

# ЦДООШ ОБЪЯВЛЯЕТ НАБОР НА ЗАОЧНОЕ ОБУЧЕНИЕ В 2021/22 УЧЕБНОМ ГОДУ И В КИРОВСКУЮ ЛЕТНЮЮ МНОГОПРЕДМЕТНУЮ ШКОЛУ (ЛМШ) НА ИЮЛЬ 2021 ГОДА

## О ЗАОЧНОМ ОБУЧЕНИИ

В этом году всем учащимся Кировской области ЦДООШ предоставляет право *свободного, без предварительного отбора*, поступления на заочное **обучение по математике, физике, химии, и биологии** (для учащихся 6, 7, 8 и 9 классов 2020/21 уч.г.). **Заочно** в ЦДООШ можно учиться как по одному, так и по **нескольким предметам**. Для регистрации школьника, желающего обучаться заочно, **с 24 мая** нужно внести его персональные данные в личный кабинет на странице <http://lk.cdoosh.ru/> (в том числе внести персональный номер ПФДО) и заполнить анкету для мероприятия «Заочное обучение» на странице «Подать заявку» личного кабинета (если личного кабинета еще нет, его надо создать, нажав кнопку «Регистрация» на той же странице. **Личный кабинет создается на имя родителя или иного законного представителя ребёнка, данные одного или нескольких детей вносятся в нем по кнопке «Ваши дети»**). Ученики ежегодно получают учебные пособия и по 6-8 контрольных заданий, рассчитанных на ребят, желающих глубже узнать предмет, научиться решать нестандартные задачи, подготовиться в вуз с высокими требованиями. Успешно окончившим курс обучения выдаются удостоверения.

**Обучение на заочном отделении бесплатное.**

## О ЛЕТНЕЙ 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*. Каждый ученик может учиться только на одном потоке. **На математический поток принимаются учащиеся, окончившие 6, 7, 8, 9 или 10 класс, биологический — окончившие 7, 8, 9 или 10 класс, на физический и химический — окончившие 8, 9 или 10 класс.**

**ВНИМАНИЕ! В 2021 Г. ОБУЧЕНИЕ НА БИОЛОГИЧЕСКОМ ПОТОКЕ ПРОВОДИТСЯ ОТДЕЛЬНО ОТ ОСТАЛЬНЫХ. ПОДРОБНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ПРАВИЛАХ ЗАЧИСЛЕНИЯ И ОБУЧЕНИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКОМ ПОТОКЕ НАХОДИТСЯ ЗДЕСЬ: [https://cdoosh.ru/u/vst2021bio\\_kir.pdf](https://cdoosh.ru/u/vst2021bio_kir.pdf)**

Обучение состоит из регулярных ежедневных занятий с 9.00 до 13.00 (+ 2 часа после обеда для групп «профи»), а также проводимых во второй половине дня соревнований по предметам, консультаций, кружков, лекций и факультативов. Численность учебной группы обычно не более 20 человек.

Страничка Кировской ЛМШ в сети Интернет: <http://cdoosh.ru/lmsh/>. В разделе «Архивы» (<http://cdoosh.ru/lmsh/lmsh-archives/>) можно найти материалы ЛМШ с 1993 по 2019 год. Полезная информация о физическом отделении ЛМШ содержится в группе <https://vk.com/smsphysics> (группа закрытая, для просмотра надо подать заявку на вступление). Познакомиться с мнениями об ЛМШ её учеников и преподавателей, посмотреть фотографии, сделанные в школе, можно в сообществе социальной сети vk.com *ЛМШ Киров* (<http://vk.com/club41447>) и других.

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, на математическом и физическом потоках 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*;

– *каждый преподаватель является одновременно и воспитателем в своей учебной группе*: неизбежное в таких условиях тесное повседневное общение преподавателей с учениками позволяет последним воспринимать *стиль мышления и поведения* своих учителей.

Несмотря на интенсивные занятия, в ЛМШ умеют и отдыхать. После каждого четырёх учебных дней — один выходной. Для желающих работают различные клубы, факультативы и кружки, проводятся конкурсы, викторины и т.п.; очень популярен клуб интеллектуальных игр. Немало спортивных занятий, проводятся первенства по футболу, волейболу, настольному теннису, шахматам и шашкам, лёгкой атлетике.

В ЛМШ учились многие очень одарённые ребята. Но она предназначена не только для "вундеркиндов". Сюда может попасть любой, кто любит и умеет учиться. Ждём Вас!

**Где и когда всё это будет?** ЛМШ-2021 состоится с 29 июня по 19 июля текущего года. Учащиеся математического, физического и химического потоков будут обучаться на базе Детского оздоровительного лагеря «Вишкиль» Котельничского района Кировской области, где она проводится с 1997 года.

Лагерь «Вишкиль» находится в сосновом бору, на берегу реки Вятки, в 25 км от ст. Котельнич. Бытовые условия — скромные, но приемлемые: комнаты на 2-5 человек в деревянных корпусах, есть водопровод, клуб, баня, спортивные площадки, возможность пользоваться электронной почтой. Есть покрытие мобильной связью компаний МТС и Tele-2.

**Как поступить в ЛМШ?** Набор в ЛМШ — конкурсный. Для поступления необходимо **не позднее 30 апреля зарегистрироваться** в качестве желающего поступить в ЛМШ, а также **ВЫСЛАТЬ НА КОНКУРС РЕШЕНИЯ** помещённых ниже заданий вступительной работы по выбранному предмету (дата отправки устанавливается по данным почтового сервера). Правила оформления и отправки вступительных работ помещены ниже. **Тем, кто имеет право на внеконкурсное зачисление, достаточно зарегистрироваться.**

Право внеконкурсного зачисления получают школьники, получившие персональные приглашения:

– **на всех потоках** по итогам ЛМШ-2020;

– **на всех потоках, кроме химического**, по результатам участия в региональных этапах Всероссийской олимпиады школьников (победители и призеры);

– **на математическом потоке**

в параллелях 6–8-х классов по результатам участия в 56 Уральском Турнире юных математиков (победители и призеры личной олимпиады),

в параллелях 6–7-х классов по итогам обучения в группе «Профи» ЦДООШ, а также по результатам участия в ЮМШ и Санкт-Петербургской традиционной математической олимпиаде (победители и призеры),

в параллели 8-х классов по результатам участия в региональном этапе математической олимпиады им. Леонарда Эйлера (победители и призеры), а также по итогам обучения в группе «Профи» ЦДООШ,

в параллелях 9-10-х классов по итогам обучения в группах «Профи» и «Полупрофи» ЦДООШ;

**– на физическом потоке**

в параллели 8-х классов по результатам участия в региональном этапе физической олимпиады им. Дж. Максвелла 2020/21 учебного года (победители и призеры), в личной олимпиаде VII Всероссийского Школьного учебно-научного турнира по физике «ШУНТ» (победители и призеры, получившие диплом II степени),

в параллели 9-х классов по результатам участия в личной олимпиаде VII Всероссийского Школьного учебно-научного турнира по физике «ШУНТ» (победители и призеры, получившие диплом II степени);

**– на химическом потоке**

по результатам участия в региональном этапе Всероссийской олимпиады школьников (победители и призеры II степени).

Персональное приглашение дается на отделение ЛМШ, соответствующее профилю олимпиады.

Для регистрации нужно заполнить анкету абитуриента ЛМШ для выбранного потока (математика, физика, химия) на странице «Ваши заявки» личного кабинета. Вход в личный кабинет расположен на странице <http://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 по кнопке «Ваши дети».**

Сообщения о зачислении или отказе в зачислении в ЛМШ мы постараемся выслать авторам работ или направляющим их в ЛМШ организациям до 25 мая. По работам, набравшим полупроходной балл, решение о зачислении может быть на некоторое время отложено. **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 подателю текста договора не обязывают стороны к его заключению, но отказ должен быть направлен другой стороне в разумный срок.

К конкурсу в ЛМШ-2021 не допускаются школьники, занесённые Оргкомитетом ЛМШ в стоп-лист (в частности, отчисленные из предыдущих ЛМШ без права поступления в 2021 году или получившие неудовлетворительную оценку на зачёте в ЛМШ-2020). 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.

**Отъезд из лагеря без сдачи зачета при отсутствии форс-мажорных причин (то есть плановый приезд в лагерь на часть смены) не допускается. В случае такого отъезда ученик попадает в стоп-лист на будущий год.**

Полная стоимость путёвки в ЛМШ составляет **49000** рублей. Но для школьников из Кировской области предусмотрены субсидии из областного бюджета и дотации от Центра дополнительного образования одарённых школьников (далее ЦДООШ), поэтому для них плата будет **не более 27000 рублей.**

**Есть ли льготы по оплате?** Да. Льготы будут определены с учетом рейтинга конкурсантов.

Скидка предоставляется при условии, что профиль обучения школьника в ЛМШ совпадает с профилем, где учащийся добился успеха (например, диплом физической олимпиады даёт право на скидку только при обучении на физическом потоке).

## **КОНКУРСНЫЕ ВСТУПИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ** помещены ниже.

**Конкурсные задания предназначены для учащихся всех параллелей физического и химического потоков, а также для учащихся 6–8-х классов математического потока (в этом году зачисление в группы 9–10-х классов математического потока осуществляется только на основании персональных приглашений).**

*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.*

**В ЛМШ можно обучаться только на одном из четырёх потоков.**

**Математический поток.** В начале обучения проводится тестирование, по итогам которого (с учётом «олимпийской биографии») во всех классах, кроме 6-го, выделяется группа «профи» с повышенным уровнем обучения. Обучение дифференцировано по степени подготовленности учеников, но даже в группах для начинающих его уровень достаточно высок. При этом во главу угла ставится обучение *не фактам, а идеям и методам их применения.*

В конце смены все учащиеся участвуют в устной заключительной олимпиаде, а затем, сдают итоговый экзамен, который в ЛМШ по традиции называется «зачётом». Несмотря на скромное название, этот экзамен весьма суров (человек, нормально ответивший на билет, получает только тройку, а для повышения этой оценки ему надо решить несколько задач возрастающей сложности, верное решение каждой из которых повышает оценку в среднем на полбалла), однако из года в год большинство учеников сдают его на 4 и 5.

**Физический поток.** Вступительное тестирование и выделение групп «профи» проводятся так же, как на математическом потоке. Половина занятий посвящена решению теоретических олимпиадных задач, а половина отводится для решения экспериментальных олимпиадных задач. Темы большинства занятий соответствуют школьной программе, но наряду с этим изучаются, например, динамика вращательного движения (9 класс), термодинамика конденсированных систем (10 класс) и т.п. Кроме учебных занятий проводятся факультативы, в том числе «Математика для физиков», физбои, олимпиады. Во внеучебное время для желающих проводятся индивидуальные консультации. По окончании учёбы вычисляется рейтинг учащихся и выставляются итоговые оценки. Отличники учёбы получают персональное приглашение на следующий год.

**Химический поток.** Целью обучения является углубление и расширение теоретических знаний по химии, развитие навыков экспериментальной работы и научно-исследовательских умений. Программой обучения 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.

## ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ РАБОТ<sup>1</sup>

1. После номера каждой задачи в скобках указаны классы, для учащихся которых она предназначена. *По математике и физике* можно выполнять задачи и для классов старше своего, но задачи для классов младше своего — не нужно, их решения учитываться не будут. *По химии следует выполнять задания только для своего класса*, тут не засчитываются задания как для более младших, так и для более старших классов.

2. **Выполняя работу**, можно пользоваться литературой (в решениях в таком случае должны быть приведены соответствующие ссылки), но *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 до окончания срока отправки работ виновные дисквалифицируются навсегда.**

3. **На титульном листе каждой работы должны быть указаны сведения о её авторе:** фамилия, имя, отчество, домашний адрес, школа, класс, номера домашнего 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. В задачах по физике следует приводить как ответы в общем виде, так и их численные значения.

### 4. Правила отправки работ

4.1 **Высылать вступительные работы нужно в электронном виде электронными письмами.** Адреса для отправки работ: поступающие на математическое отделение — mathksms@gmail.com, поступающие на физическое отделение — smsphys@gmail.com, поступающие на химическое отделение — smschemkirov@gmail.com.

4.2 Работа высылается в виде приложения к письму, состоящего из одного или нескольких файлов. Допускаются файлы **только** форматов .txt, .doc, .docx, .pdf, .jpg, .tif, .png. Объем каждого вложенного файла должен быть не больше 5 Мб (при этом **общий** объем вложенных файлов может превышать 5 Мб), суммарный объем вложенных файлов — не более 20 Мб (письма объемом больше 25 Мб gmail не принимает!). Файлы графических форматов .pdf, .jpg, .tif, .png *должны быть хорошо читаемыми.*

**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.

---

<sup>1</sup> **Убедительная просьба к учителям:** выдавать ученикам задания **только с приложением этих правил!** Не сделав этого, Вы сильно подведёте ребят: неправильно оформленная работа может быть не допущена до участия в конкурсе.

**4.4** В каждом письме должна быть работа только по одному предмету, причём **целиком**. В крайнем случае, если возникла серьёзная необходимость что-то исправить или дополнить в уже отправленной работе, можно (**не позднее 30 апреля!**) 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 объёмом не больше 400 Кб). При выполнении работы на бумаге постарайтесь обойтись возможно меньшим числом листов — чем меньше будет файлов с работой, тем легче будет проверяющим — либо соединить все файлы с решениями в один. **Перед отправкой работы убедитесь, что все файлы хорошо читаются!**

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

- ✓ отправленные **позднее 30 апреля**;
- ✓ отправленные частями в нескольких письмах;
- ✓ с неверно заполненным полем «Тема» электронного письма с работой;
- ✓ с использованием файлов недопустимого формата (см. выше п. 4.2), слишком большого объёма или плохо читаемых;
- ✓ без указания на первой странице указанных выше в п. 3 анкетных данных автора;
- ✓ 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 МАТЕМАТИКЕ

*Не забывайте обосновывать ответы: ответ без обоснования ценится много ниже!*

1. (6) Когда-то почтальон Печкин мог купить на всю свою июньскую зарплату 300 кг хлеба, либо 150 л молока, либо 20 кг мяса. Он покупал тогда каждый день 1 кг хлеба, 1 л молока и 0,5 кг мяса. Хватало ли ему зарплаты на июнь? Напомним, что в июне 30 дней.
2. (6) Сегодня Андрею исполнилось 12 лет, а Боре — 2 года. Сколько лет будет Андрею, когда он станет вдвое старше Бори?
3. (6-7) Найдите девять таких идущих подряд целых чисел, что сумма четырёх первых равна сумме пяти последних.
4. (6-7) Старшина выстроил рядовых в шеренгу. Затем он отправил каждого седьмого чистить картошку, каждого третьего из оставшихся — учить устав, а каждого пятого из оставшихся после этого — красить траву в зелёный цвет. После этого в строю остались 16 рядовых. Сколько их могло быть вначале (найдите все возможности)?
5. (6-8) Произведение пяти чисел отрицательно, а сумма любых трёх из них — положительна. Сколько положительных среди этих пяти чисел (найдите все возможности)?
6. (6-8) Несколько (больше двух) толстяков, сидя за круглым столом, ели пирожки с мясом и с рисом. Пирожков с мясом каждый съел столько же, сколько оба его соседа вместе съели пирожков с рисом. Могло ли случиться, что все толстяки вместе съели 2021 пирожок?
7. (6-8) Троице рабочим поручили выкопать канаву. Сначала первый копал столько времени, сколько понадобилось бы второму и третьему, чтобы выкопать треть канавы. Потом второй копал столько времени, сколько понадобилось бы первому и третьему, чтобы выкопать половину канавы. После этого третий закончил работу за время, которое понадобилось бы первому и второму, чтобы выкопать две трети канавы. Во сколько раз быстрее они выкопали бы эту канаву, работая вместе?
8. (6-8) Три соседних озера время от времени меняют свой уровень. Каждые два из них связаны ручьями. Могло ли случиться так, что в 2020 году вода текла из первого озера во второе более шести месяцев, из второго в третье — тоже более шести месяцев и из третьего в первое — тоже более шести месяцев?
9. (6-8) В турнире по футболу участвовали 10 команд. Каждая команда сыграла с остальными по одному разу. За победу начислялось 2 очка, за поражение — 0, за ничью — 1 очко. Команда «Все звёзды» одержала в турнире больше всех побед. Она же забила мячей больше любой из остальных команд, а пропустила — меньше любой из остальных команд. Какое наихудшее место она могла занять?
10. (6-8) Можно ли разрезать квадрат со стороной 4 м на четыре одинаковые фигуры, периметр каждой из которых равен 2021 м? Если да, то как, если нет, то почему?
11. (7-8) Двое рабочих, выполнив половину задания, увеличили свои производительности: один — на 20%, другой — на 16%. В результате вторую половину задания они выполнили на один день быстрее, чем первую. Можно ли наверняка утверждать, что рабочие уложились с выполнением задания в 14 рабочих дней?
12. (7-8) В треугольнике  $ABC$  высота  $AH$ , биссектриса  $BL$  и медиана  $CM$  пересекаются в одной точке. Обязательно ли треугольник  $ABC$  — равносторонний?
13. (8) На доске написано 100 единиц. За один ход разрешается стереть любое из чисел и вместо него написать два вдвое меньших числа. Докажите, что в любой момент времени на доске найдётся 51 одинаковое число.
14. (8) Дан треугольник  $ABC$ , где  $BC > AB$ . Точка  $D$  на стороне  $BC$  такова, что  $CD = AB$ . Докажите, что прямая, проходящая через середину стороны  $BC$  перпендикулярно биссектрисе угла  $ABC$ , проходит через середину отрезка  $AD$ .

Работу составил *И.С. Рубанов*.



## ЗАДАНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ

1 (8) «ЛМШ». Три груза, выполненные из разных материалов, прикрепили с помощью лёгких стержней к невесомым поршням гидравлического пресса. Считая, что поршни всегда ориентированы строго горизонтально, определите:

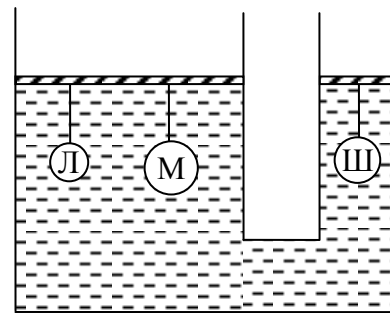


Рис. 1

- а) силы, действующие со стороны стержней на поршни;
- б) разность уровней жидкости в сосудах в тот момент, когда система придёт в равновесие (рис. 1).

*Примечание.* 1) Атмосферное давление не учитывать. 2) Массы грузов  $m_L = 0,6$  кг,  $m_M = 0,05$  кг,  $m_{Ш} = 0,1$  кг, а их объёмы  $V_L = 120$  см<sup>3</sup>,  $V_M = 80$  см<sup>3</sup>,  $V_{Ш} = 50$  см<sup>3</sup>. Плотность воды  $\rho_в = 1000$  кг/м<sup>3</sup>. В начальный момент времени поршни зафиксированы на одной высоте. Площадь левого поршня равна  $S_1 = 90$  см<sup>2</sup>, правого –  $S_2 = 10$  см<sup>2</sup>.

2 (8) «Только вперёд». На рис. 2 представлен участок графика зависимости скорости автомобиля от времени его движения. Определите:

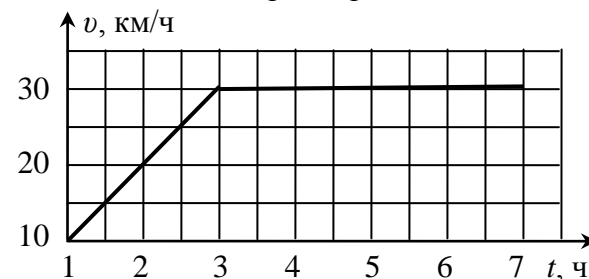


Рис. 2

- а) путь, пройденный автомобилем с 1 по 7 час движения;
- б) среднюю скорость автомобиля с 1 по 7 час движения.

3 (8) «Погружение-всплытие». На видео [https://youtu.be/2V9\\_rOX1KeY](https://youtu.be/2V9_rOX1KeY) показано, как при многократном нажатии на пластиковый стакан с песком (рис. 3), один из баллончиков от киндер-сюрприза «всплывает», а другой – «тонет». Объясните этот эффект.



Рис. 3

4 (8-9) «Разные колёса». Систему, изображённую на рис. 4, вначале удерживают за нить 2 так, что пружинка не деформирована. Определите:

- а) силу натяжения нити 1;
- б) удлинение пружинки после того, как систему отпускают, и она придёт в равновесие.

*Примечание.* Коэффициент жёсткости пружинки равен  $k = 100$  Н/м, масса груза –  $m_2 = 1,2$  кг. Нить 1 и нить 2 намотаны на два скреплённых соосных блока, при этом  $r_1/r_2 = 6/5$ .

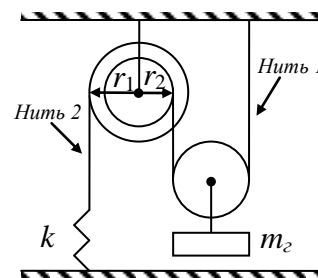


Рис. 4

5 (8-9) «Кубик в воде». В цилиндрический сосуд, на дне которого стоит сплошной кубик, начали медленно наливать воду. График зависимости уровня воды в сосуде от времени представлен на рис. 5. Используя график, определите:

- а) момент времени, в который кубик начнёт всплывать;
- б) объём и плотность кубика.

*Примечание.* Площадь поперечного сечения сосуда составляет  $S = 200$  см<sup>2</sup>, плотность воды равна  $\rho_в = 1000$  кг/м<sup>3</sup>. Масса воды, поступающая в сосуд в единицу времени, остаётся постоянной.

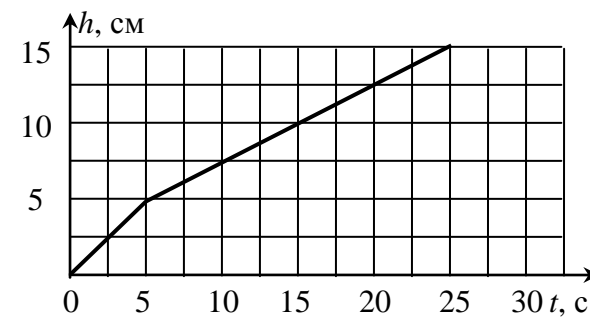


Рис. 5

6 (8-9) «Трубочка в стакане». Если пластиковую трубочку, заткнув с одной стороны пальцем, погрузить другим концом в сосуд с водой, а затем, убрав палец, отпустить, то трубочка, наполняясь водой, может устойчиво балансировать в вертикальном положении заметное время (рис. 6). Объясните описанный эффект.



Рис. 6



7 (8-10) «Простой уголок». Из проволоки спаяли уголок, показанный на рис. 7. Сопротивление всех прямых участков проволоки одинаково и равно  $R$ . Определите:

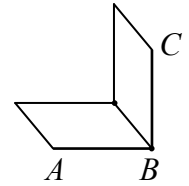


Рис. 7

- а) (8-9) сопротивление уголка между т.  $A$  и  $B$ ;
- б) (9-10) сопротивление уголка между т.  $A$  и  $C$ ;
- в) (9-10) сопротивление уголка между т.  $A$  и  $C$  после того, как к т.  $A$  и  $C$  будет припаян дополнительный проводник сопротивлением  $R$ .

8 (8-10) «Электричество на графике». На рис. 8 показан график зависимости силы тока от напряжения  $I(U)$  в цепи, состоящей из параллельно соединённых резистора сопротивлением  $R = 10$  Ом и лампы накаливания, сопротивление которой зависит от силы тока.

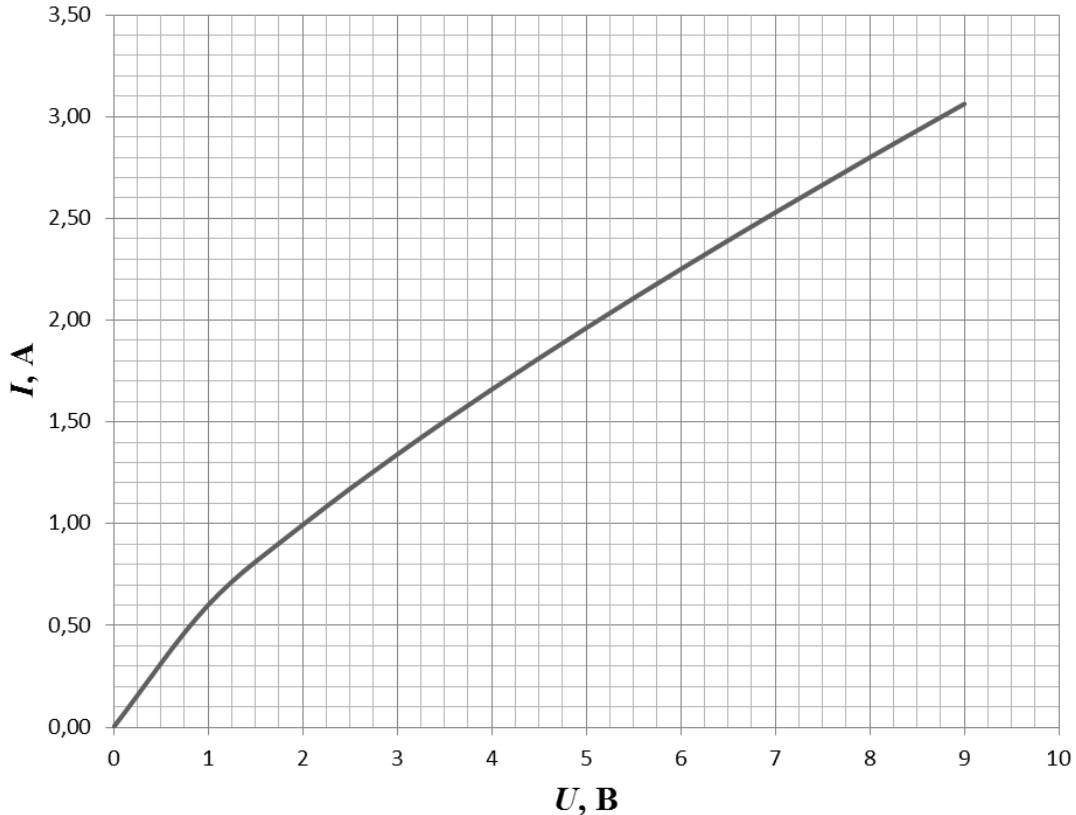


Рис. 8

- а) (8-10) Постройте график зависимости силы тока от напряжения  $I_{\text{л}}(U)$  через лампу накаливания.
- б) (9-10) Определите отношение токов, протекающих через лампу накаливания и резистор  $k = I_{\text{л}}/I_R$ , и заполните таблицу.

$U, \text{В}$	0,4	0,7	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
$k$									

- в) (9-10) Постройте график зависимости коэффициента  $k$  от напряжения  $U$ . Объясните получившийся график с точки зрения физики.

9 (8-10) «Фокусы с линзой». Тонкая собирающая линза имеет фокусное расстояние  $F = 3$  см.

- а) (8–10) Определите с помощью построений или с использованием формулы, на каком расстоянии от линзы на её главной оптической оси расположен маленький, но не точечный источник света, если его поперечное увеличение в линзе равно трём.

- б) (9–10) Мальчик рассматривает через линзу удалённое здание, держа её на расстоянии  $L = 50$  см от глаза. Во сколько раз изменятся видимые размеры изображения здания, если линза будет приближена к глазу так, что окажется от глаза на расстоянии  $l = 30$  см?

10 (9-10) «Парасил». Два покоящихся точечных тела одинаковой массы  $m$  соединены тонкой невесомой нерастяжимой нитью длиной  $L$ . На каждое из тел действуют постоянные силы  $F_1$  и  $F_2$  соответственно ( $F_1 > F_2$ ), которые в каждый момент времени перпендикулярны нити. В начальный момент времени векторы сил сонаправлены друг с другом.

- а) Определите начальные ускорения тел.
- б) Определите путь каждого из тел за время одного полного оборота.

**11 (9-10) «Как можно выше».** Для того, чтобы заехать как можно выше на двухколёсном гироскутере по дорожке в гору, Алеша решил сначала разогнаться по горизонтальной поверхности длиной  $L$ . На какую максимальную высоту, отсчитываемую от горизонтальной поверхности, сможет подняться мальчик в гору, если мощность гироскутера достаточна для поддержания постоянного ускорения? Угол наклона горки равен  $\alpha$ , коэффициент трения скольжения между колёсами гироскутера и поверхностью дорожки на горизонтальной и наклонной поверхности равен  $\mu < \operatorname{tg}\alpha$ .

**12 (9-10) «История с полусферой».** Вершина полусферы с внутренним радиусом  $R$  закреплена на горизонтальной поверхности. По внутренней поверхности полусферы без начальной скорости отпускают небольшую массивную шайбу (рис. 9). Определите:



Рис. 9

**а)** максимальную скорость шайбы при движении, если трения между шайбой и сферой нет;

**б)** максимальную высоту, на которую поднимется шайба в процессе движения, если между шайбой и поверхностью сферы будет трение с коэффициентом, равным  $\mu$ .

**13 (10) «Работа газа».** Чтобы изотермически уменьшить объём идеального одноатомного газа в цилиндре в 2 раза, на поршень поставили гирю массой  $m_1 = 3$  кг.

**а)** Какой массы груз следует добавить к гире массой  $m_1$ , чтобы объём газа под поршнем изотермически уменьшился еще в 2 раза?

**б)** Какой массы груз следовало бы добавить к гире массой  $m_1$  (груз  $m_2$  отсутствует), чтобы объём газа под поршнем адиабатически уменьшился ещё в 2 раза?

**14 (10) «Разное поле».** Очень длинный и тонкий диэлектрический провод равномерно заряжен с линейной плотностью  $\lambda$ .

**а)** Определите напряженность электрического поля на расстоянии  $l$  от провода.

**б)** От провода отрезали кусок длиной  $2l$  и согнули его пополам так, что угол между сторонами составил  $90^\circ$ . Определите напряженность электрического поля в точке, равноудаленной от середин сторон уголка, если поверхностная плотность заряда провода не изменилась.

**15 (10) «Солнечный диск».** Полный солнечный диск можно наблюдать даже когда солнце частично скрыто препятствием (рис. 10).

**а)** Объясните этот эффект.

**б)** Объясните, почему при этом в отражении солнечный диск получается неполным.



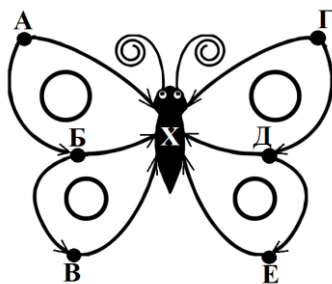
Рис. 10

Работу составили: *К.А. Коханов, Д.В. Перевоицков, А.П. Сорокин.*

## ЗАДАНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ХИМИИ

1. (8) «Селитряной спирт». Предложите 3 примера, когда добавление азотной кислоты к водному раствору соли вызывает выпадение осадка, хотя, как известно, все нитраты растворимы в воде.

2. (8) «Мотылёк». Предложите не менее двух вариантов превращений веществ по схеме:



Вещество X – одно и то же вещество. Ответ подтвердите уравнениями реакций.

P.S. Одна стрелка – одно превращение.

3. (8) «Элемент А». Один и тот же элемент А образует с элементом Б два бинарных соединения В и Г. Отношения степеней окисления атомов элемента А в этих соединениях равно 1:1,5. Элемент Б в указанных соединениях проявляет валентность II. Гидроксид элемента А содержащий 65,3% элемента Б. При взаимодействии с металлом (Д) для которого характерна валентность I и II, образует вещество В, которое уменьшает содержание хлорофилла в зеленых растениях и снижает урожайность, и вещество Е, при прокаливании которого образуются бинарные соединения одним из которых является вещество В, а второе вещество Ж, содержащее элемент Б. Чтобы выделить металл Д из данного бинарного соединения можно использовать газ З, относительная плотность, которого по воздуху равна 0,06897.

а) Что собой представляют элементы А и Б.

б) Написать формулы и дать названия всем соединениям зашифрованными буквами: В, Г, Д, Е, Ж и З.

в) Напишите уравнения описанных реакций.

4. (8) «Смесь». Смесь двух твердых солей содержит два вида катионов и два вида анионов. Известно, что смесь частично растворяется в воде с выделением газа. Не растворимый осадок при действии на него раствором соляной кислоты, полностью растворяется с выделением б/ц газа, который вызывает помутнение известковой воды, но не обесцвечивает раствор  $\text{KMnO}_4$ .

а) Предложите план качественного анализа этой смеси с использованием обычно применяемых в аналитической лаборатории реактивов.

б) Напишите уравнения химических реакций, использованных в Вашем решении.

5. (8-9) «Хлориды». Пробу смеси, содержащую хлориды натрия и калия массой 25 г растворили в воде и к водному раствору прибавили 840 мл 0,5 М раствора нитрата серебра. Осадок отфильтровали, а в оставшийся раствор поместили медную пластинку массой 100,00 г. Через некоторое время масса пластинки составила 101,52 г.

а) Определите массовые доли веществ в исходной смеси.

б) Напишите уравнения всех описанных реакций.

6. (8-9) «Бинарное соединение». В реакции с водой 2,10 г бинарного соединения А выделяется 2,24 л газа (н.у.) и образуется водный раствор соединения В. При добавлении к нему водного раствора кислоты С образуется осадок вещества Д, которое содержит серу (массовая доля  $\omega(\text{S}) = 18,60\%$ ), водород ( $\omega(\text{H}) = 2,33\%$ ), кислород ( $\omega(\text{O}) = 55,81\%$ ) и еще один элемент Е. При прокаливании до  $120^\circ\text{C}$  соединение Д теряет 15,70%, а при прокаливании до  $200^\circ\text{C}$  – 20,93 % своей массы (при этом образуются соединения F и G соответственно).

а) Расшифруйте буквенные обозначения. Приведите формулы и названия веществ.

б) Напишите уравнения химических реакций, упомянутых в тексте задачи.

в) Как называют и где применяют продукт F? Какое его свойство обуславливает применение? Почему для этой же цели не годится продукт G?

7. (8-9) «Горючая смесь». Смесь нитрата калия с порошком алюминия способна гореть при поджигании. В зависимости от соотношения реагентов возможно выделение разного количества теплоты из расчета на 1 моль использованного нитрата.

а) Образование каких продуктов приведет к максимальному тепловому эффекту на 1 моль нитрата калия? Приведите уравнение реакции.

б) Какое количество теплоты (кДж) выделится на 1 моль нитрата при указанном Вами соотношении веществ?

Для решения данной задачи Вам необходимо воспользоваться справочными данными о стандартных теплотах образования веществ ( $\Delta H_f^0$  кДж/моль).

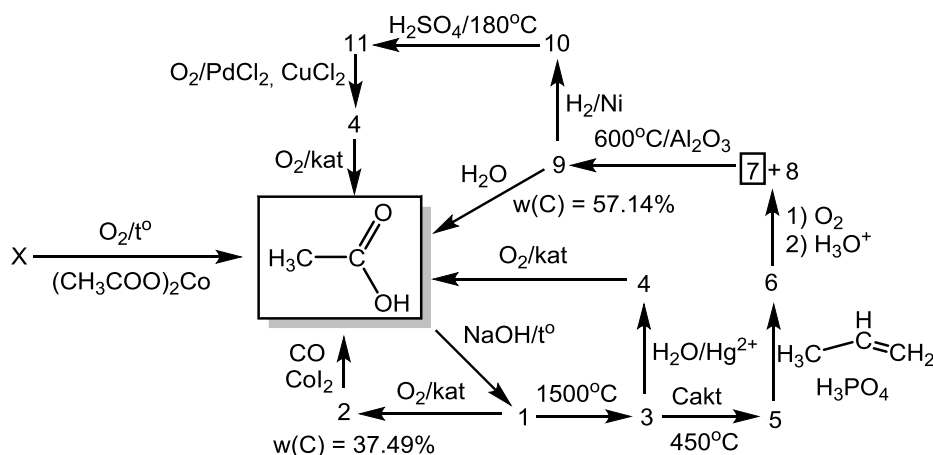
8. (9) «Железная» смесь». Смесь состоящую из металлического железа и свежеприготовленных оксидов железа (II) и (III), массой 4,72 г, нагрели в закрытом сосуде в атмосфере водорода. При этом получено 3,92 г железа и 0,90 г воды.

При обработке такой навески смеси избытком раствора сульфата меди (II) получено 4,96 г твердой смеси.

а) Рассчитайте объем 7,3%-ной хлороводородной кислоты (плотность  $\rho=1,03$  г/мл), необходимый для полного растворения 4,72 г исходной смеси и объем выделяющегося газа (при н.у.).

б) Составьте уравнения всех протекающих реакций.

9. (9) «Острая кислота». Уксусная кислота – один из продуктов крупнотоннажного химического производства. Долгое время основным способом получения кислоты было уксуснокислое брожение с использованием микроорганизмов. В настоящее время уксусную кислоту получают на нефтехимических производствах. Основные пути получения представлены на схеме:



а) Одним из первых промышленных способов получения уксусной кислоты было каталитическое окисление вещества X. О нем дополнительно известно: при сжигании 2,9 г вещества X образуется 4,48 л  $\text{CO}_2$  (н.у) и 4,5 г  $\text{H}_2\text{O}$ . Установите формулу вещества X. Ответ подтвердите расчетом.

б) Приведите формулы веществ 1-11 в схеме превращений. В превращении 6  $\rightarrow$  7 + 8 в дальнейших реакциях задействовано вещество 7.

Ответ представьте в формате «цифра-структура».

в) Напишите уравнения реакций. Ответ представьте в формате «цифра – уравнение».

г) Важной технологической процедурой является контроль производственных сред, который позволяет судить об исправности производственных линий. На разных участках трубопроводов концентрация уксусной кислоты отличается, концентрация кислоты представлена в таблице:

Производственный участок	Концентрация кислоты
Линия конверсии	$1,0 \cdot 10^{-4}$ моль/л
Линия накопления	5,0 моль/л
Линия розлива	$w(\text{CH}_3\text{COOH}) = 9\%$

Вычислите pH раствора на каждом этапе производства ( $\text{p}K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,75$ ).

д) Основной задачей химика-технолога является регулирование условий работы реакторов для поддержания требуемых значений степени конверсии («выхода реакции»). Для превращения 7  $\rightarrow$  9 при температуре  $500^\circ\text{C}$  значение константы составило 0,6, технолог принял решение повысить температуру реактора до  $600^\circ\text{C}$ . Вычислите, на сколько изменится степень конверсии.

Справочные данные:

1.  $pH = -\lg[H^+]$ , где  $\lg$  – десятичный логарифм,  $[H^+]$  – равновесная концентрация ионов  $H^+$  в растворе

2. Зависимость константы равновесия реакции от температуры:

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{\Delta H_r}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

где  $K_1, K_2$  – константы равновесия реакции при температурах  $T_1(K)$  и  $T_2(K)$ , соответственно;  $\Delta H_r$  – тепловой эффект реакции (кДж);  $R$  – универсальная газовая постоянная

3. Теплоты образования химических связей:

Связь	C-H	C-C	C=C	C=O
$\Delta H_f$ , кДж/моль	414,8	332,3	588,7	706,9

10. (9-10) «Аналитический реактив». Вещество **Z** получают взаимодействием между насыщенными растворами хлорида ртути  $HgCl_2$  и йодида калия  $KI$  или йодида ртути  $HgI_2$  и йодида калия  $KI$ . Вещество **Z** разлагается при нагревании выше  $350^\circ C$  и реагирует с концентрированной серной кислотой. Чаще всего вещество **Z** используют в виде водного щелочного раствора для качественного определения органических восстановителей (например, первичных и вторичных спиртов, альдегидов), а так же для качественного и колориметрического определения небольших количеств (около 0,001 % по объёму) аммиака.

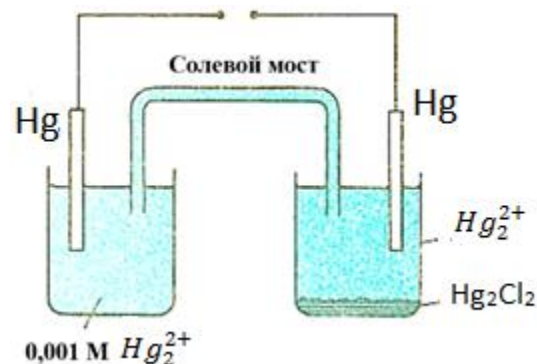
а) Определите вещество **Z**.

б) Рассчитайте массы навесок солей  $HgCl_2$  и  $KI$  и объёмы их насыщенных растворов, необходимых для приготовления 85 г вещества **Z** (при  $t^\circ = 25^\circ C$ ).

в) Составьте уравнения всех описанных реакций, в т.ч. качественных.

г) Можно ли разрушить анион соли **Z** под действием гидроксид- или сульфид-ионов? Ответ подтвердите расчетами.

11. (9-10) «Юный химик». Химик Колбочкин для определения произведения растворимости хлорида ртути (I) воспользовался прибором, изображенным на рисунке. Он измерил значение ЭДС, но забыл его записать, но запомнил, что температура оказалась равной  $18^\circ C$ .



а) Выведите выражение для ЭДС, полученной в эксперименте.

б) Вычислите концентрацию хлорид-ионов в правой полуячейке.

в) Напишите выражение для произведения растворимости хлорида ртути (I) и помогите химику вспомнить значение ЭДС. Для чего правая полуячейка содержит твёрдый хлорид ртути (I)?

г) Каким способом готовят солевой мостик для проводимого эксперимента?

д) Объясните, что произошло бы со значением ЭДС, если бы в правую полуячейку прибавили несколько капель водного хлорида калия?

е) Пр каких других солей можно измерить таким же методом? Приведите два примера.

Вещество	$\Delta_f H^\circ(298 K)$ кДж/моль	$S^\circ(298 K)$ Дж/моль* K
$Hg_2Cl_2$ (p-p)	- 265.1	192.7
$Hg_2^{2+}$ (p-p)	171.8	82.2
$Cl^-$ (p-p)	- 167.1	56.5

12. (9-10) «Элемент X». Элемент **X** был открыт в 1789 году Генрихом Клапротом, в виде простого вещества впервые получен в 1840 году французским химиком Эженом Пелиго и долгое время не находил важного практического применения.

Основной природный источник элемента **X** – минерал настуран, состоящий из бинарного соединения **A** ( $\omega(X) = 84,80\%$ ). **A** сплавляют с гидроксидом натрия в присутствии хлората натрия, получая плохо растворимую в воде желтую соль **B**. Далее соль **B** обрабатывают избытком азотной кислоты, в результате чего кристаллизуется желто-зеленая соль **C** ( $\omega(X) = 60,41\%$ ), прокаливанию на воздухе которой дает оранжевое вещество **D** ( $\omega(X) = 83,22\%$ ). Обработка **D** избытком фторидом

брома (III) дает светло-серые кристаллы вещества **Е**, которое используется для разделения изотопов этого элемента. Вещество **Д** растворяют в растворе аммиака, при этом выпадают желтые кристаллы соединения **Ф**.

Прокаливание **Ф** в токе водорода приводит к соединению **Г** ( $\omega(\text{X}) = 88,15\%$ ), которое используется в тепловыделяющих элементах.

Растворение **Д** в уксусной кислоте и добавление ацетата цинка дают двойную соль **Н** (мольное отношение  $\text{X}:\text{Zn}$  1:1), которую широко используют в анализе для определения ионов натрия (при этом образуется нерастворимая соль **И** ( $\omega(\text{X}) = 46,45\%$ ,  $\omega(\text{Na}) = 1,50\%$ )).

- Определите состав веществ **А – И** и элемент **Х**.
- Напишите уравнения описанных в задаче реакций.
- Какое применение имеет элемент **Х**?

13. (10) Давление пара воды при различных температурах имеет следующие значения:

Температура, °С	80	85	90	95	100	105
Давление, гПа	473,3	578,0	700,7	845,0	1013	1207,8

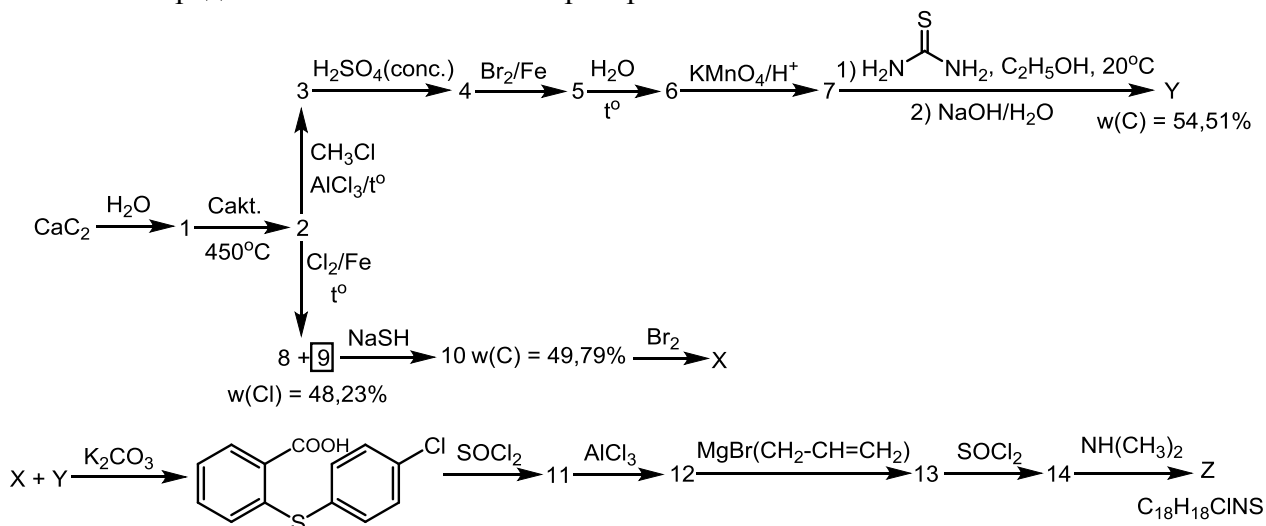
а) Постройте график зависимости давления пара раствора, содержащего мочевины массой 6 г в воде массой 180 г, от температуры.

б) Пользуясь полученной кривой, определите, при какой температуре закипит раствор, если атмосферное давление равно 1013 гПа.

в) Чему равно давление пара над раствором при температуре 98°С?

14. (10) «Ку-ку». Шизофрения – психическое расстройство, характеризующееся распадом процессов мышления и эмоциональных реакций. Чтобы помочь пациенту вновь обрести организованность, могут быть назначены антипсихотические препараты.

Вещество **З** зарекомендовало себя как препарат широкого седативного действия при различных формах шизофрении. В малых дозах может использоваться как успокаивающее средство при неврозах. Ниже представлена схема синтеза препарата **З**.



- Определите неизвестные вещества 1 – 14, X, Y, Z.
- Количество, какого продукта (8 или 9) будет преобладать в реакции 2 → 8 + 9? Почему?
- Напишите механизм реакции 3 → 4.
- Предположите механизм протекания реакции 7 → Y, если известно, что при взаимодействии 7 с тиомочевинной образуется ионное соединение.

P.S. Атомные массы элементов используйте с точностью до десятых.

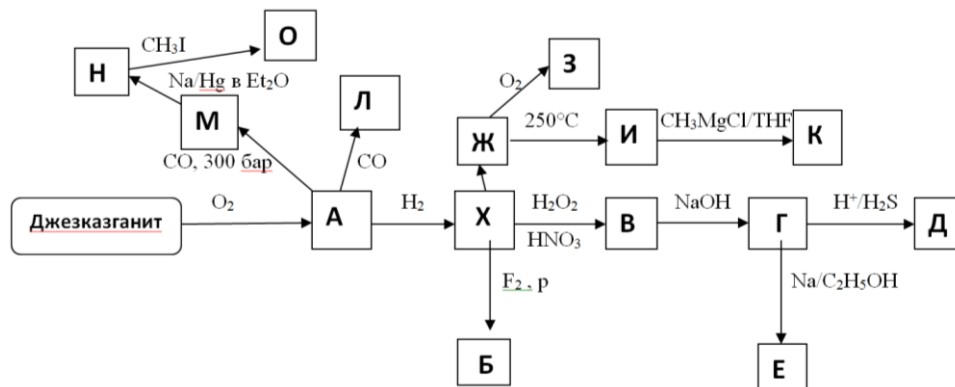
15. (10) «Сильно рассеянный». Элемент **Х** редок и сильно рассеян в природе. Добывают его из медно-молибденовых сульфидных руд, выделяя в виде соединения **А**(1), хотя у него есть собственный минерал джезказганит. **А** — летучие бесцветные кристаллы, обрабатывая их водородом получают **Х**(2). **Х** легко взаимодействует с галогенами, образуя с  $\text{Cl}_2$  вещество **Ж**(3), а со  $\text{F}_2$  при повышенном давлении — **Б**(4). Также **Х** легко растворяется в  $\text{HNO}_3$ (5) или в  $\text{H}_2\text{O}_2$ (6), образуя **В**. **В** легко получается, если **А** аккуратно обработать водой (7). Если **В** обработать раствором  $\text{NaOH}$ , при



охлаждении выпадают бесцветные кристаллы вещества Г(8). Если в подкисленный раствор Г пропускать H<sub>2</sub>S, образуется тёмно-бурый осадок Д(9), а если Г восстанавливать Na в абсолютном этиловом спирте, получается Е(10), легко окисляющееся на воздухе. Ж легко окисляется на воздухе с образованием З(11). Вещество Ж термически неустойчиво, при 250 °С разлагается до вещества И(12), которое в ТГФ взаимодействует с избытком RMgCl, образуя К синего цвета (R=CH<sub>2</sub>Si(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>), (13). К сохраняет структуру И. Если на А действовать СО при низком давлении, тогда получается Л(14), а при 250°С и давлении 300 бар, образуется летучее соединение М(15), самовоспламеняющееся на воздухе. М реагирует с амальгамой Na в эфире, давая Н(16). Н легко реагирует с CH<sub>3</sub>I, образуя О(17). В соединении О по данным ЯМР на ядрах <sup>13</sup>C 4 пика.

Свойства некоторых соединений представлены в таблице, а превращения – на схеме.

Соединение	Цвет	T <sub>пл.</sub> , °С	T <sub>кип.</sub> , °С	ω(X), %
А	Бесцветные кристаллы	301,5	358,5	76,88
Б	Желтые кристаллы	48,3	73,7	58,33
Е	Белый порошок	разл. 245	-	77,20
Ж	Коричнево-чёрные кристаллы	260	360	51,20
З	Коричневые кристаллы	30	228	54,10
И	Тёмно-красные кристаллы	425 возг.	-	63,61
Л	Тёмно-красные кристаллы	160	620	79,50
М	Бесцветные кристаллы	177	разл.	57,08



а) Определите вещества А-О, и элемент Х.

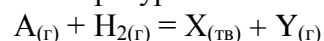
б) Определите формулу джезказганита, если известно, что при обжиге 0,378 г минерала выделилось 0,08 г вещества чёрного цвета, при растворении в HCl получается р-р синего цвета. Также выделилось 89,6 мл (н.у.) резко пахнущего газа, обесцвечивающего раствор фуксина.

в) Напишите уравнения реакций 1-17.

г) Где используется элемент Х в промышленности?

д) Какой тип связи в соединениях Б и Ж? Напишите уравнения реакций гидролиза этих соединений.

е) Используя следующие данные, определите, при какой температуре начинается реакция (2) в газовой фазе при общем давлении 1 атм. При реакции, помимо Х, образуется вещество Y. Считать, что энтропия и энтальпия не зависят от температуры.

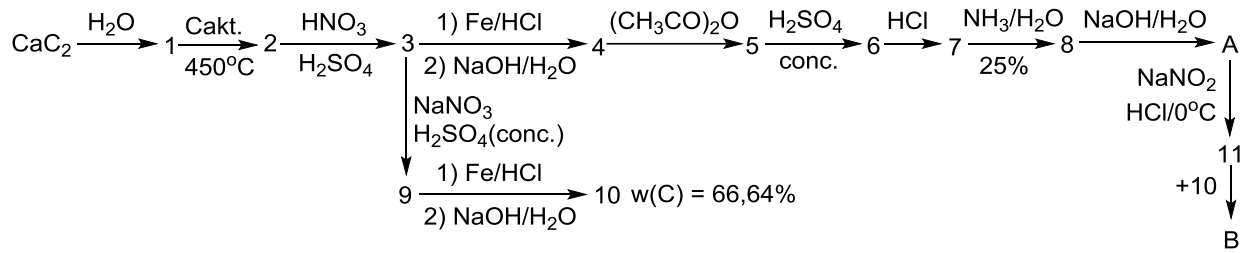


Вещество	$\Delta_f H^\circ(298 \text{ K})$ кДж/моль	$S^\circ(298 \text{ K})$ Дж/моль * К	$\Delta H_{\text{субл}}$ кДж/моль	$\Delta H_{\text{исп}}$ кДж/моль
A <sub>(тв)</sub>	- 1132,6	438,7	139,3	-
X <sub>(тв)</sub>	0	37,2	-	-
Y <sub>(ж)</sub>	- 285,8	70,0	-	44
H <sub>2(г)</sub>	0	130,5	-	-

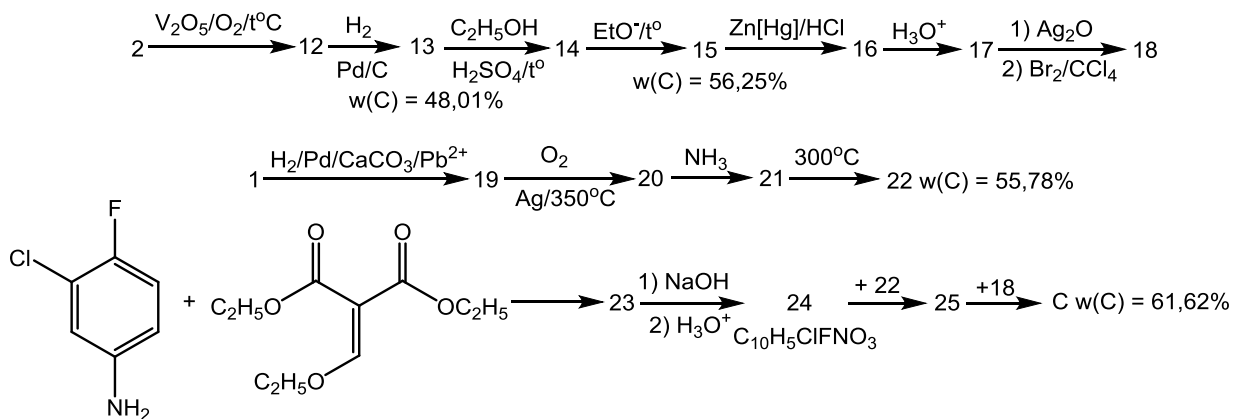
16. (10) «Случайности не случайны». Лечение бактериальных заболеваний – непростая задача даже для возможностей XXI века. Исторически одними из первых терапевтических препаратов были растительные экстракты. Однако с развитием химии и смежных наук появилась возможность

создания препаратов для целенаправленного лечения. Интересно отметить, что многие из ныне известных и применяемых препаратов были открыты совершенно случайно.

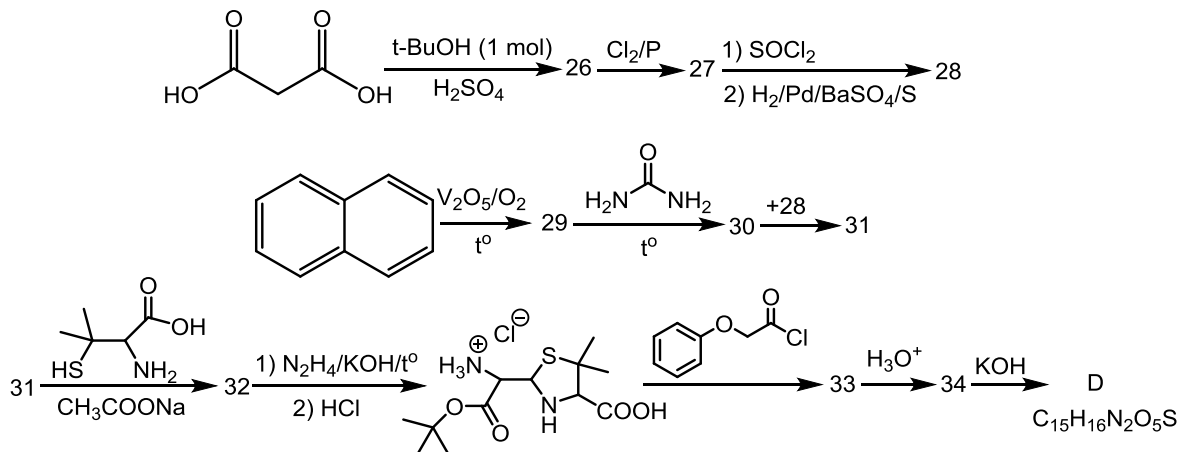
Так, например, вещество **В** изначально планировали применять в качестве красителя для текстиля и кожи, но случайно заметили антибактериальные свойства. Позже установили, что терапевтическими свойствами обладает вещество **А** – продукт распада **В** в организме.



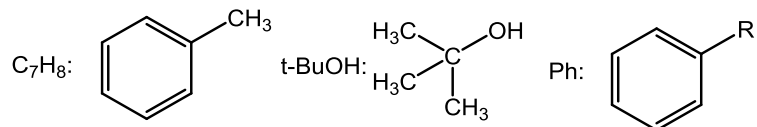
Другим примером «случайности» является вещество **С**, которое было открыто во время очистки вещества, которое предполагали использовать для лечения малярии. Сейчас вещество **С** и его производные повсеместно применяются для лечения респираторных заболеваний, в том числе закрытых форм туберкулеза.



Настоящей счастливой случайностью является открытие вещества **Д**, которое успело спасти тысячи жизней. Нелюбовь к уборке и наблюдательность позволили выделить это замечательное соединение. Модифицированные производные вещества **Д** сегодня являются самыми распространенными, доступными и эффективными препаратами для лечения бактериальных заболеваний.



Сокращения:



а) Приведите структуры зашифрованных веществ **A**, **B**, **C**, **D**; 1-34. Ответ представьте в формате «цифра-структура».

б) Предложите механизмы реакций «2→3», «A→11», «17→18», «24+22», «25+18», «образование вещества 26».

Работу составили: *И.А. Алялыклина, М.А. Бакулева, И.Д. Кормициков, И.В. Шестаков.*