



50-я Всесибирская открытая олимпиада школьников

Первый отборочный этап 2011-2012 уч. года

Задания по химии

8 класс



Задание 1. *"Соединяя необыкновенную силу воли с необыкновенною силою понятия, Ломоносов обнял все отрасли просвещения. Жажда науки была сильнейшею страстию сей души, исполненной страстей. Историк, ритор, механик, химик, минералог, художник и стихотворец, он все испытал и все проник".*

А.С. Пушкин.

История человечества знает много разносторонне одаренных людей. И среди них на одно из первых мест надо поставить великого русского ученого и просветителя Михаила Васильевича Ломоносова, 300-летию со дня рождения которого на прошлой неделе было посвящено множество праздничных научных мероприятий.

В своем сочинении «Элементы математической химии» (1741 г) М.В. Ломоносов писал: «Элемент есть часть тела, не состоящая из каких-либо других меньших и отличающихся от него тел... Корпускула есть собрание элементов, образующее одну малую массу... Корпускулы однородны, если состоят из одних и тех же элементов, соединенных одинаковым образом... Корпускулы разнородны, когда элементы их различны и соединены различным образом или в различном числе; от этого зависит бесконечное разнообразие тел...»

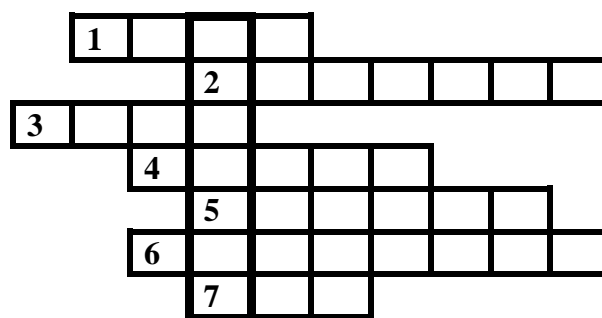
1. Какие современные термины (названия) соответствуют понятиям «элемент», «корпускула» и «тело», приведенным в сочинении М.В. Ломоносова? Имейте в виду, что в настоящее время термин «элемент» используют для обозначения несколько иного понятия, не такого, как во времена М.В. Ломоносова. Как называются «тела», состоящие из «однородных корпускул»?
2. Запишите современные определения для этих трех терминов, а также современное определение для термина «элемент».
3. Приведите по три примера «однородных и разнородных корпускул», из которых состоят какие-либо известные Вам тела. Ваши баллы за этот вопрос будут выше, если все шесть выбранных Вами корпускул будут состоять из разного количества элементов. Назовите тела, которые из этих корпускул состоят.

Задание 2.

В настоящий момент известно 118 химических элементов. Каждому из них присвоено символьное обозначение и дано название. В Периодической системе (ПС) Д.И. Менделеева каждый элемент находится в отдельной ячейке (клетке). В предлагаемом Вашему вниманию кроссворде зашифрованы названия семи из них.

1. Простое вещество, образованное этим химическим элементом, представляет собой твердое, хрупкое вещество желтого цвета. Оно встречается в природе в самородном состоянии и известно человечеству с самых древних времен. Считалось, что голубое пламя и запах газов, образующихся при горении этого вещества, отгоняют демонов.

2. Этот элемент также известен с глубокой древности. Из него состоят несколько разных простых веществ, два из которых встречаются в природе: алмаз и графит. Все органические вещества содержат этот элемент в своем составе.



3. Из простого вещества, образованного этим элементом, в основном состоит земная атмосфера. Несмотря на это, при «крещении» элемент получил название «безжизненный». Калиевая соль одной из кислот, образуемых этим химическим элементом, входит в состав дымного пороха.

4. Впервые этот элемент был обнаружен не на Земле, а на Солнце спектральным анализом. При обычных условиях простое вещество представляет собой очень легкий негорючий газ, которым наполняют воздушные шары.

5. Один из самых распространенных в природе элементов (6 место по содержанию в земной коре). Будучи активнейшим металлом, в свободном состоянии в природе не встречается. Зато входит в состав обычной поваренной соли, которую мы едим каждый день.

6. А на этот элемент и вовсе приходится 47 % массы земной коры. Образуемое им газообразное простое вещество тоже входит в состав воздуха, но безжизненным этот элемент назвать уж точно нельзя. Интересно, что при сильном охлаждении этот бесцветный газ превращается в голубую жидкость.

7. В быту мы можем встретить этот элемент в коричневой водно-спиртовой настойке, которой обрабатывают небольшие порезы и раны. В природе его умеют накапливать некоторые виды морских водорослей, в частности, морская капуста. Простое вещество при обычных условиях представляет собой кристаллы чёрно-серого цвета с металлическим блеском. При нагревании превращается в красивые фиолетовые пары.

Вопросы и задания.

1. Разгадайте этот кроссворд. Ответы перепишите в рабочую тетрадь в формате «номер – слово».
2. Какой элемент оказался зашифрован в вертикальном столбце? Запишите его символ, укажите номер периода и группы ПС, в которых он находится.

В Вашем распоряжении оказался кусочек простого вещества, образованного элементом № 7, массой 10,16 г.

3. Для этого кусочка рассчитайте в штуках: а) количество молекул; б) количество атомов; в) количество протонов; г) количество нейтронов.

Для приготовления правильной водно-спиртовой настойки к Вашему кусочку следует добавить 2 г соединения калия с элементом № 7, 100 мл 96 % этилового спирта (плотность такого спирта 0,8 г/см³), 100 мл воды (ее плотность 1,0 г/см³) и тщательно все перемешать до полного растворения.

4. Для полученной Вами настойки рассчитайте: а) массовую долю простого вещества элемента № 7; б) массовую долю этилового спирта; в) общую массовую долю элемента № 7.

Задание 3.

«Воздушный шарик - игрушка, чаще всего сделанная из латекса, небольшого размера. Надувается воздухом или другим газом (ни в коем случае не надувать водородом!). Если используемый газ легче воздуха, шарик приобретает способность летать».

Из Википедии.

Семиклассник Петя узнал, что водород является самым легким газом, и решил запустить в воздух шарик с водородом. Старший брат Вова взвесил его шарик с ниткой и сказал ему, что для того, чтобы шарик полетел сегодня (температура воздуха на улице была около 0 °С, давление около 1 атм), ему надо как минимум 6,72 л водорода. Но поскольку использование водорода для заполнения шаров сопряжено с очень большим риском, он предложил Пете заполнить шар у папы на работе безопасным газом гелием, а сам ушел играть в футбол. Стоит ли говорить о том, что любознательный Петя решил, что теперь он просто обязан узнать, как получают водород и сколько чего может понадобиться, чтобы получить именно 6,72 л водорода. Отыскав в домашней библиотеке учебник по химии, он прочитал, что водород в лаборатории можно получить несколькими путями:



- а) взаимодействие лития с водой: $\text{Li} + \text{H}_2\text{O} = \text{LiOH} + \text{H}_2\uparrow$;

б) взаимодействие гидрида кальция с водой: $\text{CaH}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\uparrow$;

в) взаимодействие цинка с соляной кислотой: $\text{Zn} + \text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$;

г) взаимодействие алюминия со щелочью: $\text{Al} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\uparrow$.

Но найти примеры масс и объемов ему не удалось. Зато он нашел решение задачи по получению углекислого газа: «Чтобы рассчитать количества карбоната кальция и 35 % раствора соляной кислоты, необходимые для получения 11,2 л углекислого газа при нормальных условиях (н.у.: давление 1 атм, $T = 0^\circ\text{C}$) для начала необходимо написать реакцию и уравнять ее:



Зная, что объем одного моля любого газа при нормальных условиях (н.у.) равен 22,4 л ($V_m = 22,4$ л/моль – молярный объем газа при н.у.), найдем количество вещества углекислого газа: $V(\text{CO}_2) = V(\text{CO}_2)/V_m = 11,2\text{л}/22,4(\text{л/моль}) = 0,5$ моль. Из уравнения реакции, с учетом стехиометрических коэффициентов перед веществами следует, что для получения 1 моля углекислого газа требуется 1 моль карбоната кальция и 2 моля HCl. Тогда $V(\text{CO}_2) = 0,5$ моль = $V(\text{CaCO}_3) = 0,5 V(\text{HCl})$. Молярные массы исходных веществ равны $M(\text{CaCO}_3) = 40 + 12 + 16 \cdot 3 = 100$ г/моль и $M(\text{HCl}) = 1 + 35,5 = 36,5$ г/моль. Найдем массу карбоната кальция $m(\text{CaCO}_3) = 100\text{г/моль} \cdot 0,5$ моль = 50 г. Аналогично найдем массу хлороводорода $m(\text{HCl}) = 36,5\text{г/моль} \cdot 2 \cdot 0,5$ моль = 36,5 г. Однако, в выданной соляной кислоте содержится лишь 35% хлороводорода, а остальное – вода. Находим массу раствора хлороводорода $m(\text{HCl}) = 36,5/0,35 = 104$ г.

Ответ: для получения 11,2 л (при н.у.) углекислого газа необходимо смешать 50 г карбоната кальция и 104 г 35 % раствора соляной кислоты».

Подумав немного, Петя рассчитал все, что ему было нужно. Выполните и Вы вслед за ним следующие задания.

1. Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций а)-г).

2. Рассчитайте массы лития и гидрида кальция, необходимые для получения нужного количества водорода по реакциям а) и б). Сколько воды следует взять в каждом случае, если известно, что для лучшего протекания этих реакций воды надо брать в три раза больше, чем требуется по уравнению реакции?

3. Рассчитайте массу цинка, а также массу и объем 20 % раствора соляной кислоты (плотность такого раствора 1,1 г/см³), необходимые для получения нужного количества водорода по реакции в).

4. Рассчитайте массы алюминия и сухой калиевой щелочи, а также объем воды, необходимые для получения нужного количества водорода по реакции г). Учтите, что для лучшего протекания этой реакции воды по-прежнему надо взять трехкратный, а щелочи – полуторакратный (*1,5) избыток по отношению к расчетному количеству.

Вдохновленный неожиданными успехами, Петя вдруг понял, что химия-то ему понравилась, и решил дочитать до конца параграф про водород. Прочитав про его химические свойства, он однозначно расхотел надуть водородом свой шарик и задумался над советом брата.

5. Как Вы думаете, почему категорически запрещено заполнять воздушные шары водородом? Для убедительности сопроводите свой ответ уравнением реакции.

А теперь Пете всерьез потребовалась уже Ваша помощь. Вова не сообщил ему массу шарика с ниточкой, а когда он играет в футбол, его лучше не отвлекать.

6. Попробуйте оценить максимальную массу шарика с ниточкой, который будет летать в воздухе, если заполнить этот шарик 6,72 литрами водорода. Средняя молярная масса воздуха 29 г/моль.

7. Каким объемом гелия следует заполнить Петин шарик, чтобы он все-таки полетел и Петя осуществил свою мечту?



50-я Всесибирская открытая олимпиада школьников

Первый отборочный этап 2011-2012 уч. года

Задания по химии

9 класс



Задание 1. *"Соединяя необыкновенную силу воли с необыкновенною силою понятия, Ломоносов обнял все отрасли просвещения. Жажда науки была сильнейшею страстию сей души, исполненной страстей. Историк, ритор, механик, химик, минералог, художник и стихотворец, он все испытал и все проник".*

А.С. Пушкин.

История человечества знает много разносторонне одаренных людей. И среди них на одно из первых мест надо поставить великого русского ученого и просветителя Михаила Васильевича Ломоносова, 300-летию со дня рождения которого на прошлой неделе было посвящено множество праздничных научных мероприятий.

В своем сочинении «Элементы математической химии» (1741 г) М.В. Ломоносов писал: «Элемент есть часть тела, не состоящая из каких-либо других меньших и отличающихся от него тел... Корпускула есть собрание элементов, образующее одну малую массу... Корпускулы однородны, если состоят из одних и тех же элементов, соединенных одинаковым образом... Корпускулы разнородны, когда элементы их различны и соединены различным образом или в различном числе; от этого зависит бесконечное разнообразие тел...»

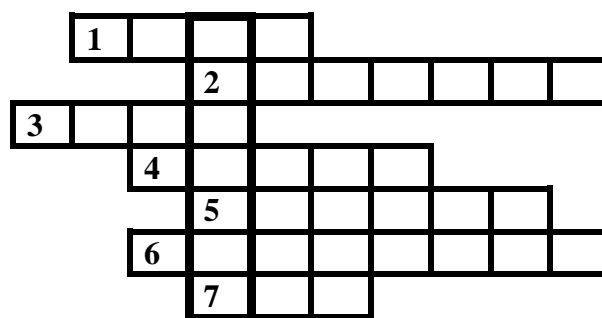
1. Какие современные термины (названия) соответствуют понятиям «элемент», «корпускула» и «тело», приведенным в сочинении М.В. Ломоносова? Имейте в виду, что в настоящее время термин «элемент» используют для обозначения несколько иного понятия, не такого, как во времена М.В. Ломоносова. Как называются «тела», состоящие из «однородных корпускул»?
2. Запишите современные определения для этих трех терминов, а также современное определение для термина «элемент».
3. Приведите по три примера «однородных и разнородных корпускул», из которых состоят какие-либо известные Вам тела. Ваши баллы за этот вопрос будут выше, если все шесть выбранных Вами корпускул будут состоять из разного количества элементов. Назовите тела, которые из этих корпускул состоят.

Задание 2.

В настоящий момент известно 118 химических элементов. Каждому из них присвоено символьное обозначение и дано название. В Периодической системе (ПС) Д.И. Менделеева каждый элемент находится в отдельной ячейке (клетке). В предлагаемом Вашему вниманию кроссворде зашифрованы названия семи из них.

1. Простое вещество, образованное этим химическим элементом, представляет собой твердое, хрупкое вещество желтого цвета. Оно встречается в природе в самородном состоянии и известно человечеству с самых древних времен. Считалось, что голубое пламя и запах газов, образующихся при горении этого вещества, отгоняют демонов.

2. Этот элемент также известен с глубокой древности. Из него состоят несколько разных простых веществ, два из которых встречаются в природе: алмаз и графит. Все органические вещества содержат этот элемент в своем составе.



3. Из простого вещества, образованного этим элементом, в основном состоит земная атмосфера. Несмотря на это, при «крещении» элемент получил название «безжизненный». Калиевая соль одной из кислот, образуемых этим химическим элементом, входит в состав дымного пороха.

4. Впервые этот элемент был обнаружен не на Земле, а на Солнце спектральным анализом. При обычных условиях простое вещество представляет собой очень легкий негорючий газ, которым наполняют воздушные шары.

5. Один из самых распространенных в природе элементов (6 место по содержанию в земной коре). Будучи активнейшим металлом, в свободном состоянии в природе не встречается. Зато входит в состав обычной поваренной соли, которую мы едим каждый день.

6. А на этот элемент и вовсе приходится 47 % массы земной коры. Образуемое им газообразное простое вещество тоже входит в состав воздуха, но безжизненным этот элемент назвать уж точно нельзя. Интересно, что при сильном охлаждении этот бесцветный газ превращается в голубую жидкость.

7. В быту мы можем встретить этот элемент в коричневой водно-спиртовой настойке, которой обрабатывают небольшие порезы и раны. В природе его умеют накапливать некоторые виды морских водорослей, в частности, морская капуста. Простое вещество при обычных условиях представляет собой кристаллы чёрно-серого цвета с металлическим блеском. При нагревании превращается в красивые фиолетовые пары.

Вопросы и задания.

1. Разгадайте этот кроссворд. Ответы перепишите в рабочую тетрадь в формате «номер – слово».

2. Какой элемент оказался зашифрован в вертикальном столбце? Запишите его символ, укажите номер периода и группы ПС, в которых он находится.

В Вашем распоряжении оказался кусочек простого вещества, образованного элементом № 7, массой 10,16 г.

3. Для этого кусочка рассчитайте в штуках: а) количество молекул; б) количество атомов; в) количество протонов; г) количество нейтронов.

Для приготовления правильной водно-спиртовой настойки к Вашему кусочку следует добавить 2 г соединения калия с элементом № 7, 100 мл 96 % этилового спирта (плотность такого спирта 0,8 г/см³), 100 мл воды (ее плотность 1,0 г/см³) и тщательно все перемешать до полного растворения.

4. Для полученной Вами настойки рассчитайте: а) массовую долю простого вещества элемента № 7; б) массовую долю этилового спирта; в) общую массовую долю элемента № 7.

Задание 3.

«Воздушный шарик - игрушка, чаще всего сделанная из латекса, небольшого размера. Надувается воздухом или другим газом (ни в коем случае не надувать водородом!). Если используемый газ легче воздуха, шарик приобретает способность летать».

Из Википедии.

Семиклассник Петя узнал, что водород является самым легким газом, и решил запустить в воздух шарик с водородом. Старший брат Вова взвесил его шарик с ниткой и сказал ему, что для того, чтобы шарик полетел сегодня (температура воздуха на улице была около 0 °С, давление около 1 атм), ему надо как минимум 6,72 л водорода. Но поскольку использование водорода для заполнения шаров сопряжено с очень большим риском, он предложил Пете заполнить шар у папы на работе безопасным газом гелием, а сам ушел играть в футбол. Стоит ли говорить о том, что любознательный Петя решил, что теперь он просто обязан узнать, как получают водород и сколько чего может понадобиться, чтобы получить именно 6,72 л водорода. Отыскав в домашней библиотеке учебник по химии, он прочитал, что водород в лаборатории можно получить несколькими путями:



а) взаимодействие лития с водой; б) взаимодействие гидрида кальция с водой;

в) взаимодействие цинка с соляной кислотой; г) взаимодействие алюминия со щелочью.

Но найти примеры масс и объемов ему не удалось. Зато он нашел решение задачи по получению углекислого газа: «Чтобы рассчитать количества карбоната кальция и 35 % раствора соляной кислоты, необходимые для получения 11,2 л углекислого газа при нормальных условиях (н.у.: давление 1 атм, $T = 0^\circ\text{C}$) для начала необходимо написать реакцию и уравнять ее:



Зная, что объем одного моля любого газа при нормальных условиях (н.у.) равен 22,4 л ($V_m = 22,4$ л/моль – молярный объем газа при н.у.), найдем количество вещества углекислого газа...» и т.д., вплоть до получения нужного ответа.

Подумав немного, Петя рассчитал все, что ему было нужно. Мы не стали приводить в условии полный текст решения, обнаруженного Петей, но надеемся, что Вы сами сумеете вслед за ним выполнить следующие задания.

1. Напишите уравнения реакций а)-г) (Пете было легче, уравнения он взял из учебника).
2. Рассчитайте массы лития и гидрида кальция, необходимые для получения нужного количества водорода по реакциям а) и б). Сколько воды следует взять в каждом случае, если известно, что для лучшего протекания этих реакций воды надо брать в три раза больше, чем требуется по уравнению реакции?
3. Рассчитайте массу цинка, а также массу и объем 20 % раствора соляной кислоты (плотность такого раствора 1,1 г/см³), необходимые для получения нужного количества водорода по реакции в).
4. Рассчитайте массы алюминия и сухой калиевой щелочи, а также объем воды, необходимые для получения нужного количества водорода по реакции г). Учтите, что для лучшего протекания этой реакции воды по-прежнему надо взять трехкратный, а щелочи – полуторакратный (*1,5) избыток по отношению к расчетному количеству.

Вдохновленный неожиданными успехами, Петя вдруг понял, что химия-то ему понравилась, и решил дочитать до конца параграф про водород. Прочитав про его химические свойства, он однозначно расхотел надуть водородом свой шарик и задумался над советом брата.

5. Как Вы думаете, почему категорически запрещено заполнять воздушные шары водородом? Для убедительности сопроводите свой ответ уравнением реакции.

А теперь Пете всерьез потребовалась уже Ваша помощь. Вова не сообщил ему массу шарика с ниточкой, а когда он играет в футбол, его лучше не отвлекать.

6. Попробуйте оценить максимальную массу шарика с ниточкой, который будет летать в воздухе, если заполнить этот шарик 6,72 литрами водорода. Средняя молярная масса воздуха 29 г/моль.
7. Каким объемом гелия следует заполнить Петин шарик, чтобы он все-таки полетел и Петя осуществил свою мечту?

Задание 4.

На экспериментальных турах школьных химических олимпиад участникам часто предлагают выполнить задачу по распознаванию водных растворов различных веществ. Для решения таких задач от участника требуется не только знание различных качественных реакций, но и наблюдательность, логическое мышление, аккуратность и другие весьма важные качества для химика-экспериментатора. Давайте попытаемся разобрать решение одной из таких задач и провести мысленный эксперимент по установлению содержимого восьми пронумерованных пробирок, содержащих водные растворы следующих солей:

сульфата меди(II),
хлорида аммония,

карбоната натрия,
хлорида никеля,

хлорида железа(III),
нитрата алюминия,

сульфида натрия,
хромата калия.



1. Напишите формулы предложенных для распознавания солей.

Заметим, что перечисленные растворы можно разделить на две группы: половина из них окрашена в различные цвета, другие – бесцветны. Ниже Вашему вниманию предлагается соответствие окрасок растворов и номеров пробирок в одном из вариантов, предложенных для распознавания.

№ пробирки	1	4	5	7
Окраска раствора	желтая	зеленая	голубая	коричневая

2. Руководствуясь указанными окрасками растворов веществ, попробуйте соотнести номер пробирки с формулами соответствующих солей.

Для распознавания оставшихся четырех бесцветных растворов можно воспользоваться их взаимодействием с растворами дополнительных реактивов – **нитрата серебра, азотной кислоты и гидроксида натрия**. Происходящие при этом изменения отмечены в приведенной ниже таблице.

№ пробирки		2	3	6	8
Изменения, происходящие при добавлении	AgNO_3	белый осадок	белый "творожистый" осадок	черный осадок	нет видимых изменений
	HNO_3	"вскипание" раствора (выделяется газ без запаха)	нет видимых изменений	появление запаха "тухлых яиц"	нет видимых изменений
	NaOH	нет видимых изменений	появление запаха нашатырного спирта	нет видимых изменений	белый осадок, который исчезает при добавлении избытка NaOH

3. На основании отмеченных в таблице изменений попробуйте соотнести номер пробирки с формулами соответствующих солей.

4. Напишите уравнения всех реакций, которые были использованы для распознавания бесцветных растворов ($\text{NaOH} + 8$ – две реакции, всего 8 реакций, отмеченных в таблице).

5. Попробуйте записать уравнения реакций, происходящих при сливании растворов, находящихся в пробирках **а)** № 2 и № 7; **б)** № 6 и № 8; **в)** № 5 и № 6, а также уравнение реакции, протекающей при подкислении азотной кислотой раствора в пробирке № 1.



50-я Всесибирская открытая олимпиада школьников

Первый отборочный этап 2011-2012 уч. года

Задания по химии

10 класс



Задание 1. *"Соединяя необыкновенную силу воли с необыкновенною силою понятия, Ломоносов обнял все отрасли просвещения. Жажда науки была сильнейшею страстию сей души, исполненной страстей. Историк, ритор, механик, химик, минералог, художник и стихотворец, он все испытал и все проник".*

А.С. Пушкин.

История человечества знает много разносторонне одаренных людей. И среди них на одно из первых мест надо поставить великого русского ученого и просветителя Михаила Васильевича Ломоносова, 300-летию со дня рождения которого на прошлой неделе было посвящено множество праздничных научных мероприятий.

В своем сочинении «Элементы математической химии» (1741 г) М.В. Ломоносов писал: «Элемент есть часть тела, не состоящая из каких-либо других меньших и отличающихся от него тел... Корпускула есть собрание элементов, образующее одну малую массу... Корпускулы однородны, если состоят из одних и тех же элементов, соединенных одинаковым образом... Корпускулы разнородны, когда элементы их различны и соединены различным образом или в различном числе; от этого зависит бесконечное разнообразие тел...»

1. Какие современные термины (названия) соответствуют понятиям «элемент», «корпускула» и «тело», приведенным в сочинении М.В. Ломоносова? Имейте в виду, что в настоящее время термин «элемент» используют для обозначения несколько иного понятия, не такого, как во времена М.В. Ломоносова. Как называются «тела», состоящие из «однородных корпускул»?
2. Запишите современные определения для этих трех терминов, а также современное определение для термина «элемент».
3. Приведите по три примера «однородных и разнородных корпускул», из которых состоят какие-либо известные Вам тела. Ваши баллы за этот вопрос будут выше, если все шесть выбранных Вами корпускул будут состоять из разного количества элементов. Назовите тела, которые из этих корпускул состоят.

Задание 2.



Рассказывают, что к этому открытию, состоявшемуся в 1811 году, оказалась причастна обыкновенная кошка. Она столкнула склянку с концентрированной серной кислотой на нагретую жаровню, в которой парижский селитровар Бернар Куртуа прокаливал морские водоросли. Над жаровней поднялись красивые клубы ярко окрашенного "дыма", оказавшиеся парами нового химического элемента (X). Название этого элемента, присвоенное ему в 1813 году французским химиком Жозефом-Луи Гей-Люссаком, в переводе с греческого языка означает «Y», что и соответствует цвету его паров.



В человеческом организме этого элемента всего 25 мг, однако при его систематическом недостатке задерживается физическое и умственное развитие и развивается болезнь щитовидной железы, называемая эндемический зоб. Трудно представить себе современную медицину и фармакологию без соединений X. Еще в 1904 году русский военный врач Филончиков ввел в практику настойки X для обработки ран.

В состав современной **настойки** входят 5 г **X**, 2 г его соединения с калием (**Z**) и 50 мл 96%-го этилового спирта на каждые 50 мл воды. Раствор **Люголя**, содержащий в 97 мл воды 1 г **X** и 2 г **Z**, используют для смазывания слизистой оболочки горла и полости рта при воспалениях (ангине, стоматите и др.). Детям для тех же целей рекомендуют менее раздражающий раствор **Манделя** (94 мл глицерина, 3 мл воды, 1 г **X** и 2 г **Z**). Можно просто полоскать горло теплым **содо-солевым** раствором, содержащим по 1 чайной ложке (5 г) поваренной соли и питьевой соды и 10 капель (0,3 мл) настойки **X** в стакане воды (200 мл). Соединения **X** с крахмалом и поливиниловым спиртом используют для лечения открытых ран, язв и флегмон, атеросклероза, периодонтита и отита, расстройства желудка и даже дизентерии.

1. Расшифруйте обозначения **X**, **Y** и **Z**. Напишите уравнение реакции, впервые осуществленной кошкой.
2. Рассчитайте концентрации (массовые доли) **всех** компонентов **настойки** (плотность 96% спирта 0,8 г/см³), растворов **Люголя** и **Манделя** (плотность глицерина 1,261 г/см³).
3. **Содо-солевой** раствор, желтый в момент приготовления, очень быстро обесцвечивается. Напишите уравнение такой реакции между неорганическими компонентами раствора, которая приводит к потере им цвета.
4. Для профилактики эндемического зоба среди населения найдено изящное решение. В чем оно заключается?
5. Как можно заметить, ко всем растворам, содержащим **X**, добавляют еще и **Z**. Поясните, зачем это делается. Если сможете, напишите уравнение реакции.
6. Как Вы думаете, зачем автор этой задачи вставил в условие портрет Магистра Джедаев?

Задание 3.

«Воздушный шарик - игрушка, чаще всего сделанная из латекса, небольшого размера. Надувается воздухом или другим газом (ни в коем случае не надувать водородом!). Если используемый газ легче воздуха, шарик приобретает способность летать».

Из Википедии.



Семиклассник Петя узнал, что водород является самым легким газом, и решил запустить в воздух шарик с водородом. Старший брат Вова взвесил его шарик с ниткой и сказал ему, что для того, чтобы шарик полетел сегодня (температура воздуха на улице была около 0 °С, давление около 1 атм), ему надо как минимум 6,72 л водорода. Но поскольку использование водорода для заполнения шаров сопряжено с очень большим риском, он предложил Пете заполнить шар у папы на работе безопасным газом гелием, а сам ушел играть в футбол. Стоит ли говорить о том, что любознательный Петя решил, что теперь он просто обязан узнать, как получают водород и сколько чего может понадобиться, чтобы получить именно 6,72 л водорода. Отыскав в домашней библиотеке учебник по химии, он прочитал, что водород в лаборатории можно получить несколькими путями:

- а) взаимодействие лития с водой; б) взаимодействие гидрида кальция с водой;
- в) взаимодействие цинка с соляной кислотой; г) взаимодействие алюминия со щелочью.

Но найти примеры масс и объемов ему не удалось. Зато он нашел решение задачи по получению углекислого газа: *«Чтобы рассчитать количества карбоната кальция и 35 % раствора соляной кислоты, необходимые для получения 11,2 л углекислого газа при нормальных условиях (н.у.: давление 1 атм, T = 0 °С) для начала необходимо написать реакцию и уравнять ее:*



Зная, что объем одного моля любого газа при нормальных условиях (н.у.) равен...» и т.д., вплоть до получения нужного ответа.

Подумав немного, Петя рассчитал все, что ему было нужно. Мы не стали приводить в условии полный текст решения, обнаруженного Петей, но надеемся, что Вы сами сумеете вслед за ним выполнить следующие задания.

1. Напишите уравнения реакций а)-г) (Пете было легче, уравнения он взял из учебника).
2. Рассчитайте массы лития и гидрида кальция, необходимые для получения нужного количества водорода по реакциям а) и б). Сколько воды следует взять в каждом случае, если известно, что для лучшего протекания этих реакций воды надо брать в три раза больше, чем требуется по уравнению реакции?
3. Рассчитайте массу цинка, а также массу и объем 20 % раствора соляной кислоты (плотность такого раствора 1,1 г/см³), необходимые для получения нужного количества водорода по реакции в).
4. Рассчитайте массы алюминия и сухой калиевой щелочи, а также объем воды, необходимые для получения нужного количества водорода по реакции г). Учтите, что для лучшего протекания этой реакции воды по-прежнему надо взять трехкратный, а щелочи – полуторакратный (*1,5) избыток по отношению к расчетному количеству.

Вдохновленный неожиданными успехами, Петя вдруг понял, что химия-то ему понравилась, и решил дочитать до конца параграф про водород. Прочитав про его химические свойства, он однозначно расхотел надувать водородом свой шарик и задумался над советом брата.

5. Как Вы думаете, почему категорически запрещено заполнять воздушные шары водородом? Для убедительности сопроводите свой ответ уравнением реакции.

А теперь Пете всерьез потребовалась уже Ваша помощь. Вова не сообщил ему массу шарика с ниточкой, а когда он играет в футбол, его лучше не отвлекать.

6. Попробуйте оценить максимальную массу шарика с ниточкой, который будет летать в воздухе, если заполнить этот шарик 6,72 литрами водорода. Средняя молярная масса воздуха 29 г/моль.
7. Каким объемом гелия следует заполнить Петин шарик, чтобы он все-таки полетел и Петя осуществил свою мечту?

Задание 4.

На экспериментальных турах школьных химических олимпиад участникам часто предлагают выполнить задачу по распознаванию водных растворов различных веществ. Для решения таких задач от участника требуется не только знание различных качественных реакций, но и наблюдательность, логическое мышление, аккуратность и другие весьма важные качества для химика-экспериментатора. Давайте попытаемся разобрать решение одной из таких задач и провести мысленный эксперимент по установлению содержимого восьми пронумерованных пробирок, содержащих водные растворы следующих солей:



сульфата меди(II), карбоната натрия, хлорида железа(III), сульфида натрия,
хлорида аммония, хлорида никеля, нитрата алюминия, хромата калия.

1. Напишите формулы предложенных для распознавания солей.

Заметим, что перечисленные растворы можно разделить на две группы: половина из них окрашена в различные цвета, другие – бесцветны. Ниже Вашему вниманию предлагается соответствие окрасок растворов и номеров пробирок в одном из вариантов, предложенных для распознавания.

№ пробирки	1	4	5	7
Окраска раствора	желтая	зеленая	голубая	коричневая

2. Руководствуясь указанными окрасками растворов веществ, попробуйте соотнести номер пробирки с формулами соответствующих солей.

Для распознавания оставшихся четырех бесцветных растворов можно воспользоваться их взаимодействием с растворами дополнительных реактивов – **нитрата серебра, азотной кислоты и гидроксида натрия**. Происходящие при этом изменения отмечены в приведенной ниже таблице.

№ пробирки		2	3	6	8
Изменения, происходящие при добавлении	AgNO₃	белый осадок	белый "творожистый" осадок	черный осадок	нет видимых изменений
	HNO₃	"вскипание" раствора (выделяется газ без запаха)	нет видимых изменений	появление запаха "тухлых яиц"	нет видимых изменений
	NaOH	нет видимых изменений	появление запаха нашатырного спирта	нет видимых изменений	белый осадок, который исчезает при добавлении избытка NaOH

3. На основании отмеченных в таблице изменений попробуйте соотнести номер пробирки с формулами соответствующих солей.

4. Напишите уравнения всех реакций, которые были использованы для распознавания бесцветных растворов (NaOH + 8 – две реакции, всего 8 реакций, отмеченных в таблице).

5. Попробуйте записать уравнения реакций, происходящих при сливании растворов, находящихся в пробирках **а)** № 2 и № 7; **б)** № 6 и № 8; **в)** № 5 и № 6, а также уравнение реакции, протекающей при подкислении азотной кислотой раствора в пробирке № 1.

Задание 5.



Предельный углеводород **A** используется в качестве компонента горючего для двигателей внутреннего сгорания, находит применение в газовых зажигалках и баллонах заправки к ним, а также в качестве наполнителя в баллончиках с аэрозолями. Кроме того, этот углеводород применяется в качестве хладагента для изготовления бытовых холодильников, поскольку не разрушает озоновый слой и позволяет обеспечить пониженное энергопотребление.



Известно, что относительная плотность углеводорода **A** по воздуху не превышает 3. При хлорировании **A** получается смесь только двух моноклорпроизводных **B₁** и **B₂**, которая после обработки спиртовым раствором гидроксида калия дает лишь одно соединение **B**. При кислотно-катализируемой гидратации вещества **B** образуется единственный продукт **Г**, массовая доля кислорода в котором составляет 21,6 %.

1. Определите молекулярную формулу углеводорода **A** (приведите все необходимые расчеты и рассуждения).

2. Приведите структурные формулы и названия всех возможных изомеров углеводорода **A**. О каком из этих изомеров идет речь в условии задания?

3. Изобразите структурные формулы соединений **B₁**, **B₂**, **B** и **Г**. Назовите эти соединения по номенклатуре IUPAC.

4. Напишите уравнения реакций соединения **B** со следующими веществами (с указанием всех продуктов и стехиометрических коэффициентов; для записи органических веществ используйте структурные формулы): **а)** бромоводородом; **б)** бромоводородом в присутствии органического пероксида (например, пероксида бензоила); **в)** хлором (1 моль) при 500 °С; **г)** раствором перманганата калия, подкисленным серной кислотой; **д)** раствором перманганата калия в щелочном (гидроксид калия) растворе.



50-я Всесибирская открытая олимпиада школьников

Первый отборочный этап 2011-2012 уч. года

Задания по химии

11 класс



Задание 1. *"Соединяя необыкновенную силу воли с необыкновенною силою понятия, Ломоносов обнял все отрасли просвещения. Жажда науки была сильнейшею страстию сей души, исполненной страстей. Историк, ритор, механик, химик, минералог, художник и стихотворец, он все испытал и все проник".*

А.С. Пушкин.

История человечества знает много разносторонне одаренных людей. И среди них на одно из первых мест надо поставить великого русского ученого и просветителя Михаила Васильевича Ломоносова, 300-летию со дня рождения которого на прошлой неделе было посвящено множество праздничных научных мероприятий.

В своем сочинении «Элементы математической химии» (1741 г) М.В. Ломоносов писал: «Элемент есть часть тела, не состоящая из каких-либо других меньших и отличающихся от него тел... Корпускула есть собрание элементов, образующее одну малую массу... Корпускулы однородны, если состоят из одних и тех же элементов, соединенных одинаковым образом... Корпускулы разнородны, когда элементы их различны и соединены различным образом или в различном числе; от этого зависит бесконечное разнообразие тел...»

1. Какие современные термины (названия) соответствуют понятиям «элемент», «корпускула» и «тело», приведенным в сочинении М.В. Ломоносова? Имейте в виду, что в настоящее время термин «элемент» используют для обозначения несколько иного понятия, не такого, как во времена М.В. Ломоносова. Как называются «тела», состоящие из «однородных корпускул»?

2. Запишите современные определения для этих трех терминов, а также современное определение для термина «элемент».

3. Приведите по три примера «однородных и разнородных корпускул», из которых состоят какие-либо известные Вам тела. Ваши баллы за этот вопрос будут выше, если все шесть выбранных Вами корпускул будут состоять из разного количества элементов. Назовите тела, которые из этих корпускул состоят.

Задание 2.



Рассказывают, что к этому открытию, состоявшемуся в 1811 году, оказалась причастна обыкновенная кошка. Она столкнула склянку с концентрированной серной кислотой на нагретую жаровню, в которой парижский селитровар Бернар Куртуа прокаливал морские водоросли. Над жаровней поднялись красивые клубы ярко окрашенного "дыма", оказавшиеся парами нового химического элемента (X). Название этого элемента, присвоенное ему в 1813 году французским химиком Жозефом-Луи Гей-Люссаком, в переводе с греческого языка означает «Y», что и соответствует цвету его паров.



В человеческом организме этого элемента всего 25 мг, однако при его систематическом недостатке задерживается физическое и умственное развитие и развивается болезнь щитовидной железы, называемая эндемический зоб. Трудно представить себе современную медицину и фармакологию без соединений X. Еще в 1904 году русский военный врач Филончиков ввел в практику настойки X для обработки ран.

В состав современной **настойки** входят 5 г **X**, 2 г его соединения с калием (**Z**) и 50 мл 96%-го этилового спирта на каждые 50 мл воды. Раствор **Люголя**, содержащий в 97 мл воды 1 г **X** и 2 г **Z**, используют для смазывания слизистой оболочки горла и полости рта при воспалениях (ангине, стоматите и др.). Детям для тех же целей рекомендуют менее раздражающий раствор **Манделя** (94 мл глицерина, 3 мл воды, 1 г **X** и 2 г **Z**). Можно просто полоскать горло теплым **содо-солевым** раствором, содержащим по 1 чайной ложке (5 г) поваренной соли и питьевой соды и 10 капель (0,3 мл) настойки **X** в стакане воды (200 мл). Соединения **X** с крахмалом и поливиниловым спиртом используют для лечения открытых ран, язв и флегмон, атеросклероза, периодонтита и отита, расстройства желудка и даже дизентерии.

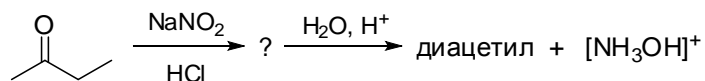
1. Расшифруйте обозначения **X**, **Y** и **Z**. Напишите уравнение реакции, осуществленной кошкой.
2. Рассчитайте концентрации (моль/л) **всех** компонентов растворов **Люголя** и **Манделя** (плотность глицерина 1,261 г/см³). Объем каждого из растворов принять равным сумме объемов входящих в его состав жидкостей. Изобразите структурную формулу глицерина.
3. Дезинфицирующие свойства **содо-солевого** раствора обусловлены наличием уже не самого вещества **X** (его там слишком мало), а продукта его реакции с этанолом в присутствии соды, обладающего более мощным бактерицидным воздействием. Напишите уравнение этой реакции, назовите этот продукт и рассчитайте его концентрацию (моль/л) в содо-солевом растворе.
4. Для профилактики эндемического зоба среди населения найдено изящное решение. В чем оно заключается?
5. Как можно заметить, ко всем растворам, содержащим **X**, добавляют еще и **Z**. Поясните, зачем это делается. Если сможете, напишите уравнение реакции.
6. Как Вы думаете, зачем автор этой задачи вставил в условие портрет Магистра Джедаев?

Задание 3.

Диацетил – желто-зеленая жидкость с запахом топленого сливочного масла. Это вещество содержится в коровьем жире, некоторых эфирных маслах, обжаренном кофе, цикории, продуктах гидролиза древесины и пиролиза табака. Пищевая промышленность сегодня не может обойтись без диацетила – производство маргарина, спрэдов, которые так аппетитно намазывает на хлеб домохозяйка из рекламы, печенья, конфет, попкорна и многих других «вкусностей» с характерным сливочным запахом. В настоящее время диацетил не выделяют из природного сырья, а получают в промышленности синтетически.



Одна из схем синтеза диацетила (метод **A**) использует реакцию нитрозирования метилэтилкетона с последующим гидролизом:



Существуют и другие методы синтеза диацетила:

- метод **B**: действие водных растворов сильных неорганических кислот в присутствии солей ртути(II) на диацетилен (бутадиин-1,3);
- метод **B**: осторожное окисление (например, дихроматом калия в присутствии серной кислоты) бундиола-2,3.

1. Изобразите структурную формулу диацетила и продукта, обозначенного в схеме **A** знаком «?».
2. Напишите **уравнения реакций** получения диацетила по методам **B** и **B**.

Альтернативным методом получения диацетила может быть следующая схема.

3. Замените знаки «?» соответствующими структурными формулами. Назовите все органические вещества.

4. Напишите **уравнение реакции** диацетила с *орто*-фенилендиамином.

В разбавленном растворе гидроксида натрия диацетил превращается в циклическое соединение **X** – 2,5-дигидрокси-2,5-диметил-1,4-циклогександион.

5. Изобразите структурную формулу соединения **X**.

6. Попробуйте привести механизм образования соединения **X** из диацетила.

При использовании вместо разбавленного раствора гидроксида натрия концентрированного и нагревание реакционной смеси приводит к превращению диацетила в соединение **Y**, в молекуле которого, в отличие от **X**, содержатся связи C=C.

7. Приведите структурную формулу соединения **Y**.

Задание 4.

На экспериментальных турах школьных химических олимпиад участникам часто предлагают выполнить задачу по распознаванию водных растворов различных веществ. Для решения таких задач от участника требуется не только знание различных качественных реакций, но и наблюдательность, логическое мышление, аккуратность и другие весьма важные качества для химика-экспериментатора. Давайте попытаемся разобрать решение одной из таких задач и провести мысленный эксперимент по установлению содержимого восьми пронумерованных пробирок, содержащих водные растворы следующих солей:



сульфата меди(II), хлорида аммония, карбоната натрия, хлорида никеля, хлорида железа(III), нитрата алюминия, сульфида натрия, хромата калия.

1. Напишите формулы предложенных для распознавания солей.

Заметим, что перечисленные растворы можно разделить на две группы: половина из них окрашена в различные цвета, другие – бесцветны. Ниже Вашему вниманию предлагается соответствие окрасок растворов и номеров пробирок в одном из вариантов, предложенных для распознавания.

№ пробирки	1	4	5	7
Окраска раствора	желтая	зеленая	голубая	коричневая

2. Руководствуясь указанными окрасками растворов веществ, попробуйте соотнести номер пробирки с формулами соответствующих солей.

Для распознавания оставшихся четырех бесцветных растворов можно воспользоваться их взаимодействием с растворами дополнительных реактивов – **нитрата серебра, азотной кислоты и гидроксида натрия**. Происходящие при этом изменения отмечены в приведенной ниже таблице.

№ пробирки		2	3	6	8
Изменения, происходящие при добавлении	AgNO₃	белый осадок	белый "творожистый" осадок	черный осадок	нет видимых изменений
	HNO₃	"вскипание" раствора (выделяется газ без запаха)	нет видимых изменений	появление запаха "тухлых яиц"	нет видимых изменений
	NaOH	нет видимых изменений	появление запаха нашатырного спирта	нет видимых изменений	белый осадок, который исчезает при добавл. избытка NaOH

3. На основании отмеченных в таблице изменений попробуйте соотнести номер пробирки с формулами соответствующих солей.
4. Напишите уравнения всех реакций, которые были использованы для распознавания бесцветных растворов ($\text{NaOH} + 8$ – две реакции, всего 8 реакций, отмеченных в таблице).
5. Попробуйте записать уравнения реакций, происходящих при сливании растворов, находящихся в пробирках **а)** № 2 и № 7; **б)** № 6 и № 8; **в)** № 5 и № 6, а также уравнение реакции, протекающей при подкислении азотной кислотой раствора в пробирке № 1.

Задание 5.



Предельный углеводород **A** используется в качестве компонента горючего для двигателей внутреннего сгорания, находит применение в газовых зажигалках и баллонах заправки к ним, а также в качестве наполнителя в баллончиках с аэрозолями. Кроме того, этот углеводород применяется в качестве хладагента для изготовления бытовых холодильников, поскольку не разрушает озоновый слой и позволяет обеспечить пониженное энергопотребление.



Известно, что относительная плотность углеводорода **A** по воздуху не превышает 3. При хлорировании **A** получается смесь только двух монохлорпроизводных **B₁** и **B₂**, которая после обработки спиртовым раствором гидроксида калия дает лишь одно соединение **B**. При кислотно-катализируемой гидратации вещества **B** образуется единственный продукт **Г**, массовая доля кислорода в котором составляет 21,6 %.

1. Определите молекулярную формулу углеводорода **A** (приведите все необходимые расчеты и рассуждения).
2. Приведите структурные формулы и названия всех возможных изомеров углеводорода **A**. О каком из этих изомеров идет речь в условии задания?
3. Изобразите структурные формулы соединений **B₁**, **B₂**, **B** и **Г**. Назовите эти соединения по номенклатуре IUPAC.
4. Напишите уравнения реакций соединения **B** со следующими веществами (с указанием всех продуктов и стехиометрических коэффициентов; для записи органических веществ используйте структурные формулы): **а)** бромоводородом; **б)** бромоводородом в присутствии органического пероксида (например, пероксида бензоила); **в)** хлором (1 моль) при 500 °С; **г)** раствором перманганата калия, подкисленным серной кислотой; **д)** раствором перманганата калия в щелочном (гидроксид калия) растворе.
5. Для вещества **B** можно предложить изомерное соединение **B₁**, относящееся к тому же классу соединений, что и **B**, но способное существовать в виде геометрических изомеров. Приведите структурные формулы и названия геометрических изомеров **B₁**.
6. Напишите уравнения реакций соединения **Г** со следующими веществами (с указанием всех продуктов и стехиометрических коэффициентов; для записи органических веществ используйте структурные формулы): **а)** концентрированной серной кислотой при комнатной температуре бромоводородом; **б)** бензолом в присутствии концентрированной серной кислоты при нагревании; **в)** уксусной кислотой в присутствии концентрированной серной кислоты при нагревании.
7. Для вещества **Г** можно предложить изомерное соединение **Г₁**, относящееся к тому же классу соединений, что и **Г**, но способное существовать в виде оптических изомеров. Приведите структурную формулу и название изомера **Г₁**.



50-я Всесибирская открытая олимпиада школьников
Второй отборочный этап 2011-2012 уч. года
Задания по химии
11 класс



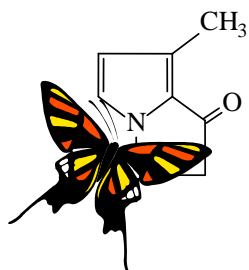
Дорогие ребята!

Вашему вниманию предлагается комплект заданий заочного тура Всесибирской олимпиады школьников по химии 2011-2012 года. В Вашем распоряжении почти полтора месяца времени и все доступные методические ресурсы: библиотеки, книги, задачки, Интернет и т.д. Единственное, о чем мы бы хотели Вас очень сильно попросить: постарайтесь выполнять задания максимально самостоятельно, не переписывая решения друг у друга.

Помните, что для того, чтобы попасть в число призеров, вовсе не обязательно правильно решить все задачи. Даже если Вам удастся найти частичное решение лишь к одному заданию, присылайте нам и его – для Вас это станет первым серьезным шагом на нелегком пути к познанию увлекательной и волшебной науки – химии. Мы, в свою очередь, будем знать о том, что где-то, может быть очень далеко от столицы Сибири, появился еще один любознательный школьник, интересы которого не ограничиваются дискотеками, компьютерными играми и развлекательными телепередачами.

Для облегчения работы жюри решение каждой задачи желательно начинать с новой страницы.

Успехов Вам во всех Ваших делах и начинаниях и с наступающим Новым годом!



Факультет естественных наук Новосибирского национального исследовательского государственного университета будет рад видеть Вас в числе своих абитуриентов!

*С искренним уважением к Вам и Вашим педагогам и наставникам,
Методическая комиссия и жюри Всесибирской открытой олимпиады школьников.*

Задание 1. «Новогодняя химия».

Metodichescaya comissiya i zhyuri vsesibirskoj otkrytoj olimpiady shcol'nikov iskrenne pozdravlyayut vas s nastupayuschim novym godom!

Если Вы интересуетесь химией, то Вам волей-неволей приходится регулярно иметь дело с буквами латинского алфавита, поскольку именно такими буквами обозначают символы химических элементов. В адресованном Вам поздравлении, написанном латинскими буквами, таких «спрятанных» элементов оказалось довольно много.



Вооружитесь Периодической системой и попробуйте отыскать в этом поздравлении максимальное количество химических элементов. Правила простые:

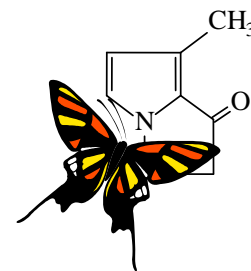
- каждую букву можно использовать только один раз;
- символы, состоящие из двух букв, обязательно должны идти подряд, причем можно использовать последнюю букву предыдущего слова и начальную букву следующего;
- один и тот же элемент дважды искать не нужно.

1. Перепишите этот текст, выделяя обнаруженные Вами символы химических элементов заглавной буквой и отметив их в тексте жирным шрифтом, другим цветом, или взяв в рамочку. Ваша задача – найти как можно больше элементов, поэтому будьте внимательны! Например, в слове «**snegurochka**» Вы можете обнаружить 6 символов (**S**neg**U**r**O**C**H**K**A**), а можете и 7 (**S**Ne**g****U**r**O**C**H**K**A**).

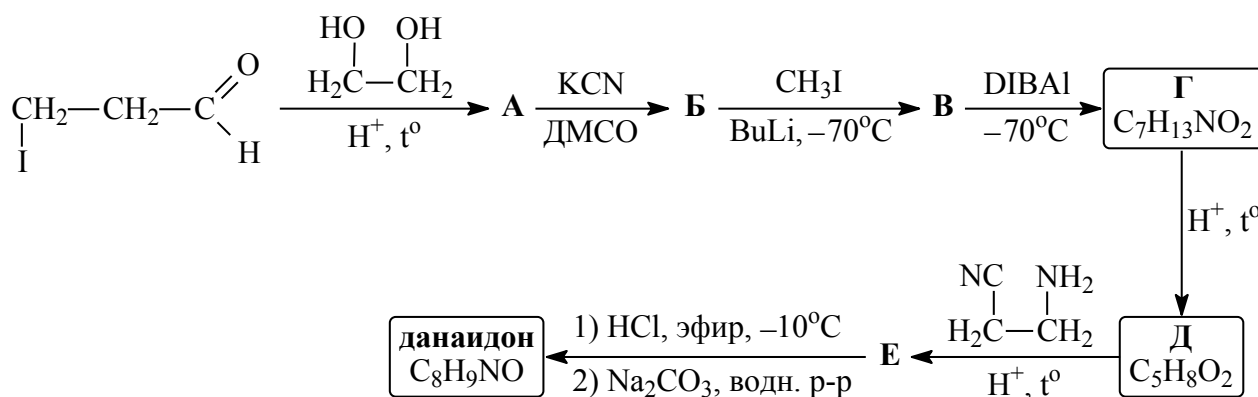
2. Для каждого из обнаруженных Вами элементов-неметаллов приведите по одному примеру соединений со фтором (формулы).

Задание 2. «ФЕН – значит первый!».

Жизнь любого организма управляется огромным количеством разнообразных химических веществ. Особые вещества, предназначенные для общения одних живых организмов с другими, получили название феромонов. С помощью этих веществ, например, насекомые находят и распознают друг друга, привлекают или отпугивают, подают сигнал тревоги и т.д.



Факультет естественных наук (ФЕН) был первым и единственным факультетом в составе открывшегося в 1959 году Новосибирского государственного университета. Эмблемой ФЕН НГУ является бабочка-монарх (*Danaus chrysippus*), изображенная на фоне структурной формулы ее феромона – **данаидона**. Эта эмблема символизирует неразрывность двух естественных наук – химии и биологии, наиболее точно отображая процесс образования на ФЕН НГУ, который включает химическое и биологическое отделения. Ниже Вашему вниманию предложена схема, с помощью которой можно получить данаидон.



Список принятых на схеме сокращений:

DMCO – диметилсульфоксид, BuLi – н-бутиллитий, DIBAl – гидрид диизобутилалюминия.

1. Приведите структурные формулы соединений А–Е и данаидона.

2. Приведите структурную формулу твердого гидроксида диизобутилалюминия (DIBAl), если известно, что в кристаллическом виде он существует в виде димера с двумя атомами алюминия.

3. Проведение стадии с образованием вещества **A** необходимо для того, чтобы «защитить» альдегидную группу в исходном соединении (3-иодпропанале) от последующего действия цианида калия при образовании продукта **Б**. Напишите структурную формулу продукта, который бы образовался из 3-иодпропанала при действии на него избытком цианида калия (в слабокислой среде).

4. Будет ли какое-нибудь изменение в структуре продукта **Б**, если цианид калия заменить на цианид серебра? Если да, приведите структурную формулу образующегося в этом случае продукта.

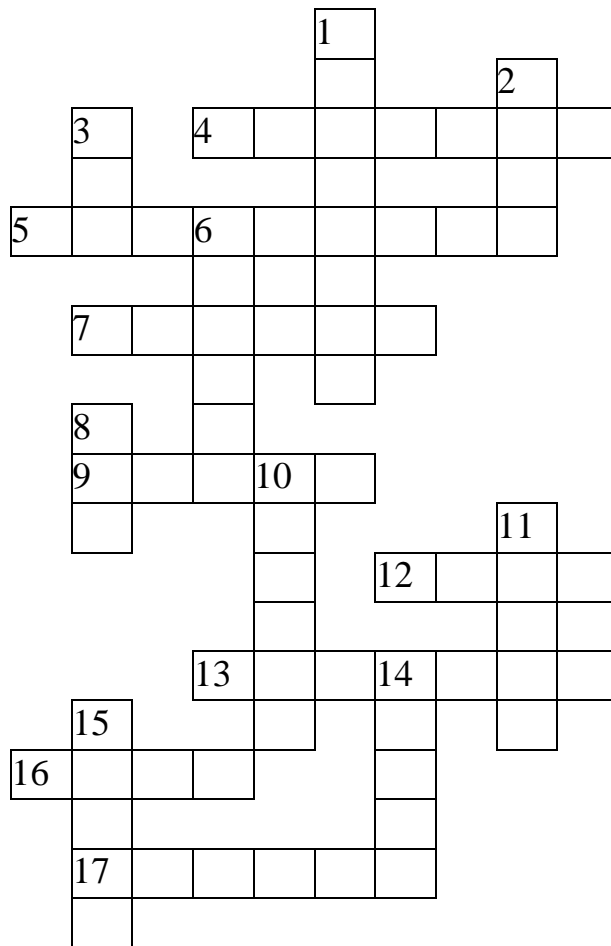
Задание 3. «Палитра названий».

В предлагаемом Вашему вниманию кроссворде зашифрованы русские названия элементов, которые произошли от названий на других языках различных окрасок, так или иначе связанных с этими элементами: цвет соединений этих элементов, их минералов, спектральных линий и т.п.:

B, S, Cl, Cr, Rb, Zr, Rh, Ag, In, Sn, I, Cs, Pr, Ir, Au, Tl, Bi.

Вам даны переводы этих названий на русский язык и некоторые комментарии.

- 1) «Золотистый»: минерал, от которого пошло название этого элемента, находит широкое применение в ювелирном деле.
- 2) Название металла так и переводится: «цвет», за разнообразие окрасок его соединений.
- 3) «Белым» в переводе с арабского называется наиболее известный из минералов, содержащих этот неметалл.
- 4) и 6) «Светлый» и «утренняя заря»: благородные металлы, известные с древности.
- 5) «Зеленый близнец» – в отличие от 13-ти остальных элементов-близнецов его соли – зеленого цвета.
- 7) и 10) «Белый металл» и «зеленая ветвь (в спектре)» – эти соседи одного известного тяжелого металла имеют ряд общих с ним свойств, в частности, крайне ядовиты и в высших степенях окисления являются сильными окислителями.
- 8) и 12) «Фиолетовый» и «зеленый», а вместе они – «порождающие соли».
- 9) «Бело-желтый» – такие корни имеет его русское название, а латинское происходит от слова «твердый».
- 11) и 17) «Розовый» и «радуга» – снова благородные металлы. Цвета соединений более тяжелого из них показали первооткрывателю разнообразнее.
- 13 и 15) «Темно-красная» и «светло-голубая»: линии именно таких цветов эти щелочные металлы дают в спектре; а чтобы понять, кто из них кто, вспомните название драгоценного камня темно-красного цвета.
- 14) Назван так из-за темно-синего цвета, в который он окрашивает пламя, а вовсе не в честь страны, занимающей второе место в мире по численности населения.
- 16) «Светло-желтый» – это цвет простого вещества, которое горит голубым пламенем.



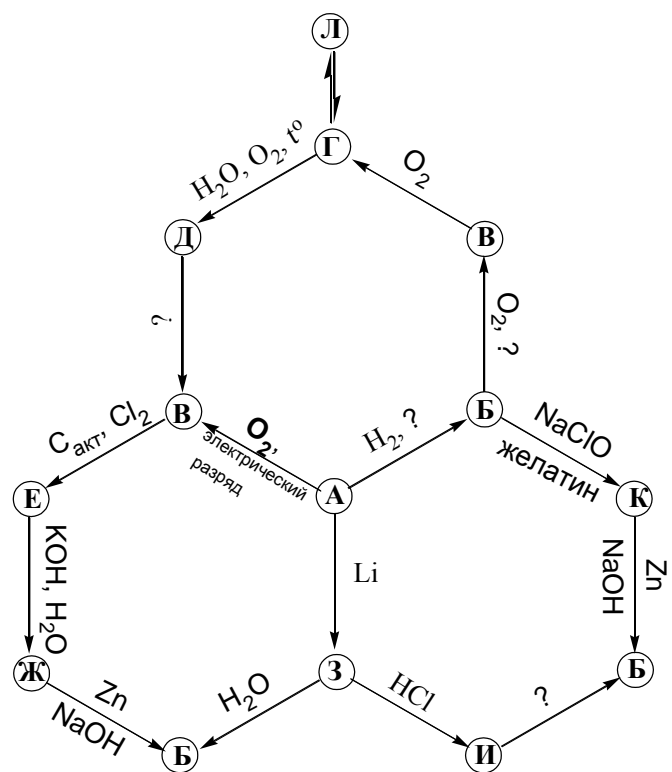
Вопросы и задания.

1. Разгадайте кроссворд. Ответы запишите в формате «номер – слово».
2. Напишите уравнения реакций между водными растворами бинарных веществ, составленных из следующих элементов:
а) 9,8 и 15,16; б) 6,12 и 13,12; в) 2,8 (элемент 2 в степени окисления +3) и 13,16.

Задание 4. «"Безжизненный" элемент».

На приведенной справа схеме представлены превращения соединений элемента **X**, существующего в неживой природе в основном в виде простого вещества **A**. Однако по содержанию в живых клетках этот элемент прочно удерживает четвертое место среди элементов ПС, поскольку входит в состав многих биополимеров, таких как белки, нуклеиновые кислоты и т.д. В связи с этим значительное количество связанного **X** содержится в живых организмах и остатках органического происхождения.

Превращение **A** в **Д** (верхний цикл нашей схемы) представляет собой схему промышленного способа получения широко используемой в промышленности кислоты **Д**. В продажу эта кислота обычно поступает в виде 68 % водного раствора ($T_{\text{кип}} = 120,5 \text{ }^\circ\text{C}$, плотность $1,4 \text{ г/см}^3$), бесцветного или слегка желтоватого. Такая кислота называется концентрированной. В неразбавленном виде она легко вступает во взаимодействие с большинством металлов (даже такими неактивными как *медь* и *серебро*), неметаллами (*углерод*, *фосфор*), а также со сложными веществами (*сульфид меди(II)*, *иодид калия*). Её смесь с трёхкратным объемом концентрированной соляной кислоты еще более реакционноспособна, и растворяет *золото* и *платину*.



1. Установите элемент **X**. Перечислите те три элемента, которые опережают элемент **X** по содержанию в живых клетках. И кому это пришло в голову назвать этот элемент «безжизненным» и почему?
2. Как называется смесь концентрированных **Д** и соляной кислот? Напишите уравнения реакций, с помощью которых в тексте описаны свойства кислоты **Д** и её смеси с соляной кислотой.
3. Дайте названия веществам, обозначенным на схеме буквами **A**-**Л**. Напишите уравнения всех реакций, приведенных на этой схеме. Знаки *вопроса* замените либо на реагент, либо на конкретный катализатор. Известно, что вещества **Б**, **В**, **Г**, **З**, **К**, **Л** бинарные (двухэлементные).

Вещество **Г**, имеющее интенсивную красно-бурю окраску, в интервале температуры $-12 \div 140 \text{ }^\circ\text{C}$ находится в равновесии с бесцветным веществом **Л**. При температуре $105 \text{ }^\circ\text{C}$ константа равновесия K_p для реакции $\text{Л} = 2\text{Г}$ равна $24,3 \text{ атм}$.

4. Запишите выражение для константы равновесия диссоциации **Л**. Рассчитайте равновесное давление **Л** при суммарном давлении **Г**+**Л** в системе 3 атм ($t = 105 \text{ }^\circ\text{C}$). Какова будет степень диссоциации (α) вещества **Л** в этих условиях?
5. Для 1 л равновесной смеси **Г**+**Л**, находящейся в этих условиях ($P = 3 \text{ атм}$, $t = 105 \text{ }^\circ\text{C}$), рассчитайте в штуках: а) общее количество молекул; б) общее количество атомов.
6. В какую сторону сместится равновесие при: а) прибавлении в систему $0,1 \text{ моля Г}$ при неизменном объеме системы; б) увеличении общего давления (сжатии системы); в) увеличении температуры? Поясните свои ответы.

Задание 5. «Углеводород-рекордсмен»

Углеводород **I** – довольно простое по строению молекул соединение, имеющее неразветвленный углеродный скелет и небольшое число атомов углерода в составе. Массовое содержание углерода в нем почти в шесть раз больше, чем водорода.

1. Установите простейшую формулу углеводорода **I**.

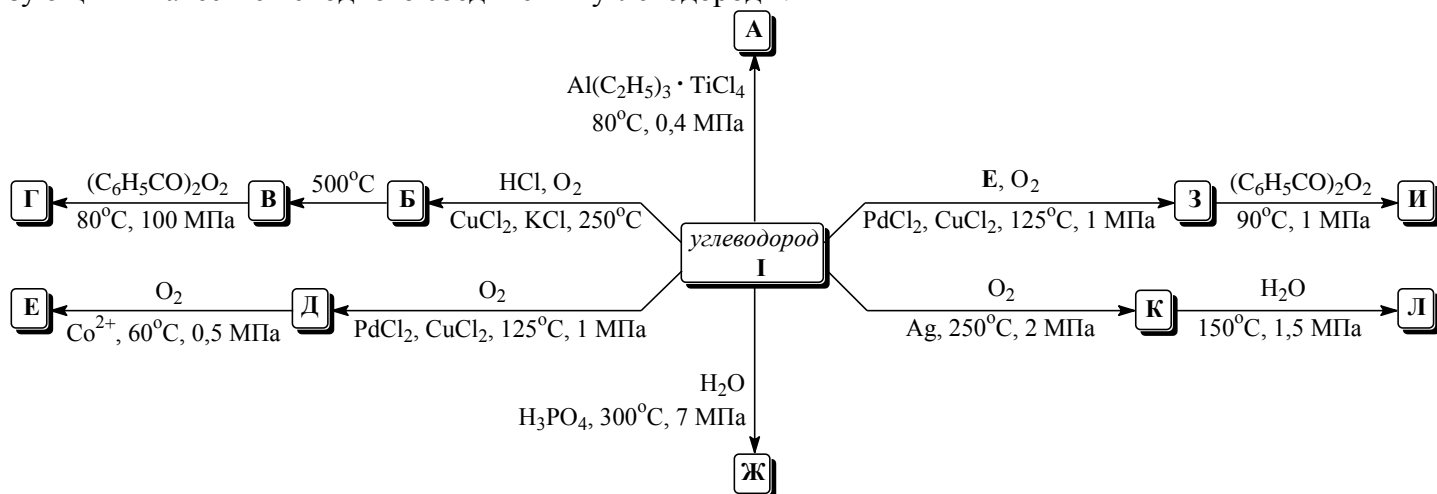
В чистом виде **I** практически не встречается в природе, однако имеет важное биологическое значение для растений – является фитогормоном, ускоряющим рост растений и созревание плодов, кроме того, именно он играет ключевую роль при опадании иголок у хвойных. Чем, казалось бы, так



уникален этот углеводород и почему мы его назвали «рекордсменом»? Дело в том, что именно он прочно занимает первое место по общему мировому объему производства среди всех органических веществ – более 110 млн. т в год и продолжает прибавлять по 3-5 % каждый год. Углеводород **I** – наиболее дешевый исходный материал для самых разнообразных крупнотоннажных промышленных процессов.

2. Возможно, Вы уже догадались, что собой представляет углеводород **I**! Приведите его структурную формулу и название.

На представленной ниже схеме приведены некоторые из промышленно важных процессов, использующих в качестве исходного соединения углеводород **I**.



Дополнительно известно:

- в состав соединений **Б**, **В**, **Д**, **Е**, **Ж**, **К** и **Л** входит такое же число атомов углерода, что и в состав углеводорода **I**;
- в составе молекул соединений **Д**, **Ж** и **К** один атом кислорода, а в составе **Е**, **З** и **Л** – два;
- соединения **А**, **Г** и **И** являются полимерами, широко применяемыми в промышленности и быту;
- соединение **Д** является изомером соединения **К**, однако соединение **Д** вступает в реакцию серебряного зеркала с гидроксидом диамминсеребра(I) (*реакция 1*), а соединение **К** – нет;
- соединение **Е** реагирует с пищевой содой с характерным "вскипанием" раствора (*реакция 2*) и выделяет горючий газ при взаимодействии с металлическим цинком (*реакция 3*);
- соединение **Ж** не реагирует с металлическим цинком, а вот при взаимодействии с металлическим натрием (*реакция 4*) выделяется тот же горючий газ, что и в случае с **Е**;
- соединение **Л** растворяет свежееосажденный гидроксид меди(II) в присутствии раствора гидроксида калия (*реакция 5*), в результате чего образуется раствор ярко-синего цвета.

3. Приведите структурные формулы и названия соединений **А–Л**.

4. Изделия, изготовленные из полимеров **А**, **Г** и **И** зачастую маркируются специальными аббревиатурами. Приведите эти аббревиатуры.

5. Напишите уравнения реакций 1–5, описанных в дополнительных сведениях.

6. Катализатор, использующийся при получении **А** из углеводорода **I** имеет специальное название. Процесс превращения **I** в соединение **Д** тоже имеет собственное название. Попробуйте вспомнить эти названия.

7. Для соединения **Е** известен изомер, который не вступает в реакции, описанные для **Е** в дополнительных сведениях, но образующий с гидроксидом натрия при нагревании соль и спирт. Приведите структурную формулу и название этого изомера.

8. Для соединения **Ж** тоже известен свой изомер, который не реагирует с металлическим натрием и соединением **Е** в присутствии концентрированной серной кислоты при нагревании. Приведите структурную формулу и название описанного изомера.



50-я Всесибирская открытая олимпиада школьников
Второй отборочный этап 2011-2012 уч. года
Задания по химии
10 класс



Дорогие ребята!

Вашему вниманию предлагается комплект заданий заочного тура Всесибирской олимпиады школьников по химии 2011-2012 года. В Вашем распоряжении почти полтора месяца времени и все доступные методические ресурсы: библиотеки, книги, задачки, Интернет и т.д. Единственное, о чем мы бы хотели Вас очень сильно попросить: постарайтесь выполнять задания максимально самостоятельно, не переписывая решения друг у друга.

Помните, что для того, чтобы попасть в число призеров, вовсе не обязательно правильно решить все задачи. Даже если Вам удастся найти частичное решение лишь к одному заданию, присылайте нам и его – для Вас это станет первым серьезным шагом на нелегком пути к познанию увлекательной и волшебной науки – химии. Мы, в свою очередь, будем знать о том, что где-то, может быть очень далеко от столицы Сибири, появился еще один любознательный школьник, интересы которого не ограничиваются дискотеками, компьютерными играми и развлекательными телепередачами.

Для облегчения работы жюри решение каждой задачи желательно начинать с новой страницы.

Успехов Вам во всех Ваших делах и начинаниях и с наступающим Новым годом!

С искренним уважением к Вам и Вашим педагогам и наставникам,

Методическая комиссия и жюри Всесибирской открытой олимпиады школьников.

Задание 1. «Новогодняя химия».

Metodichescaya comissiya i zhyuri vsesibirskoj otkrytoj olimpiady shcol'nikov iskrenne pozdravlyayut vas s nastupayuschim novym godom!

Если Вы интересуетесь химией, то Вам волей-неволей приходится регулярно иметь дело с буквами латинского алфавита, поскольку именно такими буквами обозначают символы химических элементов. В адресованном Вам поздравлении, написанном латинскими буквами, таких «спрятанных» элементов оказалось довольно много.



Вооружитесь Периодической системой и попробуйте отыскать в этом поздравлении максимальное количество химических элементов. Правила простые:

- каждую букву можно использовать только один раз;
- символы, состоящие из двух букв, обязательно должны идти подряд, причем можно использовать последнюю букву предыдущего слова и начальную букву следующего;
- один и тот же элемент дважды искать не нужно.

1. Перепишите этот текст, выделяя обнаруженные Вами символы химических элементов заглавной буквой и отметив их в тексте жирным шрифтом, другим цветом, или взяв в рамочку. Ваша задача – найти как можно больше элементов, поэтому будьте внимательны! Например, в слове «*snegurochka*» Вы можете обнаружить 6 символов (**SnegUrOCHKa**), а можете и 7 (**SNegUrOCHKa**).

2. Для каждого из обнаруженных Вами элементов-неметаллов приведите по одному примеру соединений со фтором (формулы).

Задание 2. «Четвертый лишний».

Одиннадцатикласснику Саше в День учителя поручили провести урок химии в 10 классе. Он ответственно отнесся к поручению и приготовил для 10-классников тестовое задание, которое мы предлагаем Вашему вниманию.

Исходя из свойств предложенных веществ, исключите одно лишнее.

№	Характерные свойства	Формулы			
		Li	Ca	Na	Sr
1	<i>Ароматические соединения</i>	Li	Ca	Na	Sr
2	<i>В атомах элементов в основном состоянии наблюдается «провал» (проскок) электрона</i>	п-бензо-хинон	нафталин	ванилин	антрацен
3	<i>Газы при н.у.</i>	SO ₃	Na	K ₂ O	NaCl
4	<i>Газы, имеющие резкий запах</i>	N ₂	Cl ₂	I ₂	O ₂
5	<i>Гомологи</i>	BeCl ₂	SO ₂	HCN	CO ₂
6	<i>Горят в кислороде</i>	HCl	NH ₄ Cl	AlCl ₃	K ₂ CO ₃
7	<i>Изомеры</i>	Fe(OH) ₃	AgI	Cu(OH) ₂	KCl
8	<i>Имеют более одного природного изотопа</i>	CuSO ₄	FeCl ₃	NaOH	KMnO ₄
9	<i>Имеют низкую температуру плавления</i>	Na ₂ SO ₃	Na ₂ SO ₄	Na ₂ S	NaOH
10	<i>Их соли окрашивают пламя в красный цвет</i>	Hg	Cl ₂	NaCl	H ₂ O
11	<i>Кислоты</i>	Ar	C	Cu	Fe
12	<i>Легко реагируют с водой</i>	NaCl	AgCl	KOH	H ₂ SO ₄
13	<i>Легко реагируют с раствором NaOH</i>	HCl	H ₂ SO ₄	H ₃ PO ₄	NaNH
14	<i>Легко реагируют с соляной кислотой</i>	H ₂ S	NH ₃	N ₂	SO ₂
15	<i>Образуют окрашенные водные растворы</i>	H ₂ S	NH ₃	CO ₂	CO
16	<i>Органические соединения, реагирующие с металл. натрием</i>	пентин-1	аллил-ацетилен	метилбутадиен-1,3	циклопентен
17	<i>Представляют собой окрашенные осадки</i>	фенол	анизол	пирогаллол	фенилкарбинол
18	<i>Растворимы в воде</i>	Cl	F	Cu	H
19	<i>Твёрдые при н.у.</i>	бензол	толуол	фенол	кумол
20	<i>Частицы имеют линейную геометрию</i>	Cr	Ag	V	Cu

Однако, раздав задание школьникам, он с ужасом обнаружил, что после сортировки 2-го столбца таблицы по алфавиту остальные строчки остались на прежних местах. Но Саша не растерялся и предложил 10-классникам самим исправить допущенную им оплошность.

1. Попробуйте и Вы восстановить исходное задание (каждому свойству подберите соответствующую строчку с формулами), не забывая, что одно из 4-х предложенных веществ в каждой строчке – лишнее. Поясните свои ответы, указывая «четвертого лишнего».
2. Напишите уравнения тех самых реакций с *водой*, *раствором NaOH* и *соляной кислотой* для веществ, которые с ними «легко реагируют», т.е. которые должны находиться в 9-й, 10-й и 11-й строчках.
3. Напишите уравнения реакций горения в кислороде для веществ, которые должны находиться на 3-й строчке.
4. Изобразите структурные формулы перечисленных органических соединений.

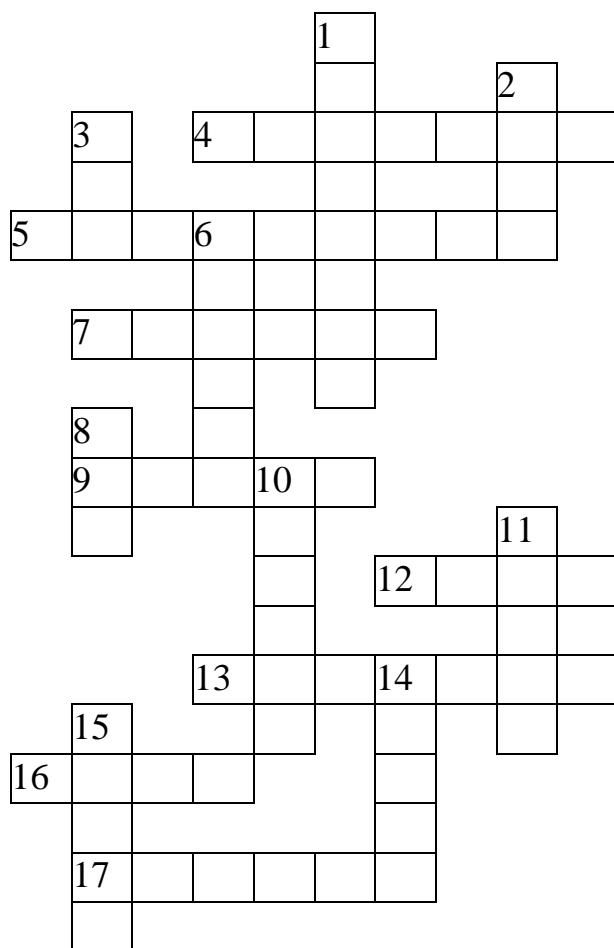
Задание 3. «Палитра названий».

В предлагаемом Вашему вниманию кроссворде зашифрованы русские названия элементов, которые произошли от названий на других языках различных окрасок, так или иначе связанных с этими элементами: цвет соединений этих элементов, их минералов, спектральных линий и т.п.:

B, S, Cl, Cr, Rb, Zr, Rh, Ag, In, Sn, I, Cs, Pr, Ir, Au, Tl, Bi.

Вам даны переводы этих названий на русский язык и некоторые комментарии.

- 1) «Золотистый»: минерал, от которого пошло название этого элемента, находит широкое применение в ювелирном деле.
- 2) Название металла так и переводится: «цвет», за разнообразие окрасок его соединений.
- 3) «Белым» в переводе с арабского называется наиболее известный из минералов, содержащих этот неметалл.
- 4) и 6) «Светлый» и «утренняя заря»: благородные металлы, известные с древности.
- 5) «Зеленый близнец» – в отличие от 13-ти остальных элементов-близнецов его соли – зеленого цвета.
- 7) и 10) «Белый металл» и «зеленая ветвь (в спектре)» – эти соседи одного известного тяжелого металла имеют ряд общих с ним свойств, в частности, крайне ядовиты и в высших степенях окисления являются сильными окислителями.
- 8) и 12) «Фиолетовый» и «зеленый», а вместе они – «порождающие соли».
- 9) «Бело-желтый» – такие корни имеет его русское название, а латинское происходит от слова «твердый».
- 11) и 17) «Розовый» и «радуга» – снова благородные металлы. Цвета соединений более тяжелого из них показали первооткрывателю разнообразие.
- 13 и 15) «Темно-красная» и «светло-голубая»: линии именно таких цветов эти щелочные металлы дают в спектре; а чтобы понять, кто из них кто, вспомните название драгоценного камня темно-красного цвета.
- 14) Назван так из-за темно-синего цвета, в который он окрашивает пламя, а вовсе не в честь страны, занимающей второе место в мире по численности населения.
- 16) «Светло-желтый» – это цвет простого вещества, которое горит голубым пламенем.



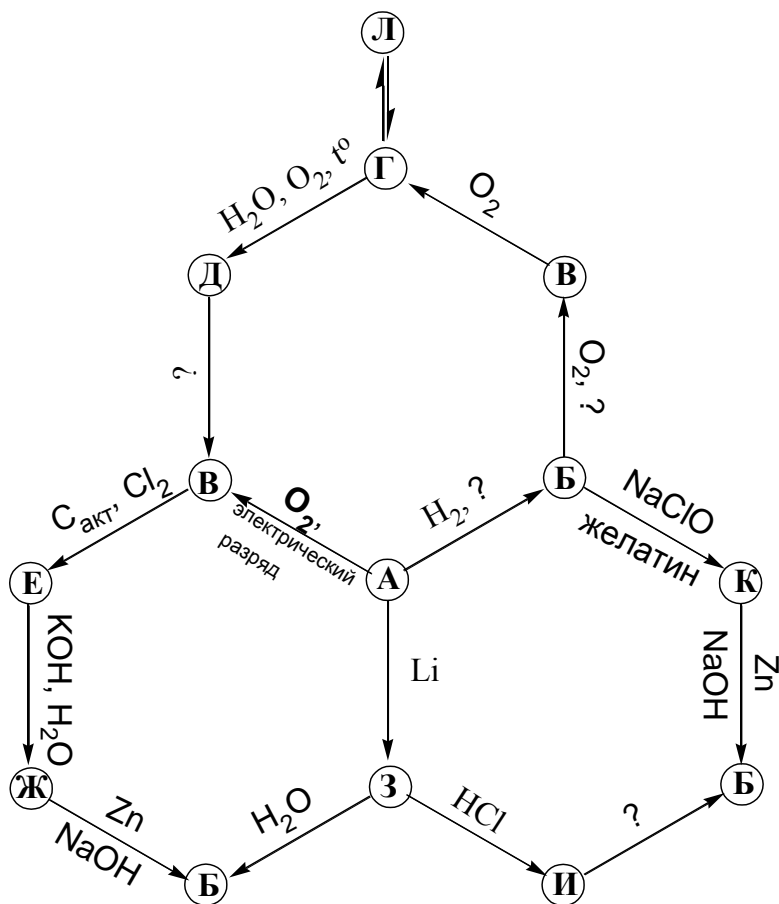
Вопросы и задания.

1. Разгадайте кроссворд. Ответы запишите в формате «номер – слово».
2. Напишите уравнения реакций между водными растворами бинарных веществ, составленных из следующих элементов:
а) 9,8 и 15,16; б) 6,12 и 13,12; в) 2,8 (элемент 2 в степени окисления +3) и 13,16.

Задание 4. «Безжизненный» элемент.

На приведенной справа схеме представлены превращения соединений элемента X, существующего в неживой природе в основном в виде простого вещества А. Однако по содержанию в живых клетках этот элемент прочно удерживает четвертое место среди элементов ПС, поскольку входит в состав многих биополимеров, таких как белки, нуклеиновые кислоты и т.д. В связи с этим значительное количество связанного X содержится в живых организмах и остатках органического происхождения.

Превращение А в Д (верхний цикл нашей схемы) представляет собой схему промышленного способа получения широко используемой в промышленности кислоты Д. В продажу эта кислота обычно поступает в виде 68 % водного раствора ($T_{\text{кип}} = 120,5 \text{ }^\circ\text{C}$, плотность $1,4 \text{ г/см}^3$), бесцветного или слегка желтоватого. Такая кислота называется концентрированной. В неразбавленном виде она легко вступает во взаимодействие с большинством металлов (даже такими неактивными как *медь* и *серебро*), неметаллами (*углерод*, *фосфор*), а также сложными веществами (*сульфид меди(II)*, *иодид калия*). Её смесь с трёхкратным объемом концентрированной соляной кислоты еще более реакционноспособна, и растворяет *золото* и *платину*.



1. Установите элемент X. Перечислите те три элемента, которые опережают элемент X по содержанию в живых клетках. И кому это пришло в голову назвать этот элемент «безжизненным» и почему?
2. Как называется смесь концентрированных Д и соляной кислот? Напишите уравнения реакций, с помощью которых в тексте описаны свойства кислоты Д и её смеси с соляной кислотой.
3. Дайте названия веществам, обозначенным на схеме буквами А-Л. Напишите уравнения всех реакций, приведенных на этой схеме. Знаки *вопроса* замените либо на реагент, либо на конкретный катализатор. Известно, что вещества Б, В, Г, З, К, Л бинарные (двухэлементные).

Вещество Г, имеющее интенсивную красно-бурую окраску, в интервале температуры $-12 \div 140 \text{ }^\circ\text{C}$ находится в равновесии с бесцветным веществом Л. При температуре $105 \text{ }^\circ\text{C}$ константа равновесия K_p для реакции $\text{Л} = 2\text{Г}$ равна 24,3 атм.

4. Запишите выражение для константы равновесия диссоциации Л. Рассчитайте равновесное давление Л при суммарном давлении Г+Л в системе 3 атм ($t = 105 \text{ }^\circ\text{C}$). Какова будет степень диссоциации (α) вещества Л в этих условиях?
5. Для 1 л равновесной смеси Г+Л, находящейся в этих условиях ($P = 3 \text{ атм}$, $t = 105 \text{ }^\circ\text{C}$), рассчитайте в штуках: а) общее количество молекул; б) общее количество атомов.
6. В какую сторону сместится равновесие при: а) прибавлении в систему 0,1 моля Г при неизменном объеме системы; б) увеличении общего давления (сжатии системы); в) увеличении температуры? Поясните свои ответы.

Задание 5. «Углеводород-рекордсмен»

Углеводород **I** – довольно простое по строению молекул соединение, имеющее неразветвленный углеродный скелет и небольшое число атомов углерода в составе. Массовое содержание углерода в нем почти в шесть раз больше, чем водорода.

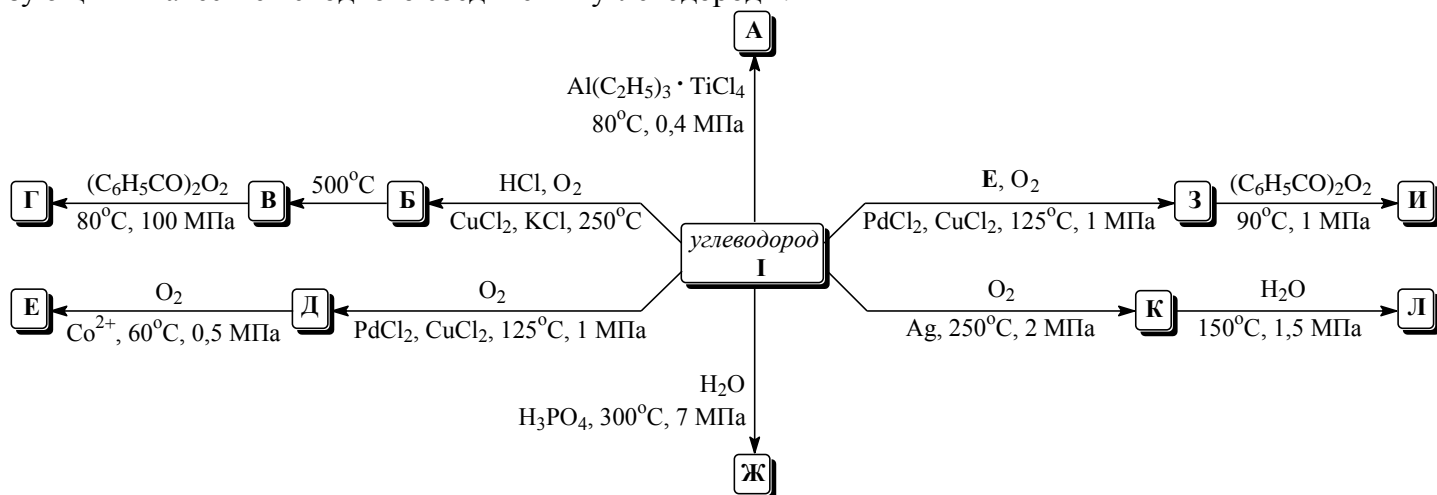


1. Установите простейшую формулу углеводорода **I**.

В чистом виде **I** практически не встречается в природе, однако имеет важное биологическое значение для растений – является фитогормоном, ускоряющим рост растений и созревание плодов, кроме того, именно он играет ключевую роль при опадании иголок у хвойных. Чем, казалось бы, так уникален этот углеводород и почему мы его назвали «рекордсменом»? Дело в том, что именно он прочно занимает первое место по общему мировому объему производства среди всех органических веществ – более 110 млн. т в год и продолжает прибавлять по 3-5 % каждый год. Углеводород **I** – наиболее дешевый исходный материал для самых разнообразных крупнотоннажных промышленных процессов.

2. Возможно, Вы уже догадались, что собой представляет углеводород **I**! Приведите его структурную формулу и название.

На представленной ниже схеме приведены некоторые из промышленно важных процессов, использующих в качестве исходного соединения углеводород **I**.



Дополнительно известно:

- в состав соединений **Б**, **В**, **Д**, **Е**, **Ж**, **К** и **Л** входит такое же число атомов углерода, что и в состав углеводорода **I**;
- в составе молекул соединений **Д**, **Ж** и **К** один атом кислорода, а в составе **Е**, **З** и **Л** – два;
- соединения **А**, **Г** и **И** являются полимерами, широко применяемыми в промышленности и быту;
- соединение **Д** является изомером соединения **К**, однако соединение **Д** вступает в реакцию серебряного зеркала с гидроксидом диамминсеребра(I) (*реакция 1*), а соединение **К** – нет;
- соединение **Е** реагирует с пищевой содой с характерным "вскипанием" раствора (*реакция 2*) и выделяет горючий газ при взаимодействии с металлическим цинком (*реакция 3*);
- соединение **Ж** не реагирует с металлическим цинком, а вот при взаимодействии с металлическим натрием (*реакция 4*) выделяется тот же горючий газ, что и в случае с **Е**;
- соединение **Л** растворяет свежесажженный гидроксид меди(II) в присутствии раствора гидроксида калия (*реакция 5*), в результате чего образуется раствор ярко-синего цвета.

3. Приведите структурные формулы и названия соединений **А–Л**.

4. Изделия, изготовленные из полимеров **А**, **Г** и **И** зачастую маркируются специальными аббревиатурами. Приведите эти аббревиатуры.

5. Напишите уравнения реакций 1–5, описанных в дополнительных сведениях.



50-я Всесибирская открытая олимпиада школьников

Второй отборочный этап 2011-2012 уч. года

Задания по химии

9 класс



МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ГОД ХИМИИ
2011

Дорогие ребята!

Вашему вниманию предлагается комплект заданий заочного тура Всесибирской олимпиады школьников по химии 2011-2012 года. В Вашем распоряжении почти полтора месяца времени и все доступные методические ресурсы: библиотеки, книги, задачки, Интернет и т.д. Единственное, о чем мы бы хотели Вас очень сильно попросить: постарайтесь выполнять задания максимально самостоятельно, не переписывая решения друг у друга.

Помните, что для того, чтобы попасть в число призеров, вовсе не обязательно правильно решить все задачи. Даже если Вам удастся найти частичное решение лишь к одному заданию, присылайте нам и его – для Вас это станет первым серьезным шагом на нелегком пути к познанию увлекательной и волшебной науки – химии. Мы, в свою очередь, будем знать о том, что где-то, может быть очень далеко от столицы Сибири, появился еще один любознательный школьник, интересы которого не ограничиваются дискотеками, компьютерными играми и развлекательными телепередачами.

Для облегчения работы жюри решение каждой задачи желательно начинать с новой страницы.

Успехов Вам во всех Ваших делах и начинаниях и с наступающим Новым годом!

С искренним уважением к Вам и Вашим педагогам и наставникам,

Методическая комиссия и жюри Всесибирской открытой олимпиады школьников.

Задание 1. «Новогодняя химия».

Metodichescaya comissiya i zhyuri vsesibirskoj otkrytoj olimpiady shcol'nikov iskrenne pozdravlyayut vas s nastupayuschim novym godom!

Если Вы интересуетесь химией, то Вам волей-неволей приходится регулярно иметь дело с буквами латинского алфавита, поскольку именно такими буквами обозначают символы химических элементов. В адресованном Вам поздравлении, написанном латинскими буквами, таких «спрятанных» элементов оказалось довольно много.

Вооружитесь Периодической системой и попробуйте отыскать в этом поздравлении максимальное количество химических элементов. Правила простые:

- каждую букву можно использовать только один раз;
- символы, состоящие из двух букв, обязательно должны идти подряд, причем можно использовать последнюю букву предыдущего слова и начальную букву следующего;
- один и тот же элемент дважды искать не нужно.

1. Перепишите этот текст, выделяя обнаруженные Вами символы химических элементов заглавной буквой и отметив их в тексте жирным шрифтом, другим цветом, или взяв в рамочку. Ваша задача – найти как можно больше элементов, поэтому будьте внимательны! Например, в слове «snegurochka» Вы можете обнаружить 6 символов (**S**ne**g**U**r**O**C**H**K**a), а можете и 7 (**S**Ne**g**U**r**O**C**H**K**a).

2. Укажите, какие из обнаруженных Вами элементов относятся к неметаллам.

Задание 2. «Четвертый лишний».

Одиннадцатикласснику Пете в День учителя поручили провести урок химии в 9 классе. Он ответственно отнесся к поручению и приготовил для 9-классников тестовое задание, которое мы предлагаем Вашему вниманию.

Исходя из свойств предложенных веществ, исключите **одно** лишнее.

№	Характерные свойства	Формулы			
		H ₂ S	NH ₃	N ₂	SO ₂
1	В атомах элементов в основном состоянии наблюдается эффект электронного провала (проскок)	H ₂ S	NH ₃	N ₂	SO ₂
2	Газы при н.у.	SO ₃	Na	K ₂ O	NaCl
3	Горят в кислороде	HCl	NH ₄ Cl	AlCl ₃	K ₂ CO ₃
4	Имеют более одного природного изотопа	CuSO ₄	FeCl ₃	NaOH	KMnO ₄
5	Имеют низкую температуру плавления	Fe(OH) ₃	AgI	Cu(OH) ₂	KCl
6	Имеют резкий запах	N ₂	Cl ₂	I ₂	O ₂
7	Их соли окрашивают пламя в красный цвет	Hg	Cl ₂	NaCl	H ₂ O
8	Кислоты	Ar	C	Cu	Fe
9	Легко реагируют с водой	Cu	Al	Se	Fe
10	Легко реагируют с раствором NaOH	NaCl	AgCl	KOH	H ₂ SO ₄
11	Легко реагируют с соляной кислотой	HCl	H ₂ SO ₄	H ₃ PO ₄	NaN
12	Образуют окрашенные водные растворы	H ₂ S	NH ₃	CO ₂	CO
13	Представляют собой окрашенные осадки	Cl	F	Cu	H
14	Растворимы в воде	Cr	Ag	V	Cu
15	Твёрдые при н.у.	Li	Ca	Na	Sr
16	Являются металлами	Na ₂ SO ₃	Na ₂ SO ₄	Na ₂ S	NaOH

Однако, раздав задание школьникам, он с ужасом обнаружил, что после сортировки 2-го столбца таблицы по алфавиту остальные строчки остались на прежних местах. Но Петя не растерялся и предложил 9-классникам самим исправить допущенную им оплошность.

1. Попробуйте и Вы восстановить исходное задание (каждому свойству подберите соответствующую строчку с формулами), не забывая, что одно из 4-х предложенных веществ в каждой строчке – лишнее. Поясните свои ответы, указывая «четвертого лишнего».



2. Напишите уравнения тех самых реакций с *водой*, *раствором NaOH* и *соляной кислотой* для веществ, которые с ними «легко реагируют», т.е. которые должны находиться в 9-й, 10-й и 11-й строчках.
3. Напишите уравнения реакций горения в кислороде для веществ, которые должны находиться на 3-й строчке.
4. Расшифруйте аббревиатуру «н.у.», укажите соответствующие ей температуру и давление.

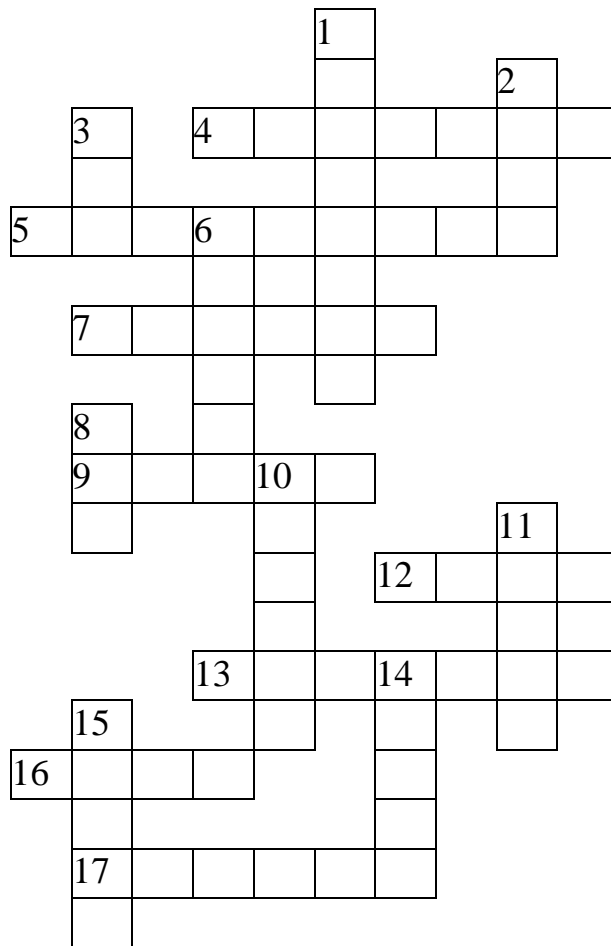
Задание 3. «Палитра названий».

В предлагаемом Вашему вниманию кроссворде зашифрованы русские названия элементов, которые произошли от названий на других языках различных окрасок, так или иначе связанных с этими элементами: цвет соединений этих элементов, их минералов, спектральных линий и т.п.:

B, S, Cl, Cr, Rb, Zr, Rh, Ag, In, Sn, I, Cs, Pr, Ir, Au, Tl, Bi.

Вам даны переводы этих названий на русский язык и некоторые комментарии.

- 1) «Золотистый»: минерал, от которого пошло название этого элемента, находит широкое применение в ювелирном деле.
- 2) Название металла так и переводится: «цвет», за разнообразие окрасок его соединений.
- 3) «Белым» в переводе с арабского называется наиболее известный из минералов, содержащих этот неметалл.
- 4) и 6) «Светлый» и «утренняя заря»: благородные металлы, известные с древности.
- 5) «Зеленый близнец» – в отличие от 13-ти остальных элементов-близнецов его соли – зеленого цвета.
- 7) и 10) «Белый металл» и «зеленая ветвь (в спектре)» – эти соседи одного известного тяжелого металла имеют ряд общих с ним свойств, в частности, крайне ядовиты и в высших степенях окисления являются сильными окислителями.
- 8) и 12) «Фиолетовый» и «зеленый», а вместе они – «порождающие соли».
- 9) «Бело-желтый» – такие корни имеет его русское название, а латинское происходит от слова «твердый».
- 11) и 17) «Розовый» и «радуга» – снова благородные металлы. Цвета соединений более тяжелого из них показали первооткрывателю разнообразие.
- 13) и 15) «Темно-красная» и «светло-голубая»: линии именно таких цветов эти щелочные металлы дают в спектре; а чтобы понять, кто из них кто, вспомните название драгоценного камня темно-красного цвета.
- 14) Назван так из-за темно-синего цвета, в который он окрашивает пламя, а вовсе не в честь страны, занимающей второе место в мире по численности населения.
- 16) «Светло-желтый» – это цвет простого вещества, которое горит голубым пламенем.



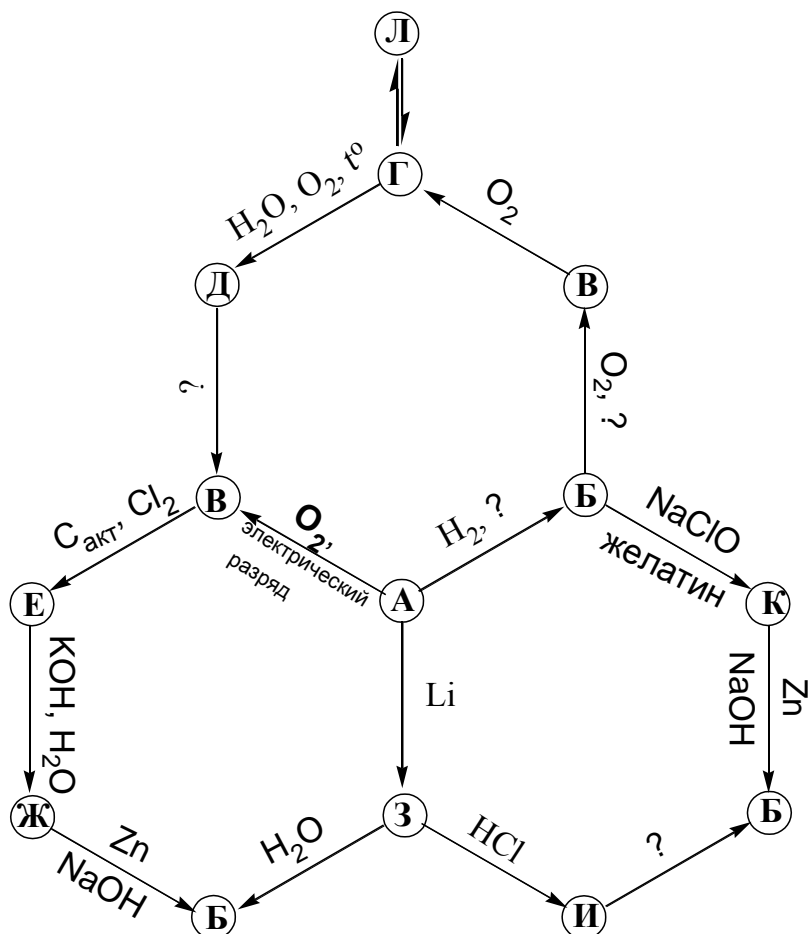
Вопросы и задания.

1. Разгадайте кроссворд. Ответы запишите в формате «номер – слово».
2. Напишите уравнения реакций между водными растворами бинарных веществ, составленных из следующих элементов:
а) 9,8 и 15,16; б) 6,12 и 13,12; в) 2,8 (элемент 2 в степени окисления +3) и 13,16.

Задание 4. «Безжизненный» элемент».

На приведенной справа схеме представлены превращения соединений элемента X, существующего в неживой природе в основном в виде простого вещества А. Однако по содержанию в живых клетках этот элемент прочно удерживает четвертое место среди элементов ПС, поскольку входит в состав многих биополимеров, таких как белки, нуклеиновые кислоты и т.д. В связи с этим значительное количество связанного X содержится в живых организмах и остатках органического происхождения.

Превращение А в Д (верхний цикл нашей схемы) представляет собой схему промышленного способа получения широко используемой в промышленности кислоты Д. В продажу эта кислота обычно поступает виде 68 % водного раствора ($T_{\text{кип}} = 120,5 \text{ }^\circ\text{C}$, плотность $1,4 \text{ г/см}^3$), бесцветного или слегка желтоватого. Такая кислота называется концентрированной. В неразбавленном виде она легко вступает во взаимодействие с большинством металлов (даже такими неактивными как медь и серебро), неметаллами (углерод, фосфор), а также со сложными веществами (сульфид меди(II), иодид калия). Её смесь с трёхкратным объемом концентрированной соляной кислоты еще более реакционноспособна, и растворяет золото и платину.



1. Установите элемент X. Перечислите те три элемента, которые опережают элемент X по содержанию в живых клетках. И кому это пришло в голову назвать этот элемент «безжизненным» и почему?
2. Как называется смесь концентрированных Д и соляной кислот? Напишите уравнения реакций, с помощью которых в тексте описаны свойства кислоты Д и её смеси с соляной кислотой.
3. Дайте названия веществам, обозначенным на схеме буквами А-Л. Напишите уравнения всех реакций, приведенных на этой схеме. Знаки *вопроса* замените либо на реагент, либо на конкретный катализатор. Известно, что вещества Б, В, Г, З, К, Л бинарные (двухэлементные).

Вещество Г, имеющее интенсивную красно-бурюю окраску, в интервале температуры $-12 \div 140 \text{ }^\circ\text{C}$ находится в равновесии с бесцветным веществом Л. При температуре $105 \text{ }^\circ\text{C}$ константа равновесия K_p для реакции $\text{Л} = 2\text{Г}$ равна $24,3 \text{ атм}$.

4. Запишите выражение для константы равновесия диссоциации Л. Рассчитайте равновесное давление Л при суммарном давлении Г+Л в системе 3 атм ($t = 105 \text{ }^\circ\text{C}$). Какова будет степень диссоциации (α) вещества Л в этих условиях?
5. В какую сторону сместится равновесие при: а) прибавлении в систему $0,1 \text{ моля Г}$ при неизменном объеме системы; б) увеличении общего давления (сжатии системы); в) увеличении температуры? Поясните свои ответы.

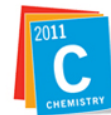


50-я Всесибирская открытая олимпиада школьников

Второй отборочный этап 2011-2012 уч. года

Задания по химии

8 класс



МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ГОД ХИМИИ
2011

Дорогие ребята!

Вашему вниманию предлагается комплект заданий заочного тура Всесибирской олимпиады школьников по химии 2011-2012 года. В Вашем распоряжении почти полтора месяца времени и все доступные методические ресурсы: библиотеки, книги, задачки, Интернет и т.д. Единственное, о чем мы бы хотели Вас очень сильно попросить: постарайтесь выполнять задания максимально самостоятельно, не переписывая решения друг у друга.

Помните, что для того, чтобы попасть в число призеров, вовсе не обязательно правильно решить все задачи. Даже если Вам удастся найти частичное решение лишь к одному заданию, присылайте нам и его – для Вас это станет первым серьезным шагом на нелегком пути к познанию увлекательной и волшебной науки – химии. Мы, в свою очередь, будем знать о том, что где-то, может быть очень далеко от столицы Сибири, появился еще один любознательный школьник, интересы которого не ограничиваются дискотеками, компьютерными играми и развлекательными телепередачами.

Для облегчения работы жюри решение каждой задачи желательно начинать с новой страницы.

Успехов Вам во всех Ваших делах и начинаниях и с наступающим Новым годом!

С искренним уважением к Вам и Вашим педагогам и наставникам,

Методическая комиссия и жюри Всесибирской открытой олимпиады школьников.

Задание 1. «Новогодняя химия».

Metodichescaya comissiya i zhyuri vsesibirskoj otkrytoj olimpiady shcol'nikov iskrenne pozdravlyayut was s nastupayuschim novym godom!

Если Вы интересуетесь химией, то Вам волей-неволей приходится регулярно иметь дело с буквами латинского алфавита, поскольку именно такими буквами обозначают символы химических элементов. В адресованном Вам поздравлении, написанном латинскими буквами, таких «спрятавшихся» элементов оказалось довольно много.

Вооружитесь Периодической системой и попробуйте отыскать в этом поздравлении максимальное количество химических элементов. Правила простые:

- каждую букву можно использовать только один раз;
- символы, состоящие из двух букв, обязательно должны идти подряд, причем можно использовать последнюю букву предыдущего слова и начальную букву следующего;
- один и тот же элемент дважды искать не нужно.

1. Перепишите этот текст, выделяя обнаруженные Вами символы химических элементов заглавной буквой и отметив их в тексте жирным шрифтом, другим цветом, или взяв в рамочку. Ваша задача – найти как можно больше элементов, поэтому будьте внимательны! Например, в слове «snegurochka» Вы можете обнаружить 6 символов (**S**neg**U**r**O**CH**K**a), а можете и 7 (**S**Ne**g**U**r****O**CH**K**a).

2. Укажите, какие из обнаруженных Вами элементов относятся к неметаллам.

Задание 2. «Четвертый лишний».

Одиннадцатикласснику Мише в День учителя поручили провести урок химии в 8 классе. Он ответственно отнесся к поручению и приготовил для 8-классников тестовое задание, которое мы предлагаем Вашему вниманию.

Исходя из свойств предложенных веществ, исключите **одно** лишнее.

№	Характерные свойства	Формулы			
1	Газы при н.у.	H ₂ S	NH ₃	CO ₂	SO ₂
2	Горят в кислороде	SO ₃	Na	K ₂ O	NaCl
3	Имеют низкую температуру плавления	Zn	ZnO	Cu	Cu(OH) ₂
4	Имеют резкий запах	CuSO ₄	FeCl ₃	NaOH	KMnO ₄
5	Кислоты	Fe(OH) ₃	AgI	Cu(OH) ₂	KCl
6	Легко реагируют с водой	N ₂	Cl ₂	I ₂	O ₂
7	Легко реагируют с соляной кислотой	Hg	Cl ₂	NaCl	H ₂ O
8	Образуют окрашенные водные растворы	Ar	C	Cu	Fe
9	Представляют собой окрашенные осадки	Cu	Al	Se	Fe
10	Растворимы в воде	HCl	H ₂ SO ₄	H ₃ PO ₄	NaN
11	Твёрдые при н.у.	NaCl	AgCl	KOH	CuSO ₄
12	Являются металлами	C	S	CO ₂	CO

Однако, раздав задание школьникам, он с ужасом обнаружил, что после сортировки 2-го столбца таблицы по алфавиту остальные строчки остались на прежних местах. Но Миша не растерялся и предложил 8-классникам самим исправить допущенную им оплошность.

- Попробуйте и Вы восстановить исходное задание (каждому свойству подберите соответствующую строчку с формулами), не забывая, что одно из 4-х предложенных веществ в каждой строчке – лишнее. Поясните свои ответы, указывая «четвертого лишнего».
- Напишите уравнения тех самых реакций с *водой* и *соляной кислотой* для веществ, которые с ними *«легко реагируют»*, т.е. которые должны находиться в 6-й и 7-й строчках.
- Напишите уравнения реакций горения для веществ, которые должны находиться во 2-й строчке.
- Расшифруйте аббревиатуру «н.у.», укажите соответствующие ей температуру и давление.



Задание 3. «Палитра названий».

В предлагаемом Вашему вниманию кроссворде зашифрованы русские названия элементов, которые произошли от названий на других языках различных окрасок, так или иначе связанных с этими элементами: цвет соединений этих элементов, их минералов, спектральных линий и т.п.:

B, S, Cl, Cr, Rb, Zr, Rh, Ag, In, Sn, I, Cs, Pr, Ir, Au, Tl, Bi.

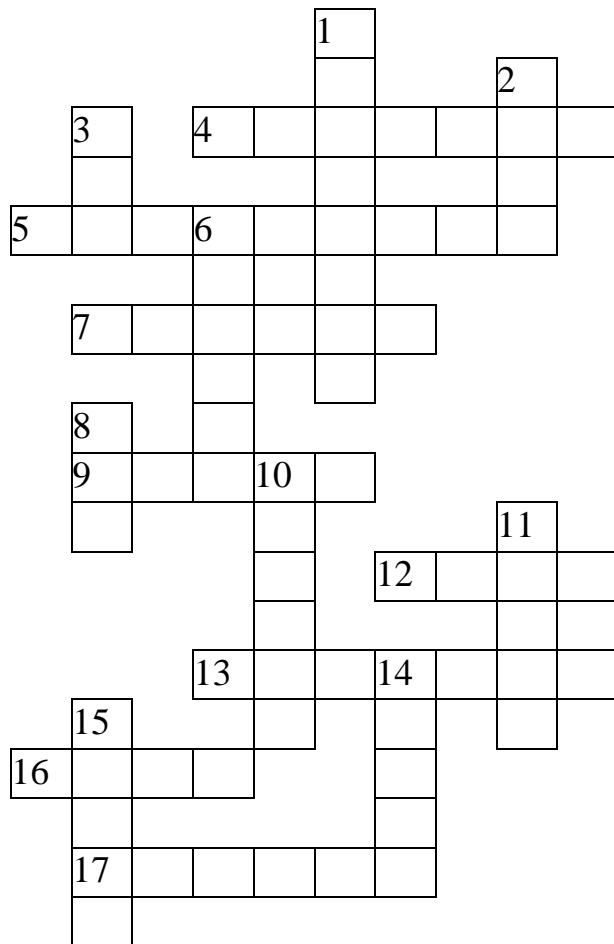
Вам даны переводы этих названий на русский язык и некоторые комментарии.

- 1) «Золотистый»: минерал, от которого пошло название этого элемента, находит широкое применение в ювелирном деле.
- 2) Название металла так и переводится: «цвет», за разнообразие окрасок его соединений.
- 3) «Белым» в переводе с арабского называется наиболее известный из минералов, содержащих этот неметалл.
- 4) и 6) «Светлый» и «утренняя заря»: благородные металлы, известные с древности.
- 5) «Зеленый близнец» – в отличие от 13-ти остальных элементов-близнецов его соли – зеленого цвета.
- 7) и 10) «Белый металл» и «зеленая ветвь (в спектре)» – эти соседи одного известного тяжелого металла имеют ряд общих с ним свойств, в частности, крайне ядовиты и в высших степенях окисления являются сильными окислителями.
- 8) и 12) «Фиолетовый» и «зеленый», а вместе они – «порождающие соли».
- 9) «Бело-желтый» – такие корни имеет его русское название, а латинское происходит от слова «твердый».
- 11) и 17) «Розовый» и «радуга» – снова благородные металлы. Цвета соединений более тяжелого из них показали первооткрывателю разнообразие.
- 13 и 15) «Темно-красная» и «светло-голубая»: линии именно таких цветов эти щелочные металлы дают в спектре; а чтобы понять, кто из них кто, вспомните название драгоценного камня темно-красного цвета.
- 14) Назван так из-за темно-синего цвета, в который он окрашивает пламя, а вовсе не в честь страны, занимающей второе место в мире по численности населения.
- 16) «Светло-желтый» – это цвет простого вещества, которое горит голубым пламенем.

Вопросы и задания.

1. Разгадайте кроссворд. Ответы запишите в формате «номер – слово».
2. Напишите уравнения реакций между водными растворами бинарных веществ, составленных из следующих элементов:

а) 9,8 и 15,16; б) 6,12 и 13,12; в) 2,8 (элемент 2 в степени окисления +3) и 13,16.





Задание 1. (22 б). 11 Великих химиков.

"Посев научный взойдет для жатвы народной".

Вашему вниманию представлен кроссворд, в котором зашифрованы фамилии 10 Великих химиков, внесших значительный вклад в развитие науки, лабораторной техники, промышленного производства и т.д. Используя подсказки, разгадайте фамилии этих ученых и выполните предложенные задания **а–н** (при написании уравнений реакций с участием органических веществ используйте структурные формулы).



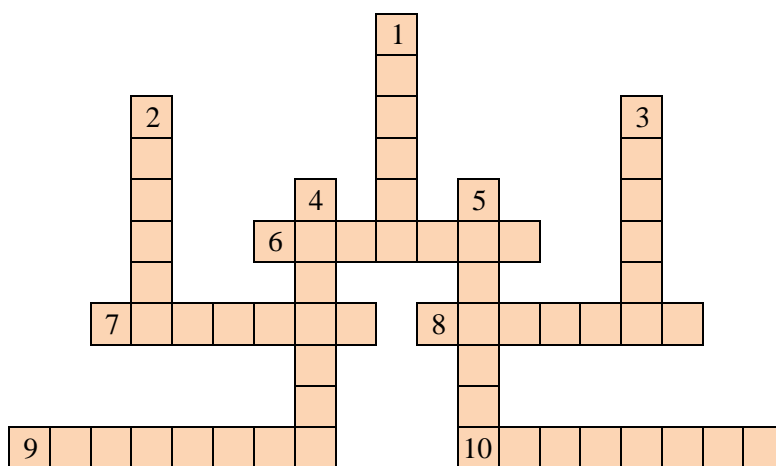
а) Назовите фамилию, имя и отчество русского химика, автора эпитафия к задаче, изображенного на приведенной фотографии.

По вертикали:

1. Французский химик, предложивший синтез этанола гидратацией этилена. В 1895-1896 гг. – министр иностранных дел Франции.

б) Напишите уравнение реакции гидратации этилена с указанием условий ее проведения.

в) Еще один метод получения этанола, известный с давних времен, – брожение продуктов, содержащих глюкозу (виноград, плоды и т. п.) под действием ферментов. Приведите уравнение этой реакции (для глюкозы можно не приводить структурную формулу).



2. Немецкий химик-органик, один из основоположников диенового синтеза, за что в 1950 г. был удостоен Нобелевской премии.

г) Напишите уравнение реакции бутадиена-1,3 с этиленом при нагревании.

д) Назовите фамилию второго ученого, который также был основоположником диенового синтеза.

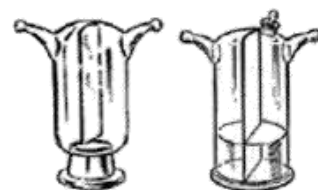
3. Немецкий химик, предложивший получать алканы электролизом растворов солей карбоновых кислот.

е) Напишите уравнение реакции, протекающей при электролизе раствора бутирата калия.

4. Немецкий химик, предложивший реактив для проведения «реакции серебряного зеркала».

ж) Напишите уравнение «реакции серебряного зеркала» на примере ацетальдегида.

5. Русский химик – академик АН СССР. Сконструировал стеклянные приборы, применяемые для осушки газов (см. рис. справа). Предложил рецептуру стекла для химической посуды.



з) Какие из газообразных соединений: углекислый газ, иодоводород, хлор, аммиак – нельзя осушать с помощью концентрированной серной кислоты, а какие нельзя сушить с помощью твердого гидроксида натрия? Ответ обоснуйте, написав уравнения соответствующих реакций.

По горизонтали:

6. Известный русский химик-органик и композитор. Открыл способ получения бромзамещенных углеводов из серебряных солей карбоновых кислот.

и) Напишите уравнение реакции *para*-нитробензоата серебра с бромом в CCl_4 .

7. Французский химик-органик, один из авторов метода алкилирования ароматических соединений в присутствии кислот Льюиса.

к) Напишите уравнение реакции *tert*-бутилбензола с *n*-пропилхлоридом в присутствии кислоты Льюиса (укажите, какой именно).

8. Русский химик, разработавший первый в мире промышленный способ получения бутадиена-1,3 из этанола.

л) Напишите уравнение упомянутой реакции.

9. Шведский химик, автор теории электролитической диссоциации. Лауреат Нобелевской премии 1903 г.

м) Приведите по одному примеру сильного и слабого электролита, а также вещества-неэлектролита.

10. Латышский химик. Вывел математическое выражение, связывающее степень диссоциации слабой кислоты с ее константой кислотной диссоциации (впоследствии названное «закон разбавления...»). Лауреат Нобелевской премии по химии в 1909 г.

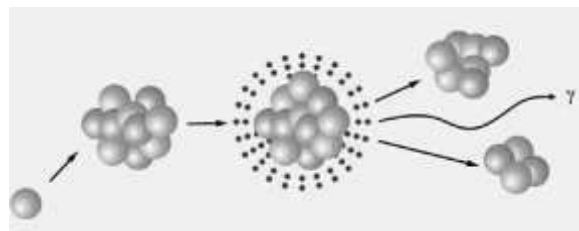
н) Запишите математическое выражение «закона разбавления...», о котором идет речь.

Задание 2. (22 б). **Химический прицел для нейтрона.**

«Что не излечивают лекарства, то излечивает железо, что не излечивает железо, то излечивает огонь».

Гиппократ

Интенсивное деление раковых клеток делает их особенно чувствительными к воздействию радиации, что позволяет использовать радиоактивное излучение для лечения онкологических заболеваний. Стремительное развитие ядерной физики стимулировало многочисленные научные исследования в этом направлении, начатые в 30-х годах XX века. Результаты исследований привели в 1936 г. Г. Лочера к оригинальной идее. Вначале следует ввести в раковые клетки препарат, содержащий стабильный изотоп бора ^{10}B , а затем обработать его потоком тепловых нейтронов невысокой энергии. В итоге атом бора, захватив нейтрон, превращается в нестабильный изотоп [реакция 1], который тут же распадается [2]. Образующиеся при его распаде α -частица (ядро ^4_2He) и ядро стабильного изотопа другого элемента быстро тормозятся и выделяют энергию 2,3 МэВ на длине размера клетки. Быстрое торможение и громадный локальный нагрев приводят к поражению именно той клетки, которая содержала ядро бора.



1. Напишите уравнения ядерных реакций [1] и [2].

При облучении ткани нейтронами, помимо реакций, связанных с захватом нейтрона ядром бора, возможны и ядерные реакции нейтрона с ядрами ^1H и ^{14}N . В первом случае получается одно стабильное ядро [3], а во втором – новое радиоактивное ядро и протон [4]. Хотя эффективность захвата нейтрона этими ядрами на несколько порядков меньше, чем изотопом ^{10}B , но их концентрация намного выше. Чтобы снизить риск поражения здоровой ткани, удалось подобрать такие препараты ^{10}B , которые накапливаются преимущественно в опухолевой ткани, создавая в ней концентрацию изотопа ^{10}B до 44 мкг/г. Здоровая ткань в ходе терапии этими препаратами накапливает в 4 раза меньше бора, что позволяет сделать вклад фонового облучения приемлемо малым и обеспечить возможность избирательного поражения раковой опухоли.

2. Напишите уравнения ядерных реакций [3] и [4]. Оцените: а) какая масса бора-10 потребуется для однократной терапии пациента массой 80 кг (1 мкг = 10^{-6} г)? б) какую массу изотопночистого препарата ортокарборана состава $\text{C}_2^{10}\text{B}_{10}\text{H}_{12}$ следует ввести больному перед облучением? в) сколько атомов бора при этом попадет в опухоль, масса которой оценивается в 2 г?

Наилучшей реакцией генерации (получения) нейтронов для нейтронозахватной терапии является бомбардирование протонами изотопа ^7Li [5]. Однако, химические и тепловые свойства лития не самые благоприятные, что немного затрудняет его использование: прежде всего, это высокая реакционная способность лития по отношению к азоту [6] и кислороду [7] воздуха и воде [8].

3. Напишите уравнения ядерной реакции [5] и химических реакций [6-8].

Каждый акт рождения нейтрона в результате реакции протона с ^7Li сопровождается появлением радиоактивного ядра. Это ядро в результате захвата орбитального электрона обратно превращается в стабильный изотоп лития ^7Li [9]. Период полураспада (время, за которое распадается половина атомов вещества) в реакции [9] составляет 54 дня.

4. Напишите уравнение ядерной реакции [9] и рассчитайте, за какое время содержание радиоактивных ядер в облученном протонами образце ^7Li снизится в 128 раз.

Природный литий, кроме изотопа ^7Li , содержит ещё и изотоп ^6Li в заметном количестве. Известно, что в ходе облучения природного лития протонами в продуктах реакции обнаруживаются ядра трития и α -частицы [10], что приводит к необходимости использовать дополнительные сред-

ства защиты, а также снижает интенсивность нейтронного пучка. Поэтому для генерации нейтронов используют изотопночистые образцы ${}^7\text{Li}$.

5. Воспользовавшись Периодической системой, рассчитайте мольную долю изотопа ${}^6\text{Li}$ в природной смеси. Каким образом в ходе облучения природного лития получают α -частицы и ядра трития (уравнение реакции [10])? Отметим, что никаких других продуктов в реакции [10] не образуется.

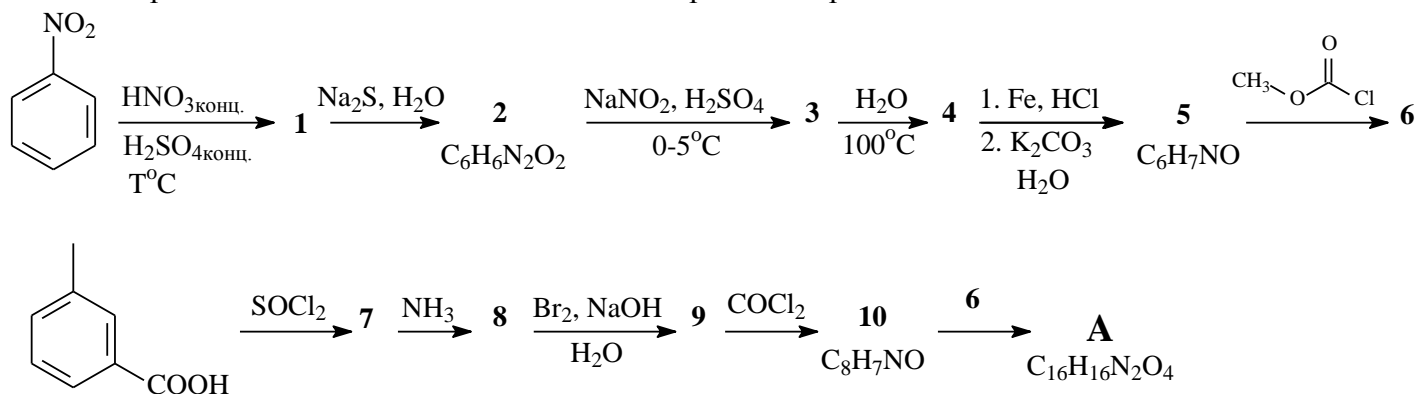
6. В зависимости от локализации болезненного процесса и его характера для лечебных воздействий в обычной радиотерапии используют α -, β - и γ -излучения. Как вы думаете, какой из представленных видов излучения может проникать на наибольшую глубину, какое на наименьшую? Свой ответ аргументируйте.

Задание 3. (24 б). Химия на службе защиты растений

Гербициды (от лат. «herba» – трава и «caedo» – убиваю) – специальные химические препараты, применяемые в сельском хозяйстве для уничтожения сорняков. Чаще всего, поля, засеянные сельскохозяйственными культурами (кукуруза, хлопчатник, пшеница, сахарная свекла и др.), обрабатывают гербицидами путем их распыления с воздуха посредством малогабаритных легких самолетов (т.н. «кукурузников»). Все эти вещества являются небезопасными и для человека, поэтому необходимо соблюдать особые меры предосторожности при обращении с ними!



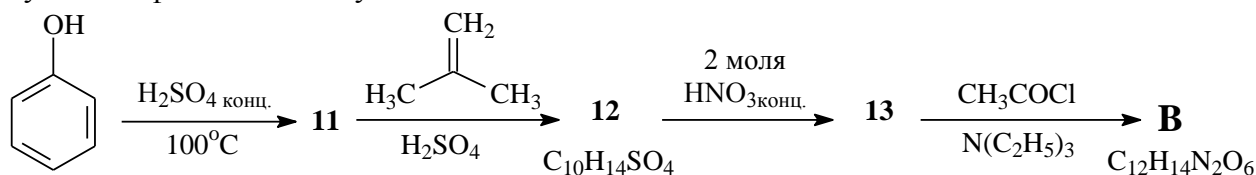
Фенмедифам (соединение А) – один из лучших гербицидов для борьбы с сорняками в сахарной свекле в период вегетации. Схема синтеза этого гербицида приведена ниже.



Дополнительно известно, что при действии на соединение **6** водным раствором хлорида железа(III) появляется фиолетовое окрашивание.

1. Приведите структурную формулу гербицида А и соединений **1-10**.

Еще одним эффективным гербицидом является динотербацетат (соединение В), который можно получить из фенола по следующей схеме.



Дополнительно известно, что молекулы соединения **11** не образуют внутримолекулярные водородные связи.

2. Приведите структурную формулу гербицида В и соединений **11-13**.

3. Для соединений, обладающих токсическим действием на живые организмы, существует количественная характеристика их токсичности, обычно выражаемая в виде ЛД₅₀ в единицах «мг/кг». Попробуйте расшифровать запись ЛД₅₀, а также объясните, что означают ее единицы измерения «мг/кг».

Задание 4. (28 б). **Химия и музыка.** «Эта музыка будет вечной...». Отрывок из песни группы *Nautilus Pompilius*

Музыка – явление, прочно вошедшее в наши жизни, и вряд ли в ближайшем будущем ее значение уменьшится. Музыка – это то, что всегда можно иметь с собой... Конечно, музыку можно напевать, мелодии можно наигрывать на специальных инструментах, а то и просто отстукивать ритм пальцами, но! Так или иначе, воспроизведение любимых звуков различными устройствами – неотъемлемая часть такого культурного феномена, как музыка. Как же это работает? Большая часть современных громкоговорителей (колонок, наушников, встроенных динамиков, и т.п.) использует следующее явление: постоянный магнит может втягиваться и выталкиваться из катушки с током. Естественно, громкость звучания тем выше, чем сильнее магнит (точнее, чем выше его удельная намагниченность). Среди всех существующих на рынке постоянных магнитов наилучшими характеристиками обладают так называемые неодимовые магниты. По сути, это сплав железа с неодимом с различными добавками. Массовый состав одного из этих сплавов таков: 26,68 % неодима, 1,00 % бора, остальное – железо.



1. Определите, в каких мольных соотношениях входят элементы в состав указанного неодимового магнита. Какая масса этого сплава необходима для извлечения 1,00 кг неодима в чистом виде? Сколько всего атомов будет в том количестве сплава, которое содержит 1 кг неодима?

Но для того, чтобы магниты «запели», Вам еще необходим носитель информации. И здесь дело не обошлось без магнитов! Люди взрослые сразу вспомнят бобины с магнитными лентами, меломаны помоложе – более компактные аудиокассеты, ну а у современного любителя музыки большая часть коллекции хранится уже на жестких дисках (HDD, Hard disk drive).

С точки зрения химика, интерес вызывает вопрос, какие именно магнитные вещества используются в этих носителях, и как же их синтезируют. Возьмем, к примеру, аудиокассету второго типа, разработанную на Баденской анилино-содовой фабрике в Германии. Ее магнитная лента темно-синего цвета покрыта соединением **A** (оксид довольно-таки известного металла **M** в не очень известной для него степени окисления, массовая доля кислорода 38,10 %), толщина слоя ~10 мкм (1 мкм = 10^{-6} м), ширина ленты 3,8 мм, длина ленты 135 м (этого достаточно для 90 мин звучания).



2. Установите металл **M** и формулу оксида **A**. Оцените плотность вещества **A** в г/см^3 , а также массу этого вещества, содержащуюся на магнитной ленте Баденской фабрики. Известно, что при нормальных условиях в 22,4 л соединения **A** содержится ~1268 моль этого вещества.

Есть несколько способов получения этого соединения:

Способ 1. Смесь оксидов **B** и **V** (оксиды того же металла **M**, массовые доли кислорода – 0,4802 и 0,3160 соответственно) помещается в платиновый тигель, нагревается там в присутствии флюса до ~1200 К, затем полученный расплав медленно охлаждается до комнатной температуры. Полученный таким образом крупнокристаллический оксид **A** [реакция 1] промывают водой и сушат.

3. Установите формулы оксидов **B** и **V**, напишите уравнение реакции [1].

Способ 2. Для получения тонких пленок (5-1000 Å, 1 Å = 10^{-10} м) оксида **A** используют метод CVD (chemical vapor deposition): раскаленная подложка помещается либо в пары соединения **B**, либо в пары соединения **Г**. На поверхности подложки происходит разложение этих соединений, в результате образуется **A**, а также газы **Д** или **Е**: **B** $\xrightarrow{t^\circ\text{C}}$ **A**↓ + **Д**↑ [2]; **Г** $\xrightarrow{t^\circ\text{C}}$ **A**↓ + **Е**↑ [3].

Известно, что соединение **Г** состоит из трех элементов, при стандартных условиях представляет собой ярко-красную жидкость с массовыми долями кислорода 20,66 %, металла **M** 33,57 %. В лаборатории его можно синтезировать из желто-оранжевой калиевой соли **Ж** (массовая доля кислорода 38,07%) следующим образом. В ступке смешивают соль **Ж** с поваренной солью, затем эту смесь пересыпают в двугорлую колбу, снабженную холодильником и капельной воронкой. К твердой смеси

прибавляют по каплям концентрированную серную кислоту и нагревают. Колба начинает заполняться красными парами [4], которые конденсируются в холодильнике и стекают в приемник.

4. Установите формулы газов Д и Е и соединений Г и Ж, напишите уравнения реакций [2-4].

Соединение Б является достаточно реакционноспособным веществом: реагирует с водой [реакция 5]; с избытком щелочи реагирует с выделением большого количества тепла [6]; при действии на него концентрированной соляной кислоты выделяется газ Е [7], а при его контакте с этанолом последний вспыхивает и сгорает [8]. Жидкость Г еще более активна: даже с водой она реагирует с выделением большого количества тепла [9].

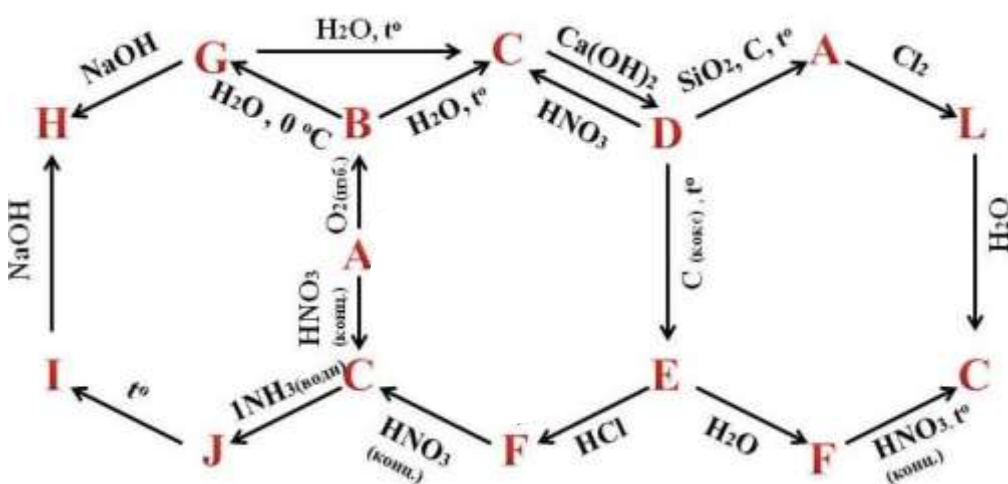
5. Напишите уравнения реакций [5-9].

Задание 5. (21 б). Чудотворный носитель света.

«Содержание X в теле взрослого человека около 1%. В организме основное количество X содержится в костях, много X в мышцах и нервной ткани».

По данным Центра биотической медицины

На приведенной схеме буквами А – L зашифрованы вещества, в составе которых присутствует элемент X, являющийся одним из важнейших макроэлементов живого мира.



Элемент X был открыт гамбургским алхимиком Хеннигом Брандом в 1669 г. Подобно другим алхимикам, Бранд пытался отыскать философский камень, а получил светящееся вещество. Бранд проводил опыты с человеческой мочой, так как полагал, что она, обладая золотистым цветом, может содержать золото или нечто нужное для добычи. Первоначально его способ заключался в том, что сначала моча отстаивалась в течение нескольких дней, пока не исчезнет неприятный запах, а затем кипятилась до клейкого состояния. Нагревая эту пасту до высоких температур и доводя до появления пузырьков, он надеялся, что, сконденсировавшись, они будут содержать золото. После нескольких часов интенсивных кипячений получались крупички простого вещества А, которое очень ярко горело и к тому же мерцало в темноте. Бранд назвал это вещество «чудотворный носитель света». Открытие элемента X Брандом стало первым открытием нового элемента со времён античности.

1. Установите элемент X и вещество А, напишите уравнения реакций, представленных на схеме (одинаковые реакции дублировать не нужно; всего может получиться 18 разных реакций). Дополнительно известно, что содержание X в веществе Н составляет 30,38 %, в веществе F – 91,11 %.

2. Приведите названия веществ, зашифрованных на схеме буквами А – L.

3. Вещество А химически очень активно и легко растворяется в нагретом до 70 °С растворе гидроксида бария. Напишите уравнение этой реакции и назовите образующуюся в ее ходе соль К.

4. Оцените pH раствора, полученного при взаимодействии 4,17 г вещества L и 100 мл воды. Константы кислотности, которые могут Вам понадобиться, составляют $7 \cdot 10^{-3}$, $6 \cdot 10^{-8}$ и 10^{-13} .

**Задание 1.** (22б). 11 Великих химиков.*"Посев научный взойдет для жатвы народной".*

Вашему вниманию представлен кроссворд, в котором зашифрованы фамилии 10 Великих химиков, внесших значительный вклад в развитие науки, лабораторной техники, промышленного производства и т.д. Используя подсказки, разгадайте фамилии этих ученых и выполните предложенные задания **а–н** (при написании уравнений реакций с участием органических веществ используйте структурные формулы).



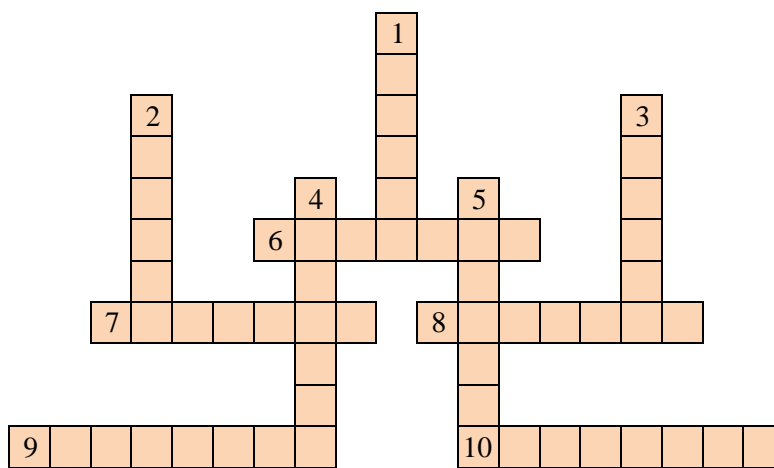
- а)** Назовите фамилию, имя и отчество русского химика, автора эпитафии к задаче, изображенного на приведенной фотографии.

По вертикали:

- 1.** Французский химик, предложивший синтез этанола гидратацией этилена. В 1895-1896 гг. – министр иностранных дел Франции.

- б)** Напишите уравнение реакции гидратации этилена с указанием условий ее проведения.

- в)** Еще один метод получения этанола, известный с давних времен, – брожение продуктов, содержащих глюкозу (виноград, плоды и т. п.) под действием ферментов. Приведите уравнение этой реакции (для глюкозы можно не приводить структурную формулу).



- 2.** Немецкий химик-органик, один из основоположников диенового синтеза, за что в 1950 г. был удостоен Нобелевской премии.

- г)** Напишите уравнение реакции бутадиена-1,3 с этиленом при нагревании.

- д)** Назовите фамилию второго ученого, который также был основоположником диенового синтеза.

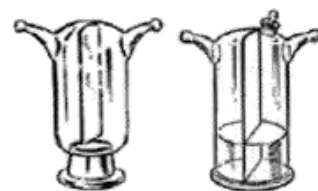
- 3.** Немецкий химик, предложивший получать алканы электролизом растворов солей карбоновых кислот.

- е)** Напишите уравнение реакции, протекающей при электролизе раствора бутирата калия.

- 4.** Немецкий химик, предложивший реактив для проведения «реакции серебряного зеркала».

- ж)** Напишите уравнение «реакции серебряного зеркала» на примере ацетальдегида.

- 5.** Русский химик – академик АН СССР. Сконструировал стеклянные приборы, применяемые для осушки газов (см. рис. справа). Предложил рецептуру стекла для химической посуды.



- з)** Какие из газообразных соединений: углекислый газ, иодоводород, хлор, аммиак – нельзя осушать с помощью концентрированной серной кислоты, а какие нельзя сушить с помощью твердого гидроксида натрия? Ответ обоснуйте, написав уравнения соответствующих реакций.

По горизонтали:

- 6.** Известный русский химик-органик и композитор. Открыл способ получения бромзамещенных углеводов из серебряных солей карбоновых кислот.

- и)** Напишите уравнение реакции *para*-нитробензоата серебра с бромом в CCl_4 .

- 7.** Французский химик-органик, один из авторов метода алкилирования ароматических соединений в присутствии кислот Льюиса.

- к)** Напишите уравнение реакции *трет*-бутилбензола с *n*-пропилхлоридом в присутствии кислоты Льюиса (укажите, какой именно).

- 8.** Русский химик, разработавший первый в мире промышленный способ получения бутадиена-1,3 из этанола.

- л)** Напишите уравнение упомянутой реакции.

9. Шведский химик, автор теории электролитической диссоциации. Лауреат Нобелевской премии по химии в 1903 г.

м) Приведите по одному примеру сильного и слабого электролита, а также вещества-неэлектролита.

10. Латышский химик. Вывел математическое выражение, связывающее степень диссоциации слабой кислоты с ее константой кислотной диссоциации (впоследствии названное «закон разбавления...»). Лауреат Нобелевской премии по химии в 1909 г.

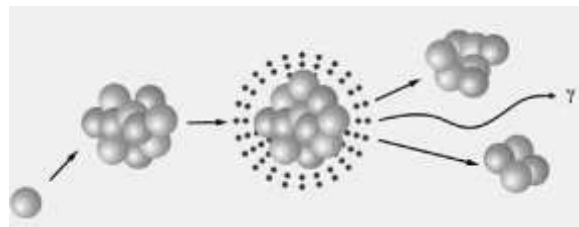
н) Запишите математическое выражение «закона разбавления...», о котором идет речь.

Задание 2. (20 б). **Химический прицел для нейтрона.**

«Что не излечивают лекарства, то излечивает железо, что не излечивает железо, то излечивает огонь».

Гиппократ

Интенсивное деление раковых клеток делает их особенно чувствительными к воздействию радиации, что позволяет использовать радиоактивное излучение для лечения онкологических заболеваний. Стремительное развитие ядерной физики стимулировало многочисленные научные исследования в этом направлении, начатые в 30-х годах XX века. Результаты исследований привели в 1936 г. Г. Лочера к оригинальной идее. Вначале следует ввести в раковые клетки препарат, содержащий стабильный изотоп бора ^{10}B , а затем обработать его потоком тепловых нейтронов невысокой энергии. В итоге атом бора, захватив нейтрон, превращается в нестабильный изотоп [реакция 1], который тут же распадается [2]. Образующиеся при его распаде α -частица (ядро ^4_2He) и ядро стабильного изотопа другого элемента быстро тормозятся и выделяют энергию 2,3 МэВ на длине размера клетки. Быстрое торможение и громадный локальный нагрев приводят к поражению именно той клетки, которая содержала ядро бора.



1. Напишите уравнения ядерных реакций [1] и [2]. В ответе на этот вопрос Вам должен помочь рисунок, а также следующая информация: *Уравнение ядерной реакции является правильным, если в правой и левой его половинах соблюдается равенство общего массового числа и равенство общего числа зарядов, например $^{14}_7\text{N} + ^4_2\alpha = ^1_1\text{p} + ^{17}_8\text{O}$.*

При облучении ткани нейтронами, помимо реакций, связанных с захватом нейтрона ядром бора, возможны и ядерные реакции нейтрона с ядрами ^1H и ^{14}N . В первом случае получается одно стабильное ядро [3], а во втором – новое радиоактивное ядро и протон [4]. Хотя эффективность захвата нейтрона этими ядрами на несколько порядков меньше, чем изотопом ^{10}B , но их концентрация намного выше. Чтобы снизить риск поражения здоровой ткани, удалось подобрать такие препараты ^{10}B , которые накапливаются преимущественно в опухолевой ткани, создавая в ней концентрацию изотопа ^{10}B до 44 мкг/г. Здоровая ткань в ходе терапии этими препаратами накапливает в 4 раза меньше бора, что позволяет сделать вклад фонового облучения приемлемо малым и обеспечить возможность избирательного поражения раковой опухоли.

2. Напишите уравнения ядерных реакций [3] и [4]. Оцените: а) какая масса бора-10 потребуется для однократной терапии пациента массой 80 кг (1 мкг = 10^{-6} г)? б) какую массу изотопночистого препарата ортокарборана состава $\text{C}_2^{10}\text{B}_{10}\text{H}_{12}$ следует ввести больному перед облучением? в) сколько атомов бора при этом попадет в опухоль, масса которой оценивается в 2 г?

Наилучшей реакцией генерации (получения) нейтронов для нейтронозахватной терапии является бомбардирование протонами изотопа ^7Li [5]. Однако, химические и тепловые свойства лития не самые благоприятные, что немного затрудняет его использование: прежде всего, это высокая реакционная способность лития по отношению к азоту [6] и кислороду [7] воздуха и воде [8].

3. Напишите уравнения ядерной реакции [5] и химических реакций [6-8].

Каждый акт рождения нейтрона в результате реакции протона с ^7Li сопровождается появлением радиоактивного ядра. Это ядро в результате захвата орбитального электрона обратно превраща-

ется в стабильный изотоп лития ${}^7\text{Li}$ [9]. Период полураспада (время, за которое распадается половина атомов вещества) в реакции [9] составляет 54 дня.

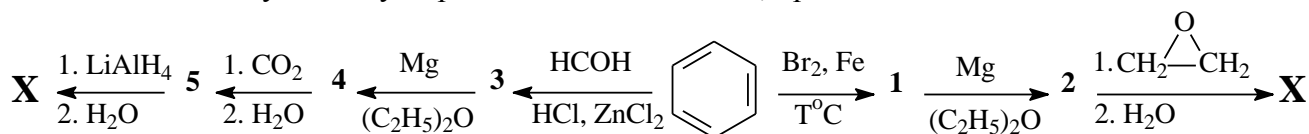
4. Напишите уравнение ядерной реакции [9] и рассчитайте, за какое время содержание радиоактивных ядер в облученном протонами образце ${}^7\text{Li}$ снизится в 64 раза. Количество атомов вещества зависит от времени согласно уравнению: $N = N_0 \times (1/2)^{t/t_{1/2}}$, где N – количество атомов в момент времени t , N_0 – начальное количество атомов, t – время, $t_{1/2}$ – период полураспада.

Природный литий, кроме изотопа ${}^7\text{Li}$, содержит ещё и изотоп ${}^6\text{Li}$ в заметном количестве. Известно, что в ходе облучения природного лития протонами в продуктах реакции обнаруживаются ядра трития и α -частицы [10], что приводит к необходимости использовать дополнительные средства защиты, а также снижает интенсивность нейтронного пучка. Поэтому для генерации нейтронов используют изотопночистые образцы ${}^7\text{Li}$.

5. Воспользовавшись Периодической системой, рассчитайте мольную долю изотопа ${}^6\text{Li}$ в природной смеси. Каким образом в ходе облучения природного лития получают α -частицы и ядра трития (уравнение реакции [10])? Отметим, что никаких других продуктов в реакции [10] не образуется.

Задание 3. (23 б). Химия в парфюмерных композициях

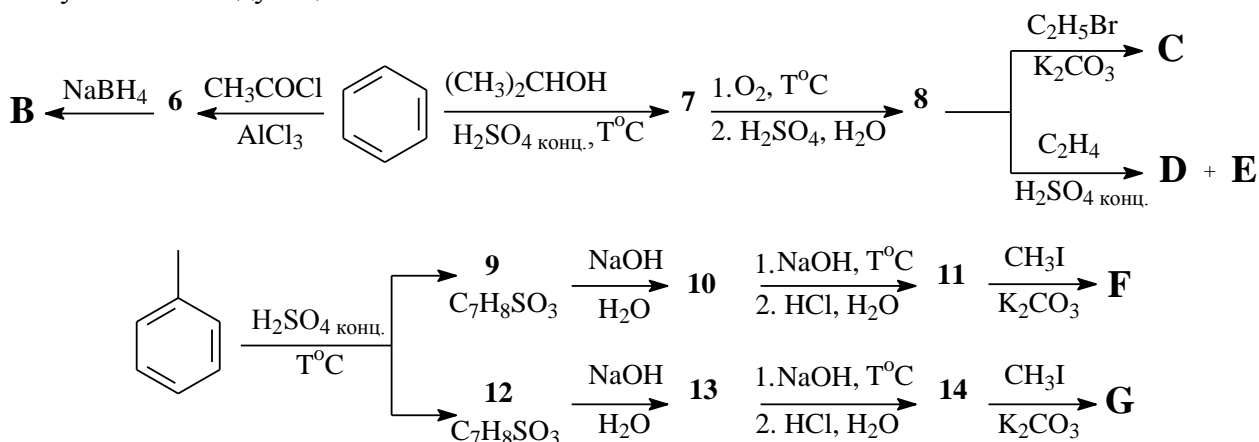
Химия глубоко проникла в нашу обыденную жизнь. Практически любой продукт парфюмерной промышленности содержит смесь различных соединений, каждое из которых обладает определенным оттенком запаха. Парфюмерные композиции представляют сложную смесь органических соединений различных классов. Соединение **X** содержится в розовом и гвоздичных маслах. Используют вещество **X** при приготовлении цветочных парфюмерных композиций, отдушек для мыла, косметических изделий, искусственного розового масла. Его можно получить двумя различными способами, приведенными на схеме.



1. Приведите структурную формулу и название вещества **X**.

2. Приведите структурные формулы промежуточных соединений **1-5**.

Для соединения **X** известно довольно много изомерных ароматических соединений. Так, например, при взаимодействии соединения **3** с метилатом натрия при нагревании может быть получено изомерное соединение **A**. Ароматические соединения **B-G** (тоже являющиеся изомерными **X**) могут быть получены по следующим схемам.



3. Приведите структурные формулы изомеров **A-G** и промежуточных соединений **6-14**.

Задание 4. (26 б). **Химия и музыка.** «Эта музыка будет вечной...».

Отрывок из песни группы *Nautilus Pompilius*

Музыка – явление, прочно вошедшее в наши жизни, и вряд ли в ближайшем будущем ее значение уменьшится. Музыка – это то, что всегда можно иметь с собой... Конечно, музыку можно напевать, мелодии можно наигрывать на специальных инструментах, а то и просто отстукивать ритм пальцами, но! Так или иначе, воспроизведение любимых звуков различными устройствами – неотъемлемая часть такого культурного феномена, как музыка. Как же это работает? Большая часть современных громкоговорителей (колонок, наушников, встроенных динамиков, и т.п.) использует следующее явление: постоянный магнит может втягиваться и выталкиваться из катушки с током. Естественно, громкость звучания тем выше, чем сильнее магнит (точнее, чем выше его удельная намагниченность). Среди всех существующих на рынке постоянных магнитов наилучшими характеристиками обладают так называемые неодимовые магниты. По сути, это сплав железа с неодимом с различными добавками. Массовый состав одного из этих сплавов таков: 26,68 % неодима, 1,00 % бора, остальное – железо.



1. Определите, в каких мольных соотношениях входят элементы в состав указанного неодимового магнита. Какая масса этого сплава необходима для извлечения 1,00 кг неодима в чистом виде? Сколько всего атомов будет в том количестве сплава, которое содержит 1 кг неодима?

Но для того, чтобы магниты «запели», Вам еще необходим носитель информации. И здесь дело не обошлось без магнитов! Люди взрослые сразу вспомнят бобины с магнитными лентами, меломаны помоложе – более компактные аудиокассеты, ну а у современного любителя музыки большая часть коллекции хранится уже на жестких дисках (HDD, Hard disk drive).

С точки зрения химика, интерес вызывает вопрос, какие именно магнитные вещества используются в этих носителях, и как же их синтезируют. Возьмем, к примеру, аудиокассету второго типа, разработанную на Баденской анилино-содовой фабрике в Германии. Ее магнитная лента темно-синего цвета покрыта соединением **A** (оксид довольно-таки известного металла **M** в не очень известной для него степени окисления, массовая доля кислорода 38,10 %), толщина слоя ~10 мкм (1 мкм = 10^{-6} м), ширина ленты 3,8 мм, длина ленты 135 м (этого достаточно для 90 мин звучания).



2. Установите металл **M** и формулу оксида **A**. Оцените плотность вещества **A** в г/см^3 , а также массу этого вещества, содержащуюся на магнитной ленте Баденской фабрики. Известно, что при нормальных условиях в 22,4 л соединения **A** содержится ~1268 моль этого вещества.

Есть несколько способов получения этого соединения:

Способ 1. Смесь оксидов **B** и **B** (оксиды того же металла **M**, массовые доли кислорода – 0,4802 и 0,3160 соответственно) помещается в платиновый тигель, нагревается там в присутствии флюса до ~1200 К, затем полученный расплав медленно охлаждается до комнатной температуры. Полученный таким образом крупнокристаллический оксид **A** [реакция 1] промывают водой и сушат.

3. Установите формулы оксидов **B** и **B**, напишите уравнение реакции [1].

Способ 2. Для получения тонких пленок (5-1000 Å, 1 Å = 10^{-10} м) оксида **A** используют метод CVD (chemical vapor deposition): раскаленная подложка помещается либо **B**, либо

Г. На поверхности подложки происходит разложение этих соединений, в результате образуется **A**, а также газы **Д** или **Е**: **B** $\xrightarrow{t^\circ\text{C}}$ **A**↓ + **Д**↑ [2]; **Г** $\xrightarrow{t^\circ\text{C}}$ **A**↓ + **Е**↑ [3].

Известно, что соединение **Г** состоит из трех элементов, при стандартных условиях представляет собой ярко-красную жидкость с массовыми долями кислорода 20,66 %, металла **M** 33,57 %. Газ **Е** – желтовато-зеленый газ с резким запахом с плотностью 3,164 г/л при н.у.

4. Установите формулы газов **Д** и **Е** и соединения **Г**, напишите уравнения реакций [2, 3].

Соединение **Б** является достаточно реакционноспособным веществом: реагирует с водой с образованием сильной кислоты [реакция 4]; с избытком щелочи реагирует с выделением большого количества тепла [5]; при действии на него концентрированной соляной кислоты выделяется газ **Е** [6], а при его контакте с этанолом последний вспыхивает и сгорает [7]. Жидкость **Г** еще более активна: даже с водой она реагирует с выделением большого количества тепла [8].

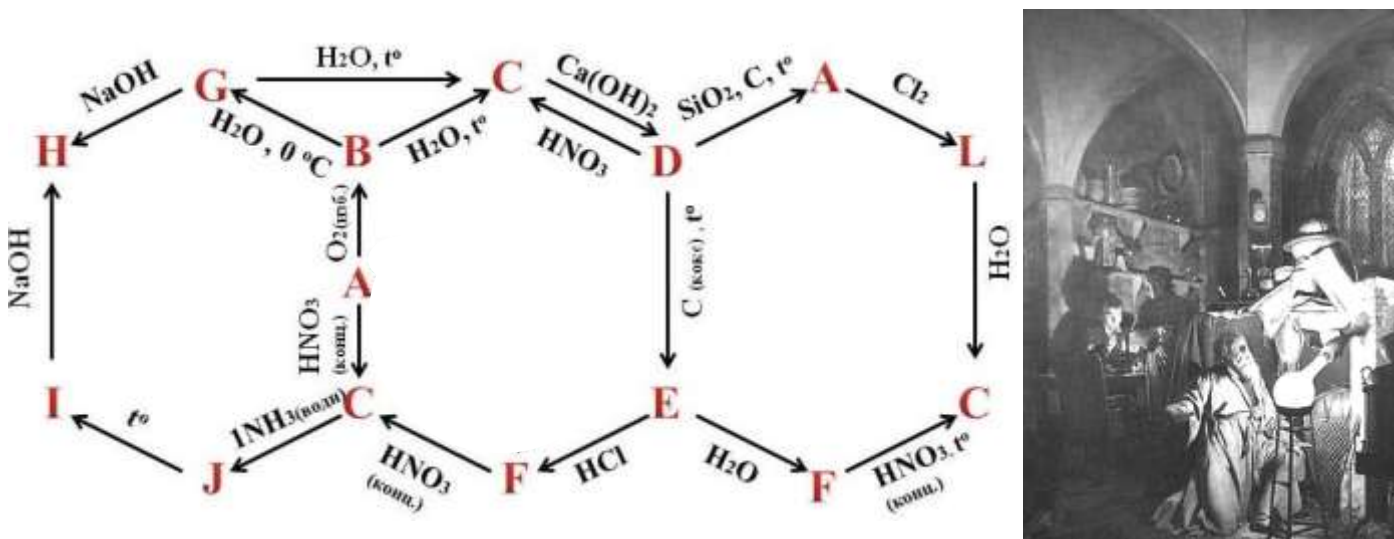
5. Напишите уравнения реакций [4-8].

Задание 5. (21 б). Чудотворный носитель света.

«Содержание **X** в теле взрослого человека около 1%. В организме основное количество **X** содержится в костях, много **X** в мышцах и нервной ткани».

По данным Центра биотической медицины

На приведенной схеме буквами **A – L** зашифрованы вещества, в составе которых присутствует элемент **X**, являющийся одним из важнейших макроэлементов живого мира.



Элемент **X** был открыт гамбургским алхимиком Хеннигом Брандом в 1669 г. Подобно другим алхимикам, Бранд пытался отыскать философский камень, а получил светящееся вещество. Бранд проводил опыты с человеческой мочой, так как полагал, что она, обладая золотистым цветом, может содержать золото или нечто нужное для добычи. Первоначально его способ заключался в том, что сначала моча отстаивалась в течение нескольких дней, пока не исчезнет неприятный запах, а затем кипятилась до клейкого состояния. Нагревая эту пасту до высоких температур и доводя до появления пузырьков, он надеялся, что, сконденсировавшись, они будут содержать золото. После нескольких часов интенсивных кипячений получались крупинцы простого вещества **A**, которое очень ярко горело и к тому же мерцало в темноте. Бранд назвал это вещество «чудотворный носитель света». Открытие элемента **X** Брандом стало первым открытием нового элемента со времён античности.

1. Установите элемент **X** и вещество **A**, напишите уравнения реакций, представленных на схеме (одинаковые реакции дублировать не нужно; всего может получиться 18 разных реакций). Дополнительно известно, что содержание **X** в веществе **H** составляет 30,38 %, в веществе **F** – 91,11 %.

2. Приведите названия веществ, зашифрованных на схеме буквами **A – L**.

3. Вещество **A** химически очень активно и легко растворяется в нагретом до 70 °С растворе гидроксида бария. Напишите уравнение этой реакции и назовите образующуюся в ее ходе соль **K**.

4. Оцените pH раствора, полученного при взаимодействии 4,17 г вещества **L** и 100 мл воды. Константы кислотности, которые могут Вам понадобиться, составляют $7 \cdot 10^{-3}$, $6 \cdot 10^{-8}$ и 10^{-13} .



Задание 1. (20б). Просто соль.

"Друга узнать - вместе пуд соли съесть".

В.И. Даль. Пословицы и поговорки русского народа.

Соль жизненно необходима для человека, равно как всех прочих живых существ. Она участвует в поддержании и регулировании водно-солевого баланса в организме, натрий-калиевого ионного обмена. Разность концентрации соли внутри клетки и снаружи является основным механизмом для поступления питательных веществ внутрь клетки и выводу продуктов её жизнедеятельности. Этот же механизм используется в генерации и передаче нервных импульсов нейронами. Кроме того, соль является основным материалом для выработки организмом ... кислоты – важнейшего компонента желудочного сока. Суточная потребность среднего человека в соли составляет около 2 г. Недостаток соли может привести к депрессиям, нервным и психическим заболеваниям, нарушением пищеварения и сердечно-сосудистой деятельности, спазмам гладкой мускулатуры, остеопорозу (ослабление костей), анорексии (пропаже аппетита). Водный раствор, содержащий 0,9 % соли по массе, используют, чтобы растворять лекарственные препараты, которые вводят внутримышечно. Этот раствор (его называют изотоническим) оказывает такое же осмотическое давление на стенки клеток и сосудов, как человеческая кровь, поэтому его использование помогает избежать деформации клеток и сопутствующих болезненных ощущений. Также он применяется при обезвоживании организма и для промывания желудка при отравлениях.



Однако, по данным Всемирной организации здравоохранения, систематический приём избыточного количества соли приводит к повышению кровяного давления и, как следствие, – к разнообразным болезням сердца и почек. Избыток соли в организме может стать причиной заболеваний глаз и отёка век: как известно, соль задерживает в организме воду, большой объём которой «хранит» в себе жировая ткань. Может привести к повышению внутриглазного давления и развитию катаракты.

Популярные споры о вреде и пользе соли для здоровья человека продолжаются с давних времен и до наших дней. Очевидно одно: соль нашему организму нужна, но злоупотреблять ей ни в коем случае нельзя.

1. О какой соли идет речь? Какая кислота вырабатывается из нее в нашем организме? Приведите бытовые и химические названия этих веществ. Как геологи называют минерал, второе название которого «каменная соль»?
2. Пуд – старинная мера веса, составляющая приблизительно 16,4 кг. Ученые посчитали, что в современной Европе можно «узнать друга» (см. эпитафия) за 2 года. Во сколько раз больше нормы съедает соли средний европеец? Сколько г каждого элемента он ежедневно поглощает в составе соли?
3. Рассчитайте массу каждого из компонентов, которую нужно будет взять, чтобы приготовить 250 г изотонического раствора из: а) сухой соли и воды; б) 4,5 % раствора соли и воды; в) 1,5 % и 0,5 % растворов соли.
4. Мировая добыча соли оценивается в 260 миллионов тонн. Химическая промышленность использует ее для получения целого ряда химических веществ, не встречающихся в Природе, или встречающихся в недостаточном количестве. Приведите названия 5 веществ, которые в промышленности напрямую получают из обычной соли. Опишите процессы получения этих веществ с помощью уравнений химических реакций.

Задание 2. (20 б). Химический прицел для нейтрона

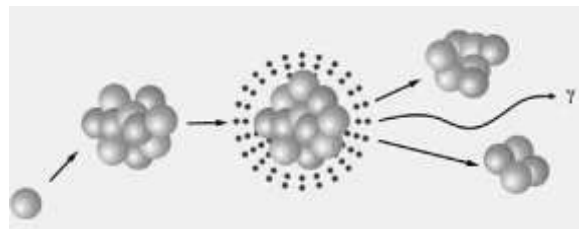
«Что не излечивают лекарства, то излечивает железо, что не излечивает железо, то излечивает огонь».

Гиппократ

Интенсивное деление раковых клеток делает их особенно чувствительными к воздействию радиации, что позволяет использовать радиоактивное излучение для лечения онкологических заболеваний. Стремительное развитие ядерной физики стимулировало многочисленные научные исследования в этом направлении, начатые в 30-х годах XX века. Результаты исследований привели в 1936 г. Г. Лочера к оригинальной идее. Вначале следует ввести в раковые клетки препарат, содержащий стабильный изотоп бора ^{10}B , а затем обработать его потоком тепловых нейтронов невысокой энергии. В итоге атом бора, захватив нейтрон, превращается в нестабильный изотоп [реакция 1], который тут же распадается [2]. Образующиеся при его распаде α -частица (ядро ^4_2He) и ядро стабильного изотопа другого элемента быстро тормозятся и выделяют энер-

гию 2,3 МэВ на длине размера клетки. Быстрое торможение и громадный локальный нагрев приводят к поражению именно той клетки, которая содержала ядро бора.

1. Напишите уравнения ядерных реакций [1] и [2]. В ответе на этот вопрос Вам должен помочь рисунок, а также следующая информация: Уравнение ядерной реакции является правильным, если в правой и левой его половинах соблюдается равенство общего массового числа и равенство общего числа зарядов, например ${}_{7}^{14}\text{N} + {}_{2}^{4}\alpha = {}_{1}^{1}\text{p} + {}_{8}^{17}\text{O}$.



При облучении ткани нейтронами, помимо реакций, связанных с захватом нейтрона ядром бора, возможны и ядерные реакции нейтрона с ядрами ${}^1\text{H}$ и ${}^{14}\text{N}$. В первом случае получается одно стабильное ядро [3], а во втором – новое радиоактивное ядро и протон [4]. Хотя эффективность захвата нейтрона этими ядрами на несколько порядков меньше, чем изотопом ${}^{10}\text{B}$, но их концентрация намного выше. Чтобы снизить риск поражения здоровой ткани, удалось подобрать такие препараты ${}^{10}\text{B}$, которые накапливаются преимущественно в опухолевой ткани, создавая в ней концентрацию изотопа ${}^{10}\text{B}$ до 44 мкг/г. Здоровая ткань в ходе терапии этими препаратами накапливает в 4 раза меньше бора, что позволяет сделать вклад фонового облучения приемлемо малым и обеспечить возможность избирательного поражения раковой опухоли.

2. Напишите уравнения ядерных реакций [3] и [4]. Оцените: а) какая масса бора-10 потребуется для однократной терапии пациента массой 80 кг (1 мкг = 10^{-6} г)? б) какую массу изотопночистого препарата ортокарборана состава $\text{C}_2{}^{10}\text{B}_{10}\text{H}_{12}$ следует ввести больному перед облучением? в) сколько атомов бора при этом попадет в опухоль, масса которой оценивается в 2 г?

Наилучшей реакцией генерации (получения) нейтронов для нейтронозахватной терапии является бомбардирование протонами изотопа ${}^7\text{Li}$ [5]. Однако, химические и тепловые свойства лития не самые благоприятные, что немного затрудняет его использование: прежде всего, это высокая реакционная способность лития по отношению к азоту [6] и кислороду [7] воздуха и воде [8].

3. Напишите уравнения ядерной реакции [5] и химических реакций [6-8].

Каждый акт рождения нейтрона в результате реакции протона с ${}^7\text{Li}$ сопровождается появлением радиоактивного ядра. Это ядро в результате захвата орбитального электрона обратно превращается в стабильный изотоп лития ${}^7\text{Li}$ [9]. Период полураспада (время, за которое распадается половина атомов вещества) в реакции [9] составляет 54 дня.

4. Напишите уравнение ядерной реакции [9] и рассчитайте, за какое время содержание радиоактивных ядер в облученном протонами образце ${}^7\text{Li}$ снизится в 64 раза. Количество атомов вещества зависит от времени согласно уравнению: $N = N_0 \times (1/2)^{t/t_{1/2}}$, где N – количество атомов в момент времени t , N_0 – начальное количество атомов, t – время, $t_{1/2}$ – период полураспада.

Природный литий, кроме изотопа ${}^7\text{Li}$, содержит ещё и изотоп ${}^6\text{Li}$ в заметном количестве. Известно, что в ходе облучения природного лития протонами в продуктах реакции обнаруживаются ядра трития и α -частицы [10], что приводит к необходимости использовать дополнительные средства защиты, а также снижает интенсивность нейтронного пучка. Поэтому для генерации нейтронов используют чистые образцы ${}^7\text{Li}$.

5. Воспользовавшись Периодической системой, рассчитайте мольную долю изотопа ${}^6\text{Li}$ в природной смеси. Каким образом в ходе облучения природного лития получают α -частицы и ядра трития (уравнение реакции [10])? Отметим, что никаких других продуктов в реакции [10] не образуется.

Задание 3. (20 б). Химия не знает границ.

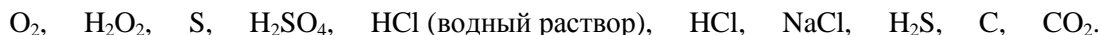
«Для решения этой задачи совсем не требуется знание немецкого языка. Вам помогут лишь знание химической номенклатуры и смекалка!».

От авторов

Находясь на научной стажировке в Германии, выпускник Новосибирского университета обратил внимание на то, как логично и строго образуются названия химических соединений на немецком языке. В качестве примера предлагаем Вам немецкие названия веществ, указанные на некоторых банках, бутылках и баллонах с реактивами, которые он обнаружил в лаборатории:

Chlorwasserstoff	Kohlenstoff	Kohlendioxid	Natrium Chlorid	Sauerstoff
Schwefel	Schwefelsäure	Schwefelwasserstoff	Salzsäure	Wasserstoff Peroxyd

Чтобы заметно облегчить Вашу задачу, он сообщил формулы обнаруженных веществ:



1. Приведите номенклатурные названия на русском языке для всех перечисленных веществ (для начала – в соответствии с приведенными формулами).
2. Какие из перечисленных реактивов находились в банках с широким горлом, какие – в бутылках, а какие – в баллонах?
3. Среди перечисленных веществ возможно химическое взаимодействие. Напишите уравнения семи таких попарных реакций с указанием условий их проведения.
4. Теперь соотнесите формулы уже с немецкими названиями.
5. Попробуйте написать немецкие названия для H_2O , H_2 и H_2CO_3 .

Задание 4. (22 б). **Химия и музыка.**

«Эта музыка будет вечной...».
Отрывок из песни группы Nautilus Pompilius

Музыка – явление, прочно вошедшее в наши жизни, и вряд ли в ближайшем будущем ее значение уменьшится. Музыка – это то, что всегда можно иметь с собой... Конечно, музыку можно напевать, мелодии можно наигрывать на специальных инструментах, а то и просто отстукивать ритм пальцами, но! Так или иначе, воспроизведение любимых звуков различными устройствами – неотъемлемая часть такого культурного феномена, как музыка. Как же это работает? Большая часть современных громкоговорителей (колонок, наушников, встроенных динамиков, и т.п.) использует следующее явление: постоянный магнит может втягиваться и выталкиваться из катушки с током. Естественно, громкость звучания тем выше, чем сильнее магнит (точнее, чем выше его удельная намагниченность). Среди всех существующих на рынке постоянных магнитов наилучшими характеристиками обладают так называемые неодимовые магниты. По сути, это сплав железа с неодимом с различными добавками. Массовый состав одного из этих сплавов таков: 26,68 % неодима, 1,00 % бора, остальное – железо.



1. Определите, в каких мольных соотношениях входят элементы в состав указанного неодимового магнита. Какая масса этого сплава необходима для извлечения 1,00 кг неодима в чистом виде? Сколько всего атомов будет в том количестве сплава, которое содержит 1 кг неодима?

Но для того, чтобы магниты «запели», Вам еще необходим носитель информации. И здесь дело не обошлось без магнитов! Люди взрослые сразу вспомнят бобины с магнитными лентами, меломаны помоложе – более компактные аудиокассеты, ну а у современного любителя музыки большая часть коллекции хранится уже на жестких дисках (HDD, Hard disk drive).

С точки зрения химика, интерес вызывает вопрос, какие именно магнитные вещества используются в этих носителях, и как же их синтезируют. Возьмем, к примеру, аудиокассету второго типа, разработанную на Баденской анилино-содовой фабрике в Германии. Ее магнитная лента темно-синего цвета покрыта соединением **A** (оксид Cr в не очень известной для этого элемента степени окисления, массовая доля кислорода 38,10 %), толщина слоя ~10 мкм (1 мкм = 10^{-6} м), ширина ленты 3,8 мм, длина ленты 135 м (этого достаточно для 90 мин звучания).



2. Установите формулу оксида **A**. Известно, что при нормальных условиях в 22,4 л соединения **A** содержится ~1268 моль этого вещества. Оцените плотность вещества **A** в г/см^3 , а также массу этого вещества, содержащуюся на магнитной ленте Баденской фабрики.

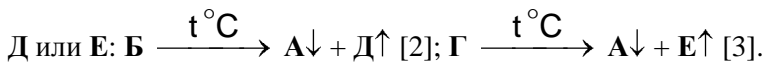
Есть несколько способов получения этого соединения:

Способ 1. Смесь оксидов **B** и **B** (оксиды того же металла, массовые доли кислорода – 0,4802 и 0,3160 соответственно) помещается в платиновый тигель, нагревается там в присутствии флюса до ~1200 К, затем полученный расплав медленно охлаждается до комнатной температуры. Полученный таким образом крупнокристаллический оксид **A** [реакция 1] промывают водой и сушат.

3. Установите формулы оксидов **B** и **B**, напишите уравнение реакции [1].

Способ 2. Для получения тонких пленок (5-1000 Å, 1 Å = 10^{-10} м) оксида **A** используют метод CVD (chemical vapor deposition): раскаленная подложка помещается либо **B**, либо соединения **Г**.

На поверхности подложки происходит разложение этих соединений, в результате образуется **A**, а также газы



Известно, что соединение **Г** состоит из трех элементов, при стандартных условиях представляет собой ярко-красную жидкость с массовыми долями кислорода 20,66 %, а хрома 33,57 %. Газ **Е** – желтовато-зеленый газ с резким запахом с плотностью 3,164 г/л при н.у.

4. Установите формулы газов **Д** и **Е** и соединения **Г**, напишите уравнения реакций [2, 3].

Соединение **Б** является достаточно реакционноспособным веществом: реагирует с водой с образованием сильной кислоты [реакция 4]; с избытком щелочи реагирует с выделением большого количества тепла [5]; при действии на него концентрированной соляной кислоты выделяется газ **Е** и образуется соль оксида **В** [6].

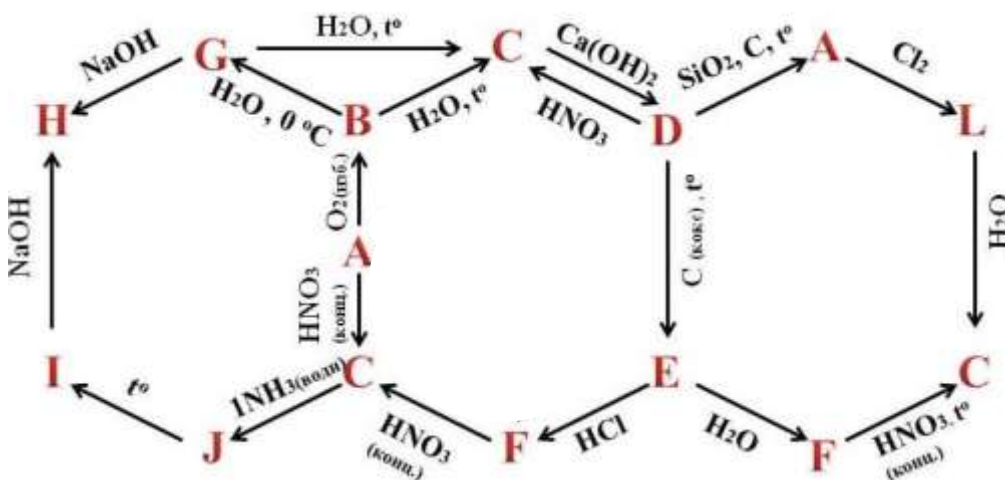
5. Напишите уравнения реакций [4-6].

Задание 5. (18 б). **Чудотворный носитель света.**

«Содержание **X** в теле взрослого человека около 1%. В организме основное количество **X** содержится в костях, много **X** в мышцах и нервной ткани».

По данным Центра биотической медицины

На приведенной схеме буквами **A – L** зашифрованы вещества, в составе которых присутствует элемент **X**, являющийся одним из важнейших макроэлементов живого мира.



Элемент **X** был открыт гамбургским алхимиком Хеннигом Брандом в 1669 г. Подобно другим алхимикам, Бранд пытался отыскать философский камень, а получил светящееся вещество. Бранд проводил опыты с человеческой мочой, так как полагал, что она, обладая золотистым цветом, может содержать золото или нечто нужное для добычи. Первоначально его способ заключался в том, что сначала моча отстаивалась в течение нескольких дней, пока не исчезнет неприятный запах, а затем кипятилась до клейкого состояния. Нагревая эту пасту до высоких температур и доводя до появления пузырьков, он надеялся, что, сконденсировавшись, они будут содержать золото. После нескольких часов интенсивных кипячений получались крупинки простого вещества **A**, которое очень ярко горело и к тому же мерцало в темноте. Бранд назвал это вещество «чудотворный носитель света». Открытие элемента **X** Брандом стало первым открытием нового элемента со времён античности.

1. Установите элемент **X** и вещество **A**, напишите уравнения реакций, представленных на схеме (одинаковые реакции дублировать не нужно; всего может получиться 18 разных реакций). Дополнительно известно, что содержание **X** в веществе **H** составляет 30,38 %, в веществе **F** – 91,11 %.

2. Приведите названия веществ, зашифрованных на схеме буквами **A – L**.

3. Вещество **A** химически очень активно и легко растворяется в нагретом до 70 °С растворе гидроксида бария. Напишите уравнение этой реакции и назовите образующуюся в ее ходе соль **K**.



Задание 1. (24б). **Просто соль.** *"Друга узнать - вместе пуд соли съест".
В.И. Даль. Пословицы и поговорки русского народа.*

Соль жизненно необходима для человека, равно как всех прочих живых существ. Она участвует в поддержании и регулировании водно-солевого баланса в организме, натрий-калиевого ионного обмена. Разность концентрации соли внутри клетки и снаружи является основным механизмом для поступления питательных веществ внутрь клетки и выводу продуктов её жизнедеятельности. Этот же механизм используется в генерации и передаче нервных импульсов нейронами. Кроме того, соль является основным материалом для выработки организмом ... кислоты – важнейшего компонента желудочного сока. Суточная потребность среднего человека в соли составляет около 2 г. Недостаток соли может привести к депрессиям, нервным и психическим заболеваниям, нарушением пищеварения и сердечно-сосудистой деятельности, спазмам гладкой мускулатуры, остеопорозу (ослабление костей), анорексии (пропаже аппетита). Водный раствор, содержащий 0,9 % соли по массе, используют, чтобы растворять лекарственные препараты, которые вводят внутримышечно. Этот раствор (его называют изотоническим) оказывает такое же осмотическое давление на стенки клеток и сосудов, как человеческая кровь, поэтому его использование помогает избежать деформации клеток и сопутствующих болезненных ощущений. Также он применяется при обезвоживании организма и для промывания желудка при отравлениях.



Однако, по данным Всемирной организации здравоохранения, систематический приём избыточного количества соли приводит к повышению кровяного давления и, как следствие, – к различным болезням сердца и почек. Избыток соли в организме может стать причиной заболеваний глаз и отёка век: как известно, соль задерживает в организме воду, большой объём которой «хранит» в себе жировая ткань. Может привести к повышению внутриглазного давления и развитию катаракты.

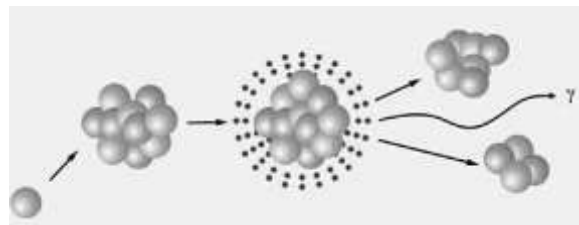
Популярные споры о вреде и пользе соли для здоровья человека продолжаются с давних времен и до наших дней. Очевидно одно: соль нашему организму нужна, но злоупотреблять ей ни в коем случае нельзя.

1. О какой соли идет речь? Какая кислота вырабатывается из нее в нашем организме? Приведите формулы этих веществ, а также их бытовые и химические названия. Как геологи называют минерал, второе название которого «каменная соль»?
2. Пуд – старинная мера веса, составляющая приблизительно 16,4 кг. Ученые посчитали, что в современной Европе можно «узнать друга» (см. эпитафия) за 2 года. Во сколько раз больше нормы съедает соли средний европеец? Сколько г каждого элемента он ежедневно поглощает в составе соли?
3. Рассчитайте массу каждого из компонентов, которую нужно будет взять, чтобы приготовить 250 г изотонического раствора из: а) сухой соли и воды; б) 4,5 % раствора соли и воды; в) 1,5 % и 0,5 % растворов соли.
4. Мировая добыча соли оценивается в 260 миллионов тонн. Химическая промышленность использует ее для получения целого ряда химических веществ, не встречающихся в Природе, или встречающихся в недостаточном количестве. Напишите формулы и названия 5 веществ, которые в промышленности напрямую получают из обычной соли.
5. В составе межгалактической экспедиции Вы оказались на планете «Бессолька», жители которой захватили Вас в плен. У них есть любые простые вещества, оксиды, кислоты и основания, но нет солей. Они отпустят Вас, и даже наградят, если Вы предложите им 4 способа получения нашей обычной соли. Напишите уравнения необходимых реакций.

Задание 2. (24 б). **Химический прицел для нейтрона.** «Что не излечивают лекарства, то излечивает железо, что не излечивает железо, то излечивает огонь».

Гиппократ

Интенсивное деление раковых клеток делает их особенно чувствительными к воздействию радиации, что позволяет использовать радиоактивное излучение для лечения онкологических заболеваний. Стремительное развитие ядерной физики стимулировало многочисленные научные исследования в этом направлении, начатые в 30-х годах XX века. Результаты исследований привели в 1936 г. Г. Лочера к оригинальной идее. Вначале следует ввести в раковые клетки препарат, содержащий стабильный изотоп бора ^{10}B , а затем обработать его потоком тепловых нейтронов невысокой энергии. В итоге атом бора, захватив нейтрон, превращается в нестабильный изотоп [реакция 1], который тут же распадается [2]. Образующиеся при его распаде α -частица и ядро стабильного изотопа другого элемента быстро тормозятся и выделяют энергию 2,3 МэВ на длине размера клетки. Быстрое торможение и громадный локальный нагрев приводят к поражению именно той клетки, которая содержала ядро бора.



1. Рассчитайте количество протонов и нейтронов в ядре изотопа ^{10}B и в α -частице. Напишите уравнения ядерных реакций [1] и [2]. В ответе на эти вопросы Вам должен помочь рисунок, а также следующая информация: Уравнение ядерной реакции является правильным, если в правой и левой его половинах соблюдается равенство общего массового числа и равенство общего числа зарядов, например $^{14}_7\text{N} + ^4_2\alpha = ^1_1\text{p} + ^{17}_8\text{O}$. Помимо ядер атомов, в уравнениях ядерных реакций часто фигурируют нейтроны (^1_0n), протоны (^1_1p), электроны ($^0_{-1}\text{e}$), α -частицы ($^4_2\alpha$) и позитроны ($^0_1\beta$). Верхний левый индекс обозначает массу частицы, а нижний левый – ее заряд.

При облучении ткани нейтронами, помимо реакций, связанных с захватом нейтрона ядром бора, возможны и ядерные реакции нейтрона с ядрами ^1H и ^{14}N . В первом случае получается одно стабильное ядро [3], а во втором – новое радиоактивное ядро и протон [4]. Хотя эффективность захвата нейтрона этими ядрами на несколько порядков меньше, чем изотопом ^{10}B , но их концентрация намного выше. Чтобы снизить риск поражения здоровой ткани, удалось подобрать такие препараты ^{10}B , которые накапливаются преимущественно в опухолевой ткани, создавая в ней концентрацию изотопа ^{10}B до 44 мкг/г. Здоровая ткань в ходе терапии этими препаратами накапливает в 4 раза меньше бора, что позволяет сделать вклад фонового облучения приемлемо малым и обеспечить возможность избирательного поражения раковой опухоли.

2. Напишите уравнения ядерных реакций [3] и [4]. Оцените: а) какая масса бора-10 потребуется для однократной терапии пациента массой 80 кг (1 мкг = 10^{-6} г)? б) какую массу изотопночистого препарата ортокарборана состава $\text{C}_2^{10}\text{B}_{10}\text{H}_{12}$ следует ввести больному перед облучением? в) сколько атомов бора при этом попадет в опухоль, масса которой оценивается в 2 г?

Наилучшей реакцией генерации (получения) нейтронов для нейтронозахватной терапии является бомбардирование протонами изотопа ^7Li [5]. Однако, химические и тепловые свойства лития не самые благоприятные, что немного затрудняет его использование: прежде всего, это высокая реакционная способность лития по отношению к азоту [6] и кислороду [7] воздуха и воде [8].

3. Напишите уравнения ядерной реакции [5] и химических реакций [6-8].

Каждый акт рождения нейтрона в результате реакции протона с ^7Li сопровождается появлением радиоактивного ядра. Это ядро в результате захвата орбитального электрона обратно превращается в стабильный изотоп лития ^7Li [9]. Период полураспада (время, за которое распадается половина атомов вещества) в реакции [9] составляет 54 дня.

4. Напишите уравнение ядерной реакции [9] и рассчитайте, за какое время содержание радиоактивных ядер в облученном нейтронами образце ^7Li снизится в 64 раза. Количество атомов вещества за

висит от времени согласно уравнению: $N = N_0 \times (1/2)^{t/t_{1/2}}$, где N – количество атомов в момент времени t , N_0 – начальное количество атомов, t – время, $t_{1/2}$ – период полураспада.

Природный литий, кроме изотопа ${}^7\text{Li}$, содержит ещё и изотоп ${}^6\text{Li}$ в заметном количестве. Известно, что в ходе облучения *природного лития* протонами в продуктах реакции обнаруживаются ядра *трития* (${}^3\text{T}$) и α -частицы [10], что приводит к необходимости использовать дополнительные средства защиты, а также снижает интенсивность нейтронного пучка. Поэтому для генерации нейтронов используют изотопночистые образцы ${}^7\text{Li}$.

5. Воспользовавшись Периодической системой, рассчитайте мольную долю изотопа ${}^6\text{Li}$ в природной смеси. Ядрами атомов каких элементов являются α -частицы и ядра трития и каким образом они получаются в ходе облучения природного лития (уравнение реакции [10])? Отметим, что никаких других продуктов в реакции [10] не образуется.

Задание 3. (24 б). **Химия не знает границ.**

«Для решения этой задачи совсем не требуется знание немецкого языка. Вам помогут лишь знание химической номенклатуры и смекалка!».

От авторов

Находясь на научной стажировке в Германии, выпускник Новосибирского университета обратил внимание на то, как логично и строго образуются названия химических соединений на немецком языке. В качестве примера предлагаем Вам немецкие названия веществ, указанные на некоторых банках, бутылках и баллонах с реактивами, которые он обнаружил в лаборатории:

<i>Chlorwasserstoff</i>	<i>Kohlenstoff</i>	<i>Kohlendioxid</i>	<i>Natrium Chlorid</i>	<i>Sauerstoff</i>
<i>Schwefel</i>	<i>Schwefelsäure</i>	<i>Schwefelwasserstoff</i>	<i>Salzsäure</i>	<i>Wasserstoff Peroxyd</i>

Чтобы заметно облегчить Вашу задачу, он сообщил формулы обнаруженных веществ:

O_2 , H_2O_2 , S , H_2SO_4 , HCl (водный раствор), HCl , NaCl , H_2S , C , CO_2 .

1. Приведите номенклатурные названия на русском языке для всех перечисленных веществ (для начала – в соответствии с приведенными формулами).
2. Какие из перечисленных реактивов находились в банках с широким горлом, какие – в бутылках, а какие – в баллонах?
3. Среди перечисленных веществ возможно химическое взаимодействие. Напишите уравнения шести таких попарных реакций с указанием условий их проведения.
4. Теперь соотнесите формулы уже с немецкими названиями.
5. Попробуйте написать немецкие названия для H_2O , H_2 и H_2CO_3 .

Задание 4. (28 б) **Химия и музыка.**

«Эта музыка будет вечной...».

Отрывок из песни группы Nautilus Pompilius

Музыка – явление, прочно вошедшее в наши жизни, и вряд ли в ближайшем будущем ее значение уменьшится. Музыка – это то, что всегда можно иметь с собой... Конечно, музыку можно напевать, мелодии можно наигрывать на специальных инструментах, а то и просто отстукивать ритм пальцами, но! Так или иначе, воспроизведение любимых звуков различными устройствами – неотъемлемая часть такого культурного феномена, как музыка. Как же это работает? Большая часть современных громкоговорителей (колонок, наушников, встроенных динамиков, и т.п.) использует следующее явление: постоянный магнит может втягиваться и выталкиваться из катушки с током. Естественно, гром-



кость звучания тем выше, чем сильнее магнит (точнее, чем выше его удельная намагниченность). Среди всех существующих на рынке постоянных магнитов наилучшими характеристиками обладают так называемые неодимовые магниты. По сути, это сплав железа с неодимом с различными добавками. Массовый состав одного из этих сплавов таков: 26,68 % неодима, 1,00 % бора, остальное – железо.

1. Определите, в каких мольных соотношениях входят элементы в состав указанного неодимового магнита. Какая масса этого сплава необходима для извлечения 1,00 кг неодима в чистом виде? Сколько всего атомов будет в том количестве сплава, которое содержит 1 кг неодима?

Но для того, чтобы магниты «запели», Вам еще необходим носитель информации. И здесь дело не обошлось без магнитов! Люди взрослые сразу вспомнят бобины с магнитными лентами, меломаны помоложе – более компактные аудиокассеты, ну а у современного любителя музыки большая часть коллекции хранится уже на жестких дисках (HDD, Hard disk drive).

С точки зрения химика, интерес вызывает вопрос, какие именно магнитные вещества используются в этих носителях, и как же их синтезируют. Возьмем, к примеру, аудиокассету второго типа, разработанную на Баденской анилино-содовой фабрике в Германии. Ее магнитная лента темно-синего цвета покрыта соединением **A** (оксид **Ct** в не очень известной для этого элемента степени окисления, массовая доля кислорода 38,10 %), толщина слоя ~10 мкм (1 мкм = 10^{-6} м), ширина ленты 3,8 мм, длина ленты 135 м (этого достаточно для 90 мин звучания).



2. Установите формулу оксида **A**. Известно, что при нормальных условиях в 22,4 л соединения **A** содержится ~1268 моль этого вещества. Оцените плотность вещества **A** в г/см^3 , а также массу этого вещества, содержащуюся на магнитной ленте Баденской фабрики.

Есть несколько способов получения этого соединения:

Способ 1. Смесь оксидов **B** и **B** (оксиды того же металла, массовые доли кислорода – 0,4802 и 0,3160 соответственно) помещается в платиновый тигель, нагревается там в присутствии флюса до ~1200 К, затем полученный расплав медленно охлаждается до комнатной температуры. Полученный таким образом крупнокристаллический оксид **A** [реакция 1] промывают водой и сушат.

3. Установите формулы оксидов **B** и **B**, напишите уравнение реакции [1].

Способ 2. Для получения тонких пленок (5-1000 Å, 1 Å = 10^{-10} м) оксида **A** используют метод CVD (chemical vapor deposition): раскаленная подложка помещается либо **B**, либо **Г**. На поверхности подложки происходит разложение этих соединений, в результате

образуется **A**, а также газы **Д** или **Е**: $\text{B} \xrightarrow{t^\circ\text{C}} \text{A}\downarrow + \text{D}\uparrow$ [2]; $\text{Г} \xrightarrow{t^\circ\text{C}} \text{A}\downarrow + \text{E}\uparrow$ [3].

Известно, что соединение **Г** состоит из трех элементов, при стандартных условиях представляет собой ярко-красную жидкость с массовыми долями кислорода 20,66 %, а хрома 33,57 %. Газ **Е** – желтовато-зеленый газ с резким запахом с плотностью 3,164 г/л при н.у.

4. Установите формулы газов **Д** и **Е** и соединения **Г**, напишите уравнения реакций [2, 3].

Соединение **B** является достаточно реакционноспособным веществом: реагирует с водой с образованием сильной кислоты [реакция 4]; с избытком щелочи реагирует с выделением большого количества тепла [5]; при действии на него концентрированной соляной кислоты выделяется газ **Е** и получается соль, образованная оксидом **B** [6].

5. Напишите уравнения реакций [4-6].