

КИРОВСКАЯ ЛЕТНЯЯ МНОГОПРЕДМЕТНАЯ ШКОЛА (ЛМШ) ОБЪЯВЛЯЕТ НАБОР УЧАЩИХСЯ НА ИЮЛЬ 2025 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 математический поток принимаются учащиеся, окончившие 6, 7, 8, 9 или 10 класс, на физический, биологический и химический — окончившие 7, 8, 9 или 10 класс.** Каждый ученик может учиться только на одном потоке.

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 Интернете: <http://cdoosh.ru/lmsh/>. В разделе «Архивы» (<http://cdoosh.ru/lmsh/lmsh-archives/>) можно найти материалы ЛМШ с 1993 по 2024 год. Полезная информация об ЛМШ, особенно о её биологическом отделении, есть также на сайте <http://bioturnir.ru/sms/main>. Информацию о физическом потоке можно найти по адресу: <http://cdoosh.ru/lmsh/>, в группе <https://vk.com/lmshphysics>. 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, на математическом потоке 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.

Так тут с утра до ночи учатся? Учатся в ЛМШ немало. Но умеют здесь и отдыхать. После каждых 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 и другим видам спорта.

Кто ездит в ЛМШ? Ныне Кировская ЛМШ — всероссийский и международный лагерь. В ЛМШ-2024 на базе Вишкиля вместе со 114 кировчанами учились 310 школьников из 31 региона России, а на базе гостиница «Молодежная» — 48 учеников из Кировской области и 58 ребят из 14 других регионов. В нашей ЛМШ учились многие победители и призёры заключительных этапов Всероссийских и международных олимпиад по математике, физике, химии и биологии за последние годы.

ЛМШ — только для вундеркиндов? В ЛМШ может попасть любой, кто любит и умеет решать математические задачи, ставить химические опыты, изучать живую природу: надо только любить свой предмет и хотеть им заниматься. А для самых «продвинутых»

учеников здесь есть специальные группы «профи», занятия в которых ведут наиболее опытные преподаватели.

А кто тут преподает? В ЛМШ сложилась 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, ВШЭ, МФТИ, МИФИ, НГУ, СПбГУ и других сильнейших вузов. Кроме того, в ЛМШ случаются интересные гости.

Где и когда всё это будет? ЛМШ-2025 состоится с 1 по 26 июля текущего года 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 отопление, водопровод, клуб, баня, спортплощадки. Есть покрытие мобильной связью компаний МТС и Tele-2.

Сколько это будет стоить? Стоимость путёвки — 98 500 рублей. Для победителей и призёров ВсОШ по профильным предметам текущего учебного года, а также заключительного этапа олимпиады им. Л. Эйлера и олимпиады им. Дж. Максвелла текущего учебного года предусмотрены скидки: в размере 10% от стоимости путёвки для обладателей дипломов победителей или дипломов 1 степени, 7% для призёров заключительного этапа ВсОШ и обладателей дипломов 2 степени олимпиад им. Л. Эйлера и Дж. Максвелла, в размере 5% — для обладателей диплома 3 степени олимпиад им. Л. Эйлера и Дж. Максвелла.

Кто организует ЛМШ? «Центр дополнительного образования одаренных школьников» (ЦДООШ). Контактные телефоны в Кирове на математическом отделении: (8332) 71-21-71 доб. 1, на физическом отделении: (8332) 71-10-88 или 71-21-71 доб. 2, на биологическом отделении: 71-21-71 доб. 4, на химическом отделении: 71-21-71 доб. 4. Адрес для писем: 610005, г. Киров, а/я 5, ЦДООШ. Контактный электронный адрес: LmshKirov@yandex.ru **(вступительные работы на этот адрес высылать не следует, для этого есть специальные адреса, указанные ниже в правилах отправки работ).**

Как поступить в ЛМШ? Набор в ЛМШ — конкурсный. **Для поступления на математический поток необходимо не позднее 1 мая, на физический и химический потоки — не позднее 5 мая, биологический поток — не позднее 11 мая зарегистрироваться в качестве желающего поступить в ЛМШ и 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.

Для регистрации нужно в личном кабинете на сайте ЦДООШ подать заявку для участия в выбранном потоке (математика, физика, биология, 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 28 мая. На биологическом

потоке зачисление осуществляется в 2 этапа: сообщения о зачислении в ЛМШ для персонально приглашенных школьников высылаются заявителям до 15 мая 2025 года, для выполнивших конкурсную работу до 28 мая 2025 года.

По работам, набравшим полупроходной балл, решение о зачислении может быть на некоторое время отложено. **Работы, авторы которых не зарегистрировались, не рассматриваются.**

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.**

В случае регистрации на поток большого числа участников, имеющих право внеконкурсного зачисления, приоритетное право зачисления получают участники с более ранней регистрацией в личном кабинете.

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-2025 не допускаются школьники, занесённые Оргкомитетом ЛМШ в стоп-лист (в частности, отчисленные из предыдущих ЛМШ без права поступления в 2025 году, получившие неудовлетворительную оценку на зачёте в ЛМШ-2024, дважды дисквалифицированные на олимпиаде им. Эйлера 2024/25 учебного года). 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.

Кто зачисляется в ЛМШ без вступительной работы?

■ *на все потоки:*

– победители и призёры (награждённые дипломами) заключительного этапа Всероссийской олимпиады школьников 2024/2025 учебного года *по соответствующему предмету*; жители зарубежных стран, награждённые дипломами I или II степени (или золотыми и серебряными медалями) заключительного этапа национальной олимпиады страны проживания 2024/2025 учебного года *по соответствующему предмету* (диплом III степени или бронзовая медаль национальной олимпиады права внеконкурсного зачисления не дают); результаты, показанные на зарубежных национальных олимпиадах, подтверждаются приложенной к анкете копией/сканом соответствующего диплома; копии дипломов Всероссийской олимпиады школьников прилагать не требуется, так как оргкомитету доступны списки её результатов;

– учащиеся ЛМШ-2024, получившие по итогам обучения персональное приглашение в ЛМШ-2025 *по соответствующему предмету* (в том числе на математическом потоке — все, получившие на зачёте оценку не ниже 5—, и учащиеся групп «профи», получившие на зачёте оценку не ниже 4+); список таких учащихся размещён в сети Интернет на страничке ЛМШ.

■ *кроме того, на математический поток:*

– обладатели дипломов I, II и III степени традиционной Санкт-Петербургской математической олимпиады (<http://www.pdmi.ras.ru/~olymp/current.html>), заключительного этапа олимпиады им. Леонарда Эйлера (www.matol.ru), личной олимпиады Кубка памяти А. Н. Колмогорова 2024/25 учебного года, а также обладатели дипломов I степени Московской устной математической олимпиады 2024/25 учебного года (<https://olympiads.mccme.ru/ustn/>);

– обладатели дипломов I и II степени традиционной Московской математической олимпиады для 8-11 классов (<http://olympiads.mccme.ru/mmo/>) 2024/25 учебного года; *дипломы III степени традиционной Московской математической олимпиады права на внеконкурсное зачисление не дают.*

▪ *кроме того, на физический поток:*

– победители и призёры состоявшихся в 2024/25 учебном году Международной естественнонаучной олимпиады юниоров (IJSO-2024);

– дипломанты I и II степени в личном первенстве XI Всероссийского Школьного учебно-научного турнира по физике «ШУНТ» текущего учебного года;

– победители и призёры заключительного этапа олимпиады им. Дж. Максвелла текущего учебного года.

▪ *кроме того, на биологический поток:*

– победители и призёры (награждённые дипломами I, II и III степени в лиге «Сеньоры» и дипломами I и II степени в лиге «Юниоры») в личном первенстве заключительного этапа XVII Всероссийского турнира юных биологов (2024/25 учебный год).

Дипломы других олимпиад (в частности, регионального этапа Всероссийской олимпиады школьников и Московского математического праздника), а также похвальные грамоты и похвальные отзывы любых олимпиад права на внеконкурсное зачисление учащимся из-за пределов Кировской области не дают.

О ПОТОКАХ

Математический поток. В начале обучения проводится тестирование, по итогам которого (с учётом «олимпийской биографии») во всех классах выделяется группа «профи» с повышенным уровнем обучения. Возможно, в этом году отбор в группы «профи» в некоторых классах будет проводиться также с помощью дополнительного домашнего задания, рассылаемого в июне. 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, после интенсивной подготовки, 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. При обучении на физическом 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»,

олимпиады и др. Во внеучебное время для желающих проводятся индивидуальные консультации. Отличники учёбы получают персональное приглашение на следующий год.

Биологический поток. Целью обучения является углубление и расширение теоретических знаний по биологии, развитие навыков научно-исследовательской работы, умений работы с биологическими объектами в естественных и лабораторных условиях. Программой обучения предусмотрено проведение лекционных, практических, лабораторных занятий, экскурсий. Помимо групповой работы ведётся и индивидуальная. Для семиклассников планируется проведение теоретико-практических курсов по морфологии растений и зоологии беспозвоночных, включающих элементы научно-исследовательской работы в природе. Для восьмиклассников – курсы по анатомии и систематике растений, зоологии беспозвоночных и позвоночных, гистологии и биосистематике. На лабораторных занятиях ребята учатся делать срезы различных органов растений, биологический рисунок, готовить временные микропрепараты, определять растения, анализировать их морфологическое строение, монтировать гербарий, определять беспозвоночных и позвоночных животных. Для старшеклассников — курсы по анатомии и физиологии человека, эмбриологии, биохимии, генетике, физиологии растений, молекулярной и клеточной биологии, биоинформатике. По окончании обучения всем учащимся предстоит выполнить задания заключительной олимпиады, а также сдать зачёты по всем проводимым курсам.

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, строении 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 В ЛМШ-2025

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.

ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ РАБОТ

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 и биологии* 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, нельзя использовать для решения задач системы и инструменты на основе искусственного интеллекта (различные генеративные нейросетевые модели, такие как GPT, Gemini, Gema, Llama, Claude и т. д.). 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, 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!*

Решение каждой задачи *по биологии* необходимо выполнять в отдельном файле или на отдельном листе А4, перед каждым решением должен быть указан номер задачи и ФИО участника.

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 работах по физике* следует приводить ответы как в общем виде, так и в виде численных значений (когда это предусмотрено условием задачи).

4. Правила отправки работ.

4.1 Высылать вступительные работы нужно в электронном виде электронными письмами. Адреса для отправки работ: поступающие на математический поток — mathksms@yandex.ru, поступающие на физический поток — lfshkirov@yandex.ru, поступающие на биологический поток — kirov@bioturnir.org с копией на bio@cdoosh.ru, поступающие на химический поток — chem@cdoosh.ru. **Не принимаются** письма, содержащие вместо вложенных файлов ссылки на файлы, размещенные в Интернете.

4.2.1 Специальные требования оформления файлов с работами по математике, физике и химии. Работа высылается в виде приложения к письму, состоящего из одного хорошо читаемого файла **формата .pdf** объемом не больше 20 Мб (письма объёмом больше 25 Мб электронный ящик не принимает!). 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.

4.2.2 Специальные требования оформления файлов с работами по биологии. Работа высылается в виде приложения к письму, состоящего из нескольких файлов, в каждом из которых содержится решение одной задачи. Каждый файл необходимо называть так: <класс участника>-<номер задачи>-<фамилия участника>, например, 9-10-Иванова. 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 электронный ящик не принимает!). Файлы графических форматов .pdf, .jpg, .tif, .png *должны быть хорошо читаемыми*.

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 каждом письме должна быть работа только по одному предмету, причём **целиком: мы не хотим и не будем выискивать и соединять части работы, отправленной несколькими письмами**. В крайнем случае, если возникла серьёзная необходимость что-то исправить или дополнить в уже отправленной работе, можно (не позднее 1 мая для абитуриентов математического потока, 5 мая — для физического и химического потоков и 11 мая — для биологического потока!) 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 сначала на 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). **Перед отправкой работы убедитесь, что все файлы хорошо читаются!**

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

- ✓ по математике, отправленные позднее 1 мая, по физике и химии — позднее 5 мая, биологии — позднее 11 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 объёма
- ✓ с изображениями низкого качества, плохо читаемые;
- ✓ содержащие вместо вложенных файлов ссылки на файлы, размещенные в интернете;
- ✓ работы по математике, оформленные с нарушением описанных выше в п. 4.2.1 специальных требований;
- ✓ работы по биологии, оформленные с нарушением описанных выше в пп. 3 и 4.2.2 специальных требований;
- ✓ 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!

По адресу https://docs.google.com/document/d/1ETiNZT7LO9XNRV-zlPcf_7cHdY6eWrNS/edit?usp=sharing&oid=113344423703830611998&rtpof=true&sd=true можно найти ответы на типичные вопросы по условиям задач. Вопросы, ответов на которые там еще нет, можно задавать письмами по адресу mathksms@yandex.ru.

1 (6). Найдите натуральное число, делящееся на 2025, сумма цифр которого равна 2025. Достаточно найти одно такое число.

2 (6–7). Шесть человек сидят за круглым столом. Каждый из них либо рыцарь, который всегда говорит правду, либо лжец, который всегда лжёт (не исключается, что за столом нет рыцарей или нет лжецов). Каждый из сидящих сказал по одной фразе. Двое сказали: «Оба моих соседа — рыцари.» Двое сказали: «Оба моих соседа — лжецы.» А двое сказали: «Один из моих соседей — рыцарь, а другой — лжец.» Какое наименьшее количество рыцарей могло сидеть за столом?

3 (6–7). Несколько лет назад Вася был вчетверо старше Пети, а Коля — вдвое старше Васи. Сейчас Вася вдвое старше Пети. Во сколько раз сейчас Коля старше Васи? Зависит ли ответ от возраста Пети?

4 (6–8). На доске написали несколько натуральных чисел, ни одно из которых не делится ни на 3, ни на 5. Оказалось, что сумма любых двух из написанных чисел делится либо на 3, либо на 5. Какое наибольшее количество чисел могло быть написано на доске?

5 (6–8). Верхняя и нижняя стороны квадрата 101×101 покрашены в желтый цвет, а две другие — в зеленый. Женя и Зина по очереди закрашивают по одной клетке квадрата. Женя может закрасить в желтый цвет незакрашенную клетку, у которой уже есть желтая сторона, а Зина — в зеленый цвет незакрашенную клетку, у которой уже есть зеленая сторона. Игрок, которому удалось соединить стороны своего цвета цепью из клеток своего цвета (в цепи каждые две соседние клетки имеют общую сторону), выигрывает, а если все клетки будут покрашены и такой цепи не появится, игра считается закончившейся вничью. Может ли один из игроков обеспечить себе победу?

6 (6–8). Диаметр круглого стола равен 1 м. Стол состоит из двух частей, имеющих форму полукруга. Так как за стол надо было посадить много гостей, то половинки раздвинули и между ними вставили прямоугольный кусок размером $1 \text{ м} \times 0,5 \text{ м}$. Найдутся ли на новом столе две точки, расстояние между которыми превышает 1,5 м?

7 (6–9). Найдутся ли в сутках такие два момента, что в каждый из них часовая и минутная стрелки часов направлены вдоль одной прямой, а прямая, вдоль которой направлены стрелки часов в первый момент, пересекается с прямой, вдоль которой направлены стрелки часов во второй момент, под прямым углом? Если да — укажите эти моменты, если нет — объясните, почему.

8 (6–10). Какое наибольшее количество различных прямых можно нарисовать на плоскости так, чтобы среди любых десяти из них нашлись две, пересекающиеся под прямым углом?

9 (6–10) В 404 коробках лежат 2025 шариков. Разрешается взять из любой коробки ровно 6 или ровно 13 шариков и переложить их в любую другую коробку. Оказалось, что с помощью таких операций нельзя собрать все шарики в одной коробке. Как могут быть распределены шарики по коробкам (перечислите все возможности)?

10 (6–10). Андрей выбрал несколько различных натуральных чисел. Для каждого выбранного числа a он сосчитал сумму всех выбранных чисел, кратных a , вычел оттуда сумму всех выбранных делителей a , умножил эту разность на a и записал результат на листочке. Чему равна сумма записанных чисел?

11 (7–10). Назовем точку, принадлежащую равностороннему треугольнику, *интересной*, если среднее по величине из трех расстояний от нее до сторон треугольника не превосходит трети высоты треугольника. Какую фигуру образуют все интересные точки. Проиллюстрируйте решение изображением найденной фигуры.

12 (8–10). На каждой грани кубика написано число. Для всяких двух смежных граней рассмотрим модуль разности написанных на них чисел. Докажите, что 12 полученных таким образом чисел можно разбить на две группы по 6 чисел так, чтобы сумма всех чисел одной группы равнялась сумме всех чисел другой.

13 (8–10; исследовательская задача). В клетках таблицы 4×4 расставлены натуральные числа от 1 до 16 (в каждой клетке стоит одно число, и каждое число от 1 до 16 есть в таблице). *Характеристикой* расстановки чисел назовем наименьшую сумму чисел в прямоугольнике из трех клеток. Найдите какое-нибудь число M_1 , которое не меньше характеристики любой расстановки, и какое-нибудь число M_2 , которое не больше характеристики любой расстановки. Чем меньше M_1 и чем большее M_2 вы найдете, тем выше будет оценка за решение. Максимальная оценка будет выставлена за нахождение $M_1 = M_2$.

14 (9–10). Монеты, сложенные в три стопки, собрали и сложили в четыре стопки. Докажите, что хотя бы две монеты оказались в меньших стопках, чем первоначально.

15 (9–10). Треугольник DEF лежит внутри треугольника ABC . Для каждой из точек D , E и F нашли сумму расстояний от неё до прямых AB , BC и AC . Три эти суммы оказались одинаковыми. Докажите, что треугольник ABC — равносторонний.

16 (9–10). Существует ли такое стоэлементное подмножество A множества действительных чисел, что уравнение $x - xy^3 = 1$ имеет ровно сто решений (x, y) , где $x, y \in A$?

17 (10). Докажите, что сфера, касающаяся всех ребер основания треугольной пирамиды и продолжений боковых ребер этой пирамиды, существует тогда и только тогда, когда периметры трех боковых граней пирамиды равны между собой.

Работу составил *И. С. Рубанов*.

ЗАДАНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ

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.

1 (7–8) «Рулон». В платёжных терминалах используют чековую ленту в рулонах (рис. 1). Диаметр целого рулона $D = 72$ мм, диаметр втулки $d = 12$ мм, длина ленты в рулоне $L = 80$ м, ширина ленты $H = 80$ мм, поверхностная плотность бумаги $\sigma = 50$ г/м². Пользуясь этими данными, как можно точнее определите:

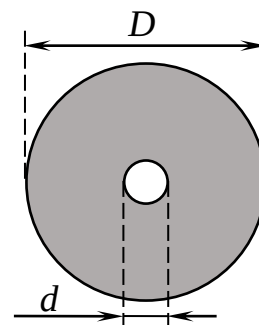


Рис. 1

а) толщину одного слоя чековой ленты h ;

б) массу чековой ленты в рулоне m .

2 (7–8) «Тяжело в ученье». Перед олимпиадой учащиеся складывали свои рюкзаки на стулья в кабинете. У двоих школьников оказались одинаковые по размеру, но разные по массе рюкзаки, которые они расположили на одном стуле так, как показано на рис. 2. При этом при малейшем смещении второго рюкзака в сторону первого стул опрокидывается. Масса более лёгкого рюкзака известна и равна 3 кг, масса другого рюкзака не известна. Толщина каждого рюкзака равна $d = 10$ см. Расстояние от рюкзака 2 до спинки стула $l = 15$ см.

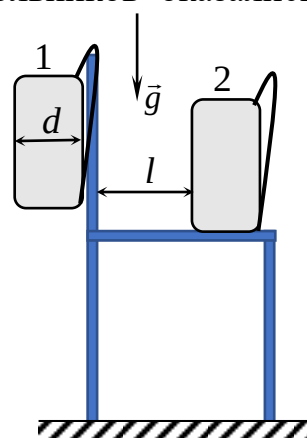


Рис. 2

а) Считая, что центр масс каждого рюкзака находится в его геометрическом центре, укажите, какой рюкзак имеет массу 3 кг. Перенесите рисунок в работу и покажите все силы, действующие в системе.

б) Из рюкзака 2 переложили в рюкзак 1 учебник массой $m = 500$ г. При этом центр масс каждого из рюкзаков остался в геометрическом центре. Определите, в какую сторону и на какое минимальное Δl расстояние можно сдвинуть рюкзак 2, чтобы стул не опрокинулся.

в) Оцените минимально возможную начальную массу тяжёлого рюкзака, при которой стул мог бы перевернуться.

3. (7–9) «Тренировка». Два мальчика катаются на школьном стадионе на велосипедах. Первый мальчик проезжает сначала 50 кругов по внешнему треку с наибольшим диаметром, а затем 30 кругов по внутреннему треку с наименьшим диаметром. Второй мальчик проезжает сначала 50 кругов по внутреннему треку, а затем 30 кругов по внешнему треку. Определите, во сколько раз отличаются длины окружностей внешнего и внутреннего треков L/l , если известно, что мальчики катались одинаковое время, а их скорости оставались постоянными, но скорость мальчика,двигающегося быстрее, была на 3,14% больше величины скорости мальчика, передвигающегося с меньшей скоростью.

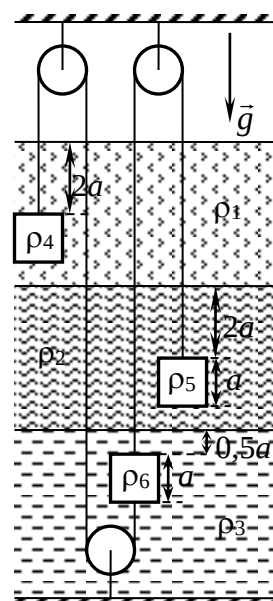


Рис. 3

4. (7–9) «В башне плотностей». На рис. 3 показана система связанных одинаковых по размерам кубиков, погружённых в жидкости. На какое расстояние должен сдвинуться каждый из кубиков, чтобы система оказалась в равновесии? Плотности

жидкостей равны $\rho_1 = 800 \text{ кг/м}^3$, $\rho_2 = 900 \text{ кг/м}^3$, $\rho_3 = 1000 \text{ кг/м}^3$, а кубиков $\rho_4 = 950 \text{ кг/м}^3$, $\rho_5 = 800 \text{ кг/м}^3$, $\rho_6 = 900 \text{ кг/м}^3$. Величина $a = 10 \text{ см}$.

5. (7–9) «А снег идёт...». За ночь на спортивной площадке размерами $5 \text{ м} \times 5 \text{ м}$ выпало 15 см снега. Ребята от радости слепили из всего выпавшего снега 5 одинаковых снеговиков. На следующую ночь выпало ещё 10 см осадков в виде снега. Тогда ребята решили слепить точно таких же снеговиков, но уже из всего снега на соседней площадке размерами $7 \text{ м} \times 7 \text{ м}$. Определите, сколько снеговиков слепили ребята на второй день, если известно, что плотность снега линейно увеличивается с глубиной от 200 кг/м^3 на поверхности до 500 кг/м^3 на глубине 35 см . Плотность у всех снеговиков одинакова и равна 500 кг/м^3 .

6. (7–10) «Полезный механизм...» На рис. 4 показана конструкция из нитей и блоков. Блоки невесомые и могут вращаться без трения, нити невесомые и нерастяжимые.

а) Определите минимальную величину силы F , с которой необходимо действовать на нить вверх, чтобы удержать брусок массой m (рис. 4). Масса в бруске распределена так, что брусок в данной системе занимает горизонтальное положение.

б) На каком расстоянии от левой нити находится центра масс бруска, если расстояние от крайней левой нити, удерживающей брусок, до средней равно l , а до крайней правой — $2,2l$?

в) Определите силу, с которой верхний левый блок действует на удерживающий его механизм.

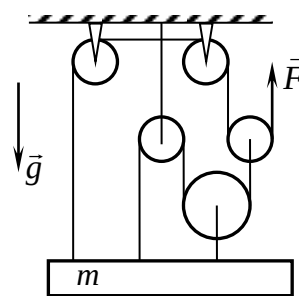


Рис. 4

7. (7–10) «Сувенир для ЛМШ». ЛМШонок вырезал из куска металла пластинку в виде правильного 41-угольника. Затем он сконструировал устройство, с помощью которого сорок сторон пластинки поддерживаются при температуре 25° , а сорок первая сторона — при температуре 85° . Определите температуру в центре пластинки.

8 (7–10) «Сообщающиеся сосуды». Одинаковые высокие сосуды, показанные на рис. 5, соединены тонкой изогнутой трубкой в виде буквы «И» и заполнены водой с плотностью $\rho_v = 1000 \text{ кг/м}^3$ до высоты $H = 10 \text{ см}$ (чуть большей, чем место крепления изогнутой трубки с левым сосудом). В левый сосуд с помощью тонкой трубочки начали медленно доливать масло с плотностью $\rho_m = 800 \text{ кг/м}^3$ со скоростью $m_0 = 1 \text{ г/с}$. Известно, что площадь сечения каждого из сосудов равна $S = 10 \text{ см}^2$, начальная высота воды в сосудах составляет $H = 10 \text{ см}$, изогнутая трубка соединена с правым сосудом на высоте $h = 2 \text{ см}$.

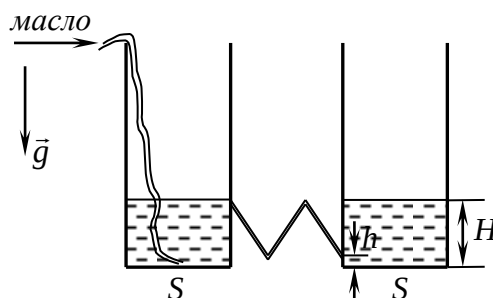


Рис. 5

а) Определите, как зависит от времени положение верхнего уровня жидкости в правом сосуде относительно дна сосуда.

б) Определите, как меняется положение верхнего уровня жидкости в правом сосуде с течением времени, если жидкости поменяют местами: вначале в сосудах будет масло, а доливать будут воду.

9 (8–9) «Хорошо известная схема». Из двух резисторов по 2 Ом каждый и трёх резисторов по 1 Ом каждый ЛМШонок составил схему, показанную на рис. 6. К сожалению, надписи на резисторах стёрлись, и мальчик не знает, как именно расположились резисторы. Какие сопротивления схемы мог получить мальчик между точками

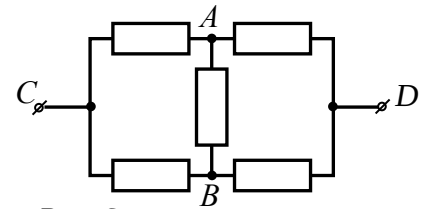


Рис. 6

- а) A и B ? б) A и D ? в) C и D ?

10. (8–10) «Всё дело в токе». Семь резисторов сопротивлениями $R_1 = 1$ Ом, $R_2 = 2$ Ом, $R_3 = 3$ Ом, $R_4 = 4$ Ом, $R_5 = 5$ Ом, $R_6 = 6$ Ом соединены с источником постоянного напряжения $U = 30$ В (рис. 7). К резисторам подключили идеальный вольтметр и три идеальных амперметра.

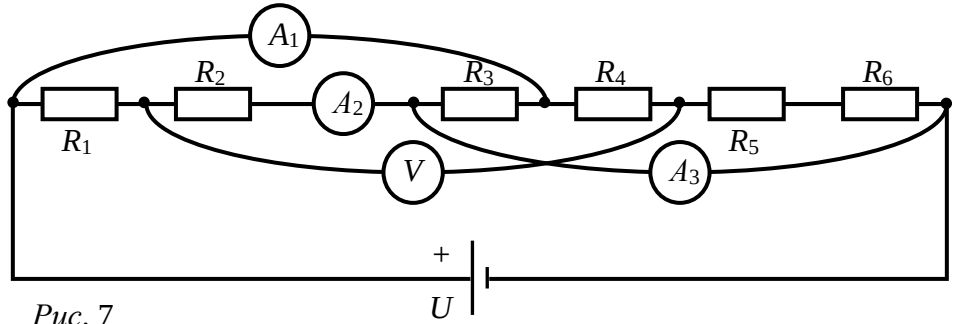


Рис. 7

- а) Определите показания всех приборов.
б) Какие два соседних элемента электрической цепи (не включая источник тока) нужно поменять местами, чтобы сопротивление схемы стало минимальным?

11 (8–10) «Лишнее зеркало». На рис. 8 показана оптическая система, состоящая из собирающей линзы и зеркала, расположенного на двойном фокусном расстоянии и наклонённого под углом 45° .

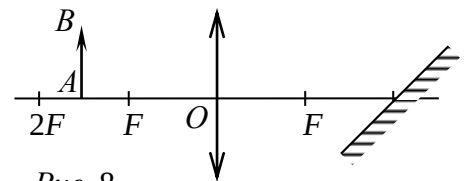


Рис. 8

- а) Постройте как можно точнее все возможные изображения источника света AB в данной оптической системе. Опишите Ваши построения. Точные относительные размеры линзы и зеркала не известны.
б) Выполните построения, заменив собирающую линзу на рассеивающую с таким же по модулю фокусным расстоянием.

12 (9–10) «В ящике». К сплошному прямоугольному бруску массой M , имеющему внутри цилиндрическое отверстие, наклонённое под углом α к горизонту, прикреплено два блока массой m каждый. Через блоки пропущена невесомая нить, с которой связано два цилиндрических груза с массами m_1 и m_2 , как показано на рис. 9. При этом $M > m_1 > m_2 > m$.

Первоначально все грузы удерживали, а брусок покоился. Когда систему отпустили, груз m_1 стал двигаться вниз, а брусок начал скользить по горизонтальной поверхности.

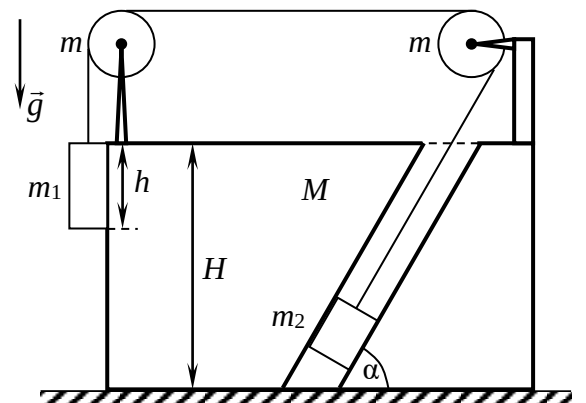


Рис. 9

- а) Нарисуйте силы, действующие на все тела системы сразу после начала движения, и запишите в векторном виде второй закон Ньютона для грузов m_1 , m_2 и бруска M . Различие сил по величине постарайтесь учесть в изображении длин соответствующих векторов. Возможное трение в осях

блоков и между поверхностями взаимодействующих тел не учитывайте.

б) Определите, на какое расстояние и в каком направлении сместится брусок M , когда груз массой m_1 достигнет горизонтальной поверхности. Известно, что высота груза m_1 равна h , высота бруска — H .

13 (9–10) «Опасная переправа». Пловец делает заплыв в реке постоянной ширины L , двигаясь относительно воды с постоянной скоростью u . Определите, на какое минимальное расстояние S пловец может быть снесён течением, если

а) (9–10) скорость течения реки постоянна и равна v ;

б) (10) скорость течения воды в реке меняется в зависимости от расстояния y до берега, с которого стартовал пловец, по закону $v = u \sqrt{1 + 3 \left(\frac{y}{L} \right)^2}$.

14 (10) «Дуговой процесс». Найдите работу ν моль идеального одноатомного газа за один цикл в процессе 1-2-3-1, график которого изображён на рис. 10. Здесь 1–2 — отрезок вертикальной прямой, 2–3 — участок параболы, проходящей через начало координат, 3–1 — отрезок прямой, проходящей через начало координат, температуры в точках 1, 2 и 3 равны T_1 , T_2 и T_3 соответственно.

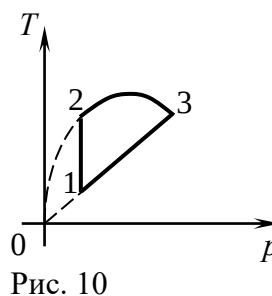


Рис. 10

15 (10) «Суперпозиция». Два тонких стержня одинаковой длины l заряжены одинаковыми положительными зарядами, равномерно распределёнными по их длине. Стержни расположены на координатных осях x и y как показано на рис. 11. Определите угол между вектором напряжённости электрического поля, создаваемого зарядами в точке с координатами (l, l) , и осью x .

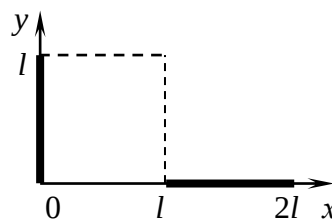


Рис. 11

Работу составили П. Я. Кантор, К. А. Коханов, О. В. Минина, Д. В. Перевозицков, А. П. Сорокин.

ЗАДАНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО БИОЛОГИИ

Перед каждым заданием в скобках указано, для учеников каких классов оно предназначено. При проверке работ решения задач, не предназначенных для класса, где учится автор работы, **оцениваться не будут!**

1. (7) *«Коммуникабельные растения»* Растения могут «общаться» друг с другом, т. е. передавать друг другу информацию, используя для этого разные способы.

- а) Каковы сходства и различия в общении между растениями и животными?
- б) Какие способы общения растениям стоит позаимствовать у животных?
- в) Будет ли отличаться коммуникация культурных растений и дикорастущих? Почему?

2. (7) *«Безнервные»* Нервная система играет важную роль в координации работы всех систем органов животных. Наряду с гуморальной она осуществляет регуляцию работы организма.

- а) Приведите примеры многоклеточных животных без нервной системы.
- б) Каким образом у «безнервных» животных возможна регуляция процессов жизнедеятельности?

3. (7) *«Самокалечение»* В течение жизни организмы нередко сталкиваются с тем или иным «повреждением» своего тела, одной из разновидностей которого является потеря какой-либо его части.

- а) Чем принципиально отличается потеря организмом органа у растений и у животных?
- б) Приведите модель строения организма, «готового»/вынужденного отказаться от максимально возможного количества своих частей тела.
- в) Как это отразится на стратегии выживания модельного организма?

4. (7) *«Волосатые»* У многих растений в процессе эволюции появились разные выросты на теле, имеющие определенную функциональную значимость.

- а) Выделите максимально возможное количество групп таких выростов в соответствии с выполняемой функцией.
- б) Оцените какие ткани и их комплексы принимают участие в их образовании. Для каждой группы приведите примеры организмов, разной систематической принадлежности.
- в) Предположите у какой группы организмов, не имеющих выростов, они могли бы появиться и зачем.

5. (7) *«Подмена»* Покрытосеменные растения – наиболее пластичные организмы среди всех растений, что выражается в их большом видовом разнообразии. Для них характерно как вегетативное размножение, так и семенное. Причем иногда органы, с помощью которых осуществляется вегетативное размножение, очень похожи на плоды и семена (диаспоры). Составьте ТОП-5 органов высших семенных растений, которые не являются плодами, но очень на них похожи, выполняют сходные функции. Ответ представьте в виде таблицы. (Также перечислите органы растений, которые не вошли в ТОП-5, но были проанализированы при ответе на этот вопрос).

№	Орган / системат. положение растения, которому он принадлежит	На какой плод цветковых похож данный орган	Обоснование
1			
2			
3			
4			
5			

6. (8) «Главное – хвост» Хвост — очень «полезный» орган, и животные его используют для достижения самых различных целей.

а) Приведите примеры пяти животных, которые с помощью хвоста выполняют максимальное число функций. (Также перечислите животных, которые не вошли в список, но были проанализированы при ответе на этот вопрос).

б) Предположите, как могли бы компенсировать потерю хвоста коата (паукообразная обезьяна), кошачий лемур, обыкновенная крыса и короткохвостый сцинк?

7. (8) «Актерское мастерство» Увидев кровь, некоторые люди теряют сознание из-за сбоя в работе вегетативной нервной системы. Вместо ожидаемой реакции «бей или беги», которая мобилизует организм, запускается парадоксальный механизм: активируется парасимпатический отдел, отвечающий за расслабление.

а) Приведите не менее пяти примеров животных из разных систематических групп, имитирующих «обморок» или смерть.

б) Какое эволюционное значение для популяций этих животных имеет подобное состояние?

в) Сравните последовательность физиологических процессов, приводящих к «обмороку» у различных организмов. Приведите примеры организма с самой короткой и длинной цепочкой физиологических стадий, приводящих к обморочному состоянию.

8. (8) «Путешественники» Любознательный ботаник Василий переместил растение из тундры в пустыню.

а) Проанализируйте важнейшие факторы среды, лимитирующие рост и развитие растений в тундре и пустыне. Назовите сходные особенности среды в этих местообитаниях.

б) Какие анатомические, морфологические и физиологические особенности тундрового растения могли бы помочь ему приспособиться к новым условиям?

в) Приведите примеры тундровых растений, претендующих на роль лучшего путешественника? Свой выбор обоснуйте.

9. (8) «Бессердечные» У различных животных, имеющих кровеносную систему, различается количество сердец, а у некоторых они вообще отсутствуют.

а) Предположите, с чем может быть связана такая особенность?

б) Предложите модель строения животного с максимальным числом сердец (большим, чем у реально существующих видов).

в) Как изменится функционирование других систем органов из-за такого строения кровеносной системы?

10. (8) «Карнавал» Девочка Н. возвращалась с биологической смены в Сириусе в Кировскую ЛМШ на поезде и с удовольствием рассматривала пейзаж за окном. Она заметила, что организмы в южных регионах часто имеют более яркую и разнообразную окраску, чем в средних широтах и на севере.

а) Предположите с чем может быть связана такая особенность.

б) Представьте, что ситуация с окраской сменилась бы на противоположную: в тропиках большинство организмов стали монохромными, скромно окрашенными, а в умеренной зоне — заиграли всеми цветами радуги. Какие последствия такое изменение будет иметь для экосистем?

11. (9–10) «Светящиеся растения» В некоторых фантастических произведениях можно встретить примеры светящихся растений (например, в мире фильма «Аватар»). Однако, светящиеся высшие растения в реальных наземных экосистемах не встречаются. А светящиеся растения, специально получаемые с помощью биотехнологии ради их

эстетических качеств, довольно быстро в ряду поколений теряют гены, отвечающие за формирование свечения.

а) По каким причинам большинство высших наземных растений не использует свечение?

б) Для осуществления каких биологических функций гипотетическим высшим растениям могло бы быть полезно свечение их отдельных органов? Предложите не более пяти примеров.

в) Как можно было бы оптимизировать механизм свечения, чтобы он стал еще более выгодным растениям для реализации указанных вами функций?

12. (9–10) «Культура у насекомых» Для некоторых групп животных в настоящее время экспериментально доказано наличие у них поведения, которое формируется не генетически наследуемым образом, или в ходе индивидуального обучения методом проб и ошибок, а в ходе социального обучения. Возникновение таких культурных навыков подразумевает, что одна особь способна наблюдать за другой и перенимать ее навыки, и эти навыки способны поддерживаться и развиваться в популяции особей. Однако, сам факт получения особью навыков в ходе наблюдения за другими (социального обучения), часто в ходе эксперимента сложно отличить от случая, когда животное вырабатывает навык в ходе самостоятельного обучения методом проб и ошибок. Поэтому особо важными могут оказаться исследования с использованием различных насекомых в качестве модельных объектов.

а) С использованием каких насекомых в качестве объектов было бы наиболее удобно проводить исследования, направленные на выявление механизмов возникновения и поддержания у них культурных навыков? Поясните, почему вы так считаете.

б) Какие навыки ваших модельных насекомых вы будете в первую очередь исследовать, чтобы иметь наибольшую вероятность обнаружить среди них те, которые способны формироваться как культурные в ходе социального обучения?

в) Предложите, как должен быть устроен эксперимент, позволяющий доказать наличие социального обучения у насекомых, выбранных вами в качестве объектов для исследований. Какие ключевые элементы дизайна эксперимента должны позволить однозначно отличить навыки, формирующиеся в результате наблюдения особей друг за другом, от навыков, детерминированных наследственно или формируемых в результате серии индивидуального обучения путем проб и ошибок?

13. (9–10) «Матрешка» В настоящее время симбиоз (и мутуализм, в частности) считается широко распространенным явлением среди различных групп живых организмов. Наиболее тесный симбиоз возникает в случае объединения метаболизм двух и более организмов, что часто может сопровождаться эндосимбиозом (расположением одного организма-симбионта внутри клетки другого).

а) Приведите три наиболее сложных и интегрированных, с вашей точки зрения, примеры симбиоза современных живых организмов. Какой степенью «вложенности» симбионтов (один симбионт находится внутри организма или клетки другого) они обладают?

б) Какова с вашей точки зрения максимально возможная степень «вложенности» симбионтов (когда один симбионт содержит в себе другого, а он третьего и т. д.)? На основе какого реально существующего примера симбиозов вы можете сделать это предположение? Вы можете использовать данный пример как иллюстрацию предельного случая, или разумно усовершенствовать его, указав на гипотетическую возможность существования дополнительного уровня «вложенности».

в) Приведите не более пяти причин, которые ограничивают степень «вложенности» симбионтов друг в друга? Сделайте необходимые пояснения.

14. (9–10) «Без митохондрий» Согласно современным научным концепциям, образование митохондрий в результате эндосимбиоза бактерий с предковой архейной клеткой стало важнейшим событием при появлении эукариот. В отличие от эндосимбиозов с предками пластид, которые происходили многократно и с разными организмами, появление митохондрий произошло, по-видимому, в ходе единственного уникального эволюционного события. Так долгое время были попытки найти эукариотические организмы, которые не просто вторично утратили полнофункциональные митохондрии, а вообще никогда не имели их в составе своей клетки.

а) Кратко проанализируйте, какие структуры образуются в случае редукции полнофункциональных митохондрий у вторично безмитохондриальных эукариот? Какую роль играют такие производные митохондрий в клетке? В каких условиях живут такие организмы?

б) Предположим, что ученые внезапно обнаружили некий эукариотический организм, который, по их мнению, никогда не имел митохондрий (первично безмитохондриальный эукариот). Сформулируйте не более трех своих предложений, что конкретно нужно будет исследовать в структуре и функционировании данного организма, чтобы надежно доказать тезис о том, что этот организм никогда в своей эволюционной истории не имел митохондрий в составе своей клетки. Для каждого предложенного вами эксперимента (исследования) сделайте необходимые пояснения о том, какие результаты будут свидетельствовать за, а какие против доказываемого тезиса.

15. (9–10) «Выше, быстрее, сильнее» В 1958 году Френсис Крик сформулировал центральную догму молекулярной биологии, которая отражает основные способы передачи информации в живой клетке. Первоначально она включала только процессы репликации ДНК, транскрипции и трансляции, но позже в 1970-х годах была дополнена процессами обратной транскрипции и репликации РНК, характерными для различных вирусов. Такие вирусы обычно содержат РНК-геном, который при попадании в клетку реплицируется либо на уровне только РНК, либо с воссозданием ДНК-копии.

а) Кратко рассмотрите и обобщите две описанных схемы репликации вирусов. Какие основные этапы жизненного цикла они включают? Какие ключевые ферменты необходимы для репликации вирусов по схеме РНК–РНК (репликация на уровне молекул РНК) и РНК–ДНК–РНК (репликация с обратной транскрипцией)?

б) Сравните две обсуждаемые схемы репликации вирусов и выделите по три основных преимущества и недостатка для каждой из них. Для каждого преимущества/недостатка дайте краткое обоснование.

в) Какие одно или два из предложенных вами преимуществ или недостатков являются ключевыми для объяснения того, почему, казалось бы, более сложная схема РНК–ДНК–РНК (репликация с обратной транскрипцией) используется для многих вирусов, а не подверглась упрощению до схемы РНК–РНК?

Авторы задач: 7–8 классы — О.Н. Вишницкая, Е.Н. Лимонова, С.А. Юдникова, А.С. Бессонницына, 9–10 классы — Д.В. Пугов.

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, а также дата поступления работы на проверку.

Условия задач переписывать не нужно!

Задания выполняйте только за тот класс, в который поступаете!

1. (7–8) При нагревании бинарного неорганического соединения **X**, выделилось 6,72 л (н. у.) газа **У** и остался твердый остаток массой 4,6 г. Известно, что в состав вещества **X** входит химический элемент **A**, который присутствует и в твёрдом остатке. Если порцию газа **У** массой 9,33 г поместить в герметичный сосуд объемом 8,31 л при температуре 300 К, то давление в сосуде составит 100 кПа.

а) Определите химический элемент **A**, формулу газа **У** и бинарного соединения **X**.

б) Напишите уравнение реакции термического разложения соединения **X**.

в) Приведите не меньше двух способов получения вещества **X** из веществ, встречающихся в свободном виде в природе. Составьте уравнения всех реакций.

2. (7–8) Есть много различных способов получения солей. Среди них можно выделить как общие, так и специфические способы. Напишите по одному уравнению, которые соответствуют следующим схемам химических реакций. Дайте названия всем участвующим веществам.

а) неметалл + соль **A** → соль **B**

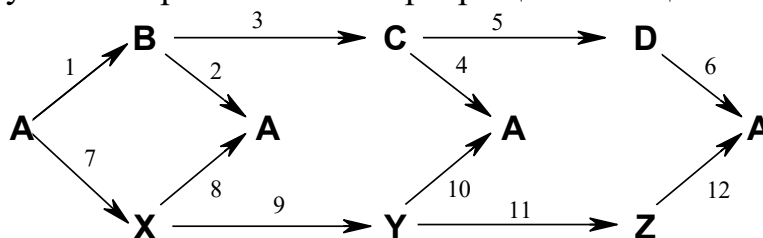
б) металл + соль **B** → соль **Г**

в) оксид + соль **D** → соль **E**

г) металл + соль **Ж** → соль **З** + соль **И**

д) соль **K** + соль **Л** → соль **M**

3. (7–8) На рисунке изображена схема превращений веществ.



а) Укажите формулы и названия веществ **A–D** и **X, Y, Z** зашифрованных на схеме.

б) Напишите уравнения реакций, соответствующие каждому превращению.

в) Укажите тривиальное название **C**.

г) Рассчитайте, какую массу (в граммах) **A** можно получить из 5,00 г **D**, если выход реакции 80%.

4. (7–8) Простые вещества **A–D** при стандартных условиях являются твердыми веществами, которые растворяются в щелочах с образованием прозрачных бесцветных растворов.

Вещество **A** растворяется в растворе гидроксида натрия без выделения газа (1). При подкислении раствор приобретает интенсивную окраску (2).

Вещество **B** растворяется в растворе гидроксида натрия с выделением бесцветного ядовитого газа **X** с неприятным запахом (3). При подкислении образовавшегося раствора не происходит никаких внешних изменений, тем не менее, происходящая реакция приводит к образованию одноосновной кислоты **Y** (4).

Вещество **В** растворяется в растворе гидроксида натрия с выделением бесцветного газа **Z**, который не имеет запаха (5). При подкислении образовавшегося раствора выпадает белый осадок, нерастворимый в избытке кислоты (6).

Вещество **Г** растворяется в растворе гидроксида натрия с образованием газа **Z** (7). При подкислении образовавшегося раствора выпадает белый осадок (8), который растворяется в избытке кислоты с образованием прозрачного бесцветного раствора (9).

Вещество **Д** бурно реагирует с раствором гидроксида натрия с выделением газа **Z** (10). При подкислении образовавшегося раствора не происходит видимых изменений, хотя в после добавления кислоты в растворе содержится только одно растворимое вещество (11).

а) Предложите варианты веществ **А–Д** и **Х–Z**, если плотность газа **Х** по **Z** равна 17.

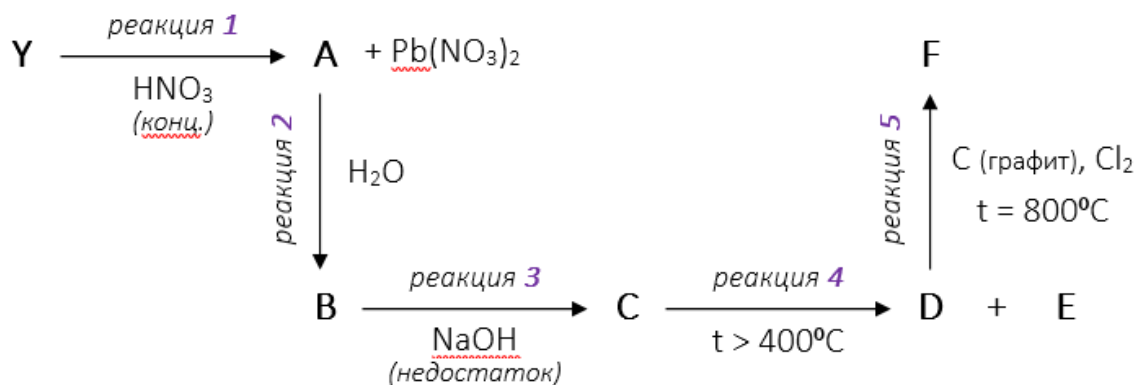
б) Напишите уравнения всех упомянутых превращений (1-11).

в) Изобразите структурную формулу молекулы вещества **У** и объясните одноосновность этой кислоты.

5. (7–8) Во второй половине XVIII века был найден один очень красивый минерал **У**. Оказалось, что минерал содержит свинец, кислород и неизвестный элемент **Х**.

Известно, что при обработке 10,0 г **У** концентрированной азотной кислотой (реакция 1) можно получить 13,1 г соли **А**, содержащей **Х**, а также нитрат свинца (II). Причём массовая доля свинца в **У** и **А** различается на 15,15%, а **Х** не изменяет свою степень окисления в ходе реакции. Однако соль **А** неустойчива в водных растворах и сразу гидролизуется с образованием кислоты **В** (реакция 2).

Некоторые дальнейшие превращения соединений, содержащих **Х**, проиллюстрированы на схеме ниже:



Дополнительные справочные данные:

	У	А	В	С	Д	Е	Ф
W(X)	16,10	24,59	47,71	39,69	68,42	32,10	32,81

Плотность выделяющегося в ходе реакции 5 газа по гелию равна 7.

а) Определите **Х** и **У**: запишите их формулы и названия, ответ подтвердите расчетом.

б) Напишите тривиальное название минерала **У** и укажите его цвет.

в) Расшифруйте цепочку превращений: укажите формулы и названия веществ **А–F**, напишите уравнения реакций, обозначенных цифрами 1-5.

г) Известно, что вещество **Ф** в водных растворах может образовывать различные по составу и, соответственно, по цвету аквакомплексы. Запишите формулы двух таких комплексов и укажите их цвета.

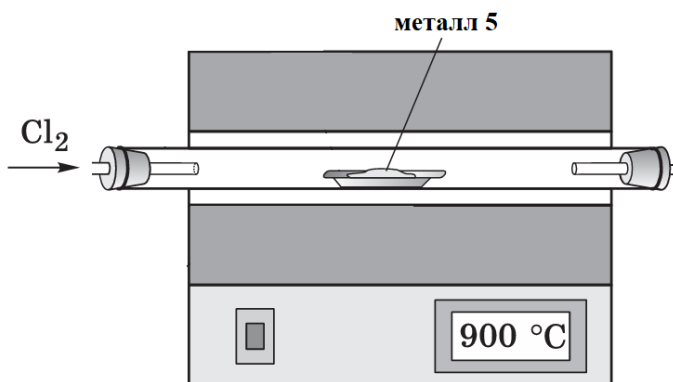
6. (7–8) Предположим, что у вас есть 4 различных металла, вы провели опыты по действию на них растворов NaOH, HNO₃конц., H₂SO₄ + NH₄SCN, NH₄Cl. В результате получилась такая таблица с наблюдениями:

Реагент	Металл 1	Металл 2	Металл 3	Металл 4
NaOH	-	-	-	Растворение
HNO ₃ конц.	Выделение пузырьков бесцветного газа	Зеленый раствор, переходящий в синий	-	-
H ₂ SO ₄ + NH ₄ SCN	Выделение пузырьков бесцветного газа	-	Появление красного окрашивания со временем	Выделение пузырьков бесцветного газа
NH ₄ Cl	Выделение пузырьков бесцветного газа	-	-	-

а) Зная, что упомянутые выше металлы попарно находятся в одинаковых периодах установите о каких **металлах 1-4** идет речь. Запишите уравнения **реакций 1-7**, соответствующих наблюдениям, указанным в таблице. Как можно объяснить изменение цвета, отмеченное в выделенной ячейке таблицы?

Но все химические соединения могут содержать примеси, поэтому иногда можно получить довольно необычные результаты опыта. Так, для получения некоторых безводных хлоридов металлов используют метод прямого хлорирования, заключающийся в прокаливании металла в токе хлора.

В одном из подобных синтезов для хлорирования был взят **металл 5**, реакция велась при температуре 900°С. Ожидалось, что после окончания протекания **реакции 8** в фарфоровой лодочке останется фиолетовый порошок хлорида **А**, однако сначала холодные стенки трубки покрылись коричневым налетом вещества **В** (**реакция 9**), а затем фиолетовым слоем вещества **А**.



б) Определите какой **металл 5** был взят для хлорирования и примесь какого элемента в нем привела к появлению вещества **В**, зная, что эти элементы находятся в одном периоде. Запишите уравнения **реакций 8 и 9**

в) Чем можно объяснить появление целевого вещества **А** на стенках реакционной трубки? Как называется такое явление?

Также интересно рассмотреть анализ сплавов нескольких металлов, допустим, на примере десятирублевой монеты. Для растворения монету нагрели в «царской водке», после того, как монета полностью растворилась, раствор охладили до комнатной температуры и нейтрализовали гидратом аммиака до слабокислой реакции среды. Затем был произведен качественный анализ, результаты которого приведены в таблице (**реакции 10 – 21**):

Реагент	NH ₄ SCN _{р-р}	KI _{р-р}	NaOH	NH ₃ ·H ₂ O _{нед.}	NH ₃ ·H ₂ O _{изб.}
Наблюдение	Раствор краснеет, образуется серый осадок	Раствор становится темно-коричневым, выпадает серый осадок	Образуется осадок, частично растворимый в избытке реагента	Образуется осадок	Остается коричневый осадок под сине-фиолетовым раствором

Новую монету ($m = 5,630$ г.) растворили аналогичным образом, после охлаждения раствора, в него добавили $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}_{\text{конц.}}$, в результате чего из него выпал коричневый осадок, не растворяющийся в избытке аммиака, а раствор над осадком приобрел сине-фиолетовый оттенок. Осадок отделили и прокалили на воздухе до постоянной массы $m_{\text{осадка}} = 5,873$ г (**реакция 22**), к оставшемуся раствору добавили избыток щавелевой кислоты и нагрели (**реакции 23 – 25**), в результате раствор приобрел голубоватый оттенок и выпал белый осадок, при прокаливании которого до постоянной массы получается белый порошок массой $m = 0,496$ г.

г) Зная, что в состав монеты входят три металла из одного периода установите её качественный и количественный состав. Запишите уравнения проведенных **реакций 10–25**.

7. (7–9) На практической работе для получения кислорода, проводили электролиз 18 % водного раствора хлорида калия объемом 240 мл ($\rho = 1118$ г/л). Процесс вели в приборе с медными электродами. После того, как на катоде выделилось 34,7 л (н.у.) газа процесс прекратили.

а) Рассчитайте массовую долю хлорида калия в растворе после окончания электролиза.

б) Какое время продолжался процесс электролиза, при силе тока 1,2А, если выход кислорода по току составил 87%.

8. (8–9) Процесс синтеза аммиака — сравнительно сложный и необычайно важный процесс для химической промышленности. Рассмотрим некоторые в физико-химические основы этого процесса. Типичные реакторы для синтеза аммиака поддерживают температуру около 500°C , давление около 350 атм. и содержат катализатор.

а) Какой катализатор обычно используется в реакторах для синтеза аммиака?

б) В приведенной ниже таблице, что должно стоять вместо знаков вопроса? Почему?

в) С учетом приведенных ниже данных укажите экзо- или эндотермичен данный синтез?

Вещество	$\text{H}_2(\text{г.})$	$\text{N}_2(\text{г.})$	$\text{NH}_3(\text{г.})$
$\Delta_f H_{298}^\circ$, кДж/моль	?	?	-49.19
S_{298}° , Дж/(моль*К)	130.6	191.5	192.5
$C_{p,298}$, Дж/(моль*К)	28.83	29.12	35.65

г) Напишите уравнение реакции, коэффициенты сделайте минимальными целыми числами. Рассчитайте константу равновесия этой реакции при температуре 298 К.

д) Пересчитайте константу равновесия при температуре синтеза, в какую сторону пойдет реакция в стандартных условиях при данной температуре? Приведите расчет в приближении о независимости энтальпии и энтропии реакции от температуры (I) и приближении о независимости от температуры теплоёмкости веществ (II). Сделайте вывод о смещении равновесия данной реакции.

е) Для стехиометрической смеси реагентов для найденной выше константы равновесия рассчитайте равновесный состав в атмосферах, оцените степень

превращения, считая, что процесс идет при постоянном объёме, и давление, указанное в условии – начальное давление смеси газов.

ж) С учетом предыдущих пунктов укажите влияние каждого из параметров на положение равновесия и скорость достижения равновесия. Ответ можно оформить в виде таблицы.

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

9. (9) Как правило, радикальное хлорирование алканов приводит к смесям галогеналканов даже в тех случаях, когда планируют получить продукты однократного замещения водорода на галоген.

а) Приведите три примера предельных углеводородов, в которых однократное замещение водорода на галоген приведет лишь к одному изомеру.

б) Из предложенных Вами веществ в пункте «1» выберите одно любое и предложите для него способ получения. Напишите уравнение реакции.

в) В двух пробирках находится н-пентан. В первую пробирку добавили каплю брома, во вторую – каплю брома и каплю перекиси водорода. Обе пробирки немного нагрели. В первой никаких изменений не наблюдалось, во второй пробирке раствор брома обесцветился.

г) Почему в первой пробирке ничего не произошло, а во второй раствор обесцветился? Ответ мотивируйте механизмом, напишите уравнение реакции.

Известно, что энергия связи С-С (85 ккал/моль) меньше энергии связи С-Н (104 ккал/моль), а длина связи С-С (1,54 А) больше длины связи С-Н (1,10 А). Сочетание двух этих фактов (длинная связь с меньшей энергией) говорит о том, что связь С-С должна рваться легче, чем связь С-Н. Однако практически все свойства алканов основаны именно на разрыве связи С-Н.

д) Почему разрывается связь большей энергии и меньшей длины, а не наоборот?

Реакции радикального замещения находят применение и в промышленных процессах, например, гексахлорэтан получают в промышленности по схеме:



е) Предложите механизм образования гексахлорэтана.

Известно, что радикальное хлорирование дейтерометана идет примерно в 12 раз медленнее, чем хлорирование природного метана.

ж) Почему дейтерометан хлорируется медленнее, чем природный метан?

Реакции галогенирования можно использовать и для установления строения молекул. Анализ числа продуктов моногалогенирования позволяет предложить структуру исходного вещества. При сжигании углеводорода массой 5 г образовалась смесь газов с плотностью по воздуху 1,0345. Из реакционной массы удастся выделить 5 продуктов монозамещения.

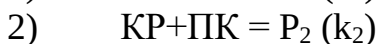
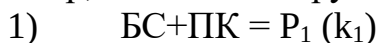
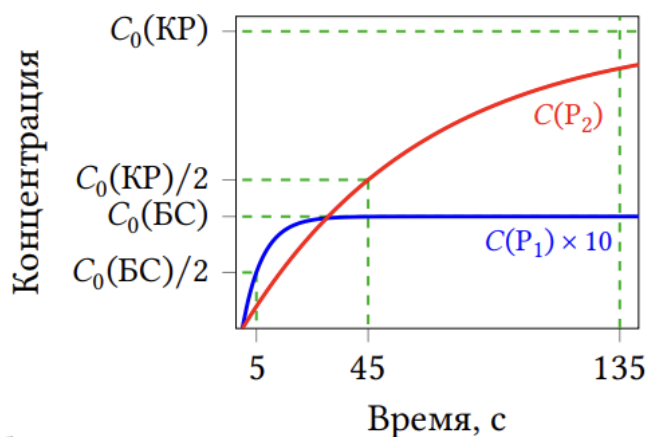
з) Установите формулу углеводорода. Приведите структуру и название. Ответ подтвердите расчетом.

и) Определите формулу углеводорода, в котором массовые доли углерода и водорода равны.

10. (9–10) На занятии химического кружка ребята решили определить содержание фторид иона в зубной пасте. Для этого в мерную колбу объемом 100 мл

взяли навеску пасты 0,200 г и растворили в 50 мл 1М раствора нитрата калия, затем довели объем до метки дистиллированной водой. Из полученного раствора взяли 25 мл и поместили в него F-селективный электрод. Провели измерение его потенциала при 25° С, он оказался равным 155,3 мВ. После добавления 0,10 мл раствора, содержащего 0,50 мг/мл фторид анионов, потенциал электрода стал равным 176,2 мВ. Рассчитайте массовую долю фтора (в %) в зубной пасте.

11. (9–10) Для определения креатинина (КР) в сыворотке крови по методу Яффе проводят реакцию с большим избытком пикриновой кислоты (ПК, $C_0(\text{ПК}) = 5 \cdot 10^{-3} \text{ М}$). По интенсивности окраски продуктов P определяют содержание КР в пробе. Но реакция Яффе не специфична, с ПК реагируют многие другие «быстрые субстраты» (БС), например, белки и билирубин.



а) Используя график, рассчитайте константы скорости реакций k_1 и k_2 .

б) Рассчитайте $C_0(\text{КР})$ и $C_0(\text{БС})$, если через 45 с после начала реакции пробы крови пациента с ПК суммарная концентрация продуктов $C(P_1) + C(P_2) = 8,3 \cdot 10^{-7} \text{ М}$, а через 135 с — $14,3 \cdot 10^{-7} \text{ М}$.

в) Чему равна суммарная концентрация продуктов $C(P_1) + C(P_2)$ через 5 с после начала реакции?

г) Рассчитайте концентрацию КР в крови пациента, если для измерений ее разбавили в 100 раз. Нормальные диапазоны КР в сыворотке крови 70–115 мкмоль/л. Здоров ли пациент?

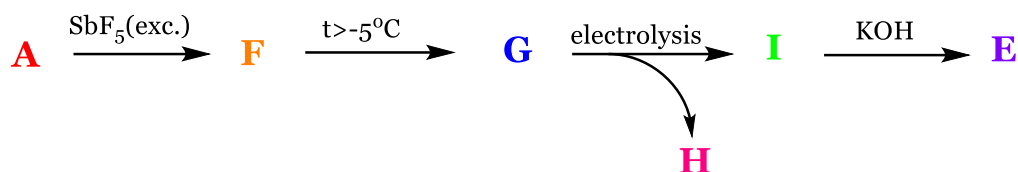
д) С помощью какого физико-химического метода определяют интенсивность окраски?

12. (9–10) Ряд кислот, содержащих элементы одной группы ПСХЭ обладают сходным количественным составом. Две кислоты данного ряда были впервые получены в XIX веке, а третья — только в середине XX. В основе первого способа получения аниона этой кислоты **А** лежала реакция радиоактивного распада другого аниона кислородсодержащей кислоты **В**. В свою очередь, анион **А** с тем же массовым числом таким же образом распадается далее. По данным масс-спектрометрии газообразных продуктов распада было установлено наличие двух пиков (отношение их интенсивностей — 2:1), соответствующих молярным массам двух веществ **С** и **Д** в 32 и 83 г/моль.

а) Определите кислоты **А**, **В** и вещества **С**, **Д** с точностью до изотопного состава. Напишите схемы реакций радиоактивного распада. Периоды полураспада **А** и **В** составляют 2,39 часа и 22,5 минуты соответственно.

б) Считая реакции распада последовательными реакциями первого порядка, определите время, через которое концентрация **А** в системе будет максимальна, а также найдите, какую максимально возможную концентрацию **А** можно будет получить из 10^{-6} М раствора **В**.

Кислота **A** и соединения соответствующего ей элемента могут проявлять достаточно интересные свойства в неорганических взаимодействиях. Примеры таких представлены в цепочке превращений ниже:



в) Расшифруйте цепочку превращений: напишите уравнения всех реакций, условно обозначенных стрелками и определите вещества **E-I**.

Для синтеза **A** в значительных объёмах вскоре после первого её получения был предложен другой метод, основанный на пропускании фтора через щелочной раствор кислородсодержащей соли **E**, с последующей многоступенчатой очисткой.

г) Напишите уравнение вышеупомянутой реакции.

В целях использования солей **A** в тонком неорганическом синтезе необходимо установить остаточное содержание примесных анионов после подобного синтеза:

1) Концентрация фторид-ионов устанавливается потенциометрически с помощью откалиброванного относительно стандартного хлорсеребряного фторид-селективного электрода; для экспериментальной пробы измеренный потенциал составил -0,122 В.

2) Анионов **E** — по реакции аликвоты **A** объемом 10 мл с избытком иодида калия в подкисленном растворе в присутствии 10^{-3}M $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ с последующим титрованием 0,2 М раствором тиосульфата натрия, при этом на титрование ушло 36,6 мл титранта.

3) Для определения общей окислительной силы аликвоту **A** объемом 10 мл, перенесли в мерную колбу на 100 мл, разбавили водой до метки, получив **раствор 1**. Затем взяли аликвоту **раствора 1** объемом 5 мл и, добавив к ней 6М HCl и избыток SnCl_2 , прокипятили её в течение часа. Полученный неокрашенный раствор подщелочили до нейтральной среды, добавили к нему цианид натрия и пропустили ток хлора до окончания протекания реакции, после прилили избыток раствора иодида натрия и оттитровали 0,2 М тиосульфатом натрия, затратив 30,66 мл титранта.

д) Напишите уравнения описанных реакций и рассчитайте концентрации фторид-аниона и анионов **E** и **A** в данном растворе.

Дополнительные данные:

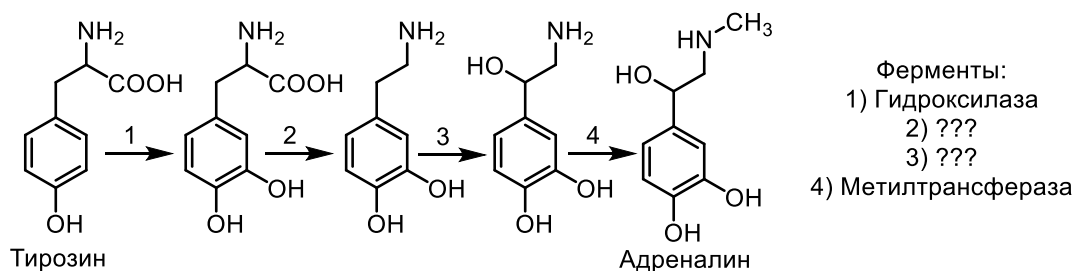
1) Стандартный потенциал хлорсеребряного электрода при 25°C составляет 0,222В.

2) Электродный потенциал, измеренный относительно хлорсеребряного электрода сравнения, для раствора, содержащего 10^{-3}M фторидов равен -242 мВ.

3) Плотность раствора кислоты **A** составляет $1580,2\text{ г/л}$.

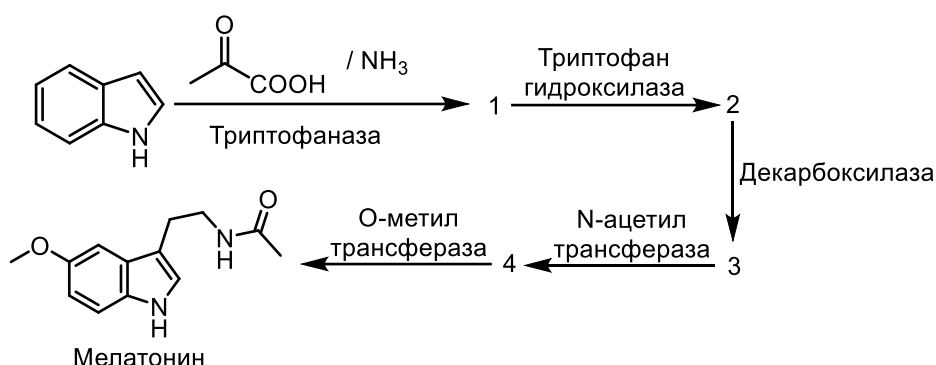
13. (9–10) Ферменты обычно представляют собой белковые молекулы или молекулы РНК (рибозимы) или их комплексы, катализирующие химические реакции в живых системах. Одним из примеров таких катализируемых реакций является синтез низкомолекулярного гормона адреналина, который вырабатывается клетками мозгового вещества надпочечников из биогенной аминокислоты тирозина. Схема

биосинтеза адреналина с указанием классов участвующих в реакциях ферментов приведена ниже:



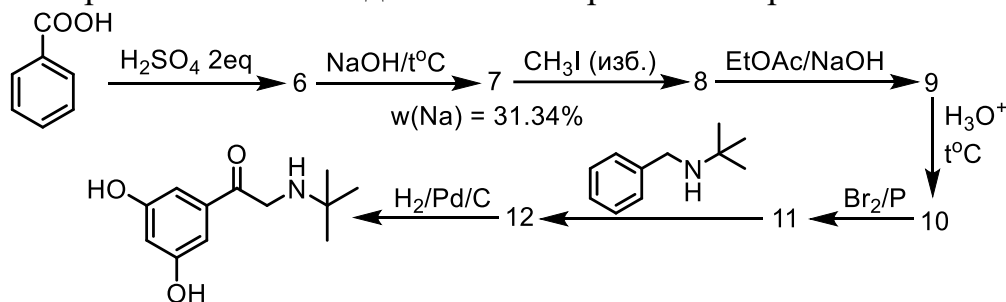
а) Ферменты какого класса требуются для реакций 2 и 3?

Практически противоположное действие на организм оказывает другой гормон – мелатонин, который синтезируется из триптофана. Синтез мелатонина представлен на схеме:



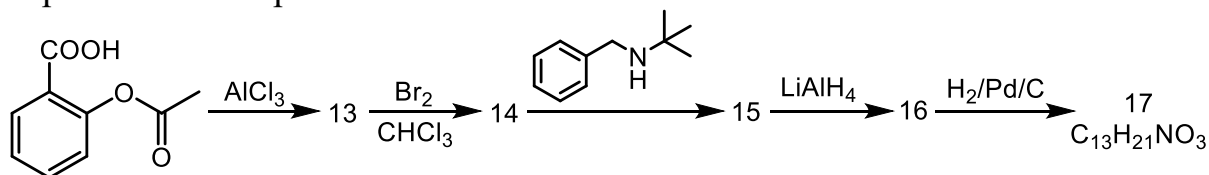
б) Осуществите цепочку превращений. Ответ представьте в формате «цифра – структура».

Учитывая действие адреналина на человека, его синтетическая версия применяется как лекарственный препарат, который тормозит высвобождение медиаторов аллергии и ослабляет действие аллергенов на организм.



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

Схожим действием обладают противоастматические препараты, которые временно расширяют просвет бронхов и увеличивают объёма проходящего потока воздуха. Такие препараты часто структурно напоминают адреналин, но не оказывает подобного негативного влияния на сердце. Один из таких препаратов можно синтезировать из аспирина по схеме ниже:



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

д) Предложите разумный, без большого числа стадий, метод синтеза реагента в превращении «14 → 15» исходя из коммерчески доступных реагентов.

14. (9–10) При пропускании тока сухого хлора в колбу, предварительно заполненную сухим азотом и дегидратированную и, содержащую мелкий порошок **X**, при нагревании образуется ... расплав вещества **A** (реакция 1), становящийся ... при охлаждении.

Полученный продукт **A** растворяют в растворе соляной кислоты добавляют эквивалентное количество хлорида калия, при длительном стоянии или при пропускании тока хлороводорода через раствор выпадают ... октаэдрические кристаллы **B** (реакция 2), растворяющиеся в воде с полным гидролизом (реакция 3).

Выпадающий при гидролизе ... хлопьевидный осадок вещества **C**, при высушивании при температуре чуть выше комнатной полностью дегидратируется, при этом образуется другое ... кристаллическое вещество **D** (реакция 4).

Альтернативный путь синтеза связан с получением (путем растворения суспензии **X** в концентрированной азотной кислоте) и последующим разложением ... призматических кристаллов вещества **E** при 400°C (реакции 5, 6).

При его окислении перманганатом калия в сернокислом растворе с последующей многократной перекристаллизацией, получены мелкие кристаллы ... кислоты **F** (реакция 7), последовательно разлагающейся при нагревании до **G** (реакция 8) и **D** (реакция 9).

Известно, что **G** представляет собой ... окрашенный порошок.

При сплавлении **F** с гидроксидом натрия с последующим выделением целевого продукта, образуется ... мелкокристаллический **H** (реакция 10). Если же умеренно-концентрированный раствор **F** нагревать с эквивалентным количеством раствора гидроксида натрия, то при охлаждении образуется ... осадок **I** (реакция 11).

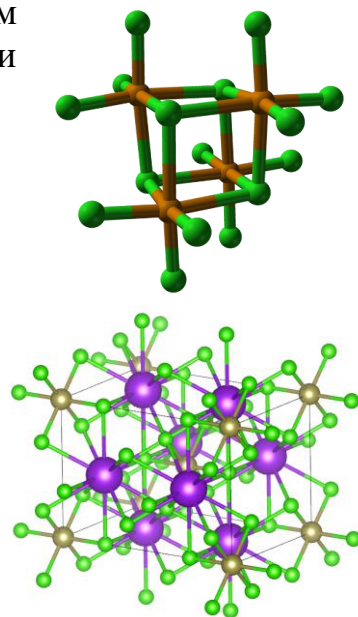
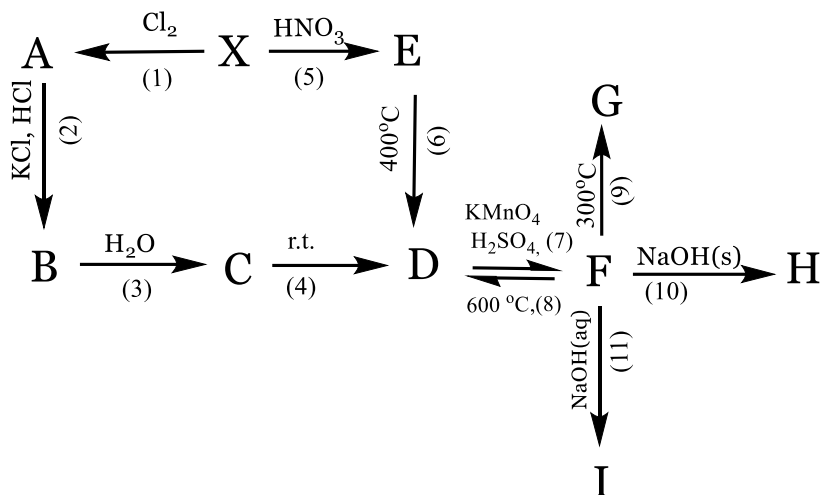
а) Определите элемент **X** и вещества **A–I** и напишите уравнения реакций 1–11, если известно следующее:

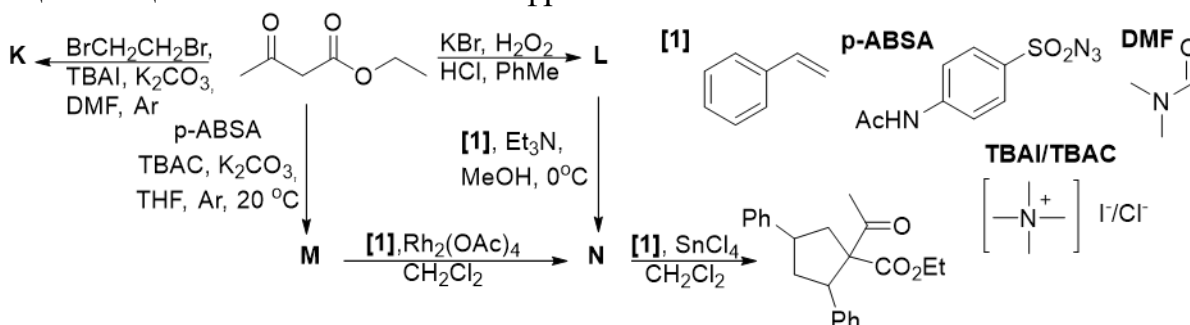
- $\omega(\text{X})_{\text{E}} = 66.77\%$;
- Потеря массы в реакции 6 составляет 16.49%;
- $\omega(\text{X})_{\text{I}} - \omega(\text{X})_{\text{H}} = 11.34\%$;
- Структуры тетрамера **A** и **B** имеют соответственно следующий вид:

б) Определите плотность **B**, если известны следующие параметры ячейки:

$$a=b=7.170 \text{ \AA}, c=10.140 \text{ \AA}, \angle \alpha = \angle \beta = \angle \gamma = 90^\circ$$

Известно, что в неполярных средах **A** существует в форме тетрамера. При замене растворителя на более полярный могут протекать следующие процессы.

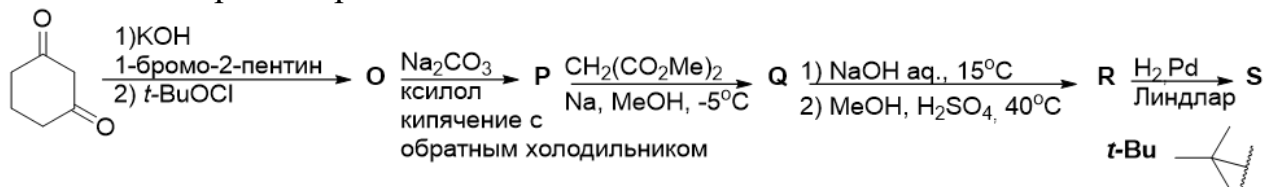




г) Установите структуры продуктов К–N, если известно, что в ^1H ЯМР спектре М присутствуют следующие сигналы: 4.35(q, $J = 7.5\text{Hz}$, 2H), 2.53(s, 3H), 1.38(t, $J = 7.5\text{Hz}$, 3H), а в ^{13}C ЯМР: 190.4, 161.6, 61.6, 28.3, 14.5 м.д.

д) Предложите механизм образования, замещенного цикlopentана из N

1,3-циклогексадион (также 1,3-дикарбонильное соединение) использовался в качестве стартового вещества в синтезе вещества, регулирующего развитие растений и нашедшего широкое применение в сельском хозяйстве:

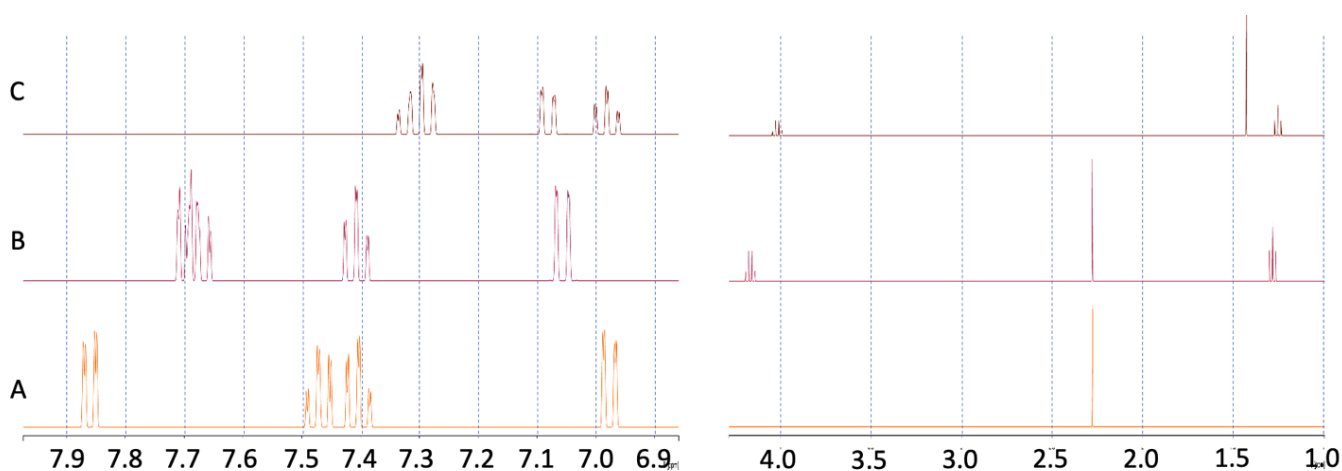
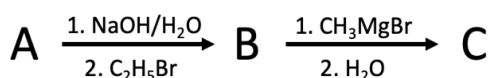


е) Установите структуру соединений О–S, если известно, что в ходе реакции из О в Р происходит сужение цикла, а также наблюдается выделение угарного газа, при этом степень ненасыщенности соединения не изменяется. В ^1H ЯМР Р наблюдаются следующие сигналы: 1.14 (3H, t, $J = 7.5\text{ Hz}$), 2.19 (2H, m), 2.44 (2H, m), 2.60 (2H, m), 3.02 (2H, m), 7.60 (1H, m), а в ^{13}C ЯМР: 12.6, 14.4, 15.8, 26.6, 35.1, 75.3 (alkyne-C), 84.2 (alkyne-C), 142.8 (=C), 159.3 (HC=), 208.4 (CO).

16. (10) Для следующей схемы превращений ароматических органических соединений А, В, С приведены ^1H ЯМР спектры. Атомы водорода в гидроксильных группах обмениваются с растворителем и не проявляются в спектре. Вертикальные шкалы двух частей спектров не совпадают. Брутто-формула вещества А — $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$

В ИК-спектрах А и В проявляются интенсивные узкие линии в районе 1700 cm^{-1}

В ИК-спектрах А и С проявляются интенсивные широкие линии в районе 3300 cm^{-1}



Приведите структурные формулы зашифрованных соединений А, В, С.

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