

КИРОВСКАЯ ЛЕТНЯЯ МНОГОПРЕДМЕТНАЯ ШКОЛА ОБЪЯВЛЯЕТ НАБОР УЧАЩИХСЯ НА ХИМИЧЕСКИЙ ПОТОК НА ИЮЛЬ 2026 ГОДА

О ШКОЛЕ

Что такое ЛМШ? Кировская ЛМШ основана в 1985 году и проводится с тех пор ежегодно. Это летний лагерь, где школьники сочетают отдых с интенсивными занятиями. В ЛМШ четыре потока — *математический, физический, биологический и химический*. **На химический поток принимаются учащиеся, окончившие 7, 8, 9 и 10 классы.** ИНФОРМАЦИЯ О НАБОРЕ НА МАТЕМАТИЧЕСКИЙ, БИОЛОГИЧЕСКИЙ И ФИЗИЧЕСКИЙ ПОТОКИ РАЗМЕЩЕНА В ОТДЕЛЬНОМ ПИСЬМЕ.

Обучение состоит из регулярных ежедневных занятий с 9:00 до 14:00 или до 15:00, а также проводимых во второй половине дня консультаций, приёмов задач, лекций и факультативов. Численность учебной группы обычно не более 15 человек.

Страничка Кировской ЛМШ в Интернете: <http://cdoosh.ru/lmsh/>. В разделе «Архивы» (<http://cdoosh.ru/lmsh/lmsh-archives/>) можно найти материалы ЛМШ с 1993 по 2022 год. Информацию о химическом потоке можно найти по адресу: <http://cdoosh.ru/lmsh/>, в группе <https://vk.com/club206117236>.

Зачем нужна ЛМШ? В задачи ЛМШ входят развитие у школьников свойственного изучаемой науке стиля мышления, повышение их общей и профессиональной культуры, подготовка к научной деятельности, воспитание интеллигентности и порядочности. При этом:

– приоритетны *активные формы учёбы*; в частности, многие нужные теоретические результаты ученики «получают сами» через решение целесообразно подобранных и расположенных задач;

– в ЛМШ создаётся *культ серьёзной учёбы (точнее, работы)*: плохо учиться, не уметь решать задачи здесь не престижно; культивируется *чувство профессиональной общности*.

Кто ездит в ЛМШ? На химическом потоке ЛМШ-2025 вместе с 29 обучающимися Кировской области учились 18 школьников из Белгородской, Вологодской, Московской, Новосибирской, Нижегородской, Самарской, Свердловской, Тюменской областей, республик Коми и Татарстан, Красноярского края, Пермского края, Донецкой Народной республики и городов Москва и Санкт-Петербург и Казахстана. Ранее здесь учились многие победители и призёры заключительных этапов всероссийских и международных олимпиад по химии за последние годы.

А кто тут преподает? В ЛМШ будет работать уникальная команда преподавателей, составленная, с одной стороны, из высококлассных профессионалов работы с одарёнными школьниками, представляющих различные регионы России, а с другой – из бывших учеников ЛМШ – студентов, МГУ им. Ломоносова, НГУ и других сильнейших вузов.

Где и когда всё это будет? ЛМШ-2026 для желающих обучаться на химическом потоке состоится с 3 по 20 июля текущего года на базе КОГАОУ ДО ЦДООШ г. Кирова (далее – ЦДООШ). Проживать участники химического потока, обучающиеся субъектов

Кировской области (исключая г. Киров), будут в гостинице «Молодежная», расположенной в здании ЦДООШ (г.Киров, Октябрьский пр-т 87а).

ДЛЯ УЧАЩИХСЯ ИЗ ШКОЛ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ В ЛМШ ИМЕЕТСЯ ОГРАНИЧЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО БЕСПЛАТНЫХ МЕСТ (В ПРЕДЕЛАХ СРЕДСТВ, ВЫДЕЛЯЕМЫХ ИЗ БЮДЖЕТА КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ). Если кировский школьник не попал на обучение за счет средств бюджета, он имеет право обучаться в ЛМШ на условиях оплаты участия, стоимость которого, с учетом дополнительной скидки, составляет:

- с проживанием в гостинице «Молодежная» 62 100,00 рублей.
- без проживания в гостинице «Молодежная» 37 700,00 рублей

Уведомление о возможности такого обучения абитуриентам направляется в письме с проверенной работой.

Кто организует ЛМШ? *«Центр дополнительного образования одаренных школьников» (ЦДООШ).* Контактные телефоны в Кирове (8332) 71-21-71 (доб. 3) (химическое отделение ЦДООШ). Адрес для писем: 610005, г. Киров, а/я 5, ЦДООШ. Контактный электронный адрес химического потока: chem@cdoosh.ru.

Для поступления на химический поток необходимо не позднее **5 мая** зарегистрироваться в качестве желающего поступить в ЛМШ (ЛМШ) и выслать на конкурс решения помещённых ниже заданий вступительной работы (дата отправки устанавливается по данным почтового сервера). Правила оформления и отправки вступительных работ помещены ниже. Получившим персональное приглашение, достаточно зарегистрироваться и подтвердить свое участие в смене не позднее **10 мая**.

Для регистрации нужно в личном кабинете на сайте ЦДООШ подать заявку для участия в выбранном потоке (химия) Летней многопредметной школы. Вход в личный кабинет расположен на странице <https://lk.cdoosh.ru/>. Если личного кабинета ещё нет, его надо создать, нажав кнопку «Регистрация» на этой же странице. **Личный кабинет создается на имя родителя или иного законного представителя ребёнка, данные одного или нескольких детей вносятся в нем в разделе «Ваши дети».** Чтобы подать заявку на участие в ЛМШ, перейдите в раздел «Подать заявку». Выберите ребёнка, затем поток ЛМШ. Под списком всех мероприятий появится анкета — заполните её и нажмите кнопку «Отправить».

Сообщения о зачислении или отказе в зачислении в ЛМШ мы постараемся выслать авторам работ или направляющим их в ЛМШ организациям до **27 мая**. По работам, набравшим полупроходной балл, решение о зачислении может быть на некоторое время отложено. В случае равенства баллов разделение работ на проходные и полупроходные может быть проведено на основе даты отправки работ: более высокий рейтинг имеют работы с более ранней датой отправки. **Работы, авторы которых не зарегистрировались, не рассматриваются.**

Организаторы ЛМШ оставляют за собой право выборочно проводить дополнительное тестирование абитуриентов.

Зачисленным в ЛМШ будут высланы соответствующие договоры. Подача заявки на поступление и отправка отправителю текста договора не обязывают стороны к его заключению, но отказ должен быть направлен другой стороне в разумный срок.

К конкурсу в ЛМШ-2026 не допускаются школьники, занесённые Оргкомитетом ЛМШ в стоп-лист (в частности, отчисленные из предыдущих ЛМШ без права поступления в 2026 году). Оргкомитет ЛМШ также оставляет за собой право независимо

от результата конкурсной работы отказывать в зачислении учащимся, в отношении которых есть основания считать, что их обучение в ЛМШ несовместимо с принципами школы.

Завершение смены без сдачи зачета при отсутствии форс-мажорных причин (то есть плановое участие только в части смены) не допускается. В случае такого отъезда ученик попадает в стоп-лист на будущий год.

Кто зачисляется в ЛМШ без вступительной работы?

– учащиеся, получившие по итогам обучения ЛМШ-2025 персональное приглашение в ЛМШ-2026 по химии;

– победители (диплом I степени) регионального этапа областной олимпиады школьников Кировской области 2025/2026, победители (диплом I степени) регионального этапа ВсОШ 2025/2026

– победители и призёры (награждённые дипломами) заключительного этапа Всероссийской олимпиады школьников 2025/2026 учебного года по соответствующему предмету.

Копии дипломов Всероссийской олимпиады школьников прилагать не требуется.

Дипломы других олимпиад права на внеконкурсное зачисление учащимся из-за пределов Кировской области не дают.

О П О Т О К А Х

Химический поток. При обучении на химическом потоке предусмотрено проведение лекционных, семинарских и лабораторных занятий. Помимо групповой работы ведётся и индивидуальная. Для девятиклассников проводятся курсы по термохимии, электрохимии, строению вещества, теории растворов. Отдельно выделен курс решения задач по изученным разделам. Для старшеклассников проводятся курсы по органической, аналитической, неорганической и коллоидной химии, а также физическим методам исследования веществ. На занятиях химического практикума ребята приобретают умения работать с химическими веществами и оборудованием, планировать и проводить химический эксперимент и химические исследования. По окончании обучения всем учащимся предстоит выполнить задания заключительной олимпиады, а также сдать зачёты по всем проводимым курсам. Отличники учёбы получают персональное приглашение на следующий год.

КОНКУРСНЫЕ ВСТУПИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ по химии помещены ниже.

Чтобы пройти по конкурсу, вовсе не обязательно решить все задачи! Даже если Вы решили немного — попробуйте испытать свои силы и послать работу. При отборе учитывается не только количество, но и качество решений.

ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ РАБОТ

Убедительная просьба к учителям: выдавать ученикам задания **только с приложением описанных ниже правил!** Не сделав этого, Вы сильно подведёте ребят: неправильно оформленная работа не будет допущена до участия в конкурсе.

1. После номера каждой задачи в скобках указаны классы, для учащихся которых она предназначена. Можно выполнять задачи и для классов старше своего, но задачи для классов младше своего — не нужно, их решения учитываться не будут.

2. Выполняя работу, нельзя прибегать к помощи других людей, в том числе решать задачи коллективно. Работы, выполненные с нарушением этого правила, исключаются из конкурса. Если же автор такой работы всё-таки попадёт в ЛМШ, и в процессе обучения обнаружится, что уровень его вступительной работы заметно выше фактического уровня самого ученика, он будет отчислен без права поступления в будущие ЛМШ. **За публикацию (включая перепост) или обсуждение решений вступительных заданий в Интернете, а также использование нейросетей при решении задач до окончания срока отправки работ виновные дисквалифицируются навсегда.**

3. На титульном листе каждой работы должны быть указаны сведения о её авторе: фамилия, имя, отчество, школа, класс, номера домашнего (если есть) и мобильного телефонов, контактный электронный адрес.

Перед решением каждой задачи должен быть записан её номер. **Условия задач переписывать в работу не нужно!**

Решения следует писать разборчиво, чётко, подробно. Все утверждения, использованные в решениях, должны быть обоснованы. Если задача имеет несколько ответов, надо найти их все и доказать, что других ответов нет.

Все обозначения, встречающиеся на чертежах, должны быть пояснены (введены) в тексте решения. Следует приводить как ответы в общем виде, так и их численные значения.

4. Правила отправки работ

4.1 Высылать вступительные работы нужно до 05 мая в электронном виде электронными письмами. Адрес для отправки работ по химии: chem@cdoosh.ru.

4.2 Работа высылается в виде приложения к письму, состоящего из **одного** хорошо читаемого файла **формата .pdf** объемом не больше 20 Мб. Файлы других форматов можно конвертировать в формат .pdf, например, по адресу <https://tools.pdf24.org/ru/pdf-converter>. Несколько файлов в формате pdf можно соединить в один в браузере (например, при помощи сайта <https://tools.pdf24.org/ru/merge-pdf>). Уменьшить объем слишком большого файла формата .pdf можно с помощью онлайн-сервиса https://www.ilovepdf.com/ru/compress_pdf.

Не принимаются письма, содержащие вместо вложенных файлов ссылки на файлы, размещенные в Интернете.

4.3 В поле «Тема» электронного письма с работой должны быть указаны: класс, в котором учится автор; город (село), где живёт автор; фамилия, имя и отчество автора (**именно в таком порядке!**)

Пример верно заполненного заголовка: *8 класс Екатеринбург Иванов Пётр Егорович.*

Пример неверно заполненного заголовка: *Вступительная работа в ЛМШ ученика 8 класса Иванова Петра.*

4.4 В крайнем случае, если возникла серьёзная необходимость что-то исправить или дополнить в уже отправленной работе, можно (**не позднее 5 мая**) отправить новую версию работы (**целиком**, а не только поправки!), указав в поле «Тема» письма после имени автора **«повторная»**, например: *8 класс Екатеринбург Иванов Пётр Егорович, повторная.* В таких случаях рассматривается только последняя версия работы, предыдущие игнорируются.

4.5 Работу можно выполнять либо сразу в электронном виде, либо на сначала бумажных листах **формата А4** (210×297 мм; **тетрадные листы крайне нежелательны**) с последующим сканированием (в крайнем случае, если нет никакой возможности

выполнить сканирование, допускается фотографирование, но лучше все-таки найти возможность отсканировать).

Сканировать нужно с разрешением 150 dpi (файлы при таком разрешении обычно получаются объемом не больше 400 Кб). **Перед отправкой работы убедитесь, что все страницы хорошо читаются!**

4.6 Отклоняются без рассмотрения работы, оформленные или высланные с нарушением правил:

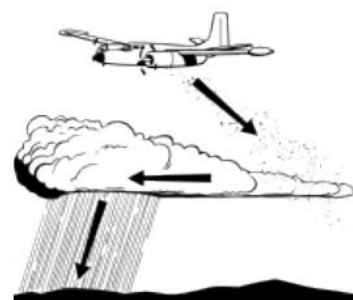
- ✓ отправленные позднее **5 мая**;
- ✓ отправленные частями в нескольких письмах;
- ✓ с неверно заполненным полем «Тема» электронного письма с работой;
- ✓ без указания на первой странице работы указанных выше в п. 3 анкетных данных автора;
- ✓ с использованием файлов недопустимого формата (см. выше п. 4.2) или слишком большого объема;
- ✓ с изображениями низкого качества, плохо читаемые;
- ✓ содержащие вместо вложенных файлов ссылки на файлы, размещенные в интернете;
- ✓ работы, авторы которых не зарегистрировались в качестве желающих поступить в ЛМШ.

ЗАДАНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ХИМИИ

Чтобы пройти по конкурсу, вовсе не обязательно решить все задачи! Даже если Вы решили немного – попробуйте испытать свои силы и послать работу. При отборе учитывается не только количество, но и качество решений. Кроме того, при равных баллах учитывается дата и время отправки работы.

Все ответы в Вашем решении должны быть обоснованы логически или подтверждены расчетами, формулы для расчета, если они не даны в условии, также должны быть приведены!!! В решении должен быть обязательно указан источник, откуда взяты формулы и определения, а также дополнительные данные, необходимые для решения задачи. Ответ без обоснования – 0 баллов!

1. (7) Переохлаждённые облака – это облака, в которых капли воды остаются жидкими при температурах до -40°C . Из таких облаков не идет ни дождь, ни снег. Они состоят из мельчайших капелек воды. Такие облака, согласно последним исследованиям, имеют аномально высокую плотность около 2 г/см^3 . Из таких облаков можно искусственно вызывать снегопад разбрасывая с самолета гранулы сухого льда. На обработку 1 км^3 воздуха в облаке при температуре -5°C и давлении 270 мм рт. ст. в среднем затрачивается 2 кг сухого льда.



Задания:

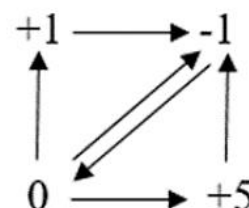
- Сколько молекул воды содержит капелька переохлажденного водяного пара диаметром 5 мкм .
- Какие явления вызывают искусственный снегопад, физические или химические?
- Из какого вещества состоит сухой лед? На сколько изменится содержание данного вещества в воздухе, когда исчезнут гранулы?
- Какие физические и химические процессы происходят при помещении гранулы сухого льда в воду при комнатной температуре. Приведите уравнения реакций.

2. (7) Перед вами пробирка в которой находится смесь солей S_1 и S_2 – белые кристаллические вещества. Известно, что у них одинаковый качественный состав. Но в соли S_1 на 3 атома водорода больше, чем в соли S_2 . Массовая доля водорода в соли S_2 равна $6,3\%$. При прокаливании солей выделились газы, один из которых имеет резкий запах. Газы пропустили через избыток раствора соляного спирта, при этом объем газовой смеси уменьшился на 60% . Определите процентное содержание солей в исходной смеси.

Задания:

- Определите вещества S_1 и S_2 Ответ подтвердите расчетами
- Определите процентное содержание солей в исходной смеси.

3. (7) Алхимики часто в переписках использовали не символы химических элементов для обозначения веществ, а специальные названия. Так одно из опасных газообразных веществ они называли «... духом». Перед вами схема превращения данного вещества.



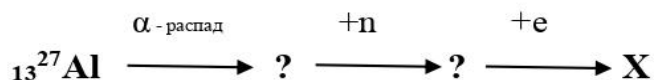
Задания:

- Для данной схемы подберите реальные химические уравнения с участием «... духа» и его соединений. Укажите условия протекания реакции.
- Что за цифры используются в этой схеме?
- Какое вещество называли «... духом»?

4. (7-8) В лаборатории проводили эксперимент с двумя газами. Лаборант сделал следующие пометки в журнале:

«Два простых вещества N_1 и N_2 находятся в газообразном состоянии. Если N_1 – это лёгкий, бесцветный газ без запаха, то N_2 , напротив, имеет характерную окраску и резкий запах. При их смешивании на свету образуется газ N_3 , который хорошо растворяется в воде. Если в полученный водный раствор N_3 поместить стружку металла X , то выделяется газ N_1 и образуется кристаллическое вещество K . То же самое соединение K синтезируется при непосредственном взаимодействии газа N_2 с металлом X .»

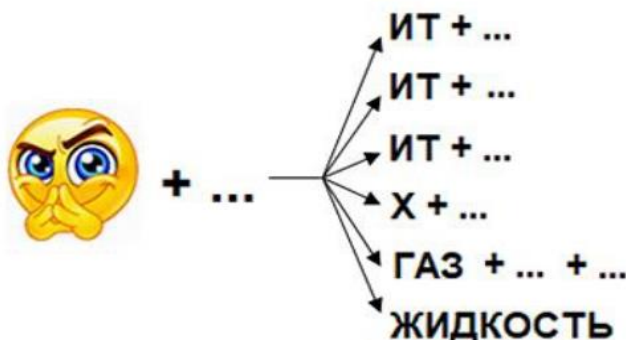
Если решишь цепочку превращения изотопа ${}_{13}^{27}\text{Al}$ узнаешь, что за металл вступает в реакцию с веществами N_2 и N_3 .



Задания:

- Определите вещества N_1 , N_2 , N_3 , K и X . Напишите формулы и названия.
- Составьте уравнения трёх описанных реакций.
- Какой объём газа N_1 (н. у.) выделился при взаимодействии раствора N_3 с металлом X , если известно, что в реакцию вступило 5,6л газа N_2 . Считайте, что выход на всех стадиях 100%?

5. (7-8) Предложите вещество, которое можно спрятать под смайликом. В результате некоторых химических реакции оно образует различные вещества: один газ, одно простое вещество, одну жидкость и три соли в названии, которых присутствует суффикс ИТ. Обратите внимание, что в состав всех этих веществ входит элемент, содержащийся в исходном веществе:



6. (7-8) В тигле находятся стружки трех металлов: меди, магния и железа как можно выделить из данной смеси стружки меди и железа, чтобы провести с ними следующие превращения:

- Превращения с медными стружками:
 - $\text{Cu} \rightarrow S_1 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2$
 - $\text{Cu} \rightarrow S_2 \rightarrow \text{CuO}$
 - $\text{Cu} \rightarrow S_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$

Обращаем внимание, что продукты в превращениях нужно получить через вещества S_1 , S_2 и S_3 .

Массовые доли меди в веществах S_1 , S_2 и S_3 соответственно равны: 0,4; 0,34; 0,64.

- Превращения с железными стружками:

К железным стружкам добавили концентрированную серную кислоту. Полученную соль разделили на две части. К первой части добавили избыток раствора каустической соды. После реакции раствор отфильтровали, а полученное на фильтре

вещество, прокалили. Полученный после прокаливания продукт сплавляли с оставшимися железными стружками.

Вторую часть соли растворили в воде и подвергли электролизу. Полученное в ходе электролиза твердое простое вещество нагрели до температуры 180°C и под давлением 15 МПа действовали газообразным бинарным веществом без цвета и запаха. В результате образовалась светло-желтая жидкость, не смешивающаяся с водой. Определите состав светло-желтой жидкости, если известно, что она содержит 28,57% элемента, атомами которого образовано твердое простое вещество, полученное при электролизе.

Задания:

а) Предложите два способа выделения железных и медных опилок из смеси в чистом виде.

б) Напишите уравнения реакций, необходимых для осуществления превращений 1) – 3). Обязательно укажите условия проведения реакций, признаки реакций и агрегатное состояние веществ. Определите вещества S₁, S₂ и S₃ и дайте им названия по систематической номенклатуре.

в) Напишите уравнения четырех описанных реакций в тексте превращения с железными стружками. Обязательно укажите условия проведения реакций, признаки реакций и агрегатное состояние веществ.

г) Определите состав светло-желтой жидкости. Ответ подтвердите расчетами. Без расчетов ответ оцениваться не будет.

7. (7-9) Переработка литий-ионных аккумуляторов – важная технологическая задача. Как и любое устройство, аккумулятор со временем теряет свои эксплуатационные характеристики и нуждается в замене. Однако вещества, входящие в состав батареи, можно извлечь, пустить в повторное производство и сделать новую батарею.

Примем, что аккумулятор состоит из смеси веществ: Li₂O, CoO, NiO, MnO₂, C. Предложите последовательность действий для разделения этой смеси и выделения каждого металла в чистом виде. Ответ представьте в виде схемы, сопроводите комментариями и напишите уравнения реакций в основе разделения.

8. (8-9) Возможны ли такие химические превращения. Ответ подтвердите уравнениями реакций. Обязательно укажите условия проведения реакций и признаки реакций.

а) Металл + Соль этого же металла

б) Кислота + Другая кислота

в) Соль + Другая соль, при взаимодействии получается кислота

г) При добавлении к раствору соли раствора азотной кислоты получается осадок, который не растворим в избытке данной кислоты.

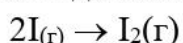
д) При добавлении к раствору соли раствора азотной кислоты получается осадок, который растворяется в избытке данной кислоты.

е) Получение соли, при взаимодействии соли и несолеобразующего оксида.

ж) Получение окрашенного газа действием на твердое вещество 1 водным раствором вещества 2 (при н.у.).

з) Газ + Газ, при н.у. в продуктах нет газообразных веществ.

9. (8-9) В диапазоне температур от 298 до 1000 К константу равновесия реакции



можно выразить уравнением

$$\lg K_p = -3,815 + 7823/T - 0,5 \lg T \quad (K_p \text{ выражается в барах)}$$

а) Выведите уравнение зависимости энтальпии данной реакции от температуры. Рассчитайте энтальпию данной реакции при 300, 700 и 1000 К. Как она будет изменяться и почему?

б) Как изменится константа равновесия и выход продуктов данной реакции при 1) увеличении температуры, 2) увеличении внешнего давления.

в) Если при температуре 300 К внести в емкость объемом 2,00 л кристаллы йода (при таких условиях установилось равновесное давление $4,04 \cdot 10^{-4}$ бар). Рассчитайте концентрацию атомарного йода в атомах на литр. Какой информации не хватает, чтобы решение было однозначным?

г) При 1000 К рассчитайте степень диссоциации молекулярного йода если внешнее давление составит 1) 2 бар, 2) 100 бар.

д) Предложите наиболее вероятный механизм диссоциации йода. Каким будет порядок реакции диссоциации йода. Будет ли он отличаться при высоком и низком давлении в газовой фазе? Решение обоснуйте с помощью соответствующего кинетического уравнения используя метод стационарных концентраций. Какой вид будет иметь кинетическое уравнение, если в реакционной системе будут присутствовать молекулы некоторого инертного газа?

10. (8-9) Процесс окисления диоксида серы до триоксида серы – ключевая стадия производства серной кислоты. Типичные реакторы для синтеза SO_3 поддерживают температуру около 450 °С, давление около 1 атм (в современных контактных аппаратах) и содержат катализатор.

Задания:

а) Какой катализатор обычно используется в реакторах для окисления SO_2 до SO_3 ?

б) В приведённой ниже таблице заполните пропуск (знаки «?»). Кратко обоснуйте, почему выбрано именно это значение.

Вещество	$\Delta_f H_{298}^\circ$, кДж/моль	S_{298}° , Дж/(моль·К)	$C_{p,298}$, Дж/(моль·К)
SO_2 (г.)	-296,8	248,1	39,9
O_2 (г.)	?	205,0	29,4
SO_3 (г.)	-395,8	256,2	50,7

в) С учётом приведённых выше данных укажите, является ли реакция синтеза SO_3 экзо- или эндотермической? Ответ подтвердите расчётом.

г) Напишите уравнение реакции (коэффициенты – минимальные целые числа). Рассчитайте константу равновесия этой реакции при температуре 298 К.

д) Пересчитайте константу равновесия при температуре синтеза (450 °С). Определите, в какую сторону сместится равновесие в стандартных условиях при повышении температуры. Выполните расчёт в двух приближениях:

(I) независимость энтальпии и энтропии реакции от температуры;

(II) учёт зависимости теплоёмкости веществ от температуры

(приближение $\Delta_r C_p = \text{const}$).

Сделайте вывод о смещении равновесия.

е) Типичный состав газовой смеси на входе в первый слой катализатора:

Диоксид серы: 10%

Кислород: 10%.

Азот: 80%

При найденной константе равновесия (используйте результат приближения II) рассчитайте равновесный состав в атмосферах. Оцените степень превращения SO_2 , считая, что процесс идёт при постоянном объёме, а начальное давление газовой смеси равно 1 атм.

Указание: напишите уравнение, связывающее равновесные давления и константу равновесия, полученное уравнение решите численно.

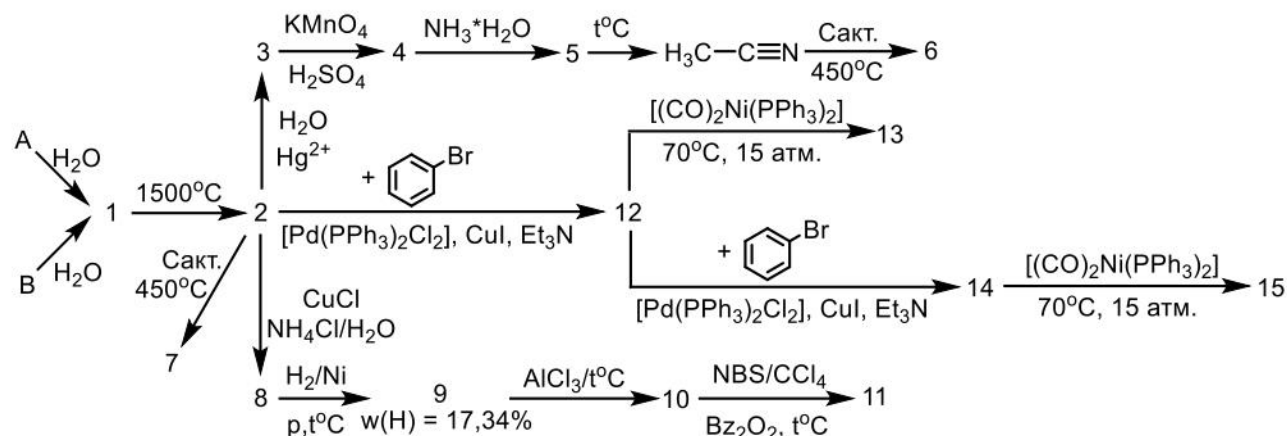
ж) С учётом результатов предыдущих пунктов заполните таблицу, указав влияние каждого параметра на положение равновесия и на скорость достижения равновесия.

Параметр	Положение равновесия	Скорость прихода к равновесию
Повышение температуры		
Повышение давления		
Добавление катализатора		

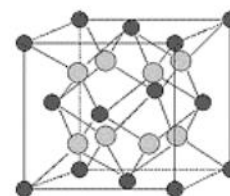
Примечание. При выполнении расчётов можно пользоваться справочными термодинамическими данными, приведёнными в таблице к пункту Б. Стандартное состояние газов – идеальный газ при давлении 1 бар (1 атм).

11. (9-10) Реакция Зелинского – один из старейших способов получения ароматических соединений. Однако эта реакция прошла долгий путь от единичных успешных опытов до удобного синтетического инструмента. Так, в 1866 году французский химик Марселен Бертло, пропуская вещество «2» через раскаленные медные трубки, получил с небольшим выходом вещество «7». Работы Бертло продолжил Н.Д. Зелинский и позднее показал, что при пропускании «2» через нагретый активированный уголь удается получить «7» в гораздо большем количестве.

В 1948 году немецкий химик Реппе нашёл гораздо более эффективный катализатор – комплексное соединение никеля. Это позволило проводить реакцию при небольших температурах, но при повышенном давлении. Выход продуктов при этом достигает 90%. Комбинация этих реакций позволяет получить ряд интересных соединений «6», «13» и «15».



Для лабораторного получения соединения «1» ($\rho = 0,7142 \text{ г/л}$ при н.у.) могут быть использованы карбиды А и В, содержащие элементы X ($w(\text{X}) = 60,01\%$) и Y ($w(\text{Y}) = 80,19\%$), соответственно. Эти карбиды имеют одинаковую структуру, представленную на рисунке. Карбид А получают прямым взаимодействием простых веществ. Для получения карбида В спекают галогенид С ($w(\text{Y}) = 39,01\%$) с широко распространенным карбидом D, содержащим элемент Z ($w(\text{Z}) = 62,52\%$) и окрашивающим пламя в кирпично-красный цвет. При этом образуется соединение Е, которое при нагревании превращается в другой распространенный карбид F, способный гидролизоваться с образованием соединения G, которое дает серо-желтый осадок с реактивом Толленса. Нагреванием F удастся получить карбид В.



Задания:

а) Установите формулы веществ А-Г. Ответ подтвердите расчетом и представьте в формате «буква - формула».

б) Напишите уравнения реакций получения карбидов А и В.

в) Осуществите цепочку превращений. Ответ представьте в формате «цифра – структура»

г) Что образуется при взаимодействии карбида **D** с концентрированной азотной кислотой? Напишите уравнение реакции.

д) Напишите уравнение реакции «3 → 4».

е) Известно, что при проведении реакции Зелинского с использованием вещества «2» в условиях, предложенным Реппе, образуется побочный продукт **S**. Вещество **S** является продуктом крупнотоннажного синтеза и используется в производстве полимерных материалов для изготовления, например, одноразовой посуды или пенопласта. О каком веществе идет речь? Изобразите структуру вещества **S** и приведите его тривиальное название. Дополнительно известно, что для образования одной молекулы **S** требуется четыре молекулы «2».

12. (9–10) Вещества **A** и **Б**, содержащие металлы **X** и **Y** соответственно, используют для имитации металла **Z**. Навески **A** и **Б** массой 1.000 г прокалили в токе газа **B** (реакции 1, 2), при этом образовались газы **Г** и **Д**, причем плотность газа **Д** по **Г** равна 2.286, а массы твердого остатка составили 1.291 г и 0.825 г, соответственно. Если же прокалить навески **A** и **Б** той же массы в токе газа **Е**, то при прокаливании навески **A** (реакция 3) образуется газ **Г** и жидкость **Ж**, плотность паров **Ж** по **Г** равна 6.781, а при прокаливании **Б** в токе **Е** (реакция 4) образуется вещество **З** и желтое простое вещество, способное реагировать с избытком **Е** (реакция 5).

При попытке растворить вещества **A** и **Б** в концентрированной HNO_3 с навеской **A** ничего не произошло, а с **Б** (реакция 6) выпадает белый осадок и образуется раствор, при добавлении к которому раствора BaCl_2 (реакция 7) выпадает белый осадок.

Задания:

а) Определите вещества **A–E**, металлы **X, Y** и **Z**, если дополнительно известно, что **B** и **Е** – простые вещества, а **B** – один из основных компонентов воздуха. Приведите ваши расчеты и рассуждения.

б) Напишите 7 уравнений реакций.

в) Напишите уравнения реакций: 1) **Б** с раствором Na_2S ; 2) **З** с $\text{Li}[\text{AlH}_4]$ на холоду; 3) **Ж** с водой.

13. (10) Один из древнейших, но не потерявших свою актуальность, способ получения этанола заключается в спиртовом брожении углеводов под действием ферментов дрожжей. Этот многостадийный процесс на небольших промежутках изменения температур подчиняется уравнению Аррениуса. Эффективные константы скорости процесса брожения на участке с максимальной скоростью при двух температурах приведены в таблице:

t, °C	k (час ⁻¹)	Максимальная скорость ферментации глюкозы, (г/л)/день
30	0,200	31,8
15	0,030	5,3

Задания:

а) Напишите уравнение реакции спиртового брожения глюкозы

б) Рассчитайте энергию активации для данного процесса

в) Где процесс спиртового брожения идет быстрее: на холодном зимнем балконе или у радиатора отопления в квартире?

г) Как Вы считаете, можно ли по этим данным оценить скорость процесса брожения при температуре выше 100°C? Ниже 0°C? Почему?

Этанол может быть получен в лаборатории в результате омыления этилацетата гидроксидом натрия.

д) Приведите уравнение данного процесса

Для этой реакции получены следующие кинетические данные:

Время, мин	3	5	7	10	15	25
C_{NaOH} , ммоль/л	7.40	6.34	5.50	4.64	3.63	2.54

е) Исходные концентрации щелочи и эфира одинаковы и равны 10 ммоль/л. Определите порядок реакции и константу скорости. Порядок реакции считать целочисленным.

14. (10) Химик-синтетик передал в лабораторию физических методов исследования три образца (А, В, С и D) с одинаковой массой молекулярного иона (по данным масс-спектрометрии низкого разрешения) $m/z = 74$. Элементный анализ показал наличие углерода, водорода и кислорода

Однако спектры протонного магнитного резонанса (^1H ЯМР), снятые на приборе с частотой 300 МГц в растворе CDCl_3 , оказались разительно отличающимися. К сожалению, лаборант перепутал подписи к спектрам. Вам предстоит восстановить соответствие.

Спектр 1

Два синглета с $\delta = 3.70$ м. д. и $\delta = 2.03$ м. д. с одинаковыми интегралами

Спектр 2.

Синглет $\delta = 9.44$ м. д. интеграл 1.00

Квартет $\delta = 4.11$ м. д. ($J = 7.1$ Гц) интеграл 2.00

Триплет $\delta = 1.15$ м. д. ($J = 7.1$ Гц) интеграл 3.00

Спектр 3

Синглет $\delta = 11.42$ м. д. интеграл 1.00

Квартет $\delta = 2.35$ м. д. ($J = 7.0$ Гц) интеграл 2.00

Триплет $\delta = 1.04$ м. д. ($J = 7.0$ Гц) интеграл 3.00

Спектр 4

Синглет $\delta = 4.18$ м. д. интеграл 2.00

Синглет $\delta = 3.35$ м. д. ($J = 7.0$ Гц) интеграл 1.00

Синглет $\delta = 2.05$ м. д. ($J = 7.0$ Гц) интеграл 3.00

Результаты проведения исследований образцов методом ИК-спектроскопии:

Образец А: Широкая интенсивная полоса $3300\text{-}3500\text{ см}^{-1}$, Интенсивная узкая полоса 1724 см^{-1} .

Образец В: Широкая интенсивная полоса $2900\text{-}3100\text{ см}^{-1}$ Интенсивная узкая полоса 1716 см^{-1} .

Образец С: Интенсивная узкая полоса 1725 см^{-1} ,

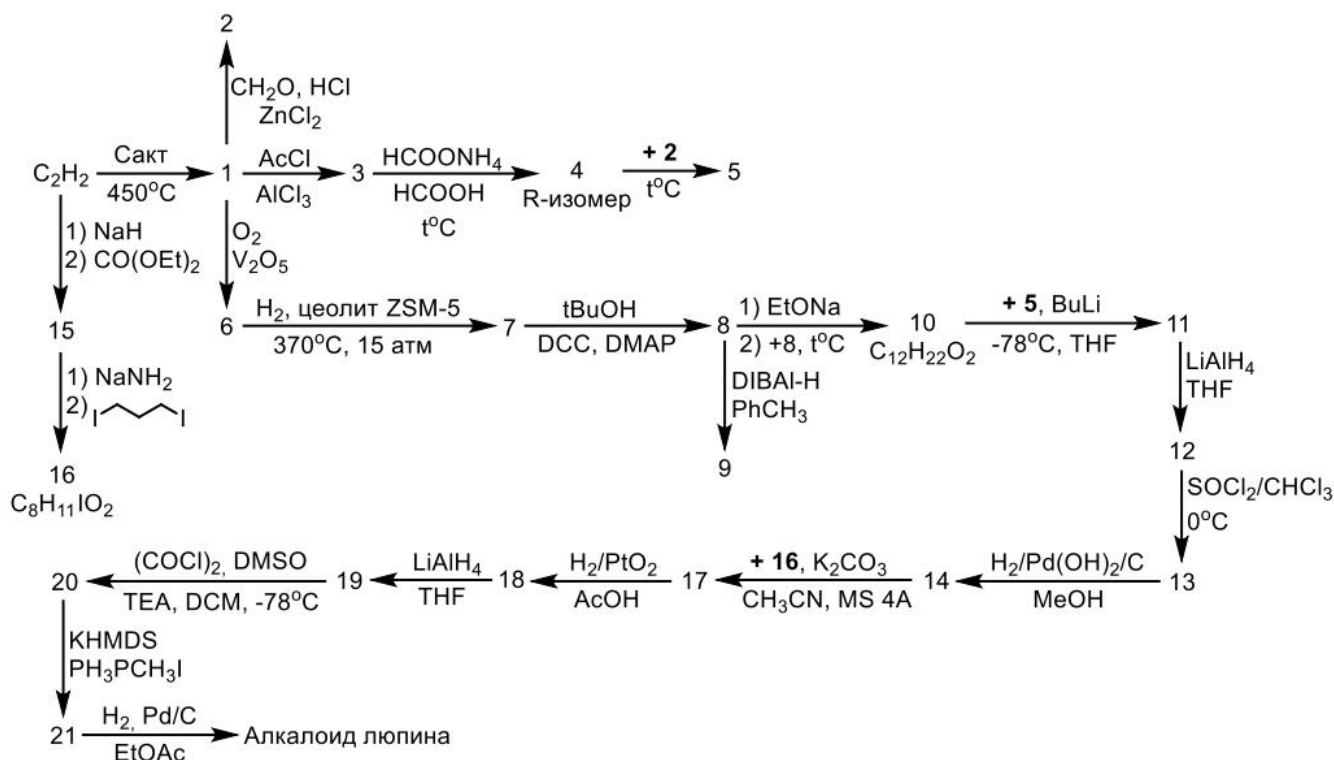
Образец D: Интенсивная узкая полоса 1746 см^{-1} ,

Задания:

а) Рассчитайте брутто-формулу для этих изомеров

б) Изобразите структурные формулы веществ А-D, соотнесите их с ЯМР спектрами 1-4.

15. (10) Алкалоиды люпина уже на протяжении почти 100 лет не оставляют равнодушными химиков-органиков! Почти каждый год удается повторить синтез одного из алкалоидов для фармацевтической промышленности – алкалоиды находят применение от биологически-активных добавок в пищу до противовирусных, антибактериальных препаратов и препаратов для лечения онкологических заболеваний. Синтез одного из фармацевтических алкалоидов представлен на схеме:



О веществах и превращениях на схеме дополнительно известно:

- Вещество 4 проявляет основные свойства;
- В ^1H ЯМР спектре вещества 7 есть сигналы: 0.98 (т, 3H), 1.67 (м, 2H), 2.34 (т, 2H), 11.02 (с, 1H, исчезает в D_2O);
- Вещество 17 содержит 2 цикла – пяти- и шестичленный и является результатом трех превращений: одного меж- и двух внутримолекулярных.

Задания:

а) Приведите структуры веществ. Ответ представьте в формате «число – структура».

б) Как разделить стереоизомеры вещества 4?

в) Напишите механизм превращения 14→17.

г) Действие на вещество 6 водного раствора гидроксида натрия приводит к образованию вещества 6', которое можно подвергнуть электролизу с образованием вещества 6''. Изобразите структуры веществ 6' и 6''. Приведите механизм образования вещества 6''.

д) Предложите метод синтеза 1,3-диодпропана, исходя из коммерчески доступных C_1 , C_2 органических веществ.

16. (10) Бесцветные кристаллы соли **A**, растворимые в воде, обесцвечивают раствор йода в щелочной среде. Образовавшаяся в ходе этой реакции соль **B** дает коричневый осадок **C** с AgNO_3 . В реакции соли **B** с MgCl_2 в растворе аммиака образуется белый осадок **D**.

Соль **A** с тиосульфатом натрия в кислой среде образует желтый осадок **E**, который в реакции с полисульфидами аммония дает соединение **F**, нерастворимое в воде и соляной кислоте. При сжигании желтого соединения **E** в атмосфере хлора образуется два бинарных соединения: желтая маслянистая жидкость **G** и бесцветная летучая жидкость **H**. При хлорировании **H** под действием ультрафиолета образуется **I**, которое разлагается при -50°C .

Соединение **J** в жидком SO_2 может окислить **Vi** с образованием **K** ($w(\text{X}) = 12.92\%$) (реакция 1). Вещество **J** образуется при фторировании **X**, а трехзарядный катион соединения **K** имеет форму тригональной бипирамиды.

Если к раствору соли **В** прилить азотнокислый раствор соли **М**, то можно получить интересное соединение **L** ($w(\text{X}) = 3.83\%$) (*реакция 2*).

Соль **М** может быть получена после растворения в аммиаке продукта щелочного вскрытия металла **У**. В сильноокислой среде из раствора **М** выпадает белый осадок **Н**. При добавлении в солянокислый раствор соли **М** хлорида олова(II) раствор приобретает интенсивно синюю окраску.

Задания:

а) Определите формулы веществ **А – Г** и элемент **Х**, который входит в состав всех этих соединений, кроме **Г**, если известно, что вещества **А** и **В** являются натриевыми солями, растворы которых при добавлении фенолфталеина меняют окраску, а вещество **Г** представляет собой бесцветную жидкость.

б) Вещество **Е** встречается в природе в виде минерала. Приведите его название.

в) Определите формулы веществ **Ж – Н** и металл **У**.

г) В честь какого ученого названа структура аниона **Л**? Как называется азотнокислый раствор **М**? Как называются ионы аналогичные катиону **Р**?

д) Напишите уравнения реакций 1 и 2.

Работу составили: *И.А. Алалыкина, М.А. Бакулева, И.Д. Кормициков, М.С. Панов.*