

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ. 2016–2017 уч. г.
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 9 КЛАСС

Задания, ответы и критерии оценивания

В итоговую оценку из 6-ти задач засчитываются 5 решений, за которые участник набрал наибольшие баллы, то есть одна из задач с наименьшим баллом не учитывается.

Задача 1. Полезная соль

Нерастворимая в воде соль **X** входит в состав множества полезных веществ – белых красок, огнеупорных материалов, жидкостей для бурения скважин, контрастных веществ для рентгенографии. Она состоит из трёх элементов, один из которых – сера. При прокаливании с избытком угля **X** превращается в растворимую соль **Y**, которая состоит всего из двух элементов в равных количествах. Массы элементов в **Y** отличаются в 4,28 раза.

- 1) Определите формулы солей **X** и **Y**.
- 2) Напишите уравнения реакций $X \rightarrow Y$ и $Y \rightarrow X$.
- 3) Предложите три способа получения **X** из веществ, принадлежащих к разным классам соединений.

1) При прокаливании с углём соль **X** теряет кислород, остаются сера и элемент-металл в равном соотношении, т.е. **Y** – сульфид двухвалентного металла, MeS . Из соотношения масс находим:

$M(Me) = 32 \cdot 4,28 = 137$ г/моль – это барий. **Y** – BaS , **X** – $BaSO_4$. **4 балла**

(по **2 балла** за каждую соль). Ответ **X** – $BaSO_3$ также считается правильным.

2) $X \rightarrow Y$. $BaSO_4 + 4C = BaS + 4CO$ **1,5 балла**

(принимаются также уравнение $BaSO_4 + 2C = BaS + 2CO_2$ и аналогичные уравнения с $BaSO_3$),

$Y \rightarrow X$. $BaS + H_2SO_4 = BaSO_4 + H_2S \uparrow$ **1,5 балла**

3) $BaO + H_2SO_4 = BaSO_4 + H_2O$

$Ba(OH)_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 + 2H_2O$

$BaCl_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 \downarrow + 2HCl$

(принимаются также любые разумные реакции образования $BaSO_3$)

Каждое уравнение – по **1 баллу**, максимум – **3 балла**.

Всего – 10 баллов

Задача 2. Неполные уравнения реакций

Ниже приведены уравнения химических реакций, в которых пропущены некоторые вещества и коэффициенты. Заполните все пропуски.

1) $\dots + Br_2 = S + 2\dots$

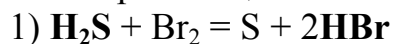
2) $2NaCl + 2\dots = \dots NaOH + \dots + Cl_2$

3) $\dots + 5O_2 = 3CO_2 + \dots H_2O$

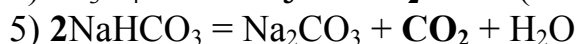
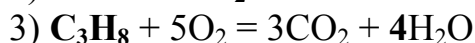
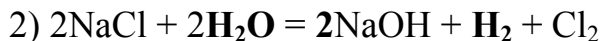
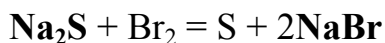
4) $Pb_3O_4 + 4\dots = \dots + 2Pb(NO_3)_2 + \dots H_2O$



Ниже приведены уравнения химических реакций, в которых пропущены некоторые вещества и коэффициенты. Заполните все пропуски.



или



За каждое правильное уравнение – по 2 балла.

Всего – 10 баллов

Задача 3. Опыты со стружкой

Кальциевую стружку массой 4,0 г прокалили на воздухе, а затем бросили в воду. При растворении стружки в воде выделилось 560 мл газа (н. у.), который практически не растворяется в воде.

1) Запишите уравнения реакций.

2) Определите, на сколько граммов возросла масса стружки при прокаливании.

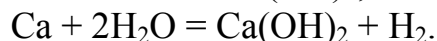
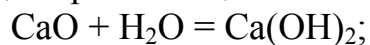
3) Рассчитайте состав прокалённой стружки в массовых процентах.

1) При прокаливании кальциевой стружки происходит реакция:



(Условие о том, что газ практически не растворяется в воде, исключает реакцию кальция с азотом, которая может привести к нитриду кальция, гидролизующемуся с образованием NH_3 .)

Так как кальций плавится при высокой температуре, а продукт реакции также тугоплавкий, окисление металла вначале происходит лишь с поверхности. Прокалённая стружка представляет собой металл, снаружи покрытый слоем оксида. При помещении в воду и металл, и оксид реагируют с ней:



2) Количество вещества металла, не вступившего в реакцию с кислородом, равно количеству вещества выделившегося газа (водорода):

$$n(\text{Ca}) = n(\text{H}_2) = 0,56/22,4 = 0,025 \text{ моль.}$$

Всего в исходной стружке $n(\text{Ca}) = 4/40 = 0,1$ моль.

Таким образом, в реакцию с кислородом вступило $0,1 - 0,025 = 0,075$ моль кальция, что составляет $m(\text{Ca}) = 0,075 \cdot 40 = 3$ г.

Увеличение массы стружки связано с присоединением кислорода. Масса кислорода, вступившего в реакцию с кальцием, равна $m(\text{O}_2) = 32 \cdot 0,0375 = 1,2$ г. Итак, масса стружки после прокаливании возросла на 1,2 г.

3. Прокалённая стружка состоит из кальция (0,025 моль) массой 1 г и оксида кальция (0,075 моль) массой 4,2 г. Состав в массовых процентах: Ca – 19,2%; CaO – 80,8%.

Система оценивания:

- | | |
|---|----------------|
| 1. За каждое уравнение реакции по 1 баллу | 3 балла |
| 2. За расчёт количества вещества водорода | 1 балл |
| За правильный ответ | 3 балла |
| 3. За правильный ответ | 3 балла |
| Всего – 10 баллов | |

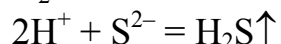
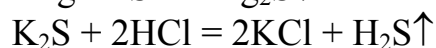
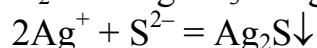
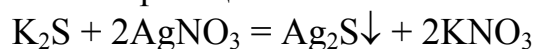
Задача 4. Неизвестная соль

Неизвестная соль образована двумя ионами с электронной конфигурацией аргона. Известно, что при внесении её в водный раствор нитрата серебра выпадает осадок, при действии на неё соляной кислотой выделяется газ, а водный раствор карбоната натрия не вызывает никаких изменений.

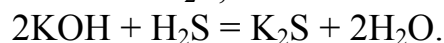
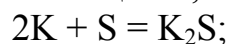
- 1) Назовите соль. Запишите электронную конфигурацию ионов, входящих в состав соли.
- 2) Запишите уравнения описанных реакций в молекулярном и сокращённом ионном виде.
- 3) Предложите два способа получения этой соли. Запишите уравнения реакций.

1) Ионы с конфигурацией инертного газа аргона $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ – это катионы начала четвёртого периода (например, K^+ , Ca^{2+}) и анионы конца третьего периода (например, S^{2-} , Cl^-). Описанным в задаче условиям удовлетворяет только сульфид калия K_2S .

2) Уравнения реакций:



3) Соль можно получить разными способами, например, взаимодействием простых веществ, взаимодействием гидроксида калия с сероводородом:



Система оценивания:

- | | |
|---|----------------|
| 1. За электронную конфигурацию ионов | 1 балл |
| За название соли | 1 балл |
| 2. По 1 баллу за каждое молекулярное и ионное уравнение реакции | 4 балла |
| 3. По 2 балла за каждый способ получения | 4 балла |
| Всего – 10 баллов | |

Задача 5. Неизвестный металл

В кабинет химии принесли кусочек серебристо-белого неизвестного металла. Учитель поручил сделать анализ металла одному из учеников. Ученик составил план исследования. Когда атмосферное давление стало равно 760 мм рт. ст., ученик охладил установку до 0°C и приступил к анализу металла.

Взяв точную навеску металла – 1,00 г, он растворил его в соляной кислоте. При этом выделился водород объёмом 2,49 л. Этого стало достаточно для идентификации металла.

- 1) На основе экспериментальных данных определите металл. Напишите уравнение реакции.
- 2) Почему важно учитывать в данном исследовании атмосферное давление и температуру?
- 3) Какими дополнительными реакциями можно подтвердить идентификацию металла?

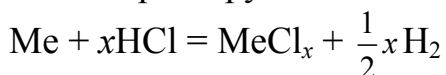
1) Определён металл бериллий и записано уравнение реакции **5 баллов**

Один из возможных способов решения:

Определено количество выделившегося водорода

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{2,49 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,11 \text{ моль.}$$

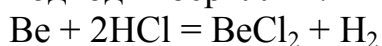
Металл реагирует с соляной кислотой согласно уравнению:



Молярную массу металла M можно вычислить по формуле:

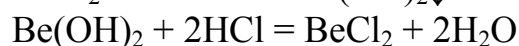
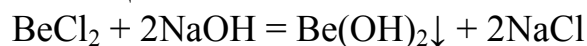
$$M = \frac{m \cdot x}{2n},$$

где: m — масса навески металла, x — валентность металла, n — количество вещества водорода. Из всех возможных вариантов подбора по валентности подходит бериллий. $M = 9,09$ г/моль

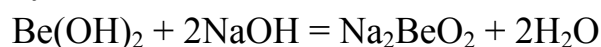


2) Объяснена зависимость объёма газа от давления и температуры **2 балла**

3) Гидроксид бериллия обладает амфотерными свойствами. Приведено уравнение реакции получения гидроксида бериллия и реакции $\text{Be}(\text{OH})_2$ с кислотой и щёлочью **3 балла**



или



(Учащийся может предлагать разные способы идентификации бериллия, доказывать отличие бериллия от алюминия в данной задаче не требуется.)

Всего – 10 баллов

Задача 6. Газ, не поддерживающий горение

В прибор, изображённый на рисунке 1, поместили гранулы вещества **X** и налили жидкость **Y**. После того как открыли кран, жидкость **Y** опустилась из воронки в нижнюю часть прибора и пришла в соприкосновение с веществом **X**, началась реакция, сопровождающаяся выделением бесцветного газа **Z**. Газ **Z** собрали в колбу способом вытеснения воздуха (см. рис. 1).

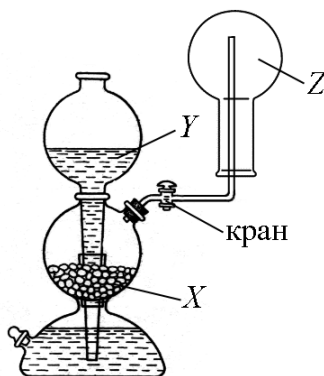


Рисунок 1

В колбу, заполненную газом **Z**, внесли горящую свечу (см. рис. 2), при этом свеча погасла. Однако, когда свечу вынесли из колбы, она снова загорелась.

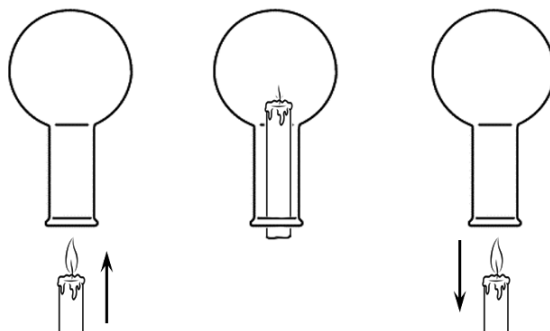


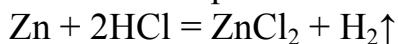
Рисунок 2

- 1) Какой газ получали в приборе, изображённом на рисунке 1? Как называется этот прибор?
- 2) Что могут представлять собой вещества **X** и **Y**? Напишите уравнение возможной реакции между **X** и **Y** с образованием **Z**.
- 3) Объясните опыт со свечой. Почему свеча гасла, когда её вносили в колбу, и снова разгоралась, когда её выносили из колбы? Как долго можно продолжать этот опыт?
- 4) Согласно правилам техники безопасности перед проведением опыта со свечой необходимо проверить газ **Z** «на чистоту». Что это значит? Как это осуществить? Что может произойти, если пренебречь этим правилом безопасности? Ответ поясните.

1) Получали водород (газ **Z**) в аппарате Киппа.

2 балла

2) Вещество **X** – активный металл, например цинк; **Y** – кислота, например соляная или разбавленная серная. Возможный вариант взаимодействия:



2 балла

3) Свеча гаснет в колбе, заполненной водородом, т. к. этот газ не поддерживает горение. Однако при внесении зажжённой свечи в колбу водород загорается у отверстия колбы. Водород горит бесцветным пламенем, поэтому его практически не видно. Когда свечу выносят из колбы, горящий водород воспламеняет фитиль, свеча снова вспыхивает.

Данный опыт можно продолжать (вносить свечу в колбу и выносить её) до тех пор, пока водород спокойно горит в колбе. Постепенно, по мере выгорания водорода, фронт горения будет подниматься выше по колбе. Горение будет всё более нестабильным из-за «подмешивания» кислорода воздуха.

3 балла

4) Проверка водорода «на чистоту» — это экспериментальная проверка отсутствия примесей газов, образующих с ним «гремучие смеси», таких как кислород, воздух, хлор. Для проверки водорода на чистоту его собирают в пробирку, перевёрнутую вверх дном, и подносят к пламени спиртовки. Чистый водород загорается с лёгким звуком «п». «Грязный» водород взрывается с громким хлопком или свистом.

Если в колбу для данного опыта собрать «грязный» водород, то при внесении горячей свечи гремучая смесь взорвётся.

3 балла

Всего – 10 баллов