиды хлора (I, IV, VII), брома (I), йода (V). Кислородсодержащие кислоты хлора, брома, йода. Строение молекул. Сравнительная устойчивость. Окислительные и кислотные свойства. Общие принципы получения. Соли кислородсодержащих кислот галогенов. Окислительные свойства. Сравнительная устойчивость солей и кислот. Применение гипохлоритов, хлоратов, перхлоратов.

Блок 3. (4 часа) Общая характеристика инертных газов. Строение атомов. Нахождение в природе, получение и применение. Химические свойства инертных газов.

Контрольная работа №6. (2 часа).

Итоговая контрольная работа 2 часа.

Всего: 128 часов.

9 КЛАСС [128 часов, 4 часа в неделю]**УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН по программе «Олимпиадная химия» 9 КЛАСС**

№	Наименование тем и блоков	Общее кол-во учебных часов	В т. ч. Теор.	В т. ч. Практ.	К/р	Ксл.	Кзн.
Тема 1	Решение расчетных задач	16	0	14			
Блок 1	Задачи на вывод формул, и комплексных задач (избыток/недостаток, наличия примесей, на выход продуктов)	8	0	8		4	4
Блок 2	Вычисления по уравнениям реакций, протекающих в водных растворах	6	0	6		4	4
	Контрольная работа 1	2			2		
Тема 2	Основы качественного анализа	22	6	14			
Блок 1	Качественные реакции катионов	6	2	4		4	5
Блок 2	Качественные реакции анионов	6	2	4		4	5
Блок 3	Анализ смеси	8	2	6		4	5
	Контрольная работа 2	2			2		
Тема 3	Физическая химия	34	4	28			
Блок 1	Термодинамика	10	2	8		4	5
Блок 2	Химическая кинетика. Равновесие	10	2	8		4	5
Блок 3	Фазовые равновесия	6	0	6		4	5
Блок 4	Электрохимия	6	0	6		4	5
	Контрольная работа 3	2			2		
Тема 4	Химия элементов	34	6	26			
Блок 1	Химия s-элементов.	6	2	4		4	4
Блок 2	Химия p-элементов	10	2	8		4	4
Блок 3	Химия d-элементов, комплексные соединения	16	2	14		4	4
	Контрольная работа 4	2			2		
Тема 5	Основы количественного анализа	18	4	12			
Блок 1	Титрование. Основы расчётов	4	2	2		4	5
Блок 2	Техника титрования	4	2	2		4	5
Блок 3	Методы титрования	8		8		4	5
	Контрольная работа 1	2			2		
	Итоговая контрольная работа	4			4		
	Всего	128	20	94	14		

Содержание программы «Олимпиадная химия» 9 класс

Тема 1. Решение расчетных задач (16 часов)

Блок 1. (8 часов) Задачи на вывод формул, и комплексных задач (избыток/недостаток, наличия примесей, на выход продуктов). Повторение алгоритмов решения расчетных задач. Решение задач муниципального и регионального этапов прошлых лет.

Блок 2. (6 часов) Вычисления по уравнениям реакций, протекающих в водных растворах. Решение расчётных задач с участием растворов. Определение показателя кислотности растворов.

Контрольная работа №1. (2 часа).

Тема 2. Основы качественного анализа (22 часа)

Блок 1. (6 часов) Качественные реакции катионов. Принципы и методы качественного анализа. Классификация, требования, типы аналитических реакций, способы выполнения аналитических реакций. Дробный и систематический анализ, групповые реагенты. Аналитические классификации катионов по группам.

Блок 2. (6 часов) Качественные реакции анионов. Аналитические классификации анионов по группам, групповые реагенты. Методика обнаружения анионов аналитических групп.

Блок 3. (8 часов) Анализ смеси. Анализ смеси анионов разных аналитических групп. Анализ смеси катионов разных аналитических групп. Первоначальный этап разделения смеси катионов и анионов. Методы решения качественных задач по химии. Распознавание веществ, определение качественного состава.

Контрольная работа №2. (2 часа).

Тема 3. Физическая химия (34 часа)

Блок 1. (10 часов) Термодинамика. Задач на вычисление таких термодинамических параметров как энтальпия, энтропия, энергия Гиббса. Определение возможности самопроизвольного протекания процесса, составление термохимических уравнений. Закон Гесса и следствия из закона Гесса. Вычисление теплоемкости, связь с энергией Гиббса.

Блок 2. (10 часов) Химическая кинетика. Равновесие. Скорость химической реакции. Факторы, влияющие на скорость химической реакции. Закон действующих масс. Правило Вант-Гоффа. Химическое равновесие. Условие смещения. Связь с энергией Гиббса.

Блок 3. (6 часов) Фазовые равновесия. Понятия фазы и компонента. Идеальные и реальные растворы. Понятие о коэффициенте активности. Коллигативные свойства растворов. Законы Рауля и Генри. Криоскопия, эбулиоскопия. Решение расчётных задач по электролитической диссоциации (степень диссоциации, константа диссоциации). Решение расчётных задач на ионное произведение воды, водородный показатель. Произведение растворимостей.

Блок 4. (6 часов) Электрохимия. Химические и электрохимические процессы. Уравнение Нернста, электродный потенциал. Стандартный электродный потенциал. Гальванические элементы. Электродные равновесия. Связь ЭДС и энергии Гиббса. Электролиз. Законы Фарадея.

Контрольная работа №3. (2 часа).

Тема 4. Химия элементов (34 часа)

Блок 1. (6 часов) Химия s-элементов. Водород. Бинарные соединения водорода. Вода. Пероксид водорода. Химические свойства щелочных и щелочно-земельных металлов. Общая характеристика s-элементов. Строение атомов. Степени окисления атомов. Изменение активности металлов по подгруппе. Соединения щелочных и щелочно-земельных металлов. Жесткость воды.

Блок 2. (10 часов) Химия p-элементов. Общая характеристика p-элементов. Валентность и степени окисления атомов. Изменение устойчивости соединений в высшей степени окисления по группам. Изменение металлического и неметаллического характера элементов по группам и периодам. Изменение кислотно-основных свойств оксидов и гидроксидов по периодам и группам.

Общая характеристика элементов по подгруппам. Строение молекул. Получение и свойства. Отношение оксидов к воде, кислотам, щелочам. Важнейшие соединения. Кислотные и окислительно-восстановительные свойства. Применение.

Блок 3. (16 часов) Химия d-элементов, комплексные соединения.

Общая характеристика d-элементов: медь, серебро, цинк, ртуть, марганец, железо. Аналитические реакции d-элементов. Цепочки превращений. Комплексные соединения.

Общая характеристика d-элементов. Строение атомов. Степени окисления атомов. Изменение по подгруппе устойчивости соединений в высшей степени окисления атомов. Сходство химических свойств элементов по периодам и группам. Особенности изменения свойств d-элементов по подгруппам в сравнении с p-элементами. Кисотно-основные свойства оксидов и гидроксидов d-элементов в разных степенях окисления их атомов. Отношение металлов к кислороду, воде, кислотам и щелочам.

Общая характеристика элементов по подгруппам. Строение атомов. Валентности и степени окисления атомов. Физические и химические свойства простых веществ. Оксиды и гидроксиды. Их сравнительная устойчивость, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Аналитические реакции на ионы. Кристаллогидраты. Двойные соли. Комплексные соединения d-элементов. Влияние количества d-электронов на свойства комплексных соединений. Карбонильные соединения.

Контрольная работа №4. (2 часа).

Тема 5 Основы количественного анализа (18 часов)

Блок 1 (4 часа) Титрование. Основы расчётов.

Титриметрические методы анализа – основные понятия и определения. Химический эквивалент. Фактор эквивалентности. Вычисление молярной массы эквивалента вещества. Объем эквивалента. Закон эквивалентов. Характеристики растворов,

применяемые при расчетах в титровании: молярная концентрация, нормальная концентрация (молярная концентрация эквивалента), титр вещества $T(A)$, титриметрический фактор пересчета (титр по определяемому веществу), поправочный коэффициент F . Расчет массы навески для приготовления раствора заданной концентрации.

Блок 2 (4 часа) Техника титрования. Аналитическая посуда. Порядок работы с пипеткой. Порядок работы с бюреткой. Правила техники титрования. Техника взвешивания навески на весах. Техника приготовления стандартных растворов методом навески х.ч. вещества. Техника приготовления стандартных растворов из фикса-нала. Точка эквивалентности, и способ ее фиксирования. Индикаторы. Подбор индикатора.

Блок 3 (8 часов) Методы титрования. Приёмы титрования анализируемого вещества. Титриметрические методы. Методы кислотно-основного титрования, основанные на использовании реакций нейтрализации. Расчет pH в растворах сильных и слабых кислот и оснований. Методы окислительно-восстановительного титрования.

Контрольная работа № 5. (2 часа)

Итоговая контрольная работа (4 часа).

Всего: 128 часов.

10 КЛАСС [128 часов, 4 часа в неделю]**УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН по программе «Олимпиадная химия» 10 КЛАСС**

№	Наименование тем и блоков	Общее кол-во учебных часов	В т. ч. Теор.	В т. ч. Практи.	К/р	Ксл.	Кзн.
Тема 1	Физическая химия	18	8	8			
Блок 1	Кинетика. Скорости, порядки реакций	6	2	4		4	5
Блок 2	Температурная зависимость. Уравнение Аррениуса	6	4	2		4	5
Блок 3	Равновесие	4	2	2		4	5
	Контрольная работа 1	2	0		2		
Тема 2	Качественный и количественный анализ	40	18	20			
Блок 1	Качественные реакции катионов и анионов	8	4	4		4	5
Блок 2	Анализ смеси сухих солей	8	4	4		4	5
Блок 3	Титрование. Основы расчетов	8	4	4		4	5
Блок 4	Методы и техника титрования	14	6	8		4	5
	Контрольная работа 2	2	0		2		
Тема 3	Неорганическая химия	26	12	12			
Блок 1	Химия s-элементов	8	4	4		4	5
Блок 2	Химия p-элементов	8	4	4		4	5
Блок 3	Химия d-элементов	8	4	4		4	5
	Контрольная работа 3	2	0		2		
Тема 4	Органическая химия	42	18	22			
Блок 1	Определение структуры углеводов по химическим свойствам и способам получения	4	2	2		5	4
Блок 2	Радикальное замещение, электрофильное присоединение, электронные эффекты заместителей	4	2	2		5	4
Блок 3	Определение качественного и количественного состава смесей органических веществ	4	2	2		5	4
Блок 4	Изомерия в органической химии (структурная, пространственная)	4	2	2		5	4

Блок 5	Реакции полимеризации и поликонденсации. Задачи на полимеры.	4	2	2		5	4
Блок 6	Свойства карбонилсодержащих соединений (взаимодействие с реактивом Гриньяра, реакции конденсации, реакция Канницаро и т.д.)	4	2	2		5	4
Блок 7	Определение структуры кислородсодержащих соединений по химическим свойствам и способам получения, взаимопревращения веществ	4	2	2		5	4
Блок 8	Определение структуры азотсодержащих соединений по химическим свойствам и способам получения, взаимопревращения веществ	4	2	2		5	4
Блок 9	Цепочки превращений и методы синтеза органических веществ	8	2	6		5	4
	Контрольная работа 4	2			2		
	Итоговая контрольная работа	2			2		
	Всего	128	56	62	10		

Содержание программы «Олимпиадная химия» 10 класс

Тема 1. Физическая химия (18 часов)

Блок 1. (6 часов) Кинетика. Скорости, порядки реакций. Общие закономерности химической кинетики. Скорость реакции. Влияние концентрации на скорость реакции. Молекулярность и порядок реакции. Прямая и обратная задача химической кинетики. Реакция первого порядка. Реакции второго порядка. Реакции других порядков. Методы определения порядка реакции. Сложные реакции. Кинетика обратимых реакций. Параллельные реакции. Последовательные реакции. Метод квазистационарных концентраций.

Блок 2. (6 часов) Температурная зависимость. Уравнение Аррениуса. Влияние температуры на скорость химических реакций. Уравнение Аррениуса. Энергия активации простых и сложных реакций. Связь энергии активации с тепловым эффектом реакции. Теория активных столкновений. «Качественный» вывод основного уравнения для бимолекулярных реакций.

Блок 3. (4 часа) Равновесие. Равновесие для реакций, протекающих в газах. Выражение константы равновесия через различные величины, переход между ними. Расчеты равновесных концентраций при изменении внешних условий. Влияние температуры на константу равновесия. Равновесие в растворах. Равновесие при диссоциации слабых электролитов, гидролизе, в буферных растворах. Произведение растворимости. Растворение осадков с образованием комплексных соединений. Константа устойчивости комплексных соединений.

Контрольная работа № 2. (2 часа).

Тема 2. Качественный и количественный анализ (40 часов)

Блок 1. (8 часов) Качественные реакции катионов и анионов. Принципы и методы качественного анализа. Способы выполнения аналитических реакций. Групповой реагент. Дробный и систематический ход анализа. Характеристика чувствительности аналитических реакций (предельное разбавление, предельная концентрация, минимальный объем предельно разбавленного раствора, предел обнаружения (открываемый минимум). Различные аналитические классификации катионов и анионов по группам. Реакции обнаружения катионов и анионов.

Блок 2. (8 часов) Анализ смеси сухих солей. Пирохимический анализ. Использование реакций на окрашивание пламени солями некоторых металлов. Получение окрашенных стекол (перлов), сплавление анализируемого вещества с различными «плавнями». Метод растирания анализируемого твердого вещества с определенным твердым реактивом. Выбор растворителя. Растворимость анализируемого вещества в различных растворителях. Открытие катионов. Открытие анионов. Анализ анионов с элементами систематического хода анализа.

Блок 3. (8 часов) Титрование. Основы расчетов. Титриметрические методы анализа – основные понятия и определения. Классификация титриметрических методов по способу титрования. Кислотно-основное титрование. Расчет pH в растворах

сильных и слабых кислот и оснований, смесей кислот и оснований. Чистота вещества. Обработка и представление данных. Расчет результата анализа в титриметрии.

Блок 4. (14 часов) Методы и техника титрования. Приёмы титрования анализируемого вещества. Титриметрические методы. Методы кислотно-основного, окислительно-восстановительного, осадительного и комплексонометрического титрования. Прямое титрование. Обратное титрование. Заместительное титрование. Правила техники титрования. Аналитическая посуда.

Контрольная работа № 1. (2 часа).

Тема 3. Неорганическая химия (26 часов)

Блок 1. (8 часов) Химия s-элементов. Общая характеристика s-элементов. Простые вещества. Физические свойства. Химические свойства. Соединения s-элементов. Гидриды. Оксиды. Гидроксиды. Соли. Галогениды. Нитраты. Сульфаты. Карбонаты. Применение.

Блок 2. (8 часов) Химия p-элементов. Общая характеристика p-элементов. Правило четности. Вторичная периодичность. Простые вещества. Физические свойства. Химические свойства. Характеристичные соединения p-элементов. Водородные соединения. Оксиды. Гидроксиды. Соли. Применение.

Блок 3. (8 часов) Химия d-элементов. Общая характеристика d-элементов. Общая характеристика элементов подгруппы меди. Медь и ее соединения. Серебро и его соединения. Аналитические реакции катионов меди и серебра. Общая характеристика элементов подгруппы цинка. Цинк и его соединения. Ртуть и ее соединения. Аналитические реакции катионов цинка и ртути. Марганец и его соединения. Аналитические реакции на ионы марганца. Железо и его соединения. Аналитические реакции на ионы железа. Комплексные соединения d-элементов. Влияние количества d-электронов на свойства комплексных соединений. Карбонильные соединения.

Контрольная работа № 3. (2 часа).

Тема 4. Органическая химия (42 часа)

Блок 1. (4 часа) Определение структуры углеводов по химическим свойствам и способам получения. Основы теории реакций органических соединений. Механизмы химических реакций. Факторы, определяющие реакционную способность молекулы. Классификация органических соединений. Физико-химические свойства основных классов органических соединений. Способы получения органических веществ. Определение структуры углеводов по химическим свойствам и способам получения.

Блок 2. (4 часа) Радикальное замещение, электрофильное присоединение, электронные эффекты заместителей. Гомолитический, гетероциклический разрыв связей. Промежуточные частицы, строение промежуточных частиц (радикалы, карбокатионы, карбанионы). Электронные эффекты заместителей (индуктивный, мезомерный), их влияние на устойчивость радикалов, карбокатионов и карбанионов. Резонансные структуры. Примеры групп с +I, -I, +M, -M эффектами. Влияние заместителей на кислотность и основность органических соединений.

Блок 3. (4 часа) Определение качественного и количественного состава смесей органических веществ. Количественные расчеты в органической химии. Расчеты по реакциям, в которые вступают не все компоненты смеси, (или в которых компоненты смеси дают различные продукты). Определение состава смеси по изменению объема при различных взаимодействиях. Решение задач на определение качественного и количественного состава смесей органических веществ.

Блок 4. (4 часа) Изомерия в органической химии (структурная, пространственная). Виды изомерии. Структурная и пространственная (стереоизомерия). Изомерия углеродного скелета: линейная и разветвленная. Изомерия положения кратной связи, функциональной группы или заместителя при одинаковом углеродном скелете молекул. Межклассовая изомерия. Пространственные изомеры. Геометрическая изомерия (*цис-транс*-изомерия). Оптические изомеры. Асимметрический атом углерода.

Блок 5. (4 часа) Реакции полимеризации и поликонденсации. Задачи на полимеры. Полимеризация. Поликонденсация. Определение. Сравнение. Особенности процессов. Классификация. Механизм процесса. Обратимая (равновесную) и необратимая (неравновесная) поликонденсация. Уравнение Карозерса. Причины прекращения процессов. Специфика кинетики. Варианты проведения процессов (в растворе; в расплаве; в виде межфазного процесса; в эмульсии; на матрицах). Деструкция полимеров.

Блок 6. (4 часа) Свойства карбонилсодержащих соединений (взаимодействие с реактивом Гриньяра, реакции конденсации, реакция Канницаро и т.д.) Альдегиды. Кетоны. Общие закономерности. Карбонильная группа - реакционный центр в молекуле. Реакции присоединения с атакой нуклеофила на атом углерода. Реакции восстановления и окисления. Особенности свойств кетонов.

Блок 7. (4 часа) Определение структуры кислородсодержащих соединений по химическим свойствам и способам получения, взаимопревращения веществ. Спирты. Многоатомные спирты. Фенолы. Карбоновые кислоты и их производные. Дикарбоновые кислоты. Сульфокислоты. Простые эфиры. Сложные эфиры. Способы получения. Физические свойства и строение. Химические свойства. Определение структуры кислородсодержащих соединений по химическим свойствам и способам получения, взаимопревращения веществ.

Блок 8. (4 часа) Определение структуры азотсодержащих соединений по химическим свойствам и способам получения, взаимопревращения веществ. Амины. Диазосоединения. Гетероциклические соединения. Аминокислоты. Способы получения. Физические свойства и строение. Химические свойства. Определение структуры азотсодержащих соединений по химическим свойствам и способам получения, взаимопревращения веществ.

Блок 9. (8 часов). Цепочки превращений и методы синтеза органических веществ. Цепочки превращений на химические свойства и способы получения органических веществ. Решение различных видов задач по цепочке превращений с использованием органических веществ. Задачи по цепочкам превращений, которые указывают на взаимосвязь неорганических веществ с органическими. Цепочки с неизвестными промежуточными и конечным продуктами (условия проведения реакций указаны). Методы синтеза органических веществ.

Контрольная работа № 4. (2 часа).
Итоговая контрольная работа 2 часа.
Всего: 128 часов.

11 КЛАСС [128 часов, 4 часа в неделю]**УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН по программе «Олимпиадная химия» 11 КЛАСС (полностью изменена)**

№	Наименование тем и блоков	Общее кол-во учебных часов	В т. ч. Теор.	В т. ч. Практи.	К/р	Ксл.	Кзн.
Тема 1	Качественный и количественный анализ	26	4	20			
Блок 1	Качественные реакции на основные классы органических соединений	4	0	4		3	5
Блок 2	Основные принципы идентификации органических веществ	6	2	4		4	5
Блок 3	Применение ТСХ для анализа органических веществ	6	2	4		3	4
Блок 4	Титриметрические методы анализа	8	0	8		4	5
	Контрольная работа 1	2			2		
Тема 2	Физическая химия	28	8	18			
Блок 1	Химическая кинетика	8	2	6		5	5
Блок 2	Химическое равновесие	8	2	6		5	5
Блок 3	Электрохимия	6	2	4		5	4
Блок 4	Сорбция и экстракция	4	2	2		4	4
	Контрольная работа 2	2			2		
Тема 3	Неорганическая химия	22	7	13			
Блок 1	Генетическая связь неорганических соединений	2	1	1		2	4
Блок 2	Химия комплексных соединений	8	4	4		5	5
Блок 3	Кристаллические решетки	4	2	2		4	4
Блок 4	Комплексные задачи по неорганической химии	6	0	6		4	5
	Контрольная работа 3	2			2		
Тема 4	Физико-химические методы анализа	22	8	12			
Блок 1	Масс-спектрометрия	4	2	2		5	4
Блок 2	УФ- и видимая спектроскопия	6	2	4		4	4
Блок 3	ИК- и КР-спектроскопия	4	2	2		4	4

Блок 4	ЯМР-спектроскопия	6	2	4		5	5
	Контрольная работа 4	2			2		
Тема 5	Органическая химия, химия и жизнь	28	6	20			
Блок 1	Реагенты для органического синтеза, растворители, особенности использования	2	2	0		4	4
Блок 2	Стратегия синтеза органических соединений	4	2	2		5	4
Блок 3	Получение реактива Гриньяра, применение в органическом синтезе	4	2	2		4	4
Блок 4	Определение структур органических соединений по свойствам и способам получения	4	0	4		4	5
Блок 5	Определение количественного состава смесей органических веществ	4	0	4		4	4
Блок 6	Цепочки и комбинированные задачи, в том числе с использованием природных соединений	8	0	8		5	5
	Контрольная работа 5	2			2		
	Итоговая контрольная работа	2			2		
	Всего	128					

Содержание программы «Олимпиадная химия» 11 класс

Тема 1. Качественный и количественный анализ (26 часов)

Блок 1 (4 часа) Качественные реакции на основные классы органических веществ. Проба на неопределенность, качественные реакции на одно- и многоатомные спирты и фенолы, альдегиды, кетоны (йодоформная проба, может быть положительной для некоторых спиртов), амины, аминокислоты, сахара.

Блок 2 (6 часов). Основные принципы идентификации органических веществ. Сопоставление кислотно-основных свойств, реакционной способности (проба Лукаса), способности к комплексообразованию и окислению. Условия протекания реакций. **Практическая часть:** решение практических заданий ВОШ региональных этапов прошлых лет на качественный анализ органических веществ.

Блок 3 (6 часов) Применение ТСХ для анализа органических веществ. Сущность метода, применяемые реагенты, порядок проведения анализа. **Практическая часть:** решение практических задач ВОШ прошлых лет с использованием ТСХ.

Блок 4 (8 часов) Титриметрические методы анализа. Методы титрования, применяемые для количественного анализа органических веществ. Титрование смесей веществ, позволяющее определить несколько компонентов. **Практическая часть:** решение практических заданий ВОШ региональных этапов прошлых лет на титрование.

Контрольная работа 1 (2 часа)

Тема 2. Физическая химия (28 часов)

Блок 1 (8 часов) Химическая кинетика. Кинетика сложных реакций (последовательных и параллельных). Приближение квазистационарных концентраций, квазиравновесное приближение. Кинетика ферментативных реакций (уравнение Михаэлиса-Ментен, константа Михаэлиса). Особенности кинетики фотохимических реакций (квантовый выход).

Блок 2 (8 часов) Химическое равновесие. Теоретические основы химического равновесия. Типы равновесий в химических системах. Условия химического равновесия. Закон действующих масс. Уравнение изотермы химической реакции. Влияние состава системы на направление химической реакции. Уравнения изобары и изохоры химической реакции. Влияние температуры и давления на константу химического равновесия и направление химической. Смещение химического равновесия. Определение направления смещения равновесия на основе термодинамических уравнений. Термодинамический расчет константы химического равновесия. Расчет константы химического равновесия в статистической термодинамике.

Равновесия в растворах электролитов. Расчет pH буферных растворов, растворов солей, биологических систем. Задачи олимпиад различного уровня на равновесие (ВОШ, ММО, IChO).

Блок 3 (6 часов) Электрохимия. Электростатическое взаимодействие в растворах. Ионная сила, закон Дебая-Хюккеля. Активность ионов в растворах, коэффициент активности. Электропроводность растворов, правило Мак-Иннесса. Закон Кольрауша.

Электрохимические цепи. Электродный потенциал, электрод сравнения. Уравнение Нернста. ЭДС окислительно-восстановительной реакции. Взаимосвязь ЭДС с термодинамическими величинами (изменение энергии Гиббса и константа равновесия). Задачи из сборника В.В. Еремин «Теоретическая и математическая химия».

Электролиз. Процессы на электродах, в том числе при электролизе неводных растворов органических веществ. Законы Фарадея.

Блок 4 (4 часа) Сорбция и экстракция. Виды сорбционных процессов. Кинетика процесса сорбции. Экстракция. Распределение компонента между фазами. Константа распределения, коэффициент распределения, фактор извлечения, степень извлечения при многократной экстракции.

Контрольная работа 2 (2 часа)

Тема 3. Неорганическая химия (22 часа)

Блок 1 (2 часа) Генетическая связь неорганических соединений. Простые вещества (металлы, неметаллы, металлоиды), оксиды (основные, кислотные, амфотерные, несолеобразующие), гидроксиды (кислоты, основания, амфотерные гидроксиды), безкислородные кислоты, соли (кислые, средних, основные). Взаимопревращения веществ различных классов.

Блок 2 (8 часов) Химия комплексных соединений. Комплексные соединения. Основные понятия и определения. Номенклатура комплексных соединений. Типы координационных соединений. Классификация. Изомерия комплексных соединений. Строение комплексных соединений, связь строения и геометрической формы. Теория кристаллического поля. Расщепление d-орбиталей. Высоко- и низкоспиновые комплексные соединения. Энергия стабилизации кристаллическим полем, окраска комплексных соединений. Равновесия в растворах комплексных электролитов. Условия разрушения и образования комплексных соединений.

Блок 3 (4 часа) Кристаллические решетки. Типы элементарных ячеек. Определение количества частиц в ячейке, установление брутто-формулы вещества. Расчеты с использованием параметров решетки (определение молярной массы, радиуса частицы). Координационное число атома в решетке.

Блок 4 (6 часов) Комплексные задачи по неорганической химии. Химия элементов различных групп таблицы Д.И. Менделеева. Решение олимпиадных задач различного уровня сложности.

Контрольная работа 3 (2 часа)

Тема 4. Физико-химические методы анализа (22 часов)

Блок 1 (4 часа). Масс-спектрометрия. Общая характеристика физических методов. Прямая и обратная задачи методов. Сущность метода масс-спектрометрии. Определение элементного состава (по относительной интенсивности изотопных пиков). Определение молекулярного иона. Наиболее характерные осколочные ионы для органических соединений различных классов. Расшифровка масс-спектра.

Блок 2 (6 часов). УФ- и видимая спектроскопия. Сущность метода. Закон Ламберта-Бугера-Бера. Хромофоры и ауксохромы. Характеристика конъюгированных π -систем. Порядок проведения анализа. Построение градуировочного графика. **Практическая часть:** решение практической задачи ВОШ с применением спектрофотометрического анализа.

Блок 3 (4 часа). ИК и КР-спектроскопия. Сущность метода. Основные характеристические частоты связей различных типов в органических молекулах. Идентификация веществ по ИК-спектрам. Расчет энергии основного перехода в молекуле. Практическое применение методов ИК-спектроскопии (идентификация веществ, конформационный анализ, количественный анализ смеси изомеров, исследование равновесий, определение теплового эффекта реакции, изучение кинетики реакции).

Блок 4 (6 часа). ЯМР-спектроскопия. Сущность метода. Подходящие для исследования ядра атомов. Факторы, влияющие на химический сдвиг, интенсивность и мультиплетность сигналов. Установление структуры веществ по ЯМР-спектру. Решение задач ВОШ и использованием данных ЯМР-спектроскопии.

Контрольная работа 4 (2 часа)

Тема 5. Органическая химия (28 часов)

Блок 1 (2 часа) Реагенты для органического синтеза, растворители, особенности использования. Выбор оптимального пути синтеза органического соединения (количество стадий, доступность реагентов, однозначность протекания реакций и другие факторы). Методы выделения продукта: осаждение, высаливание, экстракция, кристаллизация, простая перегонка, ректификация, хроматография. Растворители, их типы. Кислотно-основные свойства растворителей, автопротолиз. Понятие о суперкислотах, примеры реакций в суперкислых средах. Основания, используемые в органическом синтезе. Понятие о супероснованиях: система трет-бутилат калия-ДМСО, смесь "LICKOR". Суперкритические жидкости (флюиды) как растворители. Методы очистки растворителей: основные принципы и приемы на примере нескольких наиболее распространенных растворителей.

Блок 2 (4 часа) Стратегия синтеза органических соединений. Основные понятия ретросинтетического анализа. Ретросинтетический анализ как эвристический подход к поиску пути синтеза данного соединения. Уменьшение молекулярной сложности как основная стратегическая линия ретросинтетического анализа. Принцип "малых укусов" (smallbites). Тактиче-

ские приемы, помогающие в планировании синтеза. Типы стратегий в ретро-синтетическом анализе. Стратегии, базирующиеся на трансформах, на ретронах, на функциональных группах; топологические и стереохимические стратегии.

Подходы к созданию циклических структур. Кинетические и термодинамические факторы, способствующие реакциям циклизации. Правила Болдуина, регламентирующие процессы циклизации. Расчленение циклов по стратегическим связям.

Планирование синтеза соединений с хиральными центрами.

Блок 3 (4 часа) Получение реактива Гриньяра, применение в органическом синтезе. Создание связи С-С с помощью металлоорганических соединений. Получение и строение магнийорганических соединений. Реакции магнийорганических соединений. Реактив Гриньяра как основание. Реактивы Гриньяра как нуклеофилы в реакциях замещения и присоединения. Побочные реакции с кетонами. Реакции с полифункциональными соединениями.

Блок 4 (4 часа) Определение структур органических соединений по свойствам и способам получения. Элементный анализ: методы определения брутто-формулы (гравиметрическое определение углерода, водорода и гетероатомов, определение азота, методы определения галогенов, серы). Решение олимпиадных задач различного уровня сложности с использованием данных элементного анализа, свойств и способов получения для установления структуры органической молекулы.

Блок 5 (4 часа) Определение количественного состава смесей органических веществ. Установление качественного и количественного состава смесей органических веществ относящихся к различным классам или к одному классу. Решение олимпиадных задач различного уровня сложности на установление состава смесей органических веществ.

Блок 6 (8 часов) Цепочки и комбинированные задачи, в том числе с использованием природных соединений. Решение олимпиадных задач различного уровня сложности, касающихся лекарственных средств, биогенных аминов, сахаров, пептидов и других веществ, распространенных в живой природе.

Контрольная работа № 5 (2 часа)

Итоговая контрольная работа (2 часа)

Всего – 128 часов.

3 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Занятия проводятся 2 раза в неделю по 2 часа (4 часа в неделю) в постоянных группах учащихся 7-11 классов, сформированных по возрастному принципу, в форме теоретических, практических и индивидуальных занятий и консультаций (подготовка к олимпиадам, турнирам).

Формы учебной деятельности:

- лекции, комбинированные занятия;
- практические задания по применению полученных знаний;
- дистанционное обучение на основе информационных технологий;
- индивидуальные консультации обучающихся;
- практические работы исследовательского и поискового характера, требующие навыка работы с информацией.

Обучающиеся осваивают следующие **типы деятельности**: эвристический, исследовательский, частично-поисковый, творческий, практический, а также ТРИЗ, информационно-коммуникативный и рефлексивный.

Материально-технические условия реализации программы

Требования к оснащению учебного процесса:

- лабораторное оборудование;
- компьютер с возможностью выхода в интернет;
- мультимедийный проектор (интерактивная доска)
- специальная, научная и методическая литература.

4 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глинка, Н. Л. Общая химия / Н. Л. Глинка; Под ред. А. И. Ермакова. – М.: Интеграл-Пресс, 2000. – 727 с.
2. Хаускрофт К., Констебл Э. Современный курс общей химии. В 2-х т. Пер. с англ. — М.: Мир, 2002.
3. Хаускрофт К., Констебл Э. Современный курс общей химии. Задачник. Пер. с англ. — М.: Мир, 2002.
4. Гринвуд, Н. Химия элементов: 2 т. / Н. Гринвуд, А. Эрншо : пер. с англ. – 3-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.
5. Еремин, В.В. Теоретическая и математическая химия для школьников. Подготовка к химическим олимпиадам. – М.: ММЦНМО, 2—7. – 392 с.
6. Моррисон, Р. Органическая химия [Текст]: Р.Моррисон, Р. Бойд.- М., 1974.
7. Травень В. Ф. Органическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов : в 3 т. / В. Ф. Травень. — 4-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 401 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.

— (Учебник для высшей школы). — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10".

8. И.В. Свитанько, В.В. Кисин, С.С. Чуранов Олимпиадные задачи по химии. – М., 2017. – 446 с.

9. Задачи экспериментального тура Всероссийской олимпиады школьников по химии / под общей редакцией академика РАН, профессора В.В. Лунина. – Москва; Екатеринбург: Издательство ООО Университетская Типография «Альфа Принт», 2019. – 340 с.

10. Лисицын А. З., Зейфмай А. А. Очень нестандартные задачи по химии /Под ред. В. В. Ерёмкина. - М.: МЦНМО, 2015. - 192 с.

11. Олимпиады по химии: сборник задач / И.И. Кочерга, Ю.В. Холин, Л.А. Слета и др. – Харьков: Веста: Издательство «Ранок», 2002. – 400 с.

5 ФОРМЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Примеры заданий итогового контроля по программе «Олимпиадная химия»

7 КЛАСС

1. Индивидуальные вещества и смеси. Это сложное вещество широко распространено в природе. Встречается по всему земному шару. Не имеет запаха. При атмосферном давлении вещество может находиться только в газообразном и твёрдом состояниях. Многие учёные считают, что это вещество оказывает влияние на повышение температуры нашей планеты. Применяется в различных производствах, в том числе и пищевой промышленности. Используется при тушении пожаров. Однако в химической лаборатории им нельзя тушить горящие металлы, например, магний. Напитки, приготовленные с этим веществом, очень любят дети. Но постоянное потребление таких напитков может вызвать раздражение стенок желудка». 1) Определите вещество на основе его описания. 2) Какие названия этого вещества Вам известны? 3) Приведите известные Вам примеры применения и назовите источники образования этого вещества.

2. Задачи на установление химических формул. Азот – один из самых распространенных и важных элементов на Земле - образует с кислородом несколько оксидов. Один из них содержит 30,43% азота, второй - 63,64% азота, третий - 25,93% азота, четвертый - 46,67 % азота, пятый - 36,84 % азота. Определите формулы оксидов и назовите их.

3. Растворы. 1%-й раствор сульфата меди (II) применяется в растениеводстве в качестве антисептика и удобрения. Какую массу 0,5% раствора сульфата меди и какую массу кристаллогидрата сульфата меди ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) следует взять для приготовления 1000 г раствора с массовой долей сульфата меди 1%?

4. Физические и химические явления. Взаимодействие сульфата железа (II) с концентрированной серной кислотой сопровождается образованием желтого раствора за счет вещества А и выделением бесцветного газа Б с характерным запахом загорающих спичек. Вещества А и Б способны вступать в реакцию с веществом В, получаемым при растворении калия в воде.

5. Задачи на расчет по химическому уравнению. Для реакции с оксидом азота (V) использовали 200 г известкового молока, содержащего 1,85% гидроксида кальция. Вопросы: 1. Напишите уравнение реакции. 2. Рассчитайте массу образовавшейся соли, если известно, что гидроксид кальция прореагировал полностью. 3. Какой объем оксида азота (V) вступил в реакцию? 4. Приведите формулы негашеной извести, гипса, мела

6. Задачи на установление химических формул. Мел, известняк и мрамор имеют одинаковую формулу, состоящую из кальция, углерода и кислорода. В составе вещества массовая доля одного из элементов составляет 12%, другого – 40%. 1. Рассчитайте формулу этого вещества. 2. Дайте название по систематической номенклатуре. 3. К какому классу соединений относится это соединение? 4. Какие соединения образуются при нагревании этого соединения, если одно из них твёрдое, а другое газообразное? Напишите уравнение разложения этого вещества при нагревании. 5. Сколько грамм твёрдого продукта можно получить из 1кг известняка? Какой объём займёт выделившийся газ?

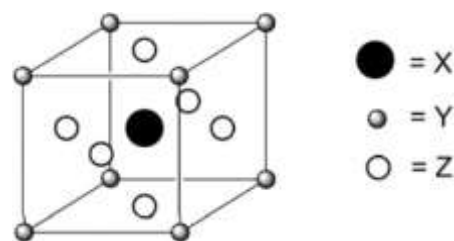
7. Газовые законы. Определите молярную массу вещества, если 0,15 г этого вещества при температуре 22 °С и давлении 99200 Па занимают объём, равный 23 мл.

При взаимодействии металла массой 0,65 г с водой выделился водород объемом 0,38 л, измеренные при 21 °С и давлении 104,5 кПа. Определите молярную массу металла.

8 КЛАСС

1. Структура вещества. Три разных бинарных неорганических вещества обладают общим свойством - содержат по 18 электронов в каждой молекуле. Водный раствор одного из веществ является слабым основанием, а другого – слабой кислотой. Установите эти вещества. Какими кислотно-основными свойствами обладает водный раствор третьего вещества? Можете ли Вы предложить другие три бинарных вещества, которые обладали бы тем же общим свойством? Если да, то каковы будут их кислотно-основные свойства?

1. Структура вещества. На рисунке приведена элементарная ячейка кристалла некоторого вещества, содержащая атомы X, Y и Z. Какова формула вещества? Определите вещество, если известно, что его плотность 4 г/см³, параметр ячейки $a = 3,8363 \text{ \AA}$, два из входящих в состав вещества элементов являются металлами, а третий – кислород.



2. Химические процессы. Чтобы разорвать связь C—H в этане, нужно потратить 435 кДж/моль, а чтобы разорвать связь Br—Br — 193 кДж/моль. Также известно, что при образовании связей одной связи в молекуле C—Br и H—Br выделяется 285 кДж/моль и 366,4 кДж/моль теплоты соответственно. Определите, сколько теплоты выделяется или поглощается при реакции $\text{C}_2\text{H}_6 + 2\text{Br}_2 = \text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2 + 2\text{HBr}$.

2. Химические процессы. Смесь силана и кислорода общей массой 56,5 г подожгли. Напишите уравнение реакции. Рассчитайте массовые доли компонентов исходной смеси, если известно, что силан прореагировал без остатка и выделилось 354,8 кДж теплоты. Теплоты образования силана, оксида кремния (IV) и воды соответственно равны: – 34,0, 902,0 и 241,6 кДж/моль.

3. Расчетные задачи. Кальциевую стружку массой 4,0 г прокалили на воздухе, а затем бросили в воду. При растворении стружки в воде выделилось 560 мл газа (н. у.), который практически не растворяется в воде. Запишите уравнения реакций. Определите, на сколько граммов возросла масса стружки при прокаливании. Рассчитайте состав прокаленной стружки в массовых процентах.

3. Расчетные задачи. Через два последовательно соединенных сосуда, в первом из которых содержалось 103 мл раствора сульфида калия с плотностью 1,12 г/мл, а во втором - 111 мл раствора сульфата меди (II) с плотностью 1,20 г/мл, пропустили смесь азота с хлороводородом, имеющую плотность при н. у. 1,30 г/л. Газ прекратили пропускать, как только массы растворов сравнялись. Найдите объем пропущенного через растворы газа ($t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$, давление 58,0 кПа). Растворимостью сероводорода в водных растворах пренебречь.

5. ТЭД. 4,48 л углекислого газа пропустили через 200 г 5,6%-ного раствора гидроксида натрия. Определите состав полученного раствора в массовых %. Запишите реакции в

ионно-молекулярном виде. Могут ли компоненты раствора подвергаться гидролизу? Если да, приведите уравнения, укажите реакцию среды.

5. ТЭД. ИКСид ИГРЕКа – гигроскопичные кристаллы желтого цвета, способные существовать только при низких температурах. В водном растворе гидролизуется, что приводит к появлению отвратительного запаха (из-за этого часто используется в качестве активного компонента различных розыгрышей, например, “вонючая бомба”). Раствор этого вещества применяют для патинирования бронзы и в текстильной промышленности.

ИКСит ИГРЕКа – бесцветное кристаллическое соединение, легко разлагающееся при нагревании. Использовалось в фотографии и косметологии для придания формы причёске. Содержит 41,38% кислорода по массе.

ИКСат ИГРЕКа – бесцветное кристаллическое соединение, используемое в качестве удобрения. Разлагается при нагревании до 350 °С. Содержит 48,48% кислорода по массе.

1. Установите, что в условии задачи заменено на ИКС и ИГРЕК. Приведите формулы упомянутых соединений. Напишите уравнения описанных реакций в молекулярном и ионно-молекулярном виде.

2. Какой из водных растворов данных соединений будет иметь наиболее кислую, а какой – наиболее щелочную реакцию?

5. Комбинированные олимпиадные задачи.

Порошок белого цвета А реагирует с простым веществом В черного цвета с образованием вещества С, которое тоже белое. При обработке вещества С водой выделяется газ Е, а также образуется вещество D. Газ Е содержит только 2 элемента, один из которых – самый легкий элемент и занимает 7,7% по массе. При сгорании 1 моль газа Е (реакция с кислородом) образуется 2 моль углекислого газа и 1 моль воды. Вещество А тоже реагирует с водой, при этом образуется единственный продукт D. Приведите формулы всех веществ и уравнения реакций. Вещество А можно с легкостью получить из мела, прокалив его. Элемент, из которого состоит В, можно найти в любом карандаше, но в другой аллотропной модификации. Укажите эту модификацию.

5. Комбинированные олимпиадные задачи. «Памяти величайшего русского химика».

Х представляет собой серебристый металл, легкорастворимый в кислотах и щелочах. Наиболее распространённым его источником в земной коре сейчас служат бокситы, из которых путём очистки и химических превращений получают чистый металл, обладающий довольно низкой плотностью — около 2,8 г/см³. Большая часть производимого металла расходуется на создание сплавов, обладающих повышенной прочностью и твёрдостью, что позволяет использовать их в авиастроении.

В лаборатории с образцом Х провели некоторые химические превращения.

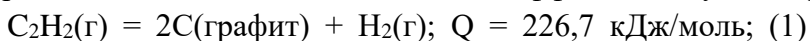
Навеску металла Х растворили в соляной кислоте, при этом образовался бесцветный раствор вещества А (реакция 1), при добавлении к которому водного раствора аммиака выпал белый осадок вещества В (реакция 2), который может быть растворён в избытке концентрированного водного раствора гидроксида калия с образованием комплексного соединения С (реакция 3). При прокаливании вещества В образуется оксид D (реакция 4),

причём из 1,00 г металла X может быть получено 1,53 г оксида D. Этот оксид обладает невероятно высокой температурой плавления — более 2000°C. При прокаливании вещества D с углем в атмосфере хлора получают безводный хлорид A (реакция 5), при добавлении к которому раствора фторида натрия образуется малорастворимое в воде бинарное вещество E (реакция 6).

- 1) Определите элемент X и вещества A-E, напишите уравнения протекающих реакций.
- 2) По какой причине X пассивируется в концентрированной серной и азотной кислотах?

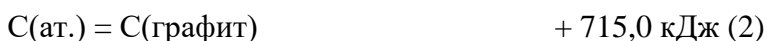
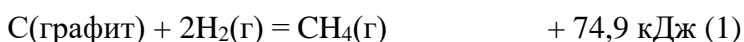
9 КЛАСС

1. Закон Гесса и следствий из него. При конденсации 9 г воды выделяется 22 кДж теплоты. Рассчитайте количество теплоты, затрачиваемое на испарение 15 г воды при стандартном давлении. Известны тепловые эффекты следующих реакций:



Рассчитайте теплоту образования газообразного бензола из графита и водорода.

Рассчитайте энергию связи C–H в CH_4 , используя следующие термохимические уравнения:



2. Задача на использование уравнения Аррениуса. Энергия активации некоторой реакции в отсутствие катализатора равна 80 кДж/моль, а в присутствии катализатора энергия активации уменьшается до значения 53 кДж/моль. Во сколько раз возрастает скорость реакции в присутствии катализатора, если реакция протекает при 20 °С?

3. Задача на химическое равновесие. К хлориду железа (III) добавили раствор роданида аммония до образования оранжевого раствора. Полученный раствор разделили на три пробирки. Первую оставили в качестве «свидетеля». Во вторую добавили хлорида железа. В третью добавили хлорида натрия. Опишите наблюдаемые явления во второй и в третьей пробирке и дайте им обоснование, используя принцип Ле Шателье. во второй и третьей пробирке во второй и третьей пробирке.

4. Задачи на химию элементов. Неизвестный порошок вещества X1 жёлтого цвета состоит из двух химических элементов. При растворении X1 в большом избытке концентрированной азотной кислоты выделяется бурый газ X2 и образуется бесцветный раствор (реакция 1). При действии на этот раствор небольшого избытка водного раствора хлорида бария выпадает белый кристаллический осадок X3 (реакция 2). К фильтрату, полученному при отделении осадка X3, добавляют избыток раствора нитрата серебра. При этом наблюдается выпадение белого творожистого осадка X4 (реакция 3). К раствору, оставшемуся после отделения осадка X4, по каплям осторожно добавляют водный раствор гидроксида натрия до полного осаждения жёлтого осадка X5 (реакции 4 и 5). Определите неизвестные вещества и запишите уравнения реакций (пять уравнений), предполагая, что все реакции протекают количественно, причём масса X5 в 1,39 раз меньше, чем масса X3.

5. Решения расчетных задач. 1. В 136 г насыщенного водного раствора хлорида железа (II) внесли 34 г безводной соли. Полученную смесь нагрели до полного растворения, а затем охладили до исходной температуры. При этом выпало 82,62 г осадка кристаллогидрата. Установите формулу кристаллогидрата, если известно, что насыщенный раствор содержит 38,5% безводной соли.

2. Масса сосуда, заполненного оксидом углерода (IV), равна 422 г. Этот же сосуд с аргоном имеет массу 420 г. Если сосуд заполнить смесью из аргона и неизвестного газа А (объемные доли газов 50%), то масса его станет равна 417 г. Вычислите массу сосуда, объем сосуда, молярную массу газа А. Углекислый газ из сосуда пропустили через 200 г раствора гидроксида натрия, массовая доля вещества в растворе 10%. Какая соль образовалась в результате реакции? Какова ее массовая доля в растворе после реакции?

10 КЛАСС

1. Качественный и количественный анализ. Пробу раствора формальдегида объемом 5,00 мл разбавили до 100,00 мл. Из разбавленного раствора отобрали аликвоту 5,00 мл и добавили сульфит натрия, выделившиеся при этом гидроксид-ионы оттитровали 22,45 мл раствора 0,1000 н серной кислоты ($f_3=1/2$). Вычислите концентрацию формальдегида в исходном растворе в г/л. Укажите вид и тип титрования.

2. Физическая химия. При нагревании смеси монооксида углерода и водорода протекает обратимая реакция: $2\text{CO}_{(г)} + 2\text{H}_{2(г)} \leftrightarrow 2\text{CH}_3\text{OH}_{(г)}$ В реакционный сосуд объемом 10 л поместили 2 моль CO, 5 моль H₂ и небольшое количество твердого катализатора. После этого сосуд герметично закрыли и нагрели до 350°C. После установления равновесия смесь содержала 0,35 моль CO.

1. Рассчитайте мольные доли компонентов в равновесной смеси.

2. Рассчитайте общее давление в сосуде и парциальное давление каждого компонента смеси после установления равновесия. Чему равна константа равновесия данной реакции, выраженная через парциальные давления в барах?

2. Физическая химия. Вещества **A** и **B** распадаются согласно кинетике первого порядка. Период полураспада вещества **A** равен 55 мин, а вещества **B** – 11 мин. Начальные концентрации веществ **A** и **B** равны. Рассчитайте, через какое время концентрация вещества **A** окажется в 5 раз больше, чем вещества **B**.

3. Неорганическая химия.

Металл **X** является распространенным элементом в живой и неживой природе, входит в различные минералы и является важным микроэлементом для живых организмов. В организме человека **X** входит в состав таких ферментов, как алкогольдегидрогеназа (АДГ, англ. ADH), угольные ангидразы (УА, англ. CA),

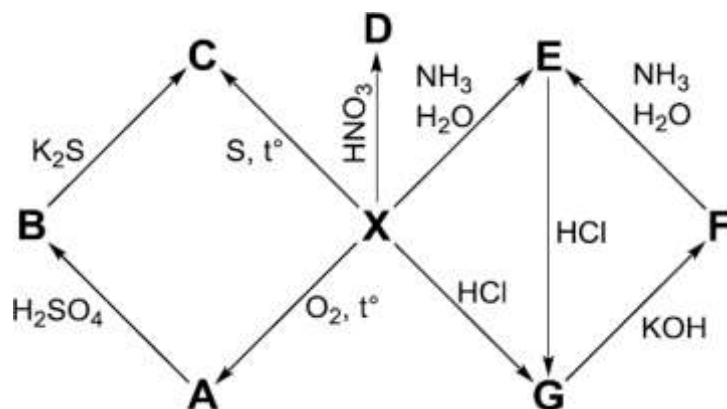
деацетилазы гистонов (ДГ, англ. HDAC) и т.д. Известна также белковая структура, которая носит название «Ховый палец». Она активно участвует в процессах транскрипции ДНК.

Расшифруйте цепочку превращений, все соединения в которой содержат металл **X**, если известно, что при окислении **X** кислородом образуется оксид состава **XO** (**A**), который при растворении в серной кислоте дает 35 г соли (**B**) и 3,91 г воды.

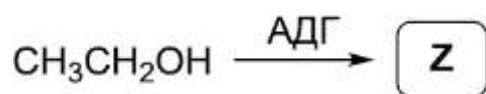
Кислоты находятся в разбавленном состоянии.

1. Напишите все имеющиеся реакции. Выбор металла подтвердите расчетом.

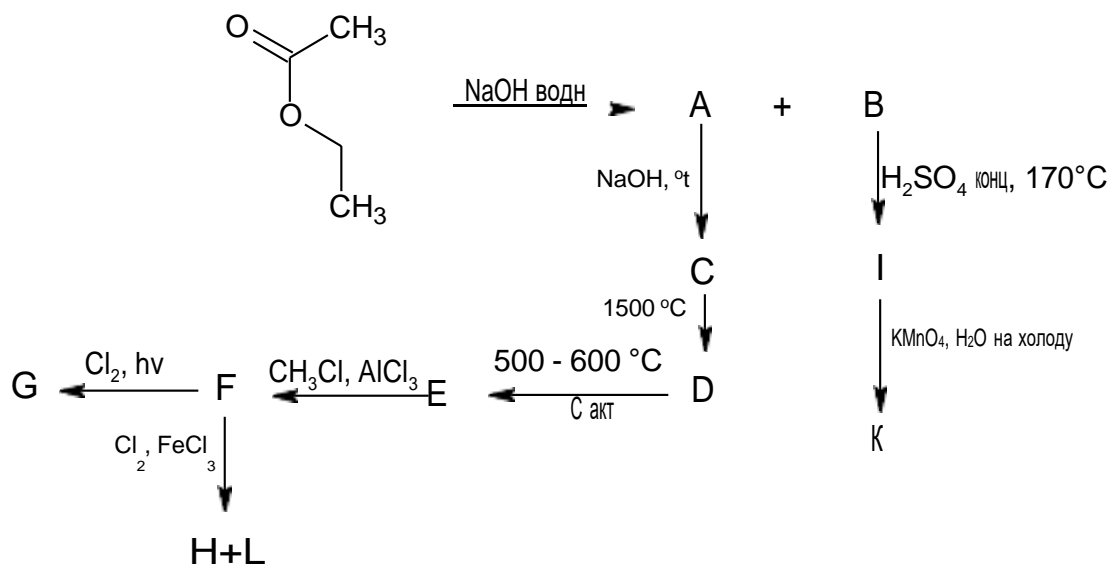
2. Важную роль в нашем организме выполняет фермент АДГ, который катализирует метаболизм спиртов в печени человека. Схема действия в общем виде представлена ниже. Основным метаболитом этанола при действии на него алкогольдегидрогеназы является вещество **Z**. Напишите брутто- и структурную формулы этого вещества, если содер-



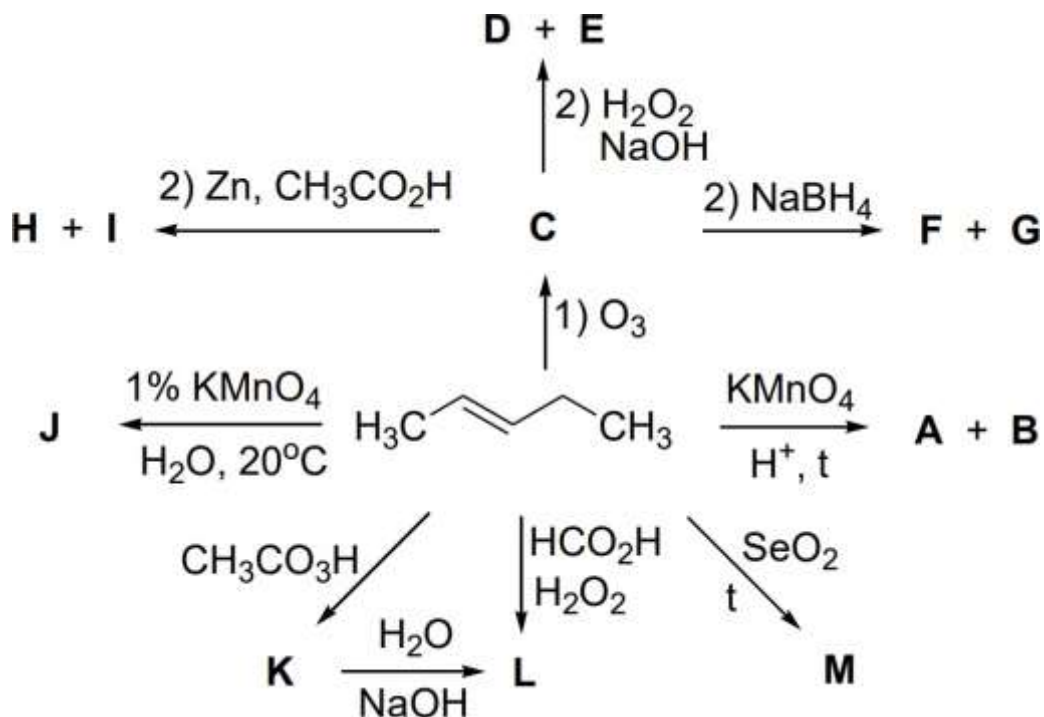
жание углерода и кислорода в **Z** следующие: С (54,53%), О (36,32%). Дайте номенклатурное название этому соединению.



4. Органическая химия. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить цепочку превращений:



4. Органическая химия. Как известно, основным направлением потребления углеводородов до сих пор является их сжигание. Однако известны и разнообразные примеры частичного окисления углеводородов, приводящего к тем или иным ценным продуктам. При этом в зависимости от используемого окислителя и условий проведения реакции один и тот же углеводород можно превратить в разные соединения. На приведённой схеме показаны наиболее часто используемые методы окисления алкенов на примере транс-пентена-2. Учтите, что соединение **M** содержит 69,8 % углерода, при действии MnO_2 оно превращается в продукт **N**, дающий реакцию серебряного зеркала с образованием соли **O**; соединения **J** и **L** являются диастереомерами (оптическими изомерами, не являющимися зеркальным отображением друг друга), а соединения **K** и **M** – изомеры, имеющие разные функциональные группы.



1. Напишите структурные формулы соединений А–О.
2. Напишите уравнение реакции транс-пентена-2 с перманганатом калия в растворе серной кислоты.
3. Соединения D, F и H легко превращаются в А, а E, G и I в В. На примере одного из продуктов реакции (А или В, на ваш выбор) напишите, с помощью каких реагентов можно осуществить эти превращения (один пример для каждого превращения).

11 КЛАСС

1. Качественный и количественный анализ.

1.1 В десяти пронумерованных пробирках находятся следующие вещества (именно вещества, а не растворы): бензойная кислота, транс-3-фенилпропеновая кислота, 2-аминобензойная кислота, 2-гидроксибензойная кислота, цис-бутендиовая кислота (цис-этилендикарбоновая кислота), бензамид (амид бензойной кислоты), 1,4-дигидроксибензол, 2-аминофенол, 1,2-диаминобензол (о-фенилендиамин) и транс-дифенилэтилен. Изобразите структурные формулы всех определяемых веществ. Если какие-то вещества имеют тривиальные названия, приведите их.

Предложите план определения указанных веществ с использованием следующих реактивов и оборудования: дистиллированная вода, 10 % водные растворы NaOH, NaHCO₃, HCl, 1 % водный раствор KMnO₄, 2 % раствор брома в воде, шпатель, водяная баня.

Напишите уравнения реакций, на основании которых произведено определение каждого вещества, укажите признаки реакций

1.2 Пробу раствора формальдегида объемом 5,00 мл разбавили до 100,00 мл. Из разбавленного раствора отобрали аликвоту 5,00 мл и добавили сульфит натрия, выделившееся при этом гидроксид-ионы оттитровали 22,45 мл раствора 0,1000 н серной кислоты

($f_3=1/2$). Вычислите концентрацию формальдегида в исходном растворе в г/л. Укажите вид и тип титрования.

2. Физическая химия.

2.1 Для измерения рН раствора можно применять хингидронный электрод. (Хингидрон, Q/QH_2 , представляет собой комплекс хинона, $Q = C_6H_4O_2$, и гидрохинона, $QH_2 = C_6H_4O_2H_2$). Электродная полуреакция записывается как $Q + 2H^+ + 2e \rightarrow QH_2$, стандартный потенциал $E^0 = +0,6994$ В. Если элемент $Hg | Hg_2Cl_2 | HCl | Q, QH_2 | Pt$ имеет ЭДС $+0,190$ В, каков рН раствора HCl .

2.2 Газообразные вещества A_2 и B_2 смешали в мольном соотношении 2:1 в закрытом сосуде при температуре T_1 . После установления равновесия $A_2(g) + B_2(g) = 2AB(g)$ число гетероядерных молекул в газовой фазе оказалось равно общему числу гомоядерных молекул.

1. Рассчитайте константу равновесия K_1 для приведенной выше реакции.

Во сколько раз гетероядерных молекул будет больше при равновесии, чем гомоядерных, если исходные вещества смешать в равных количествах при температуре T_1 ?

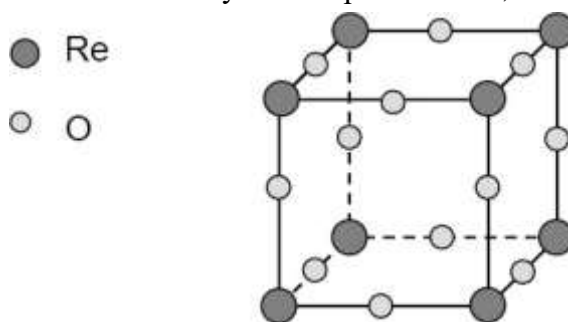
Равновесную смесь, полученную из исходной смеси с соотношением реагентов $A_2 : B_2 = 2 : 1$ нагрели, так что константа равновесия уменьшилась в 2 раза: $K_2 = K_1 / 2$.

2. Сколько вещества B_2 (в процентах от исходного количества) надо добавить в реакционный сосуд, чтобы равновесные количества веществ A_2 и AB остались такими же, как при температуре T_1 ?

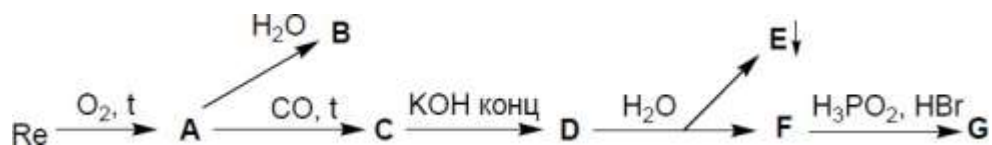
3. Неорганическая химия.

3.1 Металл M , принадлежащий первому ряду переходных элементов, образует три соединения: K_4MO_4 , K_3MO_4 и K_2MO_4 , характеризующиеся магнитными моментами 4,7, 3,7 и 2,8 магнетонов Бора (в расчете на один атом M), соответственно. Определите металл M и нарисуйте схему распределения d -электронов M по орбиталиям (с учетом их расщепления) для каждого соединения. Будут ли данные соединения окрашены? Объясните.

3.2 При нагревании на воздухе порошок рения сгорает с образованием оксида A , который содержит 76,9% металла. Мягкое восстановление A оксидом углерода (II) при нагревании позволяет синтезировать другой оксид рения C , элементарная ячейка которого показана на рисунке и представляет собой куб со стороной $a = 3,734 \cdot 10^{-10}$ м.



На схеме приведены некоторые превращения соединений рения. Следует отметить, что диамагнитная соль G (33,08% Re и 6,95% К по массе), содержит два атома Re на формульную единицу и в её структуре присутствуют связи рений–рений.



1. Установите формулы веществ **A** – **G** и напишите уравнения упомянутых в условии задачи реакций с участием этих соединений. *Подсказка.* Рений находится в одной подгруппе с марганцем и некоторые свойства этих элементов схожи.

2. Как Вы думаете, кислота **B** является сильной, средней силы или слабой?

3. Рассчитайте теоретическую плотность кристаллического оксида **C**.

4. Определите кратность связи рений–рений в структуре **G** и укажите, какие типы связей (σ , π , δ) реализуются в этом соединении.

4. Физико-химические методы исследования

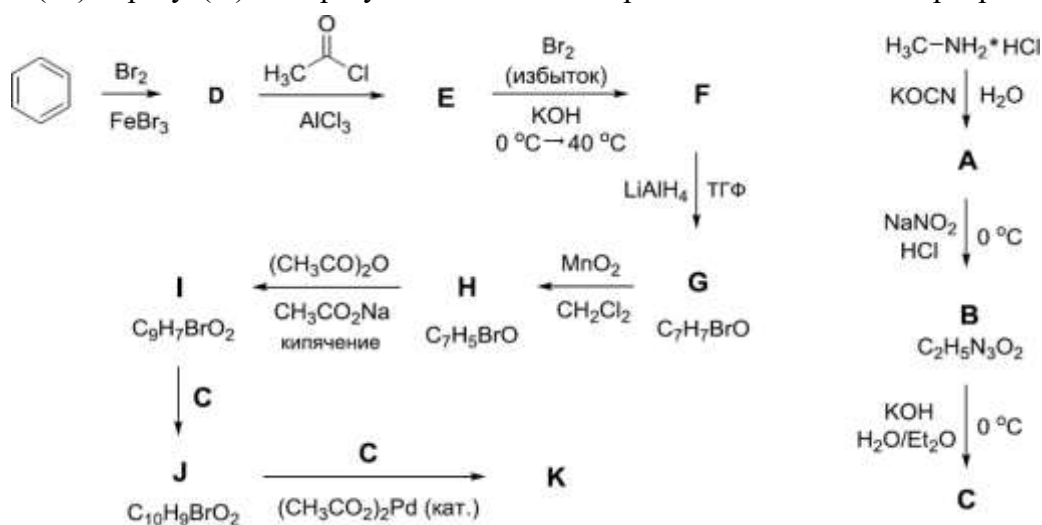
4.1 В природе сурьма состоит из двух стабильных изотопов ^{121}Sb и ^{123}Sb , хлор – из двух стабильных изотопов ^{35}Cl и ^{37}Cl , а водород – из двух стабильных изотопов ^1H и ^2H . Сколько пиков следует ожидать в масс-спектре низкого разрешения (различающем пики с точностью до целого значения) у ионного фрагмента SbHCl^+ ? Сколько пиков можно различить в масс-спектре высокого разрешения?

4.2 Лекарственный препарат ноотропил имеет брутто-формулу $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2$. Под действием водного раствора NaOH при нагревании он подвергается гидролизу с образованием аммиака и соли состава $\text{C}_6\text{H}_9\text{NO}_4\text{Na}_2$. В ПМР-спектре соответствующей кислоты присутствуют сигналы четырёх CH_2 -групп: 3,13 м. д. - синглет, 2,65 и 2,19 м. д. - триплеты, 1,76 м. д. - квинтет. Найдите структуру ноотропила.

5. Органическая химия.

5.1 В химической лаборатории был проведён анализ лекарственного препарата **A**. Образец препарата массой 3,30 г сожжён в кислороде. Продукты горения: CO_2 – 4,032 л (н.у.), H_2O – 1,98 г, N_2 – 0,224 л (н.у.). Водный гидролиз **A** приводит к образованию спирта и аминокислоты. Массовая доля азота в аминокислоте равна 10,22 %. В молекуле кислоты имеются четыре расположения атомов водорода. Определите формулу препарата **A**. Напишите реакции щелочного и кислотного гидролиза **A**. Предложите совокупность реакций для получения препарата **A**, используя основное вещество природного газа, а также все необходимые неорганические вещества и оборудование для проведения синтезов. Указать для реакций условия их проведения.

5.2 Расшифруйте цепочку превращений (структуры **A–K**), учитывая, что **C** – это неустойчивое газообразное вещество, не содержащее кислорода и получаемое в виде раствора в диэтиловом эфире. Сколько стереоизомеров может быть у структуры **K**, и какой(ие) образуе(ю)тся в результате синтеза? Предложите механизм превращения **I** в **J**.



ПРИЛОЖЕНИЕ А

Для оценки уровня знаний учащихся используется РОДУ, которая основывается на введении коэффициентов сложности и значимости. Для каждой темы присвоен коэффициент сложности – $K_{сл}$, и коэффициент значимости – $K_{зн}$, имеющие следующие значения:

$K_{сл}$	$K_{зн}$
1 – очень легкий;	1 – значимость между темами;
2 – легкий;	2 – значимость между разделами;
3 – средней сложности;	3 – внутрикурсовая (класс) значимость;
4 – высокой сложности;	4 – внутрипредметная значимость;
5 – очень высокой сложности	5 – межпредметная значимость