50-я Всесибирская открытая олимпиада школьников

Первый отборочный этап 2011-2012 уч. года

Задания по химии

10 класс

<u>Задание 1.</u> *"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.

<u>Задание 2.</u>

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/см^3), растворов **Люголя** и **Манделя** (плотность глицерина 1,261 г/см^3).

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?

<u>Задание 3.</u>

«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 ^oC, 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 ^oC) для начала необходимо написать реакцию и уравнять ее:*

$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O.$$

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/см^3), 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?

<u>Задание 4.</u>

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	**$AgNO_3$**	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 (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.

<u>Задание 5.</u>

Предельный углеводород **А** 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 **А** по воздуху не превышает 3. При хлорировании **А** получается смесь только двух монохлорпроизводных **$Б_1$** и **$Б_2$**, которая после обработки спиртовым раствором гидроксида калия дает лишь одно соединение **В**. При кислотно-катализируемой гидратации вещества **В** образуется единственный продукт **Г**, массовая доля кислорода в котором составляет 21,6 %.

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

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

3. Изобразите структурные формулы соединений **$Б_1$**, **$Б_2$**, **В** и **Г**. Назовите эти соединения по номенклатуре IUPAC.

4. Напишите уравнения реакций соединения **В** 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 °C; **г)** раствором перманганата калия, подкисленным серной кислотой; **д)** раствором перманганата калия в щелочном (гидроксид калия) растворе.