

**ТЕКСТЫ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ
МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА
ВСЕРОССИЙКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ
ДЛЯ УЧАСТНИКОВ 8 класса**

2023-2024 уч.год

Задача 8.1.

Получение неметалла Э_2 первым осуществил в 1745 г. М.В. Ломоносов. Он действовал на железные опилки жидкостью состава $\text{Э}_2\text{SO}_4$, разбавленной водой. Образовавшийся неметалл Ломоносов называл то «флогистоном», т.е. «горючим паром». Этот же способ выделения Э_2 применил в 1783 г. английский химик Г. Кавендиш. В этом же году А. Лавуазье получил Э_2 , продувая струю газообразного оксида этого неметалла через нагретый до красного каления оружейный ствол. Позднее химики разных стран стали использовать для получения этого неметалла реакции алюминия или кремния со щелочами в водной среде или взаимодействие бинарных соединений этого неметалла и кальция с водой.

1. Какой неметалл получали М.В. Ломоносов, Г. Кавендиш и А. Лавуазье?
2. Запишите все уравнения реакций, о которых говорится в задаче.
3. Приведите вещества разных классов неорганических соединений, в состав которых входит неметалл Э . Назовите эти соединения.

Задача 8.2.

Старинный водолазный колокол - это стальной или медный цилиндр, открытый снизу и закрытый сверху. Внутри колокола расположена скамейка для отдыха водолазов. Водолаз, сидящий в колоколе с объемом воздуха 8000 л, решил опустить в нем уровень воды, чтобы стало теплее ногам. Он определил, что для этого нужно довести объем воздуха до 10000 л.

1. Определите объемы и количества вещества кислорода и азота, в исходном объеме.
2. Рассчитайте, какой объем кислорода и азота нужно добавить, чтобы получить конечный объем воздуха в колоколе.
3. Рассчитайте, сколько мл 30 % перекиси водорода (плотность раствора 1,112 г/мл) нужно взять водолазу, чтобы поддерживать уровень кислорода в колоколе для комфортного дыхания. Если при нахождении внутри колокола в

течение часа, нужно восполнить 0,5 моль кислорода. Реакция, которую использует водолаз – каталитическое разложение перекиси водорода.

Задача 8.3.

На восстановление 6,4 г оксида металла требуется 2,688 л (н.у.) водорода. Полученный металл растворили в избытке соляной кислоты, при этом выделилось 1,792 л (н.у.) водорода. Определите, какой металл входит в состав оксида. Напишите уравнения всех протекающих реакций.

Задача 8.4.

Контактный способ производства серной кислоты из сульфидных руд протекает в несколько стадий. Основные стадии производства: обжиг сульфидных руд, окисление оксида серы (IV), абсорбция оксида серы (VI).

Реакторы, или контактные аппараты, в которых происходит каталитический процесс окисления оксида серы (IV) кислородом, представляют собой очень большие цилиндры, внутри которых закреплены сетки с ванадиевым катализатором. Предположим, что объем такого цилиндра 2000 м³.

Рассчитайте объемные доли газов в исходной смеси, состоящей из оксида серы (IV) и кислорода, если в результате реакции между ними образовалось 170 кг оксида серы (VI). Учтите, что оксид серы (IV) вступил в реакцию полностью.

Задача 8.5.

Природное олово состоит из десяти стабильных изотопов. Рассчитайте содержание (в %) в природе изотопа с массовым числом 120, если содержание в природе остальных изотопов составляет: с массовым числом 112 (в смеси 0,96 % по массе), 114 (0,66 %), 115 (0,35 %), 116 (114,3 %), 117 (7,61 %), 118 (24,03 %), 119 (8,58 %), 122 (4,72 %) и 124 (5,94 %).

**ТЕКСТЫ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ
МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА
ВСЕРОССИЙКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ
ДЛЯ УЧАСТНИКОВ 9 класса**

2023-2024 уч.год

Задача 9.1.

Смесь карбонатов бария и кальция полностью растворили в 20 % растворе соляной кислоты. Масса растворимых веществ в получившемся после реакции растворе оказалась на 3,3 г больше массы исходной смеси карбонатов.

1. Запишите уравнения протекающих химических реакций.
2. Какая масса 20 % раствора соляной кислоты потребуется для реакции с карбонатами бария и кальция.
3. Определите объем (при н.у.) полученного в реакции газа.
4. Какой может быть масса исходной смеси солей? Ответ обоснуйте.

При расчётах растворимостью газообразного продукта реакции в воде пренебречь.

Задача 9.2.

Кальций массой 16 г сожгли на воздухе. Для того, чтобы растворить полученный продукт горения полностью понадобилось 251 г 16 % раствора HCl. После его растворения полученный раствор упарили. Запишите уравнения химических реакций, протекающих в ходе горения и растворения полученного продукта в кислоте. Определите качественный состав полученного после упаривания сухого остатка.

Задача 9.3.

2 кислородсодержащих кислоты элементов X и Y в высших степенях окисления, располагающихся в Va и VIa группах Периодической системы, представляют собой тяжелую маслянистую жидкость и бесцветное кристаллическое вещество. Массовые доли элементов в кислотах, соответственно равны $\approx 32\%$ и $\approx 33\%$. Обе кислоты имеют молярную массу 98 г/моль, но одна из этих кислот сильная, а другая – слабая. Одну из кислот можно получить непосредственно при сжигании на воздухе простого твердого вещества красного цвета с последующим растворением в воде. А другую

кислоту можно получить только косвенными методами и никогда прямым синтезом из простых веществ.

Вопросы:

1. О каких кислотах идет речь?
2. Рассчитайте массовые доли всех элементов в этих кислотах.
3. Составьте структурные формулы кислот.
4. Напишите уравнения реакций получения этих кислот.
5. Какие ещё кислородсодержащие кислоты этих элементов вы знаете?

Запишите названия и структурные формулы этих кислот.

Задача 9.4.

5,6 л (н.у.) пропана (C_3H_8) сожгли в калориметре в атмосфере кислорода.

Используя данные таблицы:

Вещество	Теплота образования (ΔH^0_{298}), кДж/моль
$CO_{2(газ)}$	-393,51
$H_2O_{(газ)}$	-241,82
$C_3H_{8(газ)}$	-103,90

выполните следующие задания:

1. Напишите термохимическое уравнение реакции, протекающей в калориметре.
2. Определите количество выделившейся в результате реакции теплоты.
3. Дайте определение понятию «теплота образования».
4. Определите количество вещества каждого из газов, образовавшееся в результате реакции.
5. Как изменится давление внутри калориметра, если все участники реакции газы.

Задача 9.5.

Для изучения свойств электролитов ученик из имеющихся трех растворов выбрал тот, в котором масса катионов натрия была наименьшей:

- 1) 40 мл 0,4 М раствор нитрата натрия.
- 2) 50 мл 0,8 % раствор хлорида натрия.
- 3) 50 мл 0,1 М раствор сульфата натрия.

В выбранном растворе он определил наличие аниона с помощью качественной реакции. Рассчитайте массу катионов натрия в каждом растворе (плотность растворов можно считать равной единице) и выберите раствор, в котором она наименьшая. Укажите, какой анион определил ученик с помощью качественной реакции. Запишите уравнение этой реакции в ионном виде.

ТЕКСТЫ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ
МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА
ВСЕРОССИЙКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ
ДЛЯ УЧАСТНИКОВ 10 класса

2023-2024 уч.год

Задача 10.1.

К 1,86 г гидроксида некоторого металла в степени окисления +2 (M^{+2}) фиолетового цвета (соединение *A*) добавили раствор хлорида этого же металла при этом образуется только один продукт реакции - осадок зелёного цвета массой 4,46 г (соединение *B*, реакция 1), молярное соотношение элементов в котором составляет 1:1:1:1.

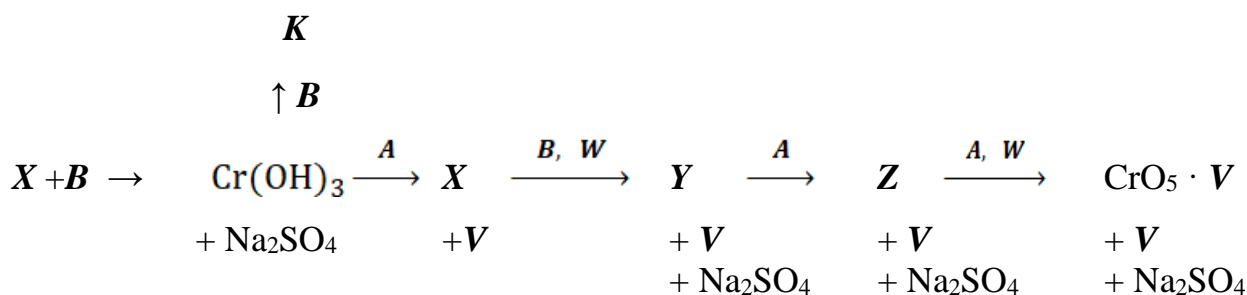
При кипячении гидроксида *A* с концентрированной перекисью водорода (реакция 2), образуется темно-коричневый аморфный осадок (соединение *B*), который при нагревании разлагается с выделением кислорода с образованием серо-черного смешанного оксида *Г* (реакция 3). Оксид *Г* является достаточно сильным окислителем и при нагревании может восстанавливаться водородом до чистого металла *M* (реакция 4). Однако, элемент *M* в оксиде *Г* может быть и окислен, например надпероксидом натрия при нагревании 1000 °С – процесс протекает с выделением кислорода и образованием красно-коричневой соли *Д*, массовая доля металла *M* в которой составляет 27,44 % (реакция 5).

Вопросы:

1. Определите элемент *M*. Ответ подтвердите расчётом.
2. Укажите формулы соединений *A*-*Д*.
3. Предложите варианты записи химической формулы оксида *Г*.
4. Приведите обоснование состава соли *Д* и подтвердите расчетом.
5. Запишите уравнения реакций 1-5.

Задача 10.2.

В приведенной схеме определите зашифрованные вещества *X*, *Y*, *Z* и *K*, относящиеся к генетическому ряду хрома, а также вещества *A*, *B*, *V* и *W*, выступающие реагентами или продуктами в приведенных реакциях. Напишите уравнения шести реакций (на каждую стрелку одно уравнение), учитывая, что в схеме в каждую последующую реакцию вступает только тот продукт предыдущей реакции, в котором содержится хром, остальные продукты реакции указаны/зашифрованы под ним.



Задача 10.3

Известно, что при сжигании навески углеводорода **X** в избытке кислорода образуется 15,68 л углекислого газа (при н.у.) и 10,8 мл воды. Пары вещества **X** массой 16,2 г занимают объем 3,78 л при н.у. Проведите все необходимые расчеты и определите молекулярную формулу углеводорода **X**. Сделать предположение о структуре вещества можно, изучая его химические свойства с помощью качественных реакций.

Выскажите предположения о возможных изомерных структурах углеводорода **X**, используя следующие сведения:

- 1) углеводород **X** обесцвечивает бромную воду с образованием вещества **A**;
- 2) 1 моль **X** способен прореагировать с 1 молем водорода (в присутствии платинового катализатора), при этом образуется углеводород **B** циклогексанового ряда;
- 3) в результате бромирования **B** при облучении светом образуется преимущественно одно органическое монобромпроизводное **C**.

Для уточнения структуры **X** было проведено окисление углеводорода нагреванием его с водным раствором перманганата калия в присутствии серной кислоты. Было обнаружено, что происходит обесцвечивание раствора и образуется единственный органический продукт **D**, содержащий в своем составе три атома кислорода. 1 моль вещества **D** полностью реагирует с 0,5 моль карбоната натрия с выделением углекислого газа и образованием соли **E**. Приведите структурную формулу углеводорода **X**, соответствующую его истинному строению. Дайте необходимые пояснения к своему выбору. Напишите уравнения реакции сгорания углеводорода **X**, а также реакции, в которых происходит образование веществ **A**-

Е. Для написания всех органических веществ, участвующих в этих реакциях, используйте структурные формулы.

При изучении свойств углеводорода X также было установлено, что он способен реагировать с водным раствором перманганата калия при охлаждении, в результате чего образуется органическое соединение F. Напишите уравнение реакции окисления X в F. При взаимодействии углеводорода X с бромной водой помимо основного продукта A в небольших количествах образуется побочный продукт. Приведите структурную формулу этого побочного продукта и объясните, как он образуется.

Задача 10.4.

При увеличении температуры на 30 градусов (от 20 до 50 градусов) скорость некоторой реакции $2A = B + C$ возрастает в 27 раз.

Выполните следующие задания:

1. Во сколько раз нужно увеличить исходную концентрацию вещества A, чтобы добиться аналогичного результата при постоянной температуре;
2. Как изменится скорость реакции если: а) повысить температуру на 20 градусов; б) повысить исходную концентрацию вещества A на 20 %; в) изменить оба параметра одновременно.

Принять константу скорости реакции при 20° равной 1.

Уравнение Вант-Гоффа $\frac{V_2}{V_1} = \gamma^{\frac{\Delta T}{10}}$.

Кинетическое уравнение $V = k \cdot C_A^2$

Задача 10.5.

К 100 мл 1 М раствора сульфата алюминия прибавили 150 мл 7 М раствора щелочи. Напишите химические реакции, протекающие при сливании растворов. Определите количества всех продуктов реакций.

**ТЕКСТЫ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ
МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА
ВСЕРОССИЙКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ
ДЛЯ УЧАСТНИКОВ 11 класса**

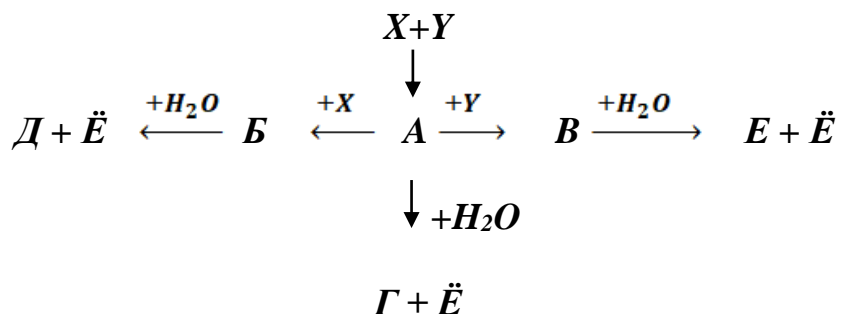
2023-2024 уч.год

Задача 11.1.

Соединение *A* при комнатной температуре представляет из себя бесцветный газ, а при понижении температуры до +12 °С - зеленовато-жёлтую жидкость, и является одним из трёх возможных продуктов (*A*, *B*, *B*) реакции взаимодействия двух простых газообразных веществ *X* и *Y* (реакция 1), образованных атомами элементов, имеющих в основном состоянии одинаковые электронные конфигурации. Соединение *A* очень реакционноспособно. Если к веществу *A* добавить простое вещество *X*, то *A* восстановится до соединения *B* (реакция 2), если к *A* добавить *Y* – окислится до *B* (реакция 3).

Все три вещества *A*, *B* и *B* гидролизуются водой на холоде (реакции 4, 5 и 6 соответственно) с образованием соединений разного состава, включающих в себя элемент *X* (*Г*, *Д*, *Е*), и соединение одинакового состава *Ё*, в состав которого входит *Y*.

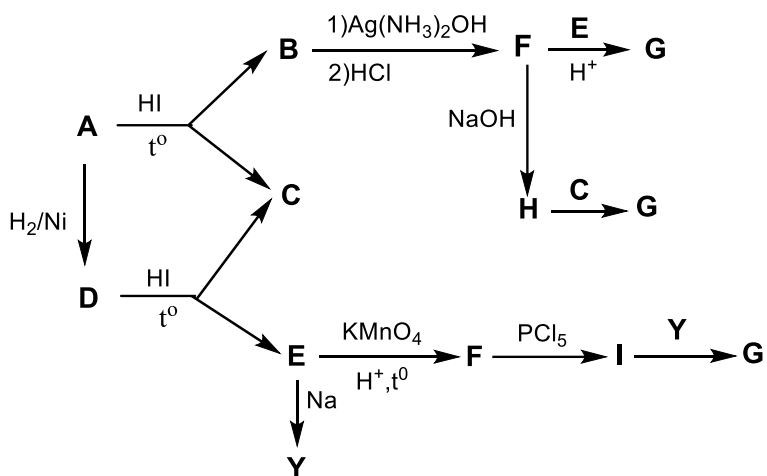
Для воспроизведения последовательности процессов, пожалуйста, воспользуйтесь предложенной схемой:



1. Назовите зашифрованные простые вещества *X* и *Y*, ответ обоснуйте.
2. Составьте уравнения реакций согласно схеме.
3. Укажите формулы веществ *A*, *B*, *B*, *Г*, *Д*, *Е* и *Ё*.
4. Назовите возможную причину, помимо снижения температуры, существования соединения *A* в виде жидкости при температуре близкой к комнатной?
5. Для раствора вещества *Ё* укажите название по номенклатуре и тривиальное название – с указанием причины его происхождения.

Задача 11.2.

Соединение **G** при обычных условиях представляет бесцветную летучую жидкость с резким запахом. Это соединение находит широкое практическое применение, например, в качестве растворителя. Оно является продуктом превращений в предложенной ниже схеме. Известно, что при сжигании навески вещества **A** массой 3,60 г в токе кислорода образуется 4,48 л углекислого газа и 3,60 г воды. Массовая доля углерода в соединении **D** составляет 64,86%.



1. Проведите необходимые расчеты и установите структуру вещества **A**.
2. Определите структурные формулы всех соединений (**A** - **Y**).
3. Напишите уравнения реакций превращения вещества **E** в вещество **F**, вещества **F** в вещество **I**, реакцию взаимодействия **B** с аммиачным раствором оксида серебра.
4. Соединение **G** имеет несколько названий. Приведите 2 возможных.

Задача 11.3.

Вещество **X** встречается в природе и находит широкое применение в пищевой промышленности.

В некоторых СМИ ошибочно утверждают, что пищевая добавка **X** наносит вред здоровью человека. Однако, в используемых дозах соединение **X**

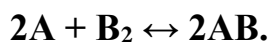
не только безопасно для человека, но и необходимо ему, так как выполняет в организме весомую роль, оно присутствует в любых живых клетках.

Масса молекулы **X** меньше $24,5 \cdot 10^{-23}$ г, она содержит в своем составе только атомы углерода, водорода и кислорода, причем, в одинаковом количестве. Известно, что для полной нейтрализации 0,87 г **X** требуется 15 мл водного раствора NaOH с концентрацией 1 моль/л.

1. Установите молекулярную формулу соединения **X** и аргументируйте свой ответ.
2. Приведите структурные формулы возможных изомеров.
3. Установите структуру соединения **X**, если известно, что это вещество наиболее стабильно среди возможных изомеров. Аргументируйте свой ответ.
4. Назовите соединение **X**.
5. С какой целью **X** добавляют в продукты питания?

Задача 11.4.

В сосуде объемом 10 л при температуре 30⁰С смешали 2 моль вещества **A** и 3 моль вещества **B₂**. Через 20 минут в сосуде установилось равновесие:



Средняя скорость расходования вещества **A** к этому моменту составляла 0,002 моль/(л·мин).

Выполните следующие задания:

1. Рассчитайте равновесные концентрации реагентов;
2. Определите константу равновесия реакции;
3. Определите отношение скоростей реакции в начальный момент времени и в момент установления равновесия.

Все участники реакции газы. Константу скорости реакции принять равной 1.

$$V = k \cdot C_A^2 \cdot C_{B_2}$$

Задача 11.5.

Исследовали два жидких чистящих средства: первое содержит соляную кислоту, второе – щавелевую. Для анализа отобрали пробы объемом 5 мл каждого средства. На нейтрализацию первого затратили 0,0251 г гидроксида натрия, второго – 0,0566 г.

Определить концентрацию кислоты (моль/л) в каждом средстве.

Будут ли отличаться концентрации ионов водорода в исследуемых средствах? Ответ обоснуйте.

Установить, соответствуют ли они требованиям качества по показателю «активность ионов водорода», согласно которым концентрация ионов водорода должна быть не ниже $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л.