

### **Задача 1. Кроссворд**

1. Аммофос
2. Аммиак
3. Мел
4. Окисление
5. Авогадро
6. Медь
7. Пищевая
8. Электролиз
9. Аргон
10. Соль

#### **Система оценивания:**

1. За каждый верный ответ

**1 балл**

**ИТОГО**

**10 баллов**

## Задача 2. Соляная кислота

1. Исходя из данной плотности желудочного сока (1 г/мл), масса его 2 литров будет равна 2000 г.

Значит, масса соляной кислоты в нем будет равна:

$$m(\text{HCl}) = m(\text{сок}) \cdot \omega(\text{HCl}) = 2000 \cdot 0,005 = 10 \text{ г}$$

Следовательно, количество вещества соляной кислоты:

$$n(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{10}{36,5} \approx 0,27 \text{ моль}$$

2. Масса HCl, необходимая для приготовления 1 литра 10% раствора равна:

$$m(\text{HCl}) = 1000 \cdot 0,1 = 100 \text{ г}$$

Масса концентрированного раствора соляной кислоты, которая содержит 100 г чистого HCl:

$$m_{\text{кон}} = \frac{m(\text{HCl})}{\omega(\text{кон})} = \frac{100}{0,37} = 270 \text{ г}$$

Найдем объем концентрированного раствора, используя его плотность:

$$V_{\text{кон}} = \frac{m(\text{кон})}{\rho} = \frac{270}{1,18} = 229 \text{ мл}$$

3. Количество вещества соляной кислоты в растворе:

$$n(\text{HCl}) = C \cdot V = 0,1 \cdot 200 = 20 \text{ моль}$$

Так как количество моль образующихся хлорид-ионов равно количеству моль HCl по уравнению диссоциации:

$$n(\text{Cl}^-) = n(\text{HCl}) = 20 \text{ моль}$$

Для нахождения числа хлорид-ионов используем постоянную Авогадро:

$$N(\text{Cl}^-) = n(\text{Cl}^-) \cdot N_A = 20 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,2 \cdot 10^{25}$$

4. Реакция взаимодействия хлорида натрия и серной кислоты представляет собой типичную реакцию замещения. Следовательно, вещество X – соль серной кислоты, а именно гидросульфат натрия NaHSO<sub>4</sub>.

*Поскольку в исходной схеме коэффициенты уже расставлены, вещество X не может быть сульфатом натрия Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.*

5. Найдем количество хлорида натрия:

$$n(\text{NaCl}) = \frac{m}{M} = \frac{10}{58,5} = 0,17 \text{ моль}$$

Согласно уравнению реакции,  $n(\text{HCl}) = n(\text{NaCl}) = 0,17 \text{ моль}$ .

Следовательно, объем хлороводорода будет равен:

$$V(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) \cdot V_m = 0,17 \cdot 22,4 = 3,81 \text{ л.}$$

6. Найдем количество HCl, полученный в синтезе:

$$V_1 = 3,88 \text{ л} = 0,00388 \text{ м}^3$$

$$p_1 = 150 \text{ кПа} = 150000 \text{ Па}$$

$$T_1 = 350 \text{ К}$$

$$n_1 = \frac{150000 \cdot 0,00388}{8,314 \cdot 350} = 0,2 \text{ моль}$$

По уравнению реакции:



Рассчитаем объем:

$$V_2 = \frac{0,1 \cdot 8,314 \cdot 298}{101325} = 0,002446 \text{ м}^3 = 2,45 \text{ л}$$

**Система оценивания:**

- |                                         |                 |
|-----------------------------------------|-----------------|
| 1. За расчет массы – 1 балл             | <b>3 балла</b>  |
| За расчет количества вещества – 2 балла |                 |
| 2. За расчет объема                     | <b>3 балла</b>  |
| 3. За расчет числа ионов                | <b>4 балла</b>  |
| 4. За верную формулу                    | <b>2 балла</b>  |
| 5. За расчет объема хлороводорода       | <b>3 балла</b>  |
| 6. За расчет объема водорода            | <b>5 баллов</b> |

|              |                  |
|--------------|------------------|
| <b>ИТОГО</b> | <b>20 баллов</b> |
|--------------|------------------|

### Задача 3. Гипс

1. Для расчета молярной массы сложим атомные массы всех элементов в гипсе:

$$M(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 40 + 32 + 64 + 36 = 172 \text{ г/моль}$$

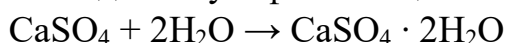
Теперь посчитаем массовую долю кальция:

$$\omega(\text{Ca}) = \frac{A_r(\text{Ca})}{M(\text{гипс})} \cdot 100 = \frac{40}{172} \cdot 100 \approx 23\%$$

2. Найдем массу воды в кубометре воздуха:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,017 \text{ г/л} \cdot 1000 \text{ л} = 17 \text{ г}$$

Безводный сульфат кальция связывает воду с образованием гипса:



Для связывания 2 моль воды (36 г) требуется 1 моль  $\text{CaSO}_4$  (136 г)

Значит, для 17 г воды:

$$m(\text{CaSO}_4) = \frac{136}{36} \cdot 17 = 64,2 \text{ г}$$

3. Гипс при нагревании теряет 15,7% от массы, или 27 г. Так как при нагревании гипс теряет воду, вычтем потерю массы из массы воды в гипсе:

$36 - 27 = 9$  г. Масса в 9 г соответствует 0,5 молекулам воды, а состав кристаллогидрата **X** -  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ .

4. При нагревании гипса до 160 градусов удаляется вся вода, и образуется безводный сульфат кальция  $\text{CaSO}_4$  – вещество **Y**. При температуре выше 1200 градусов он разлагается:



В ходе этой реакции образуется оксид кальция  $\text{CaO}$  – **Z** и газовая смесь из оксида серы (IV)  $\text{SO}_2$  – **A** и кислорода  $\text{O}_2$  – **B**.

В реакции из 2 моль  $\text{CaSO}_4$  образуется 2 моль  $\text{SO}_2$  и 1 моль  $\text{O}_2$ . Найдем среднюю молярную массу газовой смеси:

$$M(\text{смеси}) = \frac{2 \cdot (32 + 16 \cdot 2) + (16 \cdot 2)}{3} = 53,3 \text{ г/моль}.$$

5. Соединение имеет состав  $\text{Y} \cdot k\text{Z}$ , где **Y** =  $\text{CaSO}_4$ , **Z** =  $\text{CaO}$ . Его формула:  $\text{Ca}(1+k)\text{SO}(4+k)$ .

Молярная масса соединения:

$$M = (1+k) \cdot 40 + 32 + (4+k) \cdot 16 = 136 + 56k.$$

Масса кислорода в соединении:  $m(\text{O}) = (4+k) \cdot 16 = 64 + 16k$ .

Получаем выражение для массовой доли кислорода:

$$\frac{64+16}{136+56k} = 0,439.$$

Решая уравнение, получаем  $k = 0,5$ .

**Система оценивания:**

- |                                          |                  |
|------------------------------------------|------------------|
| 1. За расчет молярной массы – 1 балл     | <b>3 балла</b>   |
| За расчет массовой доли – 2 балла        |                  |
| 2. За расчет массы                       | <b>2 балла</b>   |
| 3. За расчет количества молекул воды     | <b>3 балла</b>   |
| 4. За соединения А, В, У, Z по 2 балла   | <b>11 баллов</b> |
| За расчет молярной массы смеси – 3 балла |                  |
| 5. За расчет коэффициента                | <b>1 балл</b>    |

**ИТОГО**

**20 баллов**