



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...»

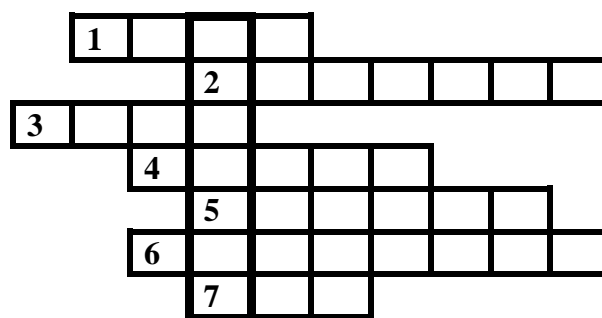
1. Какие современные термины (названия) соответствуют понятиям «элемент», «корпускула» и «тело», приведенным в сочинении М.В. Ломоносова? Имейте в виду, что в настоящее время термин «элемент» используют для обозначения несколько иного понятия, не такого, как во времена М.В. Ломоносова. Как называются «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 $M(\text{CaCO}_3) = 40 + 12 + 16*3 = 100$ г/моль и $M(\text{HCl}) = 1 + 35,5 = 36,5$ г/моль. Найдем массу карбоната кальция $m(\text{CaCO}_3) = 100\text{г/моль}*0,5$ моль = 50 г. Аналогично найдем массу хлороводорода $m(\text{HCl}) = 36,5\text{г/моль}*2*0,5$ 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...»

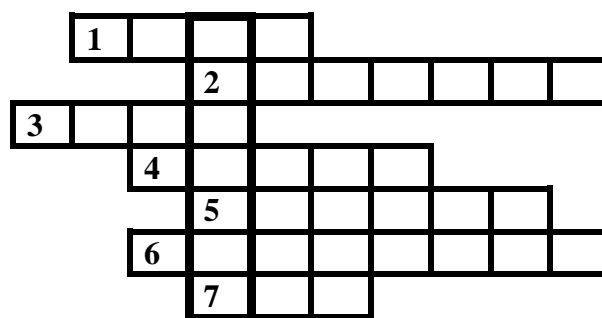
1. Какие современные термины (названия) соответствуют понятиям «элемент», «корпускула» и «тело», приведенным в сочинении М.В. Ломоносова? Имейте в виду, что в настоящее время термин «элемент» используют для обозначения несколько иного понятия, не такого, как во времена М.В. Ломоносова. Как называются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

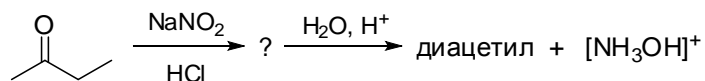
1. Расшифруйте обозначения **X**, **Y** и **Z**. Напишите уравнение реакции, осуществленной кошкой.
2. Рассчитайте концентрации (моль/л) **всех** компонентов растворов **Люголя** и **Манделя** (плотность глицерина 1,261 г/см³). Объем каждого из растворов принять равным сумме объемов входящих в его состав 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 **B**₁ и **B**₂, 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 **B**₁, **B**₂, **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 **B**₁, относящееся к тому же классу соединений, что и **B**, но способное существовать в виде геометрических изомеров. Приведите структурные формулы и названия геометрических изомеров **B**₁.
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 **Г**₁, относящееся к тому же классу соединений, что и **Г**, но способное существовать в виде оптических изомеров. Приведите структурную формулу и название изомера **Г**₁.