

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ
«РЕГИОНАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ И НЕПРЕРЫВНОГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ»
(«РЕГИОНАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ»)**

**РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ВЫЯВЛЕНИЯ И ПОДДЕРЖКИ ОДАРЕННЫХ ДЕТЕЙ
«ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «ПЕРСЕЙ»»**

СОГЛАСОВАНО

протокол Экспертного совета

№ 1/Н от «24» декабря 2021 г.

УТВЕРЖДЕНО

И. о. директора

И. Г. Дмитриев

приказ № ДО-у/326/2022 от 02.09.2022 г.



Дополнительная общеразвивающая программа

ОЛИМПИАДНАЯ ХИМИЯ ДЛЯ 10-11 КЛАССОВ

Направленность: естественнонаучная

Категория обучающихся: 10-11 класс

Объем: 32 часа

Форма обучения: заочная (электронное обучение), в том числе с использованием дистанционных образовательных технологий

г. Иркутск, 2022

Дополнительная общеразвивающая программа рассмотрена на заседании Экспертного совета протокол от «24» декабря 2021 г. № 1/Н

Разработчики программы:

Белых Ольга Александровна, д.б.н., профессор ФГБОУ ВО «Байкальский государственный университет»

Харин Евгений Сергеевич, магистрант ФГБОУ ВО «Байкальский государственный университет»

Главацкий Леонид Эдуардович, старший преподаватель отдела развития образовательных программ по направлению «Наука» Регионального центра выявления и поддержки одаренных детей ОЦ «Персей».

Разработчик программы: Гуринович Наталья Сергеевна, старший преподаватель кафедры теоретической и прикладной органической химии и полимеризационных процессов химического факультета ИГУ.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Нормативно-правовые основания разработки программы

Нормативную правовую основу разработки программы составляют:

–Федеральный закон от 29.12.2012 г. №273 «Об образовании в Российской Федерации»;

–Приказ Минпросвещения России № 196 от 09.11.2018 (ред. от 30.09.2020) «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;

–Приказ Минпросвещения России от 30.09.2020 N 533 «О внесении изменений в Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам, утвержденный приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 9 ноября 2018 г. N 196» (Зарегистрировано в Минюсте России 27.10.2020 N 60590);

–Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеобразовательных программ (включая разноуровневые программы) / Приложение к письму Министерства образования и науки Российской Федерации № 09-3242 от 18 ноября 2015 г.;

–Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 17 мая 2012 г. N 413). (С изменениями и дополнениями от: 29 декабря 2014 г., 31 декабря 2015 г., 29 июня 2017 г., 24 сентября, 11 декабря 2020 г.);

–Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 17 декабря 2010 г. N 1897) (С изменениями и дополнениями от: 29 декабря 2014 г., 31 декабря 2015 г., 11 декабря 2020 г.);

–Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации 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»;

–Устав института;

–Положение об организации и осуществлении образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам.

1.2. Актуальность программы

Отличительной особенностью программы является ее ориентированность на теоретико-практическую подготовку детей к выполнению заданий Всероссийской олимпиады школьников. Обучающиеся, в рамках данной программы, смогут ознакомиться с заданиями олимпиады по химии прошлых лет, изучить их решение и типичные ошибки участников, возникающие при их выполнении. Кроме того, школьники получают вектор для дальнейшего развития собственных знаний в химических дисциплинах.

1.3. Направленность программы: естественнонаучная

1.4. Адресат программы:

К освоению программы допускаются обучающиеся по общеобразовательным программам и программам среднего профессионального образования в возрасте от 14 до 18 лет.

1.5. Цель и задачи (планируемые результаты) освоения программы:

Цель изучения дисциплины «Олимпиадная химия для 10-11 классов» заключается в формировании у обучающихся общего представления о специфике заданий Всероссийской олимпиады школьников по химии и получение ими знаний и опыта по их решению.

Задачи:

1. Развитие у обучающихся навыков решения олимпиадных заданий по химии;
2. Совершенствование у обучающихся навыков исследовательской работы;
3. Систематизация знаний по химии для дальнейшего углублённого изучения.

Планируемые результаты освоения:

Личностные

- Развитие познавательного интереса, интеллектуальных и творческих способностей обучающихся;
- Совершенствование способности самостоятельного приобретения новых знаний и практических умений;
- Способствование приобретению положительного эмоционального отношения к окружающей природе и самому себе как части природы у обучающихся.

Метапредметные

- Владение навыками познавательной и учебно-исследовательской деятельности;
- Развитие умения формулировать собственные мысли в устной и письменной форме;
- Развитие навыков межличностного взаимодействия и построения коммуникационного процесса.

Предметные

- Формирование у обучающихся общего представления о феноменологических знаниях о природе важнейших химических явлений окружающего мира и качественное объяснение причины их возникновения;
- Развитие элементов теоретического мышления на основе формирования умений устанавливать факты, выделять главное в изучаемом явлении, выдвигать гипотезы, формулировать выводы;
- Углубление убеждения обучающихся в закономерной связи и познаваемости явлений природы, в объективности научного знания, в высокой ценности науки в развитии материальной и духовной культуры общества.

1.6. Объем и срок освоения программы. Программа рассчитана на 32 часа и предполагает овладение материалом в течении 32 дней. Данное количество часов определяется содержанием и прогнозируемыми результатами программы.

1.7. Форма обучения: заочная (электронное обучение), в том числе с использованием дистанционных образовательных технологий.

1.8. Формы аттестации. Оценочные материалы. Для определения результатов освоения программы у обучающихся используются следующие виды контроля:

- итоговая аттестация – тестирование.

1.9. Режим занятий – реализация программы проходит в течение 32 дней. Занятия проводятся не менее 1 часа в день.

1.10. Особенности организации образовательной деятельности

Практическая направленность программы осуществляется через решение олимпиадных заданий ВсОШ по химии.

1.11. Форма итоговой аттестации – тестирование.

2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№	Наименование разделов, дисциплин (модулей)	всего часов	Аудиторная нагрузка		СРС	Промежуточная аттестация
			теоретические занятия	практич. занятия		форма
I	Раздел 1. Классификация органических веществ. Изомерия.	4	1	2	1	
II	Раздел 2. Теория радикалов,	4	1	2	1	

	теория типов.					
III	Раздел 3. Химические реакции в органической химии	5	1	2	2	
IV	Раздел 4. Специфические химические реакции органической химии	6	2	1	3	
V	Раздел 5. Генетическая связь органических соединений	6	2	1	3	
VI	Раздел 6. Общая химия	5	2	1	2	
Итоговая аттестация		2		2		Зачет
Итого:		32	8	12	12	

3. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

3.1. Для реализации дополнительной общеразвивающей программы предусмотрена заочная (электронное обучение), в том числе с использованием дистанционных образовательных технологий, форма обучения.

3.2. Срок освоения ДОП составляет 28 дней.

3.3. Календарные сроки реализации ДОП устанавливаются институтом на основании плана-графика.

№	Наименование разделов, дисциплин, модулей и тем	Всего часов	День																											
I	Раздел 1. Строение атомов и молекул. Периодический закон. Химическая связь.	4	1	1	1	1																								
II	Раздел 2. Простые и сложные вещества неорганической химии. Смеси. Взаимосвязь между классами неорганических веществ.	4					1	1	1	1																				
III	Раздел 3. Окислительно-восстановительные реакции.	5								1	1	1	1	1																
IV	Раздел 4. Расчеты по уравнениям реакций и концентрациям растворов.	6												1	1	1	1	1	1											
V	Раздел 5. Скорость химической реакции. Химическое	6																			1	1	1	1	1	1				

Теоретическое занятие 6.1.2. Способы получения комплексных соединений.	
Практическое занятие 6.1. Разбор олимпиадных заданий на комплексные соединения.	1
Самостоятельная работа 6.1. Контрольная работа. Решения олимпиадных заданий на комплексные соединения.	2
Итоговая аттестация	2
Практическое занятие 7.1. Решение практических заданий	2
Итого	32

5. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

5.1. Материально-техническое обеспечение

Лаборатория дистанционного обучения (г. Иркутск, Угольный проезд 68/1, кабинет 12)

5.2. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

1. Гауптман, З. Органическая химия: учебник: [16+] / З. Гауптман, Ю. Грефе, Х. Ремане; под ред. В. М. Потапова; пер. с нем. П. Б. Терентьева, С. С. Чурановой. – Москва: Химия, 1979. – 829 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450009> (дата обращения: 19.09.2022). – Текст: электронный.

2. Болтromeюк, В. В. Органическая химия: пособие для подготовки к тестированию: учебное пособие: [12+] / В. В. Болтromeюк. – Минск: Тетралит, 2018. – 256 с.: табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=571638> (дата обращения: 19.09.2022). – ISBN 978-985-7081-98-1. – Текст: электронный.

3. Органическая химия: базовый уровень. Углеводороды: учебное пособие: [16+] / Д. Б. Багаутдинова, О. Д. Хайруллина, М. Н. Сайфутдинова [и др.]; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань: Казанский научно – исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017. – 247 с.: табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561103> (дата обращения: 19.09.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-2196-0. – Текст: электронный.

4. Органическая химия: учебное пособие: [16+] / О. В. Дябло, А. В. Гулевская, А. Ф. Пожарский, Е. А. Филатова; отв. ред. А. В. Гулевская; Южный федеральный университет. – Ростов- на- Дону; Таганрог: Южный федеральный университет, 2017. – Часть 1. Алифатические соединения. – 115 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499919> (дата обращения: 19.09.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-2391-7. – Текст: электронный.

5. Органическая химия: учебное пособие: [16+] / Е. А. Филатова, А. В. Гулевская, О. В. Дябло, А. Ф. Пожарский; отв. ред. А. В. Гулевская; Южный федеральный университет. – Ростов- на- Дону; Таганрог: Южный федеральный университет, 2017. – Часть 2. Ароматические соединения. – 118 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499923> (дата обращения: 19.09.2022). – Библиогр.: с. 109. – ISBN 978-5-9275-2392-4. – Текст: электронный.

Дополнительные источники:

1. Белавин, И. Ю. 100 баллов по химии: учимся решать задачи: от простых до самых сложных: учебное пособие: [12+] / И. Ю. Белавин, В. П. Сергеева; под ред. В. В. Негребецкого. – эл. изд. – Москва: Лаборатория знаний, 2022. – 259 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=690613> (дата обращения: 19.09.2022). – ISBN 978-5-93208-600-1. – Текст: электронный.

2. Левицкий, М. М. Добро пожаловать в химию!: [12+] / М. М. Левицкий. – 3-е изд. (эл.). – Москва: Лаборатория знаний, 2021. – 201 с. – Режим доступа: по подписке. –

URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=602075> (дата обращения: 19.09.2022). – ISBN 978-5-93208-510-3. – Текст: электронный.

3. Пототня, Е. М. Органическая химия: 10—11 класс: учебное пособие: [12+] / Е. М. Пототня. – Москва: Русское слово — учебник, 2012. – 273 с.: схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485659> (дата обращения: 19.09.2022). – ISBN 978-5-91218-485-7. – Текст: электронный.

4. Валуева, Т. Н. Способы решения задач по химии: учебное пособие для студентов направления подготовки «Химия»: [16+] / Т. Н. Валуева, А. М. Краснова. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2019. – 55 с.: табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=571305> (дата обращения: 19.09.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4499-0509-3. – DOI 10.23681/571305. – Текст: электронный.

Интернет-источники:

1. Сайт «Простая наука» [Электронный ресурс]. – URL: <https://simplescience.ru/collection/chemistry>

2. Справочник химика 21 [Электронный ресурс]. – URL: <https://chem21.info/>

5.3. Организация образовательного процесса

Каждый обучающийся имеет рабочее место с доступом к сети Интернет, к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам, электронной библиотеке «Библиоклуб».

Образовательная деятельность обучающихся предусматривает следующие виды учебных занятий и учебных работ: лекции, практические и семинарские занятия.

5.4. Кадровое обеспечение образовательного процесса

Реализация программы обеспечивается педагогическими кадрами, имеющими образование, соответствующее профилю/направленности программы.

КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДОП

6.1. Освоение ДОП заканчивается итоговой аттестацией обучающихся. Лица, успешно освоившие ДОП и прошедшие итоговую аттестацию, получают сертификат.

6.2. В соответствии с учебным планом итоговая аттестация по программе «Олимпиадная химия для 10-11 классов» осуществляется в форме письменного зачета.

6.3. Порядок проведения итоговой аттестации:

Примеры и задания.

Задача 1

Из жизни радикалов и электрондефицитных соединений
«Слиплись»

Образование димерных молекул возможно в результате объединения неспаренных электронов в пары, насыщения неподелёнными парами валентной оболочки одного из атомов и по другим причинам. Вещества C_2 , N_2 , I_2 являются димерами только по молекулярной формуле и не способны обратимо диссоциировать на молекулы мономера в растворе либо в газовой фазе. Способы получения молекул нескольких димеров и их описание представлены в таблице:

	Способ получения	Описание димера
A_2	$KI + H_2SO_4$ (концентрированная), возгонка продукта A_2	в виде фиолетовых паров или твердого вещества, обратимо диссоциирует при облучении либо выше $700^\circ C$
B_2	$Cu + HNO_3$ (концентрированная), сжижение газообразного продукта	в виде бесцветной жидкости или твердого вещества, обратимо диссоциирует при температуре выше $50^\circ C$

C₂	$\begin{array}{c} \diagup \quad \text{Cl} \\ \diagdown \quad \text{O} \\ \text{---} \quad \text{=} \\ \text{H}_3\text{C O} \end{array} + \text{Cl}_2 \text{ (избыток)}$	необратимо разлагается до C при нагревании
D₂	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{C}$ (нагревание)	существует в пара́х
E₂	$\text{Na}[\text{BH}_4] + \text{BF}_3$ (в среде ТГФ)	Необратимо разлагается при нагревании, диссоциирует в ТГФ ¹
F₂	$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (нагревание)	существует в пара́х и неполярных растворителях
G₂	F (нагревание до 650°, кат)	молярная масса G 42 г/моль, в присутствии воды дает F
H₂	$\text{Mo}(\text{CO})_6 + \text{F}$	возгоняется без разложения, содержит четверную связь
I₂	$\text{P} + \text{Cl}_2$	диссоциирует в пара́х, в твердом виде имеет ионное строение
J₂	$\text{I} + \text{AsF}_3$	состоит из бинарных ионов

¹ ТГФ = тетрагидрофуран:



Вопросы:

1. Составьте уравнения реакций, представленных в таблице.
2. Приведите структурные формулы димеров.

Задача 2

«Для стареющего отца нет ничего дороже дочери»

Еврипид

Современную промышленность сложно представить без применения двух полезных простых веществ, образованных элементами **A** и **B** (простые вещества для удобства также обозначены символами **A** и **B**). Они широко используются в ракетостроении, авиации, радиотехнике, атомной энергетике и многих других отраслях науки и техники. Однако за всё хорошее в жизни нужно платить – получение этих веществ сопряжено со многими трудностями. Эти два элемента относятся к редким и рассеянным, содержание в земной коре самого распространенного из них составляют около 0.0002 %. При этом **A** и **B** образуют изоструктурные соединения и очень часто входят в состав минералов, в которых атомы элемента **B** замещают атомы **A**, образуя твердые растворы. В задаче состав твердых растворов указан при мольном соотношении **A**: **B** = 9: 1. Состав используемой руды в

основном определяется формальным содержанием оксидов, образованных элементами **A**, **B**, **Mn**, **Fe**.

Известно несколько способов переработки рудного концентрата.

В одном из них концентрат сплавляют с натриевой щёлочью. При сплавлении со щёлочью наряду с другими веществами образуется твердый раствор **C**. После охлаждения плав обрабатывают горячим раствором щелочи, при этом в раствор переходит большая часть примесей. Далее нерастворимый осадок промывают щёлочью, фильтруют и обрабатывают концентрированной соляной кислотой. При этом выделяется небольшое количество хлора. Белый осадок многократно промывают соляной кислотой. При его прокаливании образуется твердый раствор **D**. Из 1 т **C** можно получить 478 кг **D**.

Другой способ предполагает растворение концентрата в горячей плавиковой кислоте, при этом **A** и **B** переходят в раствор. Далее к раствору добавляют гидрофторид калия, при этом в осадок выпадает вещество **E**, содержащее только **B**, которое в дальнейшем сплавляют с натрием (*р-ция 1*).

Помимо промышленного применения элемент **B** имеет достаточно интересные химические свойства. В частности, при нагревании он окисляется хлором до высшей степени окисления с образованием **F** (*р-ция 2*).

F полностью гидролизуетсся водой с образованием нерастворимого вещества **G** (*р-ция 3*), при прокаливании которого образуется высший оксид **H** изоструктурный **D** (*р-ция 4*).

Если смешать **F** с NaCl и избытком порошка **B**, а затем нагревать в запаянной ампуле длительное время, образуется **I** (*р-ция 5*). Полученное вещество растворяют в горячей соляной кислоте и из раствора кристаллизуется темно-зеленый осадок **J** (*р-ция 6*).

Для определения содержания **B** в соединениях используют гравиметрический анализ. Ниже в таблице указано какое количество **H** можно получить из 1.000 г различных веществ:

В-во	E	F	I	J
Масса H , г	0.563	0.617	0.730	0.768

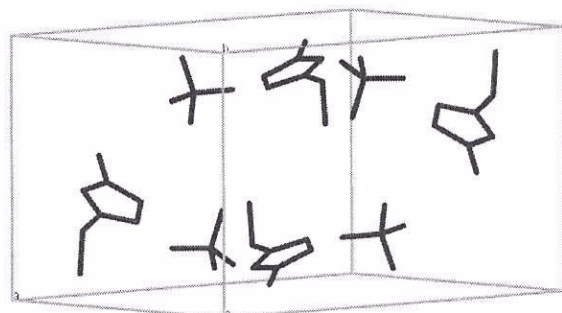
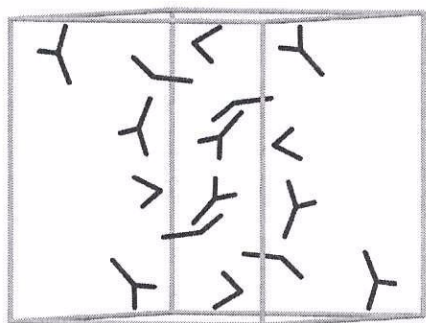
Соединения **I** и **J** содержат в своём составе октаэдрический кластер из атомов **B**. При этом в соединении **I** $\frac{2}{3}$ атомов хлора связаны одновременно с двумя атомами **B**, а число ближайших соседей каждого из атомов **B** равно 9.

Вопросы:

1. Определите элементы **A** и **B**, ответ обоснуйте. Определите состав **C**, **D** и **E**. Состав подтвердите расчётом.
2. Объясните почему при обработке осадка соляной кислотой выделяется хлор. Запишите уравнение реакции.
3. Почему из раствора осаждается **E**, не содержащее **A**, хотя в растворе этот элемент преобладает?
4. Рассчитайте примерную плотность простого вещества **B**, если для **A** она равна 8.57 г/см^3 .
5. Определите вещества **F**, **I**, **J**, состав подтвердите расчётом.
6. Запишите уравнения реакций 1 – 6.
7. Схематично изобразите структуру аниона вещества **I** и опишите его строение.
8. Почему в качестве эпиграфа к задаче выбрана именно эта цитата?

Задача 3

Соединение **A** ($\omega(\text{C}) = 19.4\%$), полученное в 1888 году действием азотной кислоты на продукт реакции этиленоксида с аммиаком, стало первым представителем группы веществ, которые в последнее время вызывают большой интерес у учёных. Второе вещество (**B**), относящееся к этой группе, было получено лишь спустя два десятилетия. Элементарная ячейка кристаллов **B** ($\rho = 1.367 \text{ г/см}^3$, $T_{\text{пл.}} = 13 \text{ }^\circ\text{C}$) – прямой параллелепипед с высотой $9.90 \text{ \AA}$ и основанием в виде параллелограмма с длинами рёбер 11.53 и $9.97 \text{ \AA}$ и углом между ними 112.7° . Вещество **B** состоит из тех же элементов, что и **A**, а атомы углерода в **B** неэквивалентны.



D

*Схемы элементарных ячеек кристаллов **B** и **D** по данным РСА. Связи между атомами различных элементов, кроме водорода, отобразены как чёрные отрезки, положение атомов водорода методом РСА установить не удаётся.*

Следующие представители данной группы соединений были получены ещё около 30 лет спустя и использованы в процессе электрохимического покрытия поверхностей металлом **X**. Одно из них (**C**) образуется при действии хлорэтана на пиридин с последующей обработкой эквимольным количеством безводного хлорида **X** и может выделить в ходе электролиза до 97.4 мг металла на 1 г C . Однако настоящую популярность подобные вещества приобрели лишь после 1992 года, когда была синтезирована серия устойчивых к нагреванию и гидролизу производных имидазола², например, содержащее алкильные заместители при атомах азота соединение **D**, элементарная ячейка кристаллов которого ($\rho = 1.45 \text{ г/см}^3$, $T_{\text{пл.}} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$) – прямой параллелепипед с высотой $8.65 \text{ \AA}$ и основанием в виде параллелограмма с длинами рёбер 9.29 и $13.22 \text{ \AA}$ и углом между ними 121.4° .

Среди тысяч известных на сегодня соединений этой группы можно выделить малочисленную подгруппу, включающую, например, вещество **E** – продукт взаимодействия эквимольных количеств двух жидких при $25 \text{ }^\circ\text{C}$ бинарных соединений с одинаковым элементным составом, – или вещество **F**, которое можно получить прямым взаимодействием двух простых веществ, окрашенных в красный цвет, и металла **X**, взятых в массовом соотношении

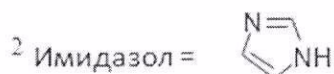
$$1 : 28.4 : 1.74.$$

Вопросы:

1. Установите структурные формулы соединений **A**, **B**, **C**, **D** и **X**. Подтвердите ваш вывод расчётом. Как называется данная группа веществ?
2. Предложите способ синтеза **D**, исходя из имидазола.

3. Приведите структуры **E** и **F** с учётом того, что массовая доля одного из элементов в **E** равна 93.3%. В чём заключается особенность этой подгруппы?

4. Большой интерес в последние годы привлекают также необычные свойства вещества **G**, изоструктурного соединению **D** и содержащего 45.9% хлора по массе. Какова его формула и чем оно так необычно?



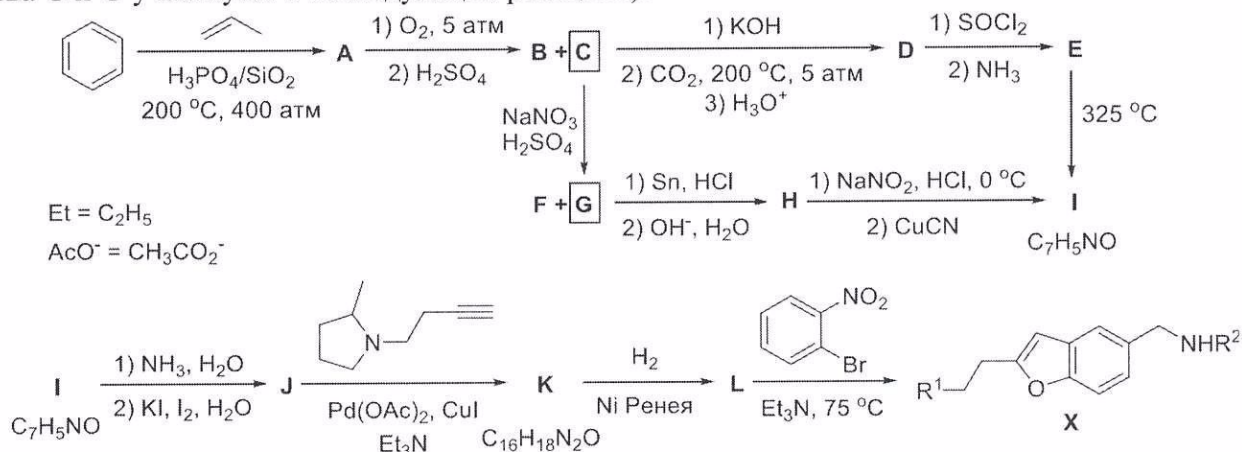
Задача 4

Синтетическая неожиданность

«От перемены мест слагаемых сумма не меняется»

Коммутативность операции сложения

Иногда в ходе синтеза бывает критически важен порядок добавления реагентов на определённой стадии. Примером такого превращения может послужить стадия **I** → **J** приведённой ниже схемы получения производного бензофурана **X**, проявляющего противовоспалительную активность (из пар продуктов **B** + **C** и **F** + **G** только выделенные вещества **C** и **G** участвуют в последующих реакциях).



Согласно методике, в концентрированном водном растворе аммиака следует растворять 10.0 г вещества **I**, а после его полного растворения прибавить раствор, содержащий 68.3 г иодида калия и 21.3 г иода. В результате длительного перемешивания из раствора выпадает осадок вещества **J**. По данной методике выход составляет 69%, а масса **J** после полного высушивания осадка составляет 14.2 г.

При проведении этой стадии на практикуме студент Н. изменил порядок добавления реагентов: сначала смешал два раствора, а уже затем внёс навеску вещества **I**. Навески были взяты из оригинальной методики. Все свои действия студент запротоколировал в лабораторном журнале.

После завершения реакции на дне колбы красовался осадок, заметно более тёмный, нежели ему пристало по методике. Студент перенёс его на фильтр и промыл, но это не помогло. В бессилии и недоумении, Н. отправился к преподавателю со своей проблемой. Внимательно прочитав лабораторный журнал, преподаватель пришёл в ужас и вызвал отряд МЧС, после чего объявил эвакуацию лаборатории.

Когда все покинули лабораторию, преподаватель подошёл к студенту Н. и объяснил, что вместо **J** в ходе реакции образовалось большое количество вещества **Z**. Услышав это, студент понял, что зря он распрощался с неорганической химией, едва выйдя с экзамена.

Вопросы:

1. Изобразите структурные формулы веществ **A – L** и **X** (указав строение заместителей R^1 и R^2). Учтите, что вещества **D** и **G**, в отличие от вещества **F**, не содержат внутримолекулярных водородных связей, температура кипения **B** значительно ниже таковой у **C**, а вещество **K** содержит три цикла в своей структуре.

2. Найдите формулу **Z**, если известно, что массовая доля азота в нём равна 6.805%, а водорода – 0.736%. Напишите уравнение реакции, которая привела к выпадению осадка **Z**. Что бы произошло, если бы студент начал сушить осадок?

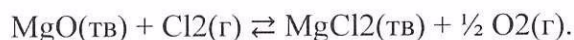
Указание: при расчётах используйте молярные массы элементов, округлённые до сотых долей г/моль.

Задача 5

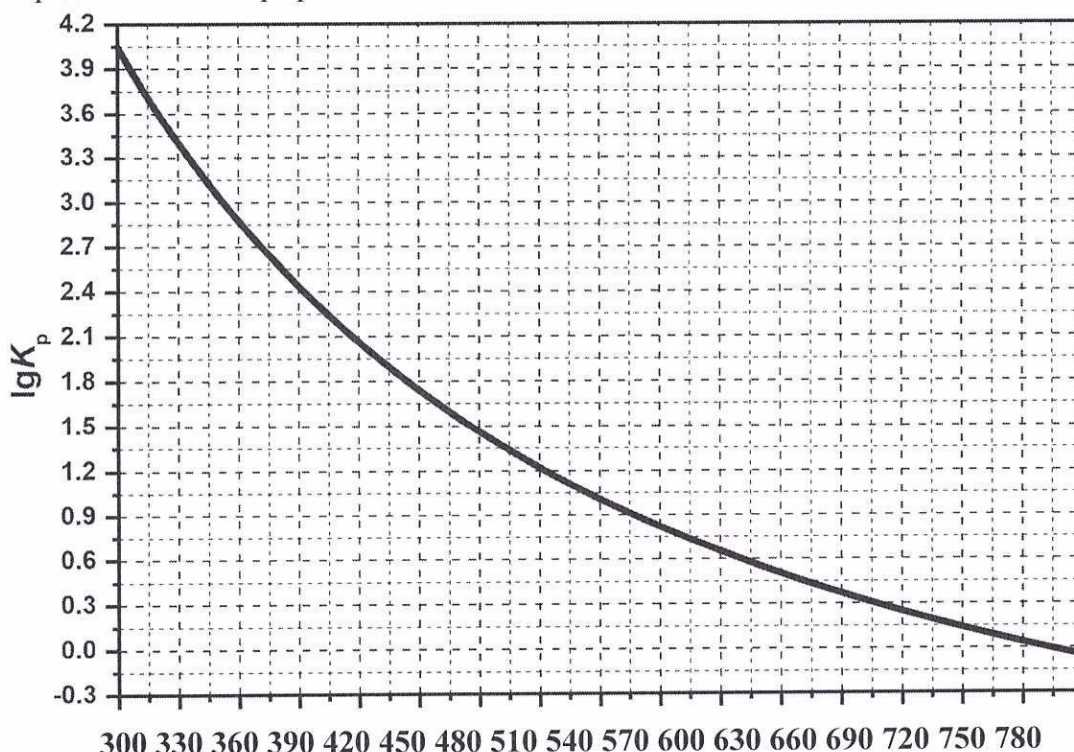
Гетерогенное равновесие

Оксид магния – одно из самых тугоплавких соединений и поэтому широко применяется для производства огнеупоров. Но из-за высокой температуры плавления MgO непригоден для получения магния методом электролиза и возникает необходимость его перевода в хлорид.

Реакция оксида магния с хлором обратима:



Зависимость десятичного логарифма константы равновесия K_p этой реакции от температуры представлена на графике:



I.**T, K**

1. Используя график, определите знаки стандартной энтальпии ΔH° , стандартной энтропии ΔS° и стандартной энергии Гиббса ΔG° для этой реакции при температуре 298 К. Ответ обоснуйте. Предположите, почему реакция не протекает при комнатной температуре?

2. В предварительно откачанный закрытый реакционный сосуд объёмом 2.0 л поместили 0.10 г MgO, 0.10 г MgCl₂, нагрели до 402 °С и ввели смесь кислорода и хлора (плотность смеси по водороду 25.75) до общего давления 1.0 бар. Для инициирования реакции сосуд подвергли облучению. Рассчитайте состав полученной смеси веществ (массы твердых веществ и давления газов). 1 бар = 10⁵ Па.

3. При какой температуре равновесная газовая смесь будет содержать равные количества хлора и кислорода при общем давлении 1 бар?

4. При проведении реакции при температурах выше 1000 °С реакция протекает практически необратимо в прямом направлении. Предложите объяснение этому факту.

5. Как можно получить хлорид магния из MgO и Cl₂ при более низкой температуре? Предложите способ и напишите уравнение реакции.

Необходимые формулы:

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_p$$

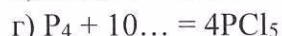
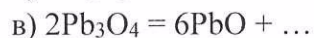
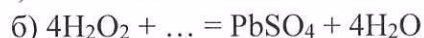
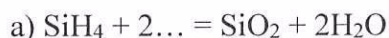
$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$$

Задача 6. Хорошо растворимый газ

В воде растворили неизвестный газ и получили раствор с массовой долей вещества 40 %. В этом растворе на две молекулы газа приходится 5 молекул воды. Установите относительную молекулярную массу газа и определите его формулу, если известно, что он состоит из атомов водорода, кислорода и ещё одного элемента.

Задача 7. Неполные уравнения

Восстановите пропуски в уравнениях реакций, не изменяя коэффициентов:

**Задача 8. Горение во фторе**

Одно из самых активных химических веществ – газообразный фтор, F₂. В нём горит даже вода, а многие другие простые и сложные вещества сгорают уже при комнатной температуре. При этом в большинстве реакций продуктами являются только фториды – соединения, в которых фтор имеет валентность I, а остальные элементы проявляют типичные для них валентности. Составьте уравнения сгорания во фторе следующих веществ:

а) водорода,

г) метана CH₄,

б) углерода

д) аммиака NH₃.

в) воды,

Задание 4. Хлористый этил

В состав некоторых органических веществ, помимо углерода, входят хлор и водород.

1. Изобразите структурную формулу вещества состава C_2H_5Cl (хлористый этил), зная, что углерод имеет валентность IV, а водород и хлор – валентность I. Обозначьте связи между атомами черточками.
2. Хлористый этил горит красивым жёлтым пламенем. Запишите уравнение реакции горения, если известно, что при этом образуются углекислый газ, вода и хлороводород.
3. Изобразите структурные формулы всех продуктов реакции горения.

Задача 9. Гидразин – формулы и свойства

Сложное вещество гидразин, в молекуле которого на один атом азота приходится два атома водорода, представляет собой горючую жидкость, неограниченно смешивающуюся с водой.

1. Составьте молекулярную и структурную формулы этого вещества, зная, что азот в нём имеет такую же валентность, как и в аммиаке.
2. Запишите уравнение реакции горения гидразина на воздухе, зная, что в продуктах реакции есть одно простое вещество.
3. При горении гидразина в оксиде азота(IV) образуются те же продукты, что и при горении на воздухе. Запишите уравнение реакции.
4. С хлороводородом гидразин вступает в реакцию соединения. Составьте уравнение реакции, если известно, что её продукт содержит равное число атомов азота и хлора.

Задача 10. Простой эксперимент

В пробирку поместили порошкообразное вещество **М** зелёного цвета (см. рис. 1), состав которого можно выразить формулой $Cu_2(OH)_2CO_3$, и нагрели. В результате реакции получили твёрдое вещество **Х** чёрного цвета. На стенках пробирки сконденсировались капли бесцветной прозрачной жидкости **У**. Выделился бесцветный газ **З**, который пропустили в стакан с известковой водой, при этом наблюдали её помутнение.

Затем порошок вещества **Х** перенесли в трубку и нагрели в токе водорода (см. рис. 2). В результате реакции вещество **Х** превратилось в металл красного цвета. На стенках трубки снова сконденсировались капли бесцветной прозрачной жидкости **У**.

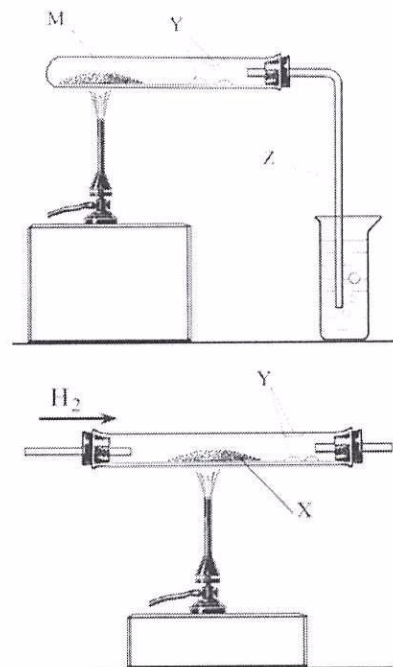


Рис. 1 Рис. 2

1. Определите вещества **X**, **Y** и **Z**, которые образовались при разложении $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$. Приведите соответствующее уравнение реакции.
2. Проводя данную реакцию, пробирку с исходным веществом закрепляют с небольшим наклоном в сторону отверстия (см. рис. 1). С какой целью это делают?
3. Какая реакция протекала при пропускании водорода над нагретым порошком **X**? Составьте уравнение данной реакции.
4. Как можно металлический порошок красного цвета, полученный во втором опыте, снова превратить в вещество **X**? Напишите соответствующее уравнение реакции.

Задача 11.

Неизвестный алкен массой 7 г присоединяет бромоводород, объём которого одинаков с объёмом метана массой 2 г (н.у.). Найдите молекулярную формулу алкена и напишите структурные формулы его изомеров.

Задача 12.

Соль **A** является соединением металла **X**, окрашивающим бесцветное пламя газовой горелки в жёлтый цвет.

При нагревании до 300°C **A** разлагается с образованием хорошо растворимой в воде соли **B**.

Взаимодействие раствора гидроксида кальция с раствором соли **B** или с раствором соли **A** приводит к выпадению осадка вещества **B**, которое разлагается при нагревании до 1000°C на газ **Г** (без запаха) и твёрдое вещество **D**.

Пропускание газа **Г** через раствор соли **B** приводит к образованию **A**.

Определите вещества **A–D**,
напишите уравнения реакций.

Задача 13.

Составьте уравнения реакций (укажите условия их протекания), с помощью которых можно осуществить превращения, назовите вещества А–Г:

ацетат натрия $\rightarrow$ А $\rightarrow$ Б $\rightarrow$ В $\rightarrow$ Г $\rightarrow$ этиленгликоль

Задача 14

При сливании 50 мл раствора соли А и 50 мл раствора соли Б выпало 2,69 г осадка, содержащего, по данным элементного анализа, 1,5% водорода, 14,9% кальция, 23,8% серы, 24,2% цинка и кислород.

При упаривании фильтрата получают менее 0,01 г сухого остатка.

1. Установите формулы солей.
2. Напишите уравнение проведенной реакции.
3. Вычислите содержание солей в исходных растворах в г/л.

Задача 15.

Продукты полного сгорания 0,512 г смеси бензола, стирола и циклогексана в избытке кислорода были пропущены последовательно через трубку с сульфатом меди и сосуд, содержащий 17,5 мл 16,25%-го раствора едкого кали (плотность раствора равна 1,142 г/мл).

Масса трубки при этом возросла на 0,504 г.

1. Напишите уравнения проведенных реакций.
2. Вычислите массовые доли соединений, содержащихся в растворе после окончания поглощения продуктов сгорания.

Критерии оценивания результатов:

«Зачтено»- при правильном выполнении от 8 до 15 заданий.

«Не зачтено» менее 7 выполненных верно заданий