

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:

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

2. Выразим атомную массу металла через число молей металла:

$\nu(\text{Me}) = m(\text{Me}) / A(\text{Me}) = 20,25 / A(\text{Me})$ моль, где $A(\text{Me})$ – 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 $\nu(\text{Me})$:

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

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

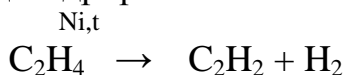
7. Квантовые числа для формирующего электрона атома алюминия:

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

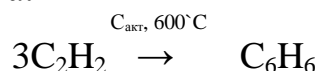
11.2 Предложите способ получения бензойной кислоты с использованием только этилена и неорганических соединений. Напишите уравнения химических реакций и дайте им названия.

Решение:

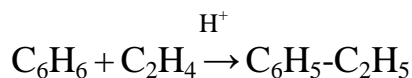
1. Получение ацетилен дегидрированием этилена:



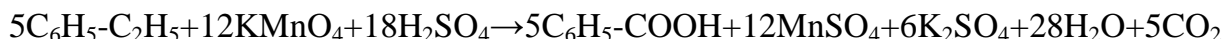
2. Тримеризация ацетилена:



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 дибромида. 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:

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

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

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

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

$$12x + y = 82$$

3. Определим формулу углеводорода:

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

Если $x = 6$, то $y = 10$, что соответствует формуле C_6H_{10} .

Углеводородов с $x < 6$ (C_6H_{22} , C_4H_{34} и т.д.) не существует, следовательно C_6H_{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-этилциклобутен

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

$x_1 = 120$ г $m(\text{H}_2\text{O}) = 270 - 120 = 150$ г

2. Вычислим массу растворенной соли во втором растворе:

55 г соли → в 100 г воды

x_2 г соли → в 150 г воды

$x_2 = 82,5$ г

3. Рассчитаем массовую долю соли в полученном растворе:

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

4. Определим массу осадка:

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

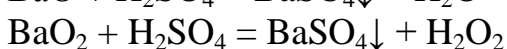
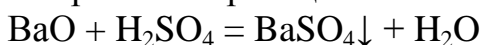
11.5 При нагревании бария в атмосфере кислорода получен порошок массой 33,57 г, на который действовали избытком раствора серной кислоты. После отделения осадка полученный раствор разбавили водой до объема 200 мл. К пробе раствора объемом 4 мл добавляли раствор перманганата калия до прекращения выделения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

Решение:

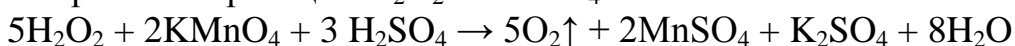
1. Состав порошка:

при нагревании бария в атмосфере кислорода образуется смесь BaO и BaO₂.

2. Уравнения реакции смеси с серной кислотой:



3. Уравнение реакции H₂O₂ и KMnO₄:



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

$$\nu(\text{O}_2) = 0,0403 / 22,4 = 0,0018 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,0018 \text{ моль}$$

В исходном растворе (200 мл): $\nu(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,0018 * 200 / 4 = 0,09 \text{ моль}$

5. Рассчитаны массы BaO_2 и BaO :

$$\nu(\text{BaO}_2) = \nu(\text{H}_2\text{O}_2) = 0,09 \text{ моль} \quad m(\text{BaO}_2) = 0,09 * 169 = 15,21 \text{ г}$$

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

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

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

$$w(\text{BaO}_2) = 100 - 54,7 = 45,3\%$$

7. Вычислим суммарное количество бария и его массу:

$$\nu(\text{Ba}) = \nu(\text{BaO}) + \nu(\text{BaO}_2) = 0,12 + 0,09 = 0,21 \text{ моль}$$

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

8. Определим массу кислорода, израсходованного на окисление бария:

$$m(\text{O}_2) = 33,57 - 28,77 = 4,80$$