

КИРОВСКАЯ ЛЕТНЯЯ МНОГОПРЕДМЕТНАЯ ШКОЛА (ЛМШ) ОБЪЯВЛЯЕТ НАБОР УЧАЩИХСЯ НА ИЮЛЬ 2018 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*. 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.**

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://www.cdoosh.ru/lmsh/>. В разделе «Архивы» можно найти материалы ЛМШ с 1993 по 2017 год. Полезная информация об ЛМШ, особенно о её биологическом отделении, есть также на сайте <http://bioturnir.ru/sms/main> и <https://bioturnir.ru/sms/bio/target>, а о её физическом отделении на сайте <http://physcdoosh.ru/> и в группе <https://vk.com/smsphysics>. Познакомиться с мнениями об ЛМШ её учеников и преподавателей, посмотреть фотографии, сделанные в школе, можно в сообществах социальной сети vk.com *ЛМШ Киров* (<http://vk.com/club41447>) и других.

Несмотря на интенсивные занятия, в ЛМШ умеют и отдыхать: проводятся дискотеки, весёлые конкурсы, походы, работают литературный, музыкальный клубы, клуб "Что? Где? Когда?". Преподаватели ЛМШ общаются с учениками и после занятий: каждый из них — вожатый своего отряда. Многие ребята приобретают в ЛМШ близких по духу друзей. Похоже, что возникающая тут особая "ЛМШатская" атмосфера привлекает в ЛМШ не меньше, чем учёба.

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!

Полная стоимость путёвки в ЛМШ составляет 57000 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 **24100 рублей**.

Как поступить в ЛМШ? 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 или почтовому штемпелю). Правила оформления и отправки вступительных работ помещены ниже.

Чтобы зарегистрироваться, нужно заполнить анкету в разделе «Регистрация» по адресу в Интернете <http://www.cdoosh.ru/lmsh/>. В исключительных случаях заявку можно подать электронным письмом по адресу: center@extedu.kirov.ru или (что ещё менее желательно) обычным письмом по адресу: 610005, г. Киров, а/я 1026, ЦДООШ, сообщив свои фамилию, имя, отчество, школу, класс, домашний адрес, контактные телефон и электронный адрес (если есть), а также отделение ЛМШ (математика, физика, химия, биология), на которое собираетесь поступать.

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.**

Зачисленным в ЛМШ будут высланы соответствующие договоры.

КОНКУРСНЫЕ ВСТУПИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ помещены ниже.

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

В ЛМШ можно обучаться только на одном из четырёх потоков: математическом, физическом, биологическом или химическом.

ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ РАБОТ¹

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.* 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 или обсуждение решений вступительных заданий в Интернете до окончания срока отправки работ виновные дисквалифицируются навсегда.**

3. В отдельном файле, вложенном в письмо с работой, 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!**

Решение каждой задачи *по биологии* необходимо выполнять в отдельном файле или на отдельном листе формата 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 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: для поступающих на математическое отделение — mathksms@gmail.com, для поступающих на физическое отделение — smsphys@gmail.com, для поступающих на химическое отделение — smschemkirov@gmail.com, для поступающих на биологическое отделение — smsbiokirov@gmail.com.

¹ **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.

4.2 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, общий объем вложенных файлов должен быть не больше 20 Мб.* Файлы графических форматов .pdf, .jpg, .tif, .png должны быть хорошо читаемыми.

В работах по биологии каждый файл необходимо называть так: <класс участника>-<номер задачи>-<фамилия участника>, например, *9-18-Иванова*.

Не принимаются письма, содержащие вместо вложенных файлов ссылки на файлы, размещённые 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 Киров 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 30 апреля!**) отправить новую версию работы (целиком, а не только поправки!), указав в поле «Тема» письма после имени автора «*повторная*», например: *8 класс Киров 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). При выполнении работы на бумаге старайтесь обойтись возможно меньшим числом листов: чем меньше будет файлов с работой, тем легче будет проверяющим. **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 в отдельном файле указанных выше в п. 3 анкетных данных автора;
- ✓ работы по биологии, оформленные с нарушением описанных выше в пп. 3 и 4.2 специальных требований;
- ✓ работы, авторы которых не зарегистрировались в качестве желающих поступить в ЛМШ.

О ЗАОЧНОМ ОБУЧЕНИИ

В этом году всем учащимся Кировской области ЦДООШ предоставляет также право *свободного, без предварительного отбора*, поступления на заочное **обучение по математике, физике и биологии** (для учащихся **6, 7, 8 и 9 классов**), а также по химии — (для **8 и 9 классов**). **Заочно в ЦДООШ можно учиться как по одному, так и по нескольким предметам.** Для получения документов на зачисление необходимо зарегистрироваться на сайте <http://cdoosh.ru/>, вкладка «**ЗАОЧНОЕ ОБУЧЕНИЕ**».

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. По математике используются в основном пособия Всероссийской заочной многопредметной школы при МГУ. Успешно окончившим курс обучения выдаются удостоверения.

На заочное обучение также принимаются **группы "Коллективный ученик"**, работающие под руководством учителя. Для зачисления "Коллективного ученика" на обучение учителю достаточно **до 1 октября 2018 года** выслать по адресу: *610005, г. Киров, а/я 1026, ЦДООШ* заявление на имя директора ЦДООШ Е.Н. Перминовой с указанием *фамилии, имени и отчества (полностью!) руководителя, школы, класса, в котором ученики будут учиться в 2018/19 уч. году, адреса для переписки и контактного телефона.* К заявлению должен быть *приложен список учащихся, заверенный директором школы и скрепленный печатью.* Все "Коллективные ученики" обеспечиваются учебными пособиями (одно на 3-5 учеников), а по некоторым темам — и пособиями для учителя. Учащиеся "Коллективного ученика", успешно прошедшие полный курс обучения, получают индивидуальные удостоверения об окончании.

Обучение на заочном отделении бесплатное.

ЗАДАНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО МАТЕМАТИКЕ

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

1 (6). Отметьте на плоскости 9 различных точек так, чтобы нашлись 6 различных квадратов с вершинами в этих точках. (Квадраты, одинаковые по размеру, но по-разному расположенные, тоже считаются различными.)

2 (6-7). Оля и Коля поженились, когда им было по 20 лет. Через некоторое время у них родились тройняшки, и больше детей не было. Когда Ольга и Николай отмечали 50 лет счастливой совместной жизни, им вместе было на год меньше, чем вместе трём их детям-тройняшкам. Через сколько лет после свадьбы родителей родились тройняшки?

3 (6-7). Часовая и минутная стрелки часов образуют прямой угол. Какой угол они будут образовывать через 3 часа?

4 (6-7). У коллекционера есть по одной монете достоинством в 1 копейку, 2 копейки, 3 копейки и 5 копеек. Известно, что первая должна весить 1 г, вторая — 2 г, третья — 3 г и четвёртая — 5 г. Но одна из монет — бракованная, и её вес отличается от нормального. Как за два взвешивания на чашечных весах без гирь выявить фальшивую монету и узнать, легче она или тяжелее, чем должна быть, если известно, что остальные монеты — нормальные?

5 (6-8). Найдите 2018-значное число, делящееся на 2018, в записи которого встречается не больше трёх различных цифр. Не забудьте обосновать ответ.

6 (6-8). 10 человек в течение 20 дней обедали за круглым столом, рассаживаясь каждый раз одинаково. Каждый из них считал день *красным*, если он в этот день съел больше своего соседа справа. Могло ли случиться, что у каждого из них было **а)** не меньше 18 красных дней; **б)** не меньше 19 красных дней?

7 (6-9). Имена трёх мальчиков — Андрей, Борис и Виктор. Наташа знает это, но не знает, кого из мальчиков как зовут. Она может задавать им вопросы, на которые можно отвечать только «да» или «нет». Каждый вопрос задаётся одному из мальчиков, и отвечает на него только он (при этом разные вопросы могут задаваться разным мальчиком). Наташе известно, что Андрей на все вопросы будет отвечать правдиво, Борис солжёт в ответ на первый заданный ему вопрос, Виктор солжёт в ответ на первый и второй вопросы, а дальше и они будут отвечать правдиво. Как за три вопроса Наташа сможет наверняка узнать имена мальчиков?

8 (6-9). Про набор из нескольких натуральных чисел сделано девять утверждений: «Ровно два числа из набора не делятся на 2», «Ровно три числа из набора не делятся на 3», ..., «Ровно девять чисел из набора не делятся на 9», «Ровно десять чисел из набора не делятся на 10». Какое наибольшее количество верных может быть среди этих девяти утверждений?

9 (6-10). Петя и Вася расставляют числа от 1 до 9 (каждое по одному разу) в таблицу 3×3 . Сначала Петя ставит шесть чисел, затем Вася — оставшиеся три. Петя хочет, чтобы наборы трёх произведений чисел по строкам и трёх произведений чисел по столбцам совпадали. Может ли Вася ему помешать?

10 (7-10). Вася вырезал из бумаги некоторое количество прямоугольных треугольников. Оказалось, что из любых двух из них можно сложить треугольник, приложив их друг к другу по общей стороне, но не наложив друг на друга. Мог ли Вася вырезать: **а)** три треугольника; **б)** четыре треугольника?

11 (7-10). На прямом шоссе расположены три светофора. Каждый горит красным минуту, после чего первый не горит минуту, второй — две минуты, третий — три минуты. Петя задал Васе точку старта на шоссе (правее всех трёх светофоров) и скорость езды. Вася говорит, что если хорошо подумает, то сможет выбрать момент старта так, чтобы проехать все три светофора без нарушения правил. Прав ли он?

12 (8-10). Коля измерил все стороны и диагонали выпуклого пятиугольника. Какое наибольшее количество одинаковых результатов могло у него получиться?

13 (8-10). Даны числа a^3 , b^3 , c^3 (и никакие другие числа не даны!). Разрешается выполнять операции сложения, вычитания и умножения, а также запоминать любое количество промежуточных результатов и проверять, равны ли два числа. Можно ли, используя *только* описанные операции, проверить справедливость равенства $a + b = c$?

14 (8-10). Фокусник показывает такой фокус. Он выписал на карточки k подмножеств A_1, \dots, A_k множества $X = \{1, 2, \dots, 2018\}$. Зрители задумывают подмножество $B \subset X$,

вычисляя для каждого i количество элементов в множестве $B \cap A_i$ и сообщают полученные результаты (в произвольном порядке) фокуснику. После этого тот называет подмножество B . При каком наименьшем k фокусник может подобрать множества так, чтобы фокус гарантированно удался?

15 (9-10). Многочлен $P(x)$ таков, что $P(0) \neq 0$ и при некотором натуральном n многочлен $P(x^n)$ равен произведению двух непостоянных многочленов, все коэффициенты которых неотрицательны. Докажите, что и сам многочлен $P(x)$ равен произведению двух непостоянных многочленов, все коэффициенты которых неотрицательны.

16 (9-10). В стране 126 городов и 2016 дорог. Дороги пронумерованы различными натуральными числами от 1 до 2016. Докажите, что существует путь, состоящий хотя бы из 16 дорог, при прохождении которого номера дорог идут в возрастающем порядке.

17 (10). Любую ли треугольную пирамиду можно пересечь плоскостью так, чтобы в сечении получилась равнобедренная трапеция?

Работу составил *И.С. Рубанов*.

ЗАДАНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ

1 (8) «Леденец». Объясните, почему влажный леденец сложно отлепить от бумаги, если он полежал на ней некоторое время.

2 (8) «Надувная лодка». Опытный рыбак знает, что если надувной резиновой лодке предстоит лежать долгое время на солнце, то её следует накачивать несильно. Если же лодку сразу после накачивания будут опускать на воду, то наоборот, лодку надо накачать слегка больше нормы. Объясните, почему так стоит делать.

3 (8) «Почему не выливается?» Неавтоматические стиральные машины имеют шланг для слива воды (рис. 1), который крепится на корпусе сбоку и во время стирки ничем не затыкается. Объясните, почему вода не вытекает из шланга, даже если машина наполнена.



Рис. 1

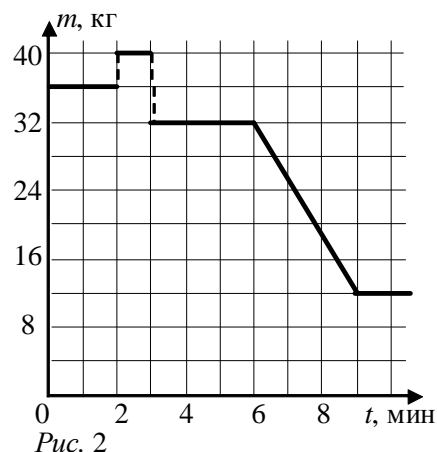


Рис. 2

На графике (рис. 2) показано, как менялась масса заполненной водой стиральной машины при загрузке в неё белья, вынимании белья и полном сливе воды через шланг.

С учётом графика определите следующие величины: 1) объём воды, первоначально налитой в машину; 2) объём воды, которая впиталась в бельё; 3) массу воды, которая за 1 с вытекала через шланг.

Испарением и разбрызгиванием капель воды пренебречь.

4 (8) «Песочница». Маша решила приготовить своим куклам суп. Она взяла у мамы кастрюлю и наполнила её доверху сухим песком, для этого ей потребовалось 1,5 кг сухого песка. Затем вылила в него 0,5 л воды (песок больше не впитывал). Зная плотность сухого песка (1,5 кг/л) и плотность воды (1 кг/л), найдите следующие величины: 1) объём кастрюли; 2) массу мокрого песка в кастрюле; 3) среднюю плотность мокрого песка; 4) плотность камня, из которого образовался песок. Считайте, что песок образовался дроблением камня, а вода вытеснила весь воздух из пространства между песчинками.

5 (8-9) «За буйки не заплывать». В реке, скорость течения которой постоянна и равна $u = 1$ м/с, четыре буйка плывут по течению так, что образуют квадрат со стороной $l = 10$ м. В начальный момент времени в центре квадрата C находится пловец (рис. 3). Его задание – проплыть по траектории $C - 1 - 4 - 3 - 2 - C$, сохраняя относительно воды постоянную скорость $v = 2$ м/с. Определите время, которое потребуется пловцу, чтобы выполнить задание, а также расстояние, на которое сместится буйк под номером 1 относительно берега за это время.

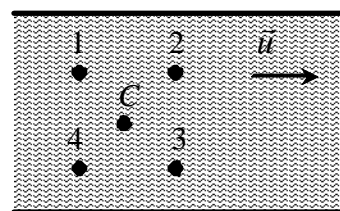


Рис. 3

6 (8-9) «Рогатка». Известно, что при стрельбе из рогатки резинка жёсткостью $k = 50$ Н/м удлиняется на $l = 20$ см (рис. 4). Определите силу, с которой резинка действует на рогатку F , а также силы, с которыми рогатка действует на основание большого пальца F_1 и на мизинец F_2 , если



Рис. 4

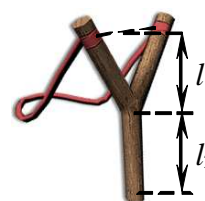


Рис. 5

$l_1 = 6$ см, $l_2 = 7$ см (рис. 5). Известно, что на остальные пальцы удерживающей его руки рогатка не действует, её весом можно пренебречь.

7 (8-9) «Составная палочка». Стержень составлен из двух половинок длиной $L = 20$ см и площадью поперечного сечения $S = 0,5$ см² каждая. Плотности половинок отличаются в два раза. Когда стержень шарнирно закрепили за верхний конец и частично погрузили в воду, оказалось, что он, заметно отклонившись от вертикали, погрузился на $3/4$ своей длины. 1) Какова плотность материалов, из которых сделан стержень? 2) Какова величина и направление силы, действующей со стороны стержня на шарнир? Плотность воды равна $\rho_0 = 1000$ кг/м³. Силу поверхностного натяжения не учитывайте.

8 (8-9) «Пружинки». Ко дну сосуда прикреплена система из двух пружин и двух грузов одинаковой массы (рис. 6), при этом деформации пружин отличаются в 2 раза. После заполнения сосуда водой ($\rho_0 = 1000$ кг/м³) деформация одной пружинки уменьшилась на 30%, а другой – на 20%. Найдите плотности верхнего и нижнего грузов.

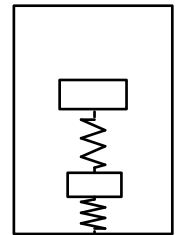


Рис. 6

9 (8-10) «Точный эксперимент». На весах установлен калориметрический стакан ($m_k = 100$ г, $c_k = 2700$ Дж/(кг · °С)), в котором находится вода ($m_e = 200$ г, $\rho_e = 1$ г/см³, $c_e = 4200$ Дж/(кг · °С)) при температуре $t = 60^\circ\text{C}$. В калориметр погрузили кусок льда ($\rho_l = 1$ г/см³, $\lambda_l = 3,35 \cdot 10^5$ Дж/кг) при температуре 0°C и вначале удерживали его пинцетом так, чтобы лёд был полностью погружен в воду. При этом показания весов оказались в 1,2 раза больше, чем до погружения льда. Определите конечную температуру смеси. Тепловыми потерями в калориметре, теплоёмкостью и объёмом погружённой в воду части пинцета, а также испарением пренебречь.

10 (8-10) «Электрические измерения». В цепи, показанной на рис. 7, параллельно резистору с сопротивлением $R = 10$ Ом подключают амперметр, а затем, после отключения амперметра, — вольтметр. Приборы при этом показали $I = 1$ А и $U = 6$ В соответственно. Определите мощность тока в цепи при отключённых амперметре и вольтметре. Приборы считать идеальными.

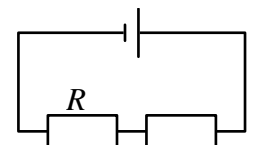


Рис. 7

11 (8-10) «Сломанный куб». Определите сопротивление проволочной конструкции между точками A и B , A и C , A и D (рис. 8). Сопротивление каждого проволочного ребра конструкции считать равным R . Места спаек проволочек показаны жирными точками.

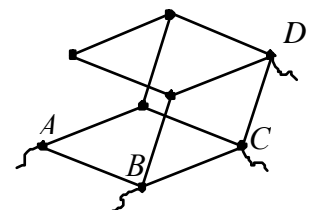


Рис. 8

12 (9-10) «Изображение треугольника». Перед собирающей линзой расположен прямоугольный треугольник, гипотенуза которого параллельна линзе. Изображением является также прямоугольный треугольник, прямой угол которого расположен при вершине, являющейся изображением вершины треугольника также при прямом угле. Известно, что расстояние между вершиной при прямом угле и её изображением $L = 100$ см, а расстояние от её изображения до оптической оси $l = 30$ см. Определите фокусное расстояние линзы.

13 (9-10) «На качелях-каруселях». Карусели радиусом $R = 10$ м вращаются с угловой скоростью $\omega = 1$ рад/с. Катающийся на них школьник кинул мяч так, что сам же поймал его в диаметрально противоположной точке. Определите, с какой скоростью относительно карусели был брошен мяч, если угол, под которым относительно карусели он был брошен, составил $\alpha = 45^\circ$ с горизонтом.

14 (9-10) «Колебания». На дне цилиндрического сосуда, полностью заполненного жидкостью плотностью ρ_0 и плотно закрытого крышкой, находится маленький

металлический шарик с плотностью ρ . Сосуд поднимают с постоянным ускорением в течение времени τ так, что дно сосуда оказывается поднятым на высоту h , равную высоте сосуда. Затем сосуд достаточно быстро останавливают (за время, существенно меньшее τ) и сразу же опускают вниз в течение времени τ с таким же по модулю, но противоположным по направлению ускорением. Оцените высоту h , если известно, что при своём движении вверх относительно земли шарик с крышкой сосуда не сталкивается.

Движение шарика рассмотрите без учёта вязкого трения, движения жидкости относительно сосуда и гидравлического удара.

15 (9-10) «Каток». На горизонтальной поверхности расположен брусок массой $m = 100$ г, на который помещён тонкостенный цилиндр с такой же массой $m = 100$ г (рис. 9). К цилиндру прикладывают горизонтальную центральную силу $F = 1$ Н так, что цилиндр катится без проскальзывания. Для того, чтобы брусок оставался в покое, к нему приложили горизонтальную силу F_1 . Определите эту силу, а также ускорение цилиндра, если коэффициент трения между бруском и горизонтальной поверхностью равен $\mu = 0,1$.

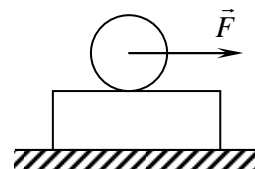


Рис. 9

16 (9-10) «Упругий удар». Массивная плита поднимается с постоянной скоростью вертикально вверх. Сверху по направлению к плите движется шарик, имеющий непосредственно перед ударом скорость $v_0 = 2,0$ м/с, направленную под углом $\alpha = 45^\circ$ к вертикали. После абсолютно упругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью, составляющую угол $\beta = 30^\circ$ с вертикалью. Какова скорость движения плиты?

17 (10) «Сопrotивление движению». На тело массой m , брошенное вертикально вверх, действует сила сопротивления F , меняющаяся по закону $F = kmt$ (Н), где $k = 4$ (м/с³), t – время. Определите, через сколько времени после начала движения тело достигнет максимальной точки полёта, если начальная скорость тела равна $v_0 = 12$ м/с. Через сколько времени после запуска тело вернётся в исходную точку, если при падении вниз сила сопротивления уже не действовала?

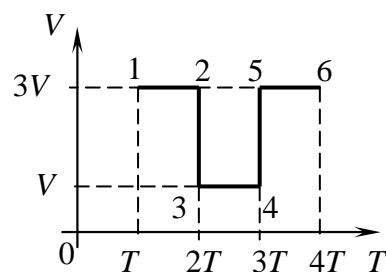


Рис. 10

18 (10) «Полная теплота». На рис. 10 показан процесс, происходящий с количеством вещества ν идеального одноатомного газа. Постройте график процесса в осях $p(V)$, введя единичный масштаб, и определите переданное газу количество теплоты в процессе 1-6. Все отмеченные на осях величины считать известными.

19 (10) «Напряжение на конденсаторах». Определите напряжения на конденсаторах на схеме, показанной на рис. 11, спустя длительное время после замыкания ключа K . В начальный момент конденсаторы не заряжены. Вольт-амперная характеристика одинаковых диодов приведена на рис. 12. Известно, что $\varepsilon = 14$ В, $r = 2$ Ом, $R = 4$ Ом, $C_1 = 2$ мкФ, $C_2 = 4$ мкФ.

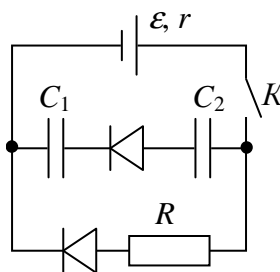


Рис. 11

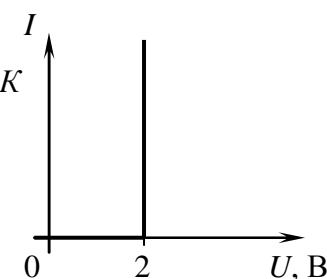


Рис. 12

Работу составили Л.И. Василевская, К.А. Коханов, Я.Л. Поздняк, М.П. Позолотина, А.П. Сорокин.

ЗАДАНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ХИМИИ

1. (8) Существует множество способов получения солей, как общих, так и специфических. Напишите по одному уравнению, которые соответствуют следующим схемам химических реакций. Назовите все участвующие вещества.



2. (8) Дядя Федор летом жил в Простоквашино. Однажды он попросил папу с мамой прислать ему некоторые реактивы из домашней лаборатории. Открыв посылку, кот Матроскин и пес Шарик обнаружили, что несколько склянок разбилось и вещества: иод, сульфат бария, сульфат калия, оксид свинца(II) — перемешались. Почтальон Печкин очень расстроился, что испортил посылку. Дядя Федор успокоил его, сказав, что знает, как выделить из этой смеси каждое индивидуальное вещество в чистом виде.

а) Составьте схему разделения смеси. Для каждого этапа перечислите все необходимое оборудование и посуду. Составьте поясняющие рисунки к каждому опыту.

б) Какие новые смеси получатся у Вас в процессе разделения? Укажите их тип.

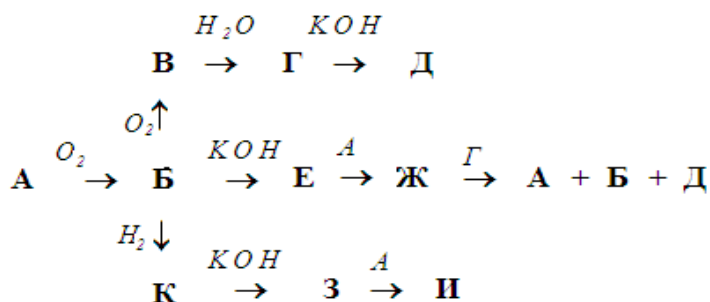
в) Приведите уравнения всех происходящих реакций.

3. (8) Масса навески смеси металлов **A** и **B** равна 2,575 г. Известно, что металл **A** способен проявлять в своих соединениях только степень окисления +2, а металл **B** может проявлять разные степени окисления. Навеска полностью растворена в избытке соляной кислоты. При этом выделилось 1792 мл газа (н. у.).

а) Определите, какие металлы входят в состав смеси, если атомная масса **B** в 2,297 раз больше атомной массы **A**, а количество вещества **A** в смеси в 3 раза больше количества вещества **B**.

б) Определите состав исходной смеси в массовых процентах.

4. (8) Простое вещество **A** участвует в химических реакциях согласно схеме (в схему включены только те продукты, которые содержат элемент **A**). Вещество **A** — твердое, нерастворимо в воде; **B** и **K** — растворимые в воде газы. **D**, **E**, **Ж**, **З**, **И** — твердые вещества, растворимые в воде.



а) Определите вещества **A** – **И**.

б) Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить указанные в схеме превращения.

5. (8) Определите минимальную массу алюминия, необходимого для получения растворением в смеси равных объёмов насыщенных водных растворов медного купороса и поваренной соли газа, способного поднять груз массой 1 кг при давлении 1 атм и температуре 25° С.

6. (8-9) Вещество **A** образовано тремя элементами. При температуре 4° С это соединение образует жёлто-зелёные кристаллы. Для определения состава вещества **A** его навеску массой 0,5235 г полностью растворили в одном литре горячей воды с активированным углем. Через некоторое время в отстоявшийся и отфильтрованный раствор добавили насыщенный раствор пищевой соды до полного прекращения выделения газа. Полученный

раствор выпарили при пониженном давлении. Пар поглотили водой и получили раствор вещества **Б**, а в твёрдом состоянии осталась только соль **В**. При добавлении избытка $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ к раствору соли **В**, образуется осадок вещества **Г** массой 0,7083 г. Добавление 15,0 мл 0,10 М раствора $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ к раствору вещества **Б**, также приводит к образованию осадка вещества **Г** массой 0,7083 г.

а) Определите вещества **А** – **Г**.

б) Напишите уравнения упомянутых реакций.

в) К какому классу веществ можно отнести соединение **А**? Поясните особенности его кристаллического строения.

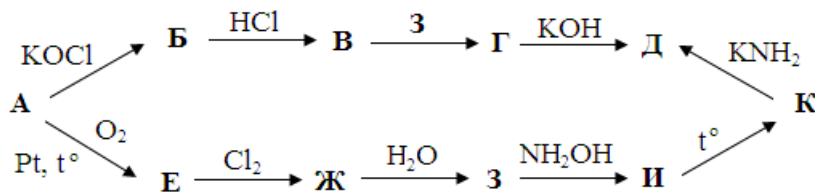
7. (8-9) До сих пор самым популярным топливом являются продукты крекинга нефти: мазут, бензин, керосин. Представьте, что у Вас такого топлива нет, а есть альтернативное. Возьмем в качестве топлива кокс, представляющий собой чистый углерод (стоимость от 12000 рублей за тонну), метан под давлением 7 атм и при температуре 25 °С (стоимость 10 рублей за кубометр) и метанол при стандартных условиях (стоимость 20000 рублей за тонну).

а) Запишите уравнения сгорания каждого из веществ и рассчитайте тепловой эффект.

б) Определите, какой из видов топлива даёт наибольшую энергию при сгорании: на единицу объёма; на единицу массы; на одну единицу стоимости.

8. (8-9) Начальная скорость некоторой реакции составила $0,28 \times 10^{-3}$ моль/(л·с). Через 400 секунд скорость реакции уменьшилась в 2 раза, а через 1060 секунд в четыре раза. Определите общий порядок и константу скорости реакции.

9. (9) Юный химик Васечкин нашел обрывок тетрадного листа со следующими записями:



Соединение **Г** содержит 97,7 % азота. Вещества **Г**, **З**, **И** в водных растворах проявляют свойства кислот.

а) Определите вещества **А** – **К**.

б) Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить указанные в схеме превращения.

в) Запишите уравнения следующих реакций: $\mathbf{А} + \text{SO}_2\text{Cl}_2$; $\mathbf{Б} + \text{Na}$; $\mathbf{Г} + \text{F}_2$; $\mathbf{Ж} + \text{PtCl}_4$.

г) К какому классу соединений можно отнести вещество **Ж**? Приведите формулы еще трех веществ, относящихся к этому же классу. Составьте уравнения реакций этих веществ с водой.

д) Напишите конкретные условия превращения вещества **А** в **Б**. Укажите промежуточный продукт. Предложите способ превращения вещества **А** в **В** в одну стадию.

10. (9) Вещество **А** представляет собой белый или почти белый кристаллический порошок либо бесцветные кристаллы без запаха или со слабым запахом. Это вещество легко растворимо в этаноле, растворимо в хлороформе и мало растворимо в воде. Если к 0,5 г вещества **А** прибавить 5 мл раствора гидроксида натрия и прокипятить в течение 3 минут, а затем охладить и нейтрализовать 16%-ым раствором серной кислоты, то образуется белый кристаллический осадок вещества **Б**. Если к такому осадку добавить 0,1 мл раствора хлорида железа (III), то можно наблюдать фиолетовое окрашивание. Если к 0,2 г порошка вещества **А** добавить 0,5 мл концентрированной серной кислоты, перемешать и добавить 0,1

мл воды, то появляется специфический запах кислоты **В**, а при добавлении 0,1 мл раствора формальдегида появляется розовое окрашивание.

а) Установите строение вещества **А**, если известно, что оно содержит 60,00% углерода, 35,56% кислорода по массе и водород. Дайте веществу **А** не менее двух названий.

б) Напишите уравнения описанных выше реакций.

в) Предложите способ получения вещества **А**, назовите реагенты, укажите условия.

г) Порцию порошка, содержащего вещество **А**, массой 0,4995 г растворили в 10 мл нейтрализованного по фенолфталеину и охлажденного до температуры 10° С 96%-ного раствора этанола. Аликвоту полученного раствора 5,00 мл оттитровали 0,1000 М раствором гидроксида натрия в присутствии 0,1 мл 1%-го раствора фенолфталеина до появления слабо-розового окрашивания, устойчивого в течение 1 минуты. На титрование было израсходовано 13,80 мл. Рассчитайте массовую долю вещества **А** в порошке.

11. (9) Всем известный Незнайка очень хотел найти себе дело по душе, но у него это долго не получалось. И вот однажды, коротышке посчастливилось побывать на «Реактив-шоу» в Летней многопредметной школе в Вишике. И, разумеется, ему тотчас захотелось стать химиком. В нём проснулся дух исследователя, восторженного аналитика.

Незнайка, вооружившись мешком и ломиком, отправился в заброшенную лабораторию по соседству. Но времена были тяжелые, поэтому в соседней лаборатории пожить было особо нечем. Однако в дальнем уголке обнаружилась деревянная коробочка, в которой лежали 12 прозрачных ампул, заполненных жидкостями. Только в одной ампуле находился окрашенный в оранжевый цвет раствор, а на самой ампуле имелась надпись «Сильный окислитель, особенно в кислых средах».

Забрав сие чудо, Незнайка вернулся в свою комнату, желая раскрыть тайну загадочной коробочки. Он был так взволнован, что сам не заметил, как уснул. И во сне (в лучших традициях химической науки), Незнайке привиделось, что:

1) в ампулах водные растворы неорганических (было только одно исключение) солей (индивидуальных);

2) только в трех из данных ампул растворы содержат элемент, придающий пламени газовой горелки фиолетово-розовый цвет;

3) только в растворах трех ампул есть анион, образующий растворимые соли практически со всеми катионами;

4) одна ампула отличается от всех остальных концентрацией вещества в растворе более 7 моль/л;

5) в растворах из ампул присутствует минимум один анион, имеющий электронную конфигурацию аргона, один галогенид-ион и один органический анион, способный быть восстановителем (1 ампула), других анионов нет.

На этом пророческое видение закончилось. Осторожно разбив одну ампулу, Незнайка ощутил резкий запах, вызвавший ассоциацию с первой медицинской помощью и доктором Пилюлькиным. К этому моменту наш герой точно знал содержимое двух ампул, а остальные десять ампул ещё были не исследованы.

Естественно, начинающий химик вскрыл все ампулы и начал смешивать вещества между собой, параллельно фиксируя наблюдения в тетради. Уж как смог! Вот что у него получилось:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	б↓	б↓	б↓	–	–	–	б↓	б↓	ч↓	–
5	б↓	б↓	б↓	–	–	–	б↓	б↓	ч↓	–
медиц. пр.	б↓	б↓	–	кор↓	б↓	муть?	–	↓	–	–
Ор. ж.	–	+*	ж↓	к-кр↓	ж↓	–	+*	–	+*	–

+* – наблюдалось изменение окраски раствора.

Но наш герой не мог чего-нибудь не натворить в лаборатории, так как правила техники безопасности при работе он соблюдал далеко не все. Неожиданно Незнайка прилил содержимого 9-ой ампулы ко всем остальным, за исключением 3-ей. Добавились следующие результаты:

1	2	4	5	6	7	8	10
б↓ и ↑	бур↓ и ↑	ч↓	ч↓	б↓	–	телесный↓	–

Окрыленный первыми успехами, Незнайка уронил ампулы с растворами 6 и 7. В результате на полу образовалась небольшая лужица с белой мутью.

а) Представьте себя на месте нашего сказочного героя и по результатам проведенного эксперимента определите, что могло находиться в 12 ампулах.

б) Напишите уравнения всех протекающих реакций.

12. (9-10) В вашем распоряжении имеются 0,07 М растворы следующих веществ: **А** — бромоводородной кислоты; **Б** — аммиака; **В** — уксусной кислоты; **Г** — хлорида аммония.

а) Рассчитайте рН растворов **А**, **Б**, **В** и **Г**.

б) Рассчитайте рН растворов, образующихся при смешивании одинаковых объемов растворов: 1) **А** и **Б**; 2) **А** и **В**; 3) **Б** и **В**; 4) **Б** и **Г**.

13. (9-10) Метанол играет важнейшую роль в экономическом развитии современного общества. Его промышленное производство организовано во всех развитых странах и принадлежит к числу наиболее динамично развивающихся процессов. Синтез метанола проводится в реакторе из углеродсодержащего сырья по циркуляционной технологической схеме на цинк-медь-алюминиевых или цинк-медь-хромовых катализаторах при температуре 250° С – 300° С и давлении 5 МПа – 10 МПа. Это наиболее современный процесс получения метанола с практическим выходом 85 %. Определите максимально возможную массу метанола, который можно получить при 300° С и 5 МПа из 10 м³ водяного газа, имеющего плотность в этих условиях 16,484 кг·м⁻³ и содержащего по объёму: 6,0 % N₂; 0,2 % O₂; 5,0 % CO₂; 0,8 % CH₄; водород и угарный газ.

14. (9-10) *Вещество X* было открыто в 1934 году Паулем Дьерди. Впервые вещество *X* было выделено из дрожжей и печени в 1938 году, а позднее синтезировано химически. Сейчас понятие «*вещество X*» означает три индивидуальных соединения **А**, **Б** и **В**, про которые известно следующее:

	А	Б	В
ω(C)	0,5680	0,5749	0,5714
ω(N)	0,0828	0,0838	0,1667
ω(O)	0,2840	0,2874	0,1905
ω(H)	0,0651	0,0539	0,0714

Один из промышленных методов синтеза вещества **X** начинается с конденсации пропанона с метил-2-метоксиэтаном. Продукт конденсации (1) циклизуют с цианацетамидом, получая продукт (2), который затем нитруют в (3). Пентахлоридом фосфора вещество (3) переводят в продукт (4), который дехлорируют с помощью водорода на палладиевом катализаторе. При этом происходит также восстановление азотсодержащих функциональных групп, в результате чего образуется продукт (5). Затем продукт (5) взаимодействует с нитритом натрия в солянокислой среде и омыляется, образуя соединение **А**. Селективным окислением соединения **А** диоксидом марганца получают соединение **Б**, а восстановлением оксима вещества **Б** синтезируют соединение **В**.

а) Каким термином обозначают вещества **A**, **B** и **B** согласно рекомендациям Международной комиссии по номенклатуре биологической химии?

б) Определите строение веществ **A**, **B** и **B**, назовите каждое из них.

в) напишите уравнения реакций, лежащих в основе промышленного синтеза **A**, **B** и **B**.

г) покажите механизм участия вещества **B** в качестве кофермента.

15. (10) В лаборатории исследовали кристаллическое вещество **Z**. Для исследования взяли навеску вещества **Z** массой 3,15 г и растворили в 1,00 л концентрированной серной кислоты (96,5%). Реакционную смесь нагрели до 50° С и в течении определённого времени отбирали пробы по 1,00 мл смеси. Содержание вещества **Z** в пробах определяли при помощи титрования 0,0010 М раствором перманганата калия:

Время, с	0	300	600	900	1200
V(KMnO _{4 p-p}), мл	10	6,55	4,10	2,65	1,80

В течение всего опыта из реакционной смеси выделялась эквимольная газовая смесь двух оксидов ($\rho(\text{смеси}) = 1,489 \text{ г/л}$, $T = 290 \text{ К}$, $p = 99,708 \text{ кПа}$). По окончании реакции выяснилось, что количество серной кислоты не изменилось, а концентрация её раствора уменьшилась.

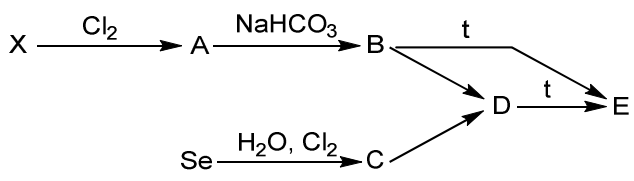
а) Определите название и формулу вещества **Z**.

б) Напишите уравнения упомянутых в тексте химических реакций.

в) Определите общий порядок реакции и рассчитайте константу скорости процесса. Считать, что после реакции объем раствора не изменился.

16. (10) Школьники, желая получить кислород, проводили электролиз 16 %-го водного раствора хлорида калия объемом 220 мл ($\rho = 1104,3 \text{ г/л}$). Процесс вели в ячейке с медными электродами. Процесс прекратили, когда на катоде выделилось 33,6 л (н. у.) газа. Рассчитайте массовую долю хлорида калия в растворе после окончания электролиза.

17. (10) Применяемое для получения магнитных наночастиц бинарное вещество **E** используется в качестве добавки для окрашивания стекла и керамики и обладает высокой каталитической активностью. В своем составе оно содержит 82,76 % металла **X**. Известно, что из 12,4 г вещества **A** можно получить 8,5 г вещества **E**, которое также получается при прокаливании на воздухе солей **B** и **D**, при этом происходит потеря массы 26,28 и 60,99 % соответственно.



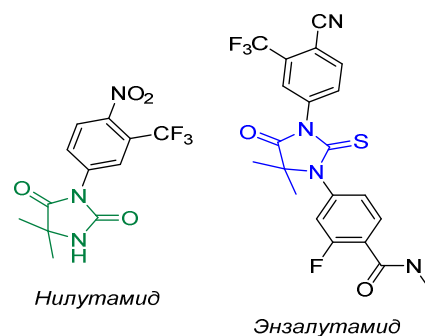
а) Определите вещества **X**, **A** – **E**, если дополнительно известно, что вещество **B** имеет зеленую окраску.

б) Напишите уравнения зашифрованных реакций.

в) Какие процессы катализируются веществом **E**? Приведите два примера.

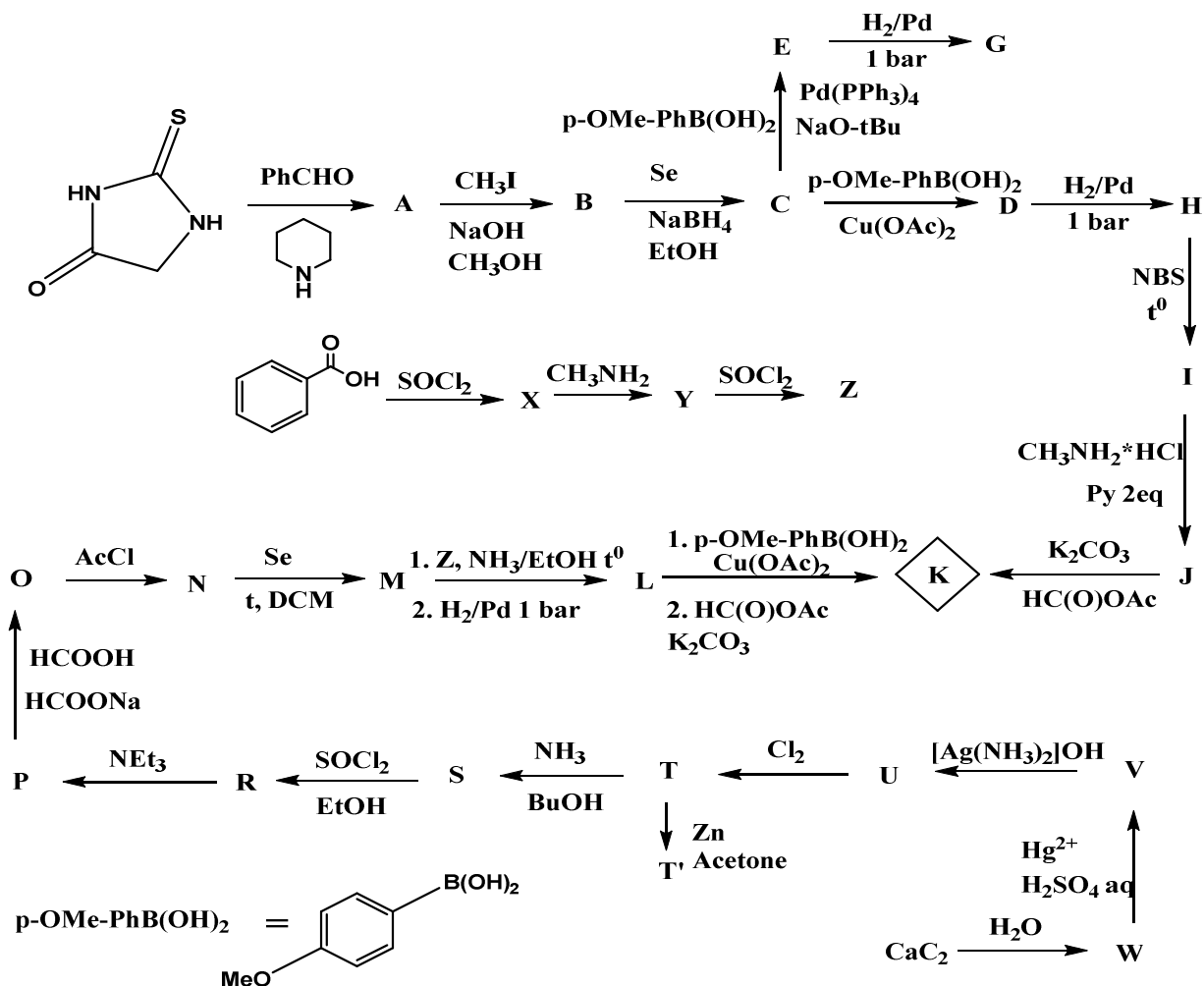
18. (10) При определении содержания фторид аниона в зубной пасте в колбу объемом 100 мл поместили навеску 0,200 г и растворили в 50 мл 1М раствора нитрата калия, затем довели объем до метки дистиллированной водой. В 25 мл полученного раствора поместили F-селективный электрод и измерили его потенциал при 25° С. Он оказался равен –155,3 мВ. После добавления 0,10 мл раствора, содержащего 0,50 мг/мл фторид анионов, потенциал электрода стал равен –176,2 мВ. Рассчитайте массовую долю фтора (в %) в пасте.

19. (10) Одной из основных проблем современной медицинской химии является поиск и создание препаратов, обладающих цитотоксическим действием. Выделяют несколько подходов к лечению онкологических заболеваний, среди которых наибольший интерес представляет антиандрогеновая терапия. Среди антиандрогеновых препаратов, применяющихся на сегодняшний день, стоит выделить энзалутамид и нилутамид, в составе которых присутствует гидантоиновое ядро. В данной задаче вам предложен синтез биологически активного соединения **К** 2-селеногидантоиновой природы, выделенного в 2015 г. из морской губки *Nemimyscale arabica*. Данное вещество обладает антипролиферативной активностью, по отношению к гепатоцеллюлярной карциноме. Отправной точкой в синтезе **К** стал 2-тиогидантоин, обладающий повышенной CH_2 -кислотностью, за счет чего для него характерны реакции, подобные конденсации Кнёвенагеля.



а) Расшифруйте цепочку превращений, если известно, что:

- реакция из **А** в **В** – метилирование;
- **С** не содержит метильных групп;
- реакция из **С** в **Е** – реакция Сузуки-Мияура;
- реакция из **С** в **Д** и из **Л** в **К** – реакция Чана-Эванса-Лама;
- HC(O)OAc – смешанный ангидрид муравьиной и уксусной кислот, активный формилирующий агент;
- соединение **Z** относится к классу имидатов;
- **R** – содержит протонированный атом азота;
- **M** – изоселеноцианат;
- реакция из **O** в **N** – дегидратация, превращение **M** в **L** осуществляется в две стадии, на первой стадии при нагревании и постоянном перемешивании вносят **M** в насыщенный раствор аммиака в этаноле, затем через определенной промежуток времени порциями добавляют **Z**, при этом образуется промежуточный продукт **L₁**, который содержит гидантоиновое ядро. На второй стадии полученный **L₁** подвергается мягкому гидрированию.



б) Приведите механизмы следующих превращений:

- из 2-тиогидантоина в **A**;
- из **M** в **L**₁;
- из **T** в **S**;
- из **H** в **I**;
- из **S** в **R**;
- из **T** в **T'**.

в) В данной задаче присутствует ряд именных реакций. Установите их и дайте каждой из них соответствующее название по фамилии первооткрывателя.

г) Объясните, почему обработка **S** хлористым тионилем не заканчивается на стадии образования хлорангидрида.

д) Зачем на стадии из **I** в **J** необходимо использовать 2 эквивалента пиридина?

е) Почему смешанный ангидрид муравьиной и уксусной кислот является селективным формилирующим агентом и не вводит ацетильный фрагмент в молекулу **J**?

Работу составили: М.А. Бакулева, А.А. Выговский, А.Н. Лямин, О.В. Навалихина, П.В. Рычков, Р.В. Селезнев, И.А. Токарева.

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!**

Каждый поступающий на биологическое отделение может принять участие в конкурсе на получение дополнительной скидки на обучение. Подробнее здесь: <https://bioturnir.ru/sms/stipend>

1. (7) «*Всё наоборот*» В мире животных чаще всего в яркие цвета окрашены самцы, а самки наоборот — серые и невзрачные. Приведите примеры из разных классов животных, когда ситуация выглядит наоборот: самки яркоокрашенные, а самцы — нет. Чем это может быть обусловлено?
2. (7) «*Условно съедобный*» Грибы по способу использования их человеком в пищу делятся на разные категории, в том числе и «условно съедобные». Почему их так называют? Приведите примеры растений и животных, которые соответствовали бы данной категории. Свой ответ обоснуйте.
3. (7) «*Необычные растения*» В процессе эволюции у растений появились листья для осуществления процесса фотосинтеза. Но у некоторых растений они впоследствии исчезли. Почему это могло произойти? Как в таком случае растения питаются?
4. (7) «*Слёзы без эмоций*» Человек может плакать в разных ситуациях: от обиды, от счастья и т. д. Но в любом случае это — отражение его эмоционального состояния. Среди растений и животных тоже встречаются организмы, которые «плачут». А с чем у них связан данный процесс? Для ответа на вопрос приведите конкретные примеры.
5. (7) «*Конкурент*» В пустыне Намиб обитает необычное растение — вельвичия удивительная, которая приспособилась жить в сложных экстремальных условиях. Предложите растение, которое, на ваш взгляд, смогло бы стать конкурентом вельвичии. Какими анатомическими, морфологическими и физиологическими особенностями оно должно обладать?
6. (8) «*Высокий урожай*» Для повышения урожая сельскохозяйственных растений можно использовать различные агрономические приемы. Выберите три наиболее значимых и объясните механизм их работы на анатомическом, морфологическом и физиологическом уровнях.
7. (8) «*Съедобные насекомые*» Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН выпустила доклад, в котором рекомендуется вместо «мяса» есть больше насекомых. Объясните, по каким причинам выбрана такая альтернатива. Составьте список из пяти представителей этого класса, которых наиболее целесообразно употреблять в пищу. Какие критерии Вы использовали для отбора насекомых?
8. (8) «*ЕГЭ для нервов*» При прохождении медосмотра невролог делает заключение о состоянии нервной системы пациента. Каким образом и с помощью каких тестов, на ваш взгляд, следует проверять двигательные рефлексы у человека? Будут ли отличаться полученные результаты у холерика и флегматика?
9. (8) «*Косвенные данные*» Палеонтологи чаще всего имеют дело с костями и фрагментами мягких частей тела ископаемых животных, которые дают нам информацию об их анатомии и морфологии. А вот сведения о поведении, экологии и структуре популяции ископаемых животных получить не так просто. На основании каких данных можно сделать заключение о

поведении, экологии и структуре популяции ископаемых животных? Предложите не более 10 способов (методов), которые позволяют эти данные «извлечь» из найденных останков.

10. (8) «Модный загар» Загар — это защитная реакция организма на воздействие ультрафиолетовых лучей. При этом некоторые люди считают, что чем больше загораешь, тем полезнее для организма. Подтвердите или опровергните данное суждение. Характерен ли загар для животных? Ответ поясните.

11. (9-10) «Дай им шанс!» У высших растений в процессе эволюции от мхов к покрытосеменным происходило упрощение гаметофита и уменьшение его «доли» в жизненном цикле растения. И лишь отдельные таксоны растений демонстрируют относительное равенство анатомо-морфологической сложности и продолжительности стадий гаметофита и спорофита, а в некоторых случаях даже превосходство гаметофита. Но некоторые ученые склонны считать такие растения примитивными, а таксоны — «зашедшими в эволюционный тупик».

A. Выделите основные причины, которые привели в процессе эволюции к анатомо-морфологическому упрощению гаметофита и уменьшению его «доли» в жизненном цикле (не более 5 причин). Причины расположите в порядке убывания их значимости.

B. В свете указанных причин, кратко опишите основные анатомические, физиологические и экологические особенности, которые характерны для растений, обладающих относительным равенством или даже преобладанием гаметофита над спорофитом в жизненном цикле.

C. Возникновение каких гипотетических механизмов и адаптаций на молекулярно-биохимическом, клеточном, анатомо-физиологическом и экологическом уровнях позволило бы гаметофиту сохранить относительное равенство со спорофитом в жизненном цикле в ходе эволюции высших растений? Приведите не более 5 самых важных примеров.

12. (9-10) «Новичок» Вы — молодой и амбициозный ученый, и перед вами стоит задача в самые сжатые сроки отыскать новый, до этого неизвестный науке, вид многоклеточных организмов.

A. Какую концепцию вида вы будете использовать, чтобы облегчить и оптимизировать свои поиски? Какие критерии вида будут наиболее важными в ваших поисках?

B. Среди представителей каких таксонов наиболее перспективно искать новый вид многоклеточных организмов? Укажите названия 5 таксонов, как можно более низкого порядка, поиск в которых нового вида с наибольшей вероятностью будет успешным. Свой выбор обоснуйте.

C. Выберите не более 5 методов (подходов), наиболее эффективных с вашей точки зрения для быстрого поиска нового вида. Кратко раскройте их суть.

D. Как вы будете доказывать, что найденный вами вид организмов действительно является отдельным видом?

13. (9-10) «Митохондрии» Митохондрии — важнейшие органеллы эукариотических клеток. Самые известные протекающие в них процессы — это цикл Кребса и окислительное фосфорилирование. Однако этим функции митохондрий не ограничиваются.

A. Приведите не менее трех биохимических процессов кроме упомянутых в вопросе, которые полностью или частично протекают в митохондриях. Кратко укажите функцию этих процессов.

- В. Разные клетки одного и того же организма отличаются друг от друга по количеству митохондрий. Предположите, в каких клетках организма человека митохондрий больше всего, а в каких — меньше всего. Обоснуйте свой выбор.
- С. Несмотря на всю важность митохондрий, существуют эукариотические организмы, не обладающие ими. Приведите пример такого организма. Объясните, как ему удается существовать без митохондрий.

14. (9-10) «Дела давно минувших дней» ДНК — важнейшая молекула, открытие структуры и принципов организации которой изменило всю современную биологию.

- А. Основные принципы организации ДНК: комплементарность, двуцепочечность, антипараллельность. Что означают эти термины?
- В. В 1960 году Артур Корнберг с коллегами поставили следующий эксперимент. Работая с ДНК, выделенной из бактерии *Haemophilus influenzae*, они проанализировали частоты встречаемости пар нуклеотидов, соседствующих друг с другом в одной цепи ДНК. Например, частота встречаемости пары нуклеотидов 5'-АТ-3' составила 0.095 (в долях от единицы). Частоты встречаемости всех пар указаны в таблице:

Второй нуклеотид пары	Первый нуклеотид пары			
	Т	А	Ц	Г
А	ТА 0.073	АА 0.116	ЦА 0.067	ГА 0.054
Т	ТТ 0.116	АТ 0.095	ЦТ 0.049	ГТ 0.048
Г	ТГ 0.067	АГ 0.050	ЦГ 0.038	ГГ 0.036
Ц	ТЦ 0.052	АЦ 0.049	ЦЦ 0.037	ГЦ 0.053

Каким образом приведенные данные подтверждают принципы комплементарности и антипараллельности цепей ДНК?

- С. Какие частоты пар должны были бы совпадать, если бы цепи ДНК были параллельны?
- Д. Рассчитайте частоту встречаемости нуклеотидов А, Т, Г и Ц в геноме *H. Influenzae*.

15. (9-10) «Двойная цена самцов» В 1970-х годах Джон Мейнард Смит показал, что при прочих равных условиях бесполое размножение должно быть в два раза выгоднее полового (при бесполом размножении самцы оказываются не нужны).

- А. Приведите как можно больше причин, объясняющие поддержание полового размножения у животных.
- В. Выберите из этих причин три наиболее вероятные, свой выбор поясните.
- С. Многие специалисты считают, что объяснение загадки полового размножения требует сочетания нескольких факторов. Рассмотрите три возможных попарных сочетания выбранных вами причин и для каждого сочетания приведите пример (реальный или гипотетический), для которого эти причины хорошо сочетаются и вместе объясняют выгодность полового размножения для какого-либо животного. Если сочетание каких-либо двух причин (факторов) невозможно или бессмысленно, то поясните, почему это так. Приведите список литературы, использованной при ответе на вопросы данной задачи.

Авторы задач: 7-8 классы — О.Н. Вишницкая, Е.Н. Лимонова, 9-10 классы — А.А. Агапов, В.С. Вьюшков, И.А. Кузин, Д.В. Пунов, Е.С. Шилов.