

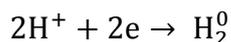
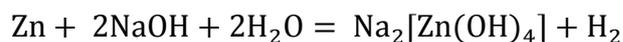
**ВСОШ по химии, муниципальный этап**  
**Иркутск, 2020-2021 учебный год**  
**Решения задач**  
**9 класс**

**Задача 9-1 (10 баллов)**

Выданы три металла: цинк, железо и медь, а также концентрированная азотная кислота и разбавленные растворы соляной кислоты и гидроксида натрия. Определите путем проведения химических реакций, в каком из сосудов находится каждый из металлов, используя только выданные реактивы. Объясните проведенные реакции указанных металлов со всеми реактивами и запишите их уравнения.

Среди указанных металлов присутствует амфотерный – это цинк. **0,5 балла**

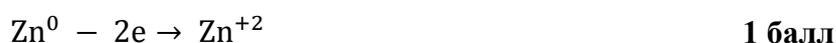
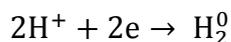
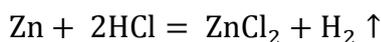
При взаимодействии со щелочью цинк будет образовывать комплекс и наблюдаться выделение водорода.



Кроме того, являясь амфотерным, цинк будет взаимодействовать и с кислотами: выделяется красно-бурый оксид азота, иначе называемый «лисий хвост».

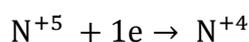


При реакции с HCl выделяется водород, но реакция протекает медленно.

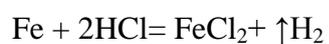
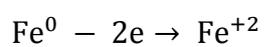
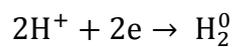
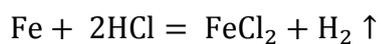


Железо и медь не будут взаимодействовать со щелочью. Кроме того, медь, находясь в ряду напряжения металлов правее водорода, не будет вытеснять его из разбавленных растворов кислот, значит, при добавлении к меди разбавленного раствора соляной кислоты, реакция не пойдет. **1 балл**

При добавлении к меди концентрированной азотной кислоты выделяется бурый газ оксида азота и раствор приобретает голубой оттенок из-за образования нитрата меди:



Для определения железа требуется провести только одну реакцию, отличающую железо от меди, а именно: взаимодействие железа с разбавленной соляной кислотой:



**1 балл**

Концентрированная азотная кислота без нагревания пассивирует железо.

**0,5 балла**

**Итого: 10 баллов**

**Задача 9-2 (10 баллов)**

На некоторой планете X атмосфера состоит на 75,5% из азота, на 23,2 % кислорода и на 1,3% аргона (масс. проценты). Рассчитать молярную массу атмосферы планеты X, найти молярную массу атмосферы Юпитера, зная, что относительная плотность по атмосфере планеты X 0,08. Предположить, что это за планета X.

Если представить, что атмосфера планеты X состоит на 100% из азота, то молярная масса атмосферы планеты была бы 28 г/моль, но, атмосфера содержит 75, 5% азота, значит, его молярная масса в составе атмосферы вычисляется следующим образом:

$$M_{N_2} = \frac{28 \cdot 75,5\%}{100\%} = 21,14 \text{ г/моль}$$

Аналогично с другими газами:

$$M_{O_2} = \frac{32 \cdot 23,2\%}{100\%} = 7,42 \text{ г/моль}$$

$$M_{Ar} = \frac{40 \cdot 1,3\%}{100\%} = 0,52 \text{ г/моль}$$

**4 балла**

Суммарная молярная масса атмосферы планеты складывается из долей молярных масс газов, а именно:

$$(21,14 + 7,42 + 0,52) \text{ г/моль} = 29,08 \text{ г/моль} \quad \mathbf{1 \text{ балл}}$$

Относительная плотность одного газа по другому вычисляется по формуле:

$$D = M_1/M_2$$

Зная молярную массу атмосферы планеты X и относительную плотность по планете X, находим молярную массу атмосферы Юпитера:

$$D = \frac{M_1}{29,08} = 0,08 \Rightarrow M_1 = 0,08 \cdot 29,08 = 2,33 \text{ г/моль} \quad \mathbf{3 \text{ балла}}$$

Планета X с молярной массой сухого воздуха 29 г/моль – это Земля. **2 балла**

**Итого: 10 баллов**



$$\begin{cases} 56 \frac{2x}{3} + 27 \frac{2y}{3} = 16,6 \text{ г} \\ x + y = 0,6 \Rightarrow x = (0,6 - y) \end{cases} \quad \mathbf{0,5 \text{ балла}}$$

$$56 \cdot 2(0,6 - y) + 27 \cdot 2y = 49,8$$

$$67,2 - 112y + 54y = 49,8$$

$$58y = 17,4 \Rightarrow y = 0,3 \text{ моль}$$

$$x = 0,3 \text{ моль}$$

Найдем массы железа и алюминия:

$$m(\text{Fe}) = \frac{56 \cdot 2 \cdot 0,3}{3} = 11,2 \text{ г}$$

$$m(\text{Al}) = \frac{27 \cdot 2 \cdot 0,3}{3} = 5,4 \text{ г}$$

Ответ:  $m(\text{Cu}) = 12,8 \text{ г}$ ,  $m(\text{Fe}) = 11,2 \text{ г}$ ,  $m(\text{Al}) = 5,4 \text{ г}$ .

**Итого: 10 баллов**

**Задача 9-4 (10 баллов)**

В трех пробирках находятся различные вещества. В первой пробирке находится оксид металла (II), содержащий 80,25% металла. Во второй пробирке содержится соль А, которая с раствором хлорида натрия даёт белый творожистый осадок; при нагревании соли А выделяется 6,72 л бурого газа. Соль Б в третьей пробирке окрашивает пламя в фиолетовый цвет; при взаимодействии её с водным раствором нитрата бария образуется 93,2 г белого осадка. Назовите исходные вещества. Рассчитайте массы солей (в граммах), содержащихся во второй и третьей пробирках.

- 1) Обозначим оксид двухвалентного металла из первой пробирки как MeO. Найдем массовую долю кислорода:

$$\omega(O) = 100 - 80,25 = 19,75\%$$

Если масса оксида равна 100 г, то количество металла равно:

$$v(\text{Me}) = \frac{80,25}{M_{\text{Me}}}$$

**1 балл**

Тогда можно записать отношение:

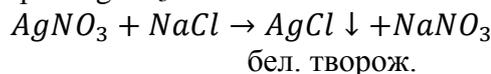
$$\frac{80,25}{M_{\text{Me}}} \div \frac{19,75}{16} \Rightarrow M_{\text{Me}} = \frac{80,25 \cdot 16}{19,75} = 65 \text{ г/моль} - \text{это Zn}$$

**1 балл**

Таким образом, в первой пробирке оксид ZnO.

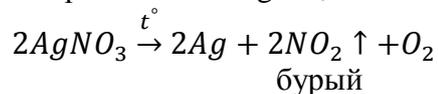
- 2) Поскольку соль А образует белый творожистый осадок с раствором хлорида натрия, это соль серебра. Единственная растворимая соль серебра – нитрат AgNO<sub>3</sub>

**1 балл**



**1 балл**

Запишем реакцию разложения AgNO<sub>3</sub>:



**2 балла**

$$v(\text{NO}_2) = \frac{6,72}{22,4} = 0,3 \text{ моль}$$

**0,5 балла**

$$n(\text{AgNO}_3) = n(\text{NO}_2) = 0,3$$

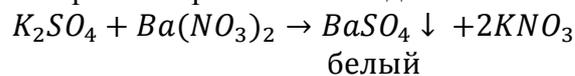
$$m(\text{AgNO}_3) = 170 \cdot 0,3 = 51 \text{ г}$$

**0,5 балла**

Таким образом, во второй пробирке 51 г AgNO<sub>3</sub>.

- 3) В третьей пробирке находится сульфат калия, поскольку соли калия окрашивают пламя в фиолетовый цвет, а сульфат-ион образует с нитратом бария белый осадок.

**1 балл**



**1 балл**

$$v(\text{BaSO}_4) = \frac{93,2 \text{ г}}{233} = 0,4 \text{ моль}$$

**0,5 балла**

$$v(\text{K}_2\text{SO}_4) = v(\text{BaSO}_4) = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,4 \cdot 174 = 69,6 \text{ г}$$

**0,5 балла**

В третьей пробирке 69,6 г K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Ответ: ZnO; m(AgNO<sub>3</sub>) = 51 г; m(K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) = 69,6 г.

**Итого: 10 баллов**

**Задача 9-5 (10 баллов)**

Твёрдое вещество в количестве 0,1 моль подвергли термическому разложению в сосуде объёмом 9,3 л, из которого откачан воздух. При охлаждении сосуда до 105°C в нём оказалась только смесь газов под давлением 1 атм. После осушения остаток оказался индивидуальным газообразным веществом с плотностью по кислороду 1,375. Определите исходное вещество и запишите реакцию, произошедшую в сосуде.

- 1) Найдем количество вещества в газовой фазе при 105 °С, воспользовавшись уравнением Менделеева-Клапейрона:

$$n(\text{смеси газов}) = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot 9,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 378 \text{ К}} = 0,3 \text{ моль.}$$

**3 балла**

- 2) Поскольку смесь осушали, одним из продуктов разложения является вода. Найдем молярную массу второго продукта, воспользовавшись формулой относительной плотности газов:

$$D = M_1/M_2$$
$$M = 32 \cdot 1,375 = 44$$

**2 балла**

- 3) Запишем, какие газообразные вещества имеют такую молекулярную массу.

Это может быть CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>.

**1 балл**

- 4) Учтем, что из 0,1 моль исходного вещества образовалось 0,3 моль продуктов, то есть в его состав газ и вода входят в мольном отношении 2:1 или 1:2.

Пропан C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> не подходит, не существует подходящей реакции. Твёрдых соединений состава CO<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O и 2CO<sub>2</sub> · H<sub>2</sub>O подобрать не удаётся,

**1 балл**

поэтому решением является нитрат аммония NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>.

**1 балл**



**2 балла**

**Итого: 10 баллов**