

## 11 класс

**11.1** В  $7,5 \text{ см}^3$  неизвестного металла содержится  $13,5 \cdot 10^{23}$  валентных электронов (плотность металла  $2,7 \text{ г/см}^3$ ). Определите металл и приведите электронную конфигурацию его атома. Укажите набор квантовых чисел для формирующего электрона атома этого элемента.

**Решение:**

1. Определим массу металла:

$$m(Me) = \rho \cdot V = 2,7 \cdot 7,5 = 20,25 \text{ г.}$$

2. Выразим атомную массу металла через число молей металла:

$v(Me) = m(Me) / A(Me) = 20,25 / A(Me)$  моль, где  $A(Me)$  – атомная масса металла.

3. Определим число валентных электронов у металла, содержащееся в 1 моле металла:

1 моль металла содержит  $6,02 \cdot 10^{23} \cdot n$  валентных электронов, где  $n$  – число валентных электронов в атоме.

4. Найдём число молей валентных электронов, содержащихся в  $v(Me)$ :

$$13,5 \cdot 10^{23} / (6,02 \cdot 10^{23} \cdot n) = 2,24 / n \text{ (моль)}$$

5. Теперь можем определить металл:

Составим уравнение:  $20,25 / A = 2,24 / n$ , откуда  $A = 9n$

Подставляя  $n=1, 2, 3, \dots$ , получаем при  $n=3$  значение  $A = 27 \text{ г/моль}$ . Это – **алюминий**

6. Запишем электронную конфигурацию найденного металла:

Электронная конфигурация:  $_{13}\text{Al} - 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ .

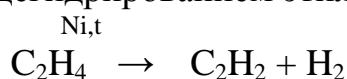
7. Квантовые числа для формирующего электрона атома алюминия:

$$n=3 \quad l=1 \quad m_l=-1 \quad m_s=-1/2$$

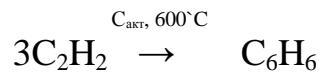
**11.2** Предложите способ получения бензойной кислоты с использованием только этилена и неорганических соединений. Напишите уравнения химических реакций и дайте им названия.

**Решение:**

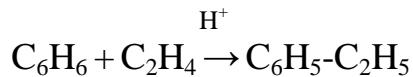
1. Получение ацетилена дегидрированием этилена:



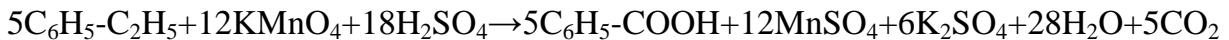
2. Тримеризация ацетилена:



3. Алкилирование бензола:



4. Окисление этилбензола:



**11.3** При действии на непредельный углеводород избытка раствора хлора в четыреххлористом углероде образовалось 22,93 г дихлорпроизводного. При действии на такое же количество углеводорода избытка бромной воды образовалось 36,3 г дигромида. определите молекулярную формулу углеводорода и напишите структурные формулы 4-х его изомеров, отвечающих условию задачи, дайте им названия.

**Решение:**

1. Схемы уравнений реакций присоединения хлора и брома:



2. Найдём молярную массу углеводорода:

$$v(\text{C}_x\text{H}_y\text{Cl}_2) = 22,95 / (12x + y + 71)$$

$$v(\text{C}_x\text{H}_y\text{Br}_2) = 36,3 / (12x + y + 160)$$

$$v(\text{C}_x\text{H}_y\text{Cl}_2) = v(\text{C}_x\text{H}_y\text{Br}_2)$$

$$22,95 / (12x + y + 71) = 36,3 / (12x + y + 160)$$

$$12x + y = 82$$

3. Определим формулу углеводорода:

поскольку  $x$  и  $y$  – натуральные числа, то  $x < 7$ .

Если  $x = 6$ , то  $y = 10$ , что соответствует формуле  $\text{C}_6\text{H}_{10}$ .

Углеводородов с  $x < 6$  ( $\text{C}_6\text{H}_{22}$ ,  $\text{C}_4\text{H}_{34}$  и т.д.) не существует, следовательно  $\text{C}_6\text{H}_{10}$  – единственное соединение.

4. Составим структурные формулы изомеров:

данный углеводород принадлежит гомологическому ряду  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$  и имеет только одну двойную связь, поскольку может присоединить только два атома брома или хлора. Следовательно, в состав молекулы входит один цикл.

Изомеры:

циклогексен;

3-метилциклогексен;

1-этилциклогексен;

3-этилциклогексен

**11.4** Коэффициент растворимости соли при 50°C равен 80г, а при 20°C – 55г. Определите массу выпавшего осадка и массовую долю соли в растворе, полученном при охлаждении 270г раствора, насыщенного при 50°C до 20°C.

**Решение:**

1. Найдём массу соли и воды в данном растворе:

80 г соли → в 180 г раствора (80 г + 100 г)

$x_1$  г соли → в 270 г раствора

$$x_1 = 120 \text{ г} \quad m(H_2O) = 270 - 120 = 150 \text{ г}$$

2. Вычислим массу растворенной соли во втором растворе:

55 г соли → в 100 г воды

$x_2$  г соли → в 150 г воды

$$x_2 = 82,5 \text{ г}$$

3. Рассчитаем массовую долю соли в полученном растворе:

$$w_2 = (m_{\text{в-ва}} * 100\%) / m_{\text{р-па}} = (82,5 * 100\%) / (150 + 82,5) = 35,5\%$$

4. Определим массу осадка:

$$m_2(\text{осадка}) = m_1(\text{соли}) - m_1(\text{соли}) = 37,5 \text{ г}$$

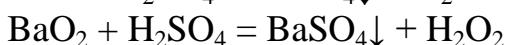
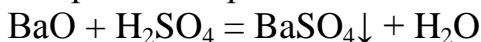
**11.5** При нагревании бария в атмосфере кислорода получен порошок массой 33,57 г, на который подействовали избытком раствора серной кислоты. После отделения осадка полученный раствор разбавили водой до объема 200 мл. К пробе раствора объемом 4 мл добавляли раствор перманганата калия до прекращения выделения кислорода. Объем газа составил 40,3 мл (н.д.). Определите состав порошка (в процентах по массе) и массу кислорода, израсходованного на окисление бария.

**Решение:**

1. Состав порошка:

при нагревании бария в атмосфере кислорода образуется смесь  $\text{BaO}$  и  $\text{BaO}_2$ .

2. Уравнения реакции смеси с серной кислотой:



3. Уравнение реакции  $\text{H}_2\text{O}_2$  и  $\text{KMnO}_4$ :



4. Количество кислорода в реакции и пероксида в исходном растворе:

$$v(O_2) = 0,0403 / 22,4 = 0,0018 \text{ моль}$$

$$v(H_2O_2) = 0,0018 \text{ моль}$$

В исходном растворе (200 мл):  $v(H_2O_2) = 0,0018 * 200 / 4 = 0,09 \text{ моль}$

5. Рассчитаны массы  $BaO_2$  и  $BaO$ :

$$v(BaO_2) = v(H_2O_2) = 0,09 \text{ моль} \quad m(BaO_2) = 0,09 * 169 = 15,21 \text{ г}$$

$$m(BaO) = 33,57 - 15,21 = 18,36 \text{ г} \quad v(BaO) = 18,36 / 153 = 0,12 \text{ моль}$$

6. Найдём процентный состав порошка (массовые доли  $BaO$  и  $BaO_2$ ):

$$w(BaO) = 18,36 / 33,57 = 0,547 \text{ (или } 54,7\%)$$

$$w(BaO_2) = 100 - 54,7 = 45,3\%$$

7. Вычислим суммарное количество бария и его массу:

$$v(Ba) = v(BaO) = v(BaO_2) = 0,12 + 0,09 = 0,21 \text{ моль}$$

$$m(Ba) = 0,21 * 137 = 28,77 \text{ г}$$

8. Определим массу кислорода, израсходованного на окисление бария:

$$m(O_2) = 33,57 - 28,77 = 4,80$$