

## Практическое занятие № 1

### Эквивалент, эквивалентная масса. Закон эквивалентов

#### Задача:

Определить эквивалентную массу марганца в  $Mn_2O_7$ .

#### Решение:

По химической формуле определяем валентность марганца:  $V_{Mn} = 7$ .  
Затем по формуле для определения эквивалентных масс химических элементов находим эквивалентную массу марганца:

$$Э_{Mn} = \frac{M_{Mn}}{V_{Mn}} = \frac{55}{7} = 7,9 \text{ г/моль.}$$

#### Задача:

Определить эквивалентную массу  $H_3PO_4$ .

#### Решение:

Для кислот эквивалентная масса определяется по формуле

$$Э_{\text{кислоты}} = \frac{M_{\text{кислоты}}}{n_H}$$

Так как число атомов водорода кислоты  $n_H$ , участвующих в реакции, не указывается, в расчетной формуле принимается максимальное число атомов водорода в кислоте, способных участвовать в реакции:  $n_H=3$ .

$$Э_{H_3PO_4} = \frac{M_{H_3PO_4}}{3} = \frac{98}{3} = 32,7 \text{ г/моль.}$$

#### Задача:

Вычислить эквивалентную массу металла, зная, что его хлорид содержит 65,57 % хлора. Эквивалентная масса хлора равна 35,45 г/моль.

#### Решение:

Так как  $\frac{m_{Cl}}{m_{Me}} = \frac{\% Cl}{\% Me}$ , запишем  $\frac{\% Cl}{\% Me} = \frac{Э_{Cl}}{Э_{Me}}$ ;

$$\% \text{Me} = 100 \% - \% \text{Cl} = 100 - 65,57 = 34,43 \%;$$

$$\mathcal{E}_{\text{Me}} = \frac{\% \text{Me} \mathcal{E}_{\text{Cl}}}{\% \text{Cl}} = \frac{34,43 \cdot 35,45}{65,57} = 18,62 \text{ г/моль.}$$

**Задача:**

5,2 г металла взаимодействуют с 3,5 г азота, образуя нитрид. Какой это металл, если его валентность равна 1, а валентность азота — 3?

**Решение:**

Согласно закону эквивалентов

$$\frac{m_{\text{Me}}}{m_{\text{N}}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{Me}}}{\mathcal{E}_{\text{N}}}; \mathcal{E}_{\text{N}} = 4,67 \text{ г/моль};$$

$$\mathcal{E}_{\text{Me}} = \frac{m_{\text{Me}} \mathcal{E}_{\text{N}}}{m_{\text{N}}} = \frac{5,2 \cdot 4,67}{3,5} = 6,9 \text{ г/моль};$$

$$\mathcal{E}_{\text{Me}} = \frac{M_{\text{Me}}}{\text{В}} \Rightarrow M_{\text{Me}} = \mathcal{E}_{\text{Me}} \text{ В}; M_{\text{Me}} = 6,9 \cdot 1 = 6,9 \text{ г/моль.}$$

Неизвестный металл — литий, с молярной массой, равной 6,9 г/моль.

**Задача:**

5 г алюминия, взаимодействуя с кислородом, образуют 9,44 г оксида алюминия. Найти эквивалентную массу алюминия и его валентность. Определить химическую формулу оксида алюминия.

**Решение:**

$$\frac{m_{\text{Al}}}{m_{\text{O}}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{Al}}}{\mathcal{E}_{\text{O}}},$$

где  $\mathcal{E}_{\text{O}} = 8 \text{ г/моль}$ ;

$$m_{\text{O}} = m_{\text{оксида}} - m_{\text{Al}} = 9,44 - 5 = 4,44 \text{ г};$$

$$\mathcal{E}_{\text{Al}} = \frac{m_{\text{Al}} \cdot \mathcal{E}_{\text{O}}}{m_{\text{O}}} = \frac{5 \cdot 8}{4,44} = 9 \text{ г/моль.}$$

Химическая формула оксида алюминия —  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

$$\mathcal{E}_{\text{Al}} = \frac{M_{\text{Al}}}{\text{В}}; \text{В} = \frac{M_{\text{Al}}}{\mathcal{E}_{\text{Al}}} = \frac{27}{9} = 3.$$

**Задача:**

Определенное количество металла взаимодействует с 1,78 г серы или с 8,89 г брома. Определить эквивалентную массу брома, если эквивалентная масса серы равна 16 г/моль.

**Решение:**

Так как количества эквивалентных масс реагирующих между собой веществ равны:

$$n_{\text{Э,Me}} = n_{\text{Э,Br}} \text{ и } n_{\text{Э,Me}} = n_{\text{Э,S}},$$

получаем:  $n_{\text{Э,Br}} = n_{\text{Э,Me}} = n_{\text{Э,S}}$

$$\text{или } \frac{m_{\text{Br}}}{\text{Э}_{\text{Br}}} = n_{\text{Э,Me}} = \frac{m_{\text{S}}}{\text{Э}_{\text{S}}},$$

$$\text{откуда } \text{Э}_{\text{Br}} = \frac{m_{\text{Br}} \text{Э}_{\text{S}}}{m_{\text{S}}} = \frac{8,89 \cdot 16}{1,78} = 79,9 \text{ г/моль.}$$

**Задача:**

Какую валентность проявляет железо, если для растворения 5,58 г его потребовалось 7,3 г соляной кислоты? Какова формула образующегося хлорида железа?

**Решение:**

$$\frac{m_{\text{Fe}}}{\text{Э}_{\text{Fe}}} = \frac{m_{\text{HCl}}}{\text{Э}_{\text{HCl}}} \Rightarrow \text{Э}_{\text{Fe}} = \frac{m_{\text{Fe}} \text{Э}_{\text{HCl}}}{m_{\text{HCl}}},$$

где  $\text{Э}_{\text{HCl}} = 36,5$  г/моль.

$$\text{Э}_{\text{Fe}} = \frac{5,58 \cdot 36,5}{7,3} = 27,9 \text{ г/моль};$$

$$\text{Э}_{\text{Fe}} = \frac{M_{\text{Fe}}}{V} \Rightarrow V = \frac{M_{\text{Fe}}}{\text{Э}_{\text{Fe}}} = \frac{55,8}{27,9} = 2.$$

Формула образующегося хлорида —  $\text{FeCl}_2$ .

**Задача:**

Определить количества соляной, уксусной и серной (разбавленной) кислот, необходимые для растворения 10 г цинка (валентность цинка равна 2).

**Решение:**

$$n_{\text{Э,Zn}} = n_{\text{Э,кислоты}};$$

$$n_{\text{Э,Zn}} = \frac{m}{\text{Э}_{\text{Zn}}} = \frac{m \cdot \nu}{M_{\text{Zn}}} = \frac{10 \cdot 2}{65,4} = 0,31 \text{ моль.}$$

$$n_{\text{Э,кислоты}} = 0,31 \text{ моль};$$

$$n_{\text{Э,кислоты}} = \frac{m_{\text{кислоты}}}{\text{Э}_{\text{кислоты}}} = \frac{m_{\text{кислоты}} \cdot n_{\text{H}}}{M_{\text{кислоты}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_{\text{кислоты}} = \frac{n_{\text{Э,кислоты}} \cdot M_{\text{кислоты}}}{n_{\text{H}}};$$

$$m_{\text{HCl}} = \frac{0,31 \cdot 36,5}{1} = 11,3 \text{ г};$$

$$m_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{0,31 \cdot 60}{1} = 18,6 \text{ г};$$

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{0,31 \cdot 98}{2} = 15,2 \text{ г.}$$

**Задача:**

Составить уравнение реакции взаимодействия гидроксида натрия с ортофосфорной кислотой, если известно, что 8 г NaOH реагируют с 9,8 г фосфорной кислоты без остатка.

**Решение:**

Кислотность щелочи равна 1, поэтому эквивалентная масса NaOH будет следующей:

$$\text{Э}_{\text{NaOH}} = \frac{M_{\text{NaOH}}}{1} = 40 \text{ г/моль.}$$

Так как основность фосфорной кислоты равна 3, то число атомов водорода, участвующих в реакции, может быть 1, 2 и 3. Для написания уравнения реакции необходимо определить число атомов водорода в фосфорной кислоте  $n_{\text{H}}$ , участвующих в реакции:

$$n_{\text{Э}} = \frac{m_{\text{NaOH}}}{\text{Э}_{\text{NaOH}}} = \frac{m_{\text{H}_3\text{PO}_4}}{\text{Э}_{\text{H}_3\text{PO}_4}};$$

$$\text{Э}_{\text{H}_3\text{PO}_4} = \frac{\text{Э}_{\text{NaOH}} m_{\text{H}_3\text{PO}_4}}{m_{\text{NaOH}}} = \frac{40 \cdot 9,8}{8} = 49 \text{ г/моль.}$$

$$\text{Э}_{\text{H}_3\text{PO}_4} = \frac{M_{\text{H}_3\text{PO}_4}}{n_{\text{H}}} \Rightarrow n_{\text{H}} = \frac{M_{\text{H}_3\text{PO}_4}}{\text{Э}_{\text{H}_3\text{PO}_4}} = \frac{98}{49} = 2.$$

Уравнение химической реакции следующее:

