

Максимальное количество баллов за олимпиаду - 50

Задание 1.

Юный химик решил исследовать три белых порошка, которые он нашёл на кухне в баночках без этикеток. Известно, что это были поваренная соль, пищевая сода и лимонная кислота. Он приготовил водные растворы каждого вещества в трёх стаканах.

При смешивании раствора из первого стакана с раствором из второго стакана не произошло никаких видимых изменений. При смешивании растворов из первого и третьего стаканов жидкость бурно запенилась с выделением бесцветного газа.

Чтобы окончательно расставить всё по местам, химик капнул немного раствора из третьего стакана в пробирку с лакмусом, в результате чего раствор покраснел.

Определите содержимое стаканов.

1. Стакан 1	А. Пищевая сода
2. Стакан 2	Б. Поваренная соль
3. Стакан 3	В. Лимонная кислота

Ответ:

1	2	3

Задание 2.

Распространённое английское слово написали с помощью символов химических элементов (буквы не повторяются). Слово состоит из четырёх элементов и шести букв. Первый элемент в слове - непереходный металл из четвёртого периода, названный в честь одной из стран Европы. Вторым входит в триаду железа (Fe, Co, Ni), а водные растворы его солей имеют зелёную окраску. Третий элемент расположен в *f*-блоке Периодической системы, а четвёртый - неметалл, число электронов на внешнем слое которого равно номеру его периода, умноженному на два при этом, если повернуть символ этого элемента на 180 ° по часовой стрелке, то символ элемента не изменится.

Запишите загаданное слово.

Ответ: _____

Задание 3.

При исследовании состава фумарольных газов вблизи действующего вулкана был отобран образец бесцветного газа **А**, обладающего резким удушливым запахом, напоминающим запах горелой спички. Плотность данного газа по воздуху* составляет 2.21. Порцию этого газа пропустили через 400 г раствора гидроксида натрия с массовой долей растворённого вещества 4 %. В растворе образовалась единственная кислая соль **Б**.

*Плотностью одного газа *X* по газу *Y* называют соотношение $D = \rho(X)/\rho(Y)$; если газы идеальные, то $D = M(X)/M(Y)$. Молярная масса воздуха равна 29 г/моль.

Запишите формулу газа **А**.

Ответ: _____

Определите массу образовавшейся в растворе соли **Б**. Ответ выразите в граммах, округлите до десятых.

Ответ: _____

Задание 4.

Археологическая экспедиция обнаружила металлический артефакт, поверхность которого была полностью скрыта под плотным слоем налёта зелёного цвета. Химический анализ налёта показал, что его основным компонентом является соединение состава $(\text{МОН})_2\text{СО}_3$. Для реставрации предмет аккуратно обработали избытком разбавленной соляной кислоты. В процессе очистки наблюдалось интенсивное выделение бесцветного газа практически без запаха, а жидкость в сосуде приобрела характерный сине-зелёный оттенок. После полного исчезновения налёта в полученный раствор поместили железную проволоку, которая через некоторое время покрылась слоем красно-розового металла М.

Запишите формулу выделяющегося газа.

Ответ: _____

Запишите химический символ металла М.

Ответ: _____

Задание 5.

В авиационной промышленности для создания элементов самолёта применяется лёгкий сплав, состоящий преимущественно из алюминия с небольшими добавками магния. Образец данного сплава массой 15.0 г поместили в избыток горячего раствора гидроксида калия. В ходе эксперимента наблюдалось бурное выделение газа Г, при этом на дне реакционного сосуда остался состоящий из трёх элементов белый осадок массой 1.2 г.

Запишите формулу газа Г.

Ответ: _____

Определите объём (н. у.) выделившегося газа Г при нормальных условиях. Ответ выразите в литрах, округлите до десятых.

Ответ: _____

Задание 6.

В две одинаковые колбы налили равные объёмы жидкостей: в первую - обычную дистиллированную воду, во вторую - тяжёлую воду D_2O . В обе колбы одновременно бросили одинаковые кусочки металлического натрия.

В каком сосуде выделится больший объём газа, если натрий взят в недостатке?

Ответ:

- В сосуде с H_2O
- В сосуде с D_2O
- Одинаково

В сосуд с D_2O аккуратно поместили кубик обычного льда. Что произойдёт?

Ответ:

- Лёд утонет
- Лёд будет плавать на поверхности
- Раствор закипит

После завершения реакции с натрием в полученные растворы капнули фенолфталеин. Что наблюдается?

Ответ:

- Раствор только с H_2O стал малиновым
- Раствор только с D_2O стал малиновым
- Оба раствора стали малиновыми

Задание 7.

Химический элемент X способен существовать в виде различных простых веществ - например, **A** и **B**, которые имеют идентичный качественный состав, но принципиально разную кристаллическую структуру.

Чёрное вещество **A** имеет слоистое строение; внутри слоёв атомы связаны ковалентными связями, а между слоями действуют слабые силы Ван-дер-Ваальса. Благодаря наличию слабосвязанных электронов между слоями оно хорошо проводит электрический ток.

Бесцветное вещество **B** имеет каркасную структуру, где каждый атом жёстко связан с четырьмя соседними в форме тетраэдра. В том числе благодаря своей структуре вещество **B** является самым твёрдым природным минералом.

Образец вещества **A** массой m полностью сожгли в избытке кислорода, а образец вещества **B** с такой же массой полностью сожгли в избытке озона. Полученные газовые смеси по отдельности пропустили через раствор гидроксида калия.

Запишите название соединения **A**.

Ответ: _____

Запишите название соединения **B**.

Ответ: _____

В каком случае прирост массы раствора гидроксида калия окажется выше?

Ответ:

- При сжигании **A**
- При сжигании **B**
- Одинаково

Задание 8.

В четырёх пробирках находятся растворы солей натрия: фторид, хлорид, бромид и иодид. Для идентификации растворов провели серию экспериментов.

Пробирка № 1: при добавлении нитрата серебра выпал жёлтый осадок. Если к сухой соли из этой пробирки добавить концентрированную серную кислоту, наблюдается выделение фиолетовых паров и резкий запах сероводорода.

Пробирка № 2: при добавлении нитрата серебра раствор остался абсолютно прозрачным. Если к сухой соли из этой пробирки добавить концентрированную серную кислоту, выделяется бесцветный газ, разъедающий стекло.

Пробирка № 3: при добавлении нитрата серебра выпал белый творожистый осадок, который растворился при добавлении водного раствора аммиака.

Пробирка № 4: при добавлении нитрата серебра выпал светло-жёлтый осадок. Если к исходному раствору добавить немного бензина и хлорную воду, то после встряхивания верхний слой жидкости становится яркоокрашенным. Определите содержимое пробирок.

1. Пробирка № 1	A. NaF
2. Пробирка № 2	B. NaCl
3. Пробирка № 3	B. NaBr
4. Пробирка № 4	Г. NaI

Ответ:

1	2	3	4

Задание 9.

Твёрдый жёлтый неметалл X вступил в реакцию с железом при нагревании, образовав чёрное твёрдое вещество А. Если к веществу А добавить соляную кислоту, выделяется горючий газ В с неприятным запахом и образуется бледно-зелёный раствор соли С. При добавлении к раствору соли С натриевой щёлочи выпадает зелёный осадок, который на воздухе быстро буреет с образованием D. Запишите формулы веществ А - X.

X	_____
A	_____
B	_____
C	_____
D	_____

В каком положении нужно держать пробирку-приёмник при сборе чистого газа В методом вытеснения воздуха?

Ответ:

- Отверстием вверх
- Отверстием вниз
- Не имеет значения
- Зависит от температуры

В каком положении нужно держать пробирку-приёмник при сборе чистого газа В методом вытеснения воды?

Ответ:

- Отверстием вверх
- Отверстием вниз
- Не имеет значения
- Зависит от температуры

Задание 10.

Лаборант нашёл банку с порошком простого вещества X и сделал вывод, что это активный металл из главной подгруппы, поскольку он хранился под слоем керосина. Чтобы установить состав порошка, он провёл несколько опытов:

1. При добавлении к веществу X холодной воды началась бурная реакция. Выделился бесцветный горючий газ А и образовался мутный раствор вещества В.
2. Через мутный раствор В долго пропускали углекислый газ, в результате чего он стал прозрачным и бесцветным. При кипячении этого раствора из него выпал белый осадок С.
3. Порошок X сожгли в атмосфере чистого азота при нагревании. Образовалось бинарное вещество D с массовым содержанием азота 18.92 %.
4. Полученное вещество D поместили в пробирку и добавили воду, в результате выделился газ Е с характерным резким запахом. При поднесении к горлышку пробирки влажной лакмусовой бумажки она мгновенно окрасилась в синий цвет.

Запишите формулу вещества С.

Ответ: _____

Запишите формулу вещества D.

Ответ: _____

Выберите верные характеристики физических или химических свойств выделяющегося газа Е:

Ответ:

- Имеет молярную массу больше, чем у воздуха
- Его водный раствор окрашивает фенолфталеин в малиновый цвет
- Не имеет запаха
- При взаимодействии с парами концентрированной соляной кислоты он образует густой белый «дым»
- Поддерживает горение лучинки на воздухе

Задание 11.

Элементы **A** и **B** являются электронными аналогами. На их внешних оболочках находится по 7 электронов. Цифры порядкового номера более лёгкого элемента **A** можно переставить так, чтобы получить порядковый номер более тяжёлого элемента **B**. Из заглавных латинских букв символов элементов **A** и **B** можно составить химический символ третьего элемента - **B**.

Запишите символы элементов **A**, **B** и **B**.

A	_____
B	_____
B	_____

Расположите элементы в порядке увеличения их атомного радиуса.

1. B
2. A
3. B

Ответ:

1	2	3

Расположите элементы в порядке увеличения их электроотрицательности.

1. A
2. B
3. B

Ответ:

1	2	3

Задание 12.

При сильном прокаливании смеси массой 10.0 г двух средних карбонатов, образованных металлами X и Y, выделяется 2.28 л (н. у.) бесцветного газа. Если из этой смеси количественно выделить карбонат, образованный металлом Y, и сильно прокалить полученную порцию вещества, то выделится 2.02 л бесцветного газа. При этом, если сильно прокалить чистый карбонат, образованный металлом X, массой 10.0 г, то выделится 2.67 л (н. у.) бесцветного газа. Заполните таблицу.

	Химический символ	Массовая доля карбоната в исходной смеси, %
X	_____	_____
Y	_____	_____