



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.

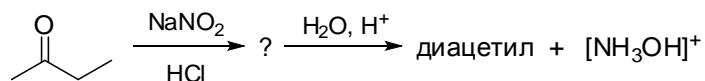
1. Расшифруйте обозначения **X**, **Y** и **Z**. Напишите уравнение реакции, осуществленной кошкой.
2. Рассчитайте концентрации (моль/л) **всех** компонентов растворов **Люголя** и **Манделя** (плотность глицерина 1,261 г/см³). Объем каждого из растворов принять равным сумме объемов входящих в его состав 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 моноклорпроизводных **B₁** и **B₂**, которая после обработки спиртовым раствором гидроксида калия дает лишь одно соединение **B**. При кислотнo-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**.