

**Федеральное агентство по образованию**

**Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Ивановский государственный  
архитектурно-строительный университет»**

*Кафедра химии и охраны окружающей среды*

## **ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЗАКОНЫ ХИМИИ**

**Методические указания  
для самостоятельной работы  
студентов всех специальностей**

**Иваново 2008**

Составители: Г. Л. Кокурина, М. Д. Чекунова

УДК 54(076)

Основные понятия и законы химии: Методические указания для самостоятельной работы студентов всех специальностей / Иван. гос. архит.-строит. ун-т; Сост.: Г. Л. Кокурина, М. Д. Чекунова. – Иваново, 2008. – 40 с.

Методические указания содержат теоретические сведения по основным понятиям химии, включающим расчеты эквивалентов и эквивалентных масс различных соединений. Приведены примеры решения типовых задач, облегчающих самостоятельную работу студентов, а также варианты контрольных заданий.

Методические указания предназначены для студентов I курса всех специальностей дневного и заочного отделений.

*Рецензент*  
*кандидат технических наук, доцент кафедры ХиООС*  
*В. Е. Румянцева*

**Химия**, как одна из естественных наук, изучает вещества, их состав, строение, свойства.

## ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ

**Атом** — электронейтральная химически неделимая частица, состоящая из положительно заряженного атомного ядра и отрицательно заряженных электронов.

Вид атомов, характеризующийся определенной совокупностью свойств (в первую очередь положительным зарядом ядра) называется **химическим элементом**.

**Молекула** — наименьшая частица вещества, обладающая его химическими свойствами.

Однако не всякое вещество состоит из молекул, Существуют вещества немолекулярного строения. К ним относятся ионные и атомные кристаллы.

Если вещество образовано атомами одного вида его называют **простым** ( $H_2$ ,  $Cl_2$ , Fe, Ni), если различными — **сложным** ( $H_2O$ ,  $CO_2$ ).

Для измерения масс атомов и молекул принята специальная единица — **относительная атомная единица массы** (а.е.м.). За атомную единицу массы принята 1/12 доля массы атома изотопа углерода  $^{12}C$  - углеродная единица.

Масса атома и молекулы, выраженная в атомных единицах массы называется **относительной атомной массой** ( $A_r$ ) и соответственно относительной молекулярной массой ( $M_r$ ).

$$M_r(H_2O) = A_r(H) \cdot 2 + A_r(O) = 1 \cdot 2 + 16 = 18.$$

Количество вещества определяется такой единицей, как моль.

**Моль** — это количество вещества, содержащее столько структурных единиц (молекул, атомов, ионов или др.) сколько содержится атомов в 12 г изотопа углерода  $^{12}\text{C}$ .

Число частиц составляющее моль -  $6,02 \cdot 10^{23}$  (постоянная Авогадро).

Масса 1 моль вещества — **молярная масса** (M), численно равна молекулярной или атомной массе этого вещества.

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль.}$$

Истинная масса атома элемента (молекулы) называется **абсолютной атомной (молекулярной) массой**

$$m_{\text{абс}}(\text{H}_2\text{O}) = \frac{M(\text{H}_2\text{O})}{6,02 \cdot 10^{23}} = \frac{18}{6,02 \cdot 10^{23}} = 3 \cdot 10^{-23} \text{ г.}$$

Моль, молярная масса и масса вещества взаимно связаны между собой,

$$n = \frac{m}{M}.$$

Например:  $m(\text{H}_2\text{O})=36 \text{ г}$ ,  $M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль}$ ,

$$\text{то } n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{36 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 2 \text{ моль.}$$

Количественные соотношения веществ в химических реакциях устанавливает **закон эквивалентов**.

*«Вещества реагируют между собой в количествах пропорциональных их эквивалентам».*

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2},$$

где  $m_1$  и  $m_2$  — массы реагирующих веществ;

$\mathcal{E}_1$  и  $\mathcal{E}_2$  — эквиваленты этих веществ.

**Эквивалентом** называют количество вещества, которое соединяется с одним молем атомов водорода или замещает то же количество атомов водорода в химических реакциях.

Масса одного эквивалента вещества — **эквивалентная масса** (молярная масса эквивалента) выражается в г/моль.

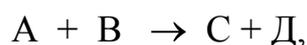
$$M_{\text{Э}}(\text{HCl}) = 36.5 \text{ г/моль};$$

$$\text{Э}(\text{HCl}) = 1 \text{ моль}.$$

Закон эквивалентов можно написать, учитывая эквивалентные массы

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{M_{\text{Э}(1)}}{M_{\text{Э}(2)}}.$$

Если реакцию выразить схемой



то закон эквивалентов будет иметь вид:

$$n_A = n_B = n_C = n_D,$$

где  $n_A$ ,  $n_B$ ,  $n_C$ ,  $n_D$  — количество эквивалентов веществ A, B, C, D.

$$n = \frac{m}{M_{\text{Э}}},$$

где  $m$  — масса вещества;

$M_{\text{Э}}$  — эквивалентная масса.

В этом случае закон эквивалентов примет вид:

$$\frac{m_1}{M_{\text{Э}(1)}} = \frac{m_2}{M_{\text{Э}(2)}}$$

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКВИВАЛЕНТОВ И ЭКВИВАЛЕНТНЫХ МАСС

Эквивалентную массу элемента (или простого вещества) определяют, учитывая атомную массу и валентность элемента.

$$M_{\text{Э}} = \frac{M}{B},$$

где  $M$  – молярная масса атома элемента:

$B$  – валентность элемента.

$$\underline{M_{\text{Э}}(\text{O}) = ?}$$

$$Ar(\text{O}) = 16$$

$$M(\text{O}) = 16 \text{ г/моль}$$

$$B = 2$$

$$\left| \begin{array}{l} M_{\text{Э}}(\text{O}) = \frac{M(\text{O})}{B} = \frac{16}{2} = 8 \text{ г/моль} \\ \text{Э} = 1/2 \text{ моль} \end{array} \right.$$

$$\underline{M_{\text{Э}}(\text{H}) = ?}$$

$$Ar(\text{H}) = 1$$

$$M(\text{H}) = 1 \text{ г/моль}$$

$$B = 1$$

$$\left| \begin{array}{l} M_{\text{Э}}(\text{H}) = \frac{M(\text{H})}{B} = \frac{1}{1} = 1 \text{ г/моль} \\ \text{Э} = 1 \text{ моль} \end{array} \right.$$

$$\underline{M_{\text{Э}}(\text{Ca}) = ?}$$

$$Ar(\text{Ca}) = 40$$

$$M(\text{Ca}) = 40 \text{ г/моль}$$

$$B = 2$$

$$\left| \begin{array}{l} M_{\text{Э}}(\text{Ca}) = \frac{M(\text{Ca})}{B} = \frac{40}{2} = 20 \text{ г/моль} \\ \text{Э} = 1/2 \text{ моль} \end{array} \right.$$

Эквивалентную массу сложных веществ определяют, исходя из молекулярной массы.

### Эквивалентная масса кислоты

*Общая формула кислоты  $H_nA$ ,*

где  $H$  – атом водорода;

$n$  – число замещаемых атомов водорода;

$A$  – анион (кислотный остаток).

$$M_{\text{Э(к)}} = \frac{M_{\text{к}}}{n_{\text{H}}},$$

где  $M_{\text{к}}$  – молярная масса кислоты, г/моль;

$n$  – количество замещаемых атомов водорода (основность кислоты).

$$\underline{M_{\text{Э}}(\text{HCl}) = ?}$$

$$Mr(\text{HCl}) = 36,5$$

$$M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ г/моль}$$

$$\left| \begin{array}{l} M_{\text{Э}}(\text{HCl}) = \frac{M(\text{HCl})}{n_{\text{H}}} = \frac{36,5}{1} = 36,5 \text{ г/моль} \\ \text{Э} = 1 \text{ моль} \end{array} \right.$$

$$\underline{M_{\text{Э}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = ?}$$

$$Mr(\text{H}_3\text{PO}_4) = 98$$

$$M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 98 \text{ г/моль}$$

$$\left| \begin{array}{l} M_{\text{Э}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{M(\text{H}_3\text{PO}_4)}{n_{\text{H}}} = \frac{98}{3} = 32,7 \text{ г/моль} \\ \text{Э} = 1/3 \text{ моль} \end{array} \right.$$

### Эквивалентная масса основания

*Общая формула основания  $\text{K}(\text{OH})_n$ ,*

где K - катион;

n – число замещаемых гидроксильных групп.

$$M_{\text{Э}(\text{OCH})} = \frac{M_{\text{OCH}}}{n_{\text{OH}}},$$

где  $M_{\text{OCH}}$  – молярная масса основания;

$n_{\text{OH}}$  – число замещаемых гидроксильных групп.

$$\underline{M_{\text{Э}}(\text{NaOH}) = ?}$$

$$Mr(\text{NaOH}) = 40$$

$$M(\text{NaOH}) = 40 \text{ г/моль}$$

$$\left| \begin{array}{l} M_{\text{Э}}(\text{NaOH}) = \frac{M(\text{NaOH})}{n_{\text{OH}}} = \frac{40}{1} = 40 \text{ г/моль} \\ \text{Э} = 1 \text{ моль} \end{array} \right.$$

$$\underline{M_{\text{Э}}(\text{Al}(\text{OH})_3) = ?}$$

$$Mr(\text{Al}(\text{OH})_3) = 78$$

$$M(\text{Al}(\text{OH})_3) = 78 \text{ г/моль}$$

$$\left| \begin{array}{l} M_{\text{Э}}(\text{Al}(\text{OH})_3) = \frac{M(\text{Al}(\text{OH})_3)}{n_{\text{OH}}} = \frac{78}{3} = 26 \text{ г/моль} \\ \text{Э} = 1/3 \text{ моль} \end{array} \right.$$

Эквивалентная масса соли

*Общая формула соли  $K_nA_m$ ,*

где K – катион;

n – число катионов;

A – анион;

m – число анионов.

$$M_{\text{Э(соли)}} = \frac{M_{\text{соли}}}{n_{\text{Me}} \cdot B_{\text{Me}}},$$

где  $n_{\text{Me}}$  – число атомов металла;

$B_{\text{Me}}$  – валентность металла.

$M_{\text{Э}}(\text{KCl}) = ?$

$Mr(\text{KCl}) = 74,5$

$M(\text{KCl}) =$

$= 74,5 \text{ г/моль}$

$n_{\text{K}} = 1$

$B_{\text{K}} = 1$

$$M_{\text{Э}}(\text{KCl}) = \frac{M(\text{KCl})}{n_{\text{K}} \cdot B_{\text{K}}} = \frac{74,5}{1 \cdot 1} = \frac{74,5}{1} = 74,5 \text{ г/моль}$$

$\text{Э} = 1 \text{ моль}$

$M_{\text{Э}}(\text{MgCl}_2) = ?$

$Mr(\text{MgCl}_2) = 95$

$M(\text{MgCl}_2) =$

$= 95 \text{ г/моль}$

$n_{\text{Mg}} = 1$

$B_{\text{Mg}} = 2$

$$M_{\text{Э}}(\text{MgCl}_2) = \frac{M(\text{MgCl}_2)}{n_{\text{Mg}} \cdot B_{\text{Mg}}} = \frac{95}{1 \cdot 2} = \frac{95}{2} = 47,5 \text{ г/моль}$$

$\text{Э} = 1/2 \text{ моль}$

$M_{\text{Э}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = ?$

$Mr(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106$

$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) =$

$= 106 \text{ г/моль}$

$n_{\text{Na}} = 2$

$B_{\text{Na}} = 1$

$$M_{\text{Э}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{M(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{n_{\text{Na}} \cdot B_{\text{Na}}} = \frac{106}{2 \cdot 1} = \frac{106}{2} = 53 \text{ г/моль}$$

$\text{Э} = 1/2 \text{ моль}$

$$\underline{M_{\text{Э}}(\text{AlCl}_3) = ?} \quad \left| \quad M_{\text{Э}}(\text{AlCl}_3) = \frac{M(\text{AlCl}_3)}{n_{\text{Al}} \cdot B_{\text{Al}}} = \frac{133,5}{1 \cdot 3} = \frac{133,5}{3} = 44,5 \text{ г/моль} \right.$$

$\text{Mr}(\text{AlCl}_3) = 133,5$   
 $M(\text{AlCl}_3) = 133,5 \text{ г/моль}$   
 $n_{\text{Al}} = 1$   
 $B_{\text{Al}} = 3$

$$\underline{M_{\text{Э}}(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = ?} \quad \left| \quad M_{\text{Э}}(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = \frac{M(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3)}{n_{\text{Fe}} \cdot B_{\text{Fe}}} = \frac{400}{2 \cdot 3} = \frac{400}{6} = 44,5 \text{ г/моль} \right.$$

$\text{Mr}(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 400$   
 $M(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 400 \text{ г/моль}$   
 $n_{\text{Fe}} = 2$   
 $B_{\text{Fe}} = 3$

### Эквивалентная масса оксида

*Общая формула оксида Э<sub>x</sub>O<sub>y</sub>,*

где Э – химический элемент;

x – число атомов химического элемента;

O – атом кислорода;

y - число атомов кислорода.

$$M_{\text{Э}}(\text{ок}) = \frac{M_{\text{ок}}}{n_{\text{O}} \cdot 2},$$

где n<sub>O</sub> – число атомов кислорода;

2 – валентность кислорода.

$$\underline{M_{\text{Э}}(\text{MgO}) = ?} \quad \left| \quad M_{\text{Э}}(\text{MgO}) = \frac{M(\text{MgO})}{n_{\text{O}} \cdot 2} = \frac{40}{1 \cdot 2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ г/моль} \right.$$

$\text{Mr}(\text{MgO}) = 40$   
 $M(\text{MgO}) = 40 \text{ г/моль}$   
 $n_{\text{O}} = 1$

$$\begin{array}{l} \underline{M_{\text{Э}}(\text{Ag}_2\text{O}) = ?} \\ \text{Mr}(\text{Ag}_2\text{O}) = 232 \\ \text{M}(\text{Ag}_2\text{O}) = 232 \text{ г/моль} \\ n_{\text{O}} = 1 \end{array} \left| \begin{array}{l} M_{\text{Э}}(\text{Ag}_2\text{O}) = \frac{\text{M}(\text{Ag}_2\text{O})}{n_{\text{O}} \cdot 2} = \frac{232}{1 \cdot 2} = \frac{232}{2} = 116 \text{ г/моль} \\ \text{Э} = 1/2 \text{ моль} \end{array} \right.$$

$$\begin{array}{l} \underline{M_{\text{Э}}(\text{SO}_2) = ?} \\ \text{Mr}(\text{SO}_2) = 64 \\ \text{M}(\text{SO}_2) = 64 \text{ г/моль} \\ n_{\text{O}} = 2 \end{array} \left| \begin{array}{l} M_{\text{Э}}(\text{SO}_2) = \frac{\text{M}(\text{SO}_2)}{n_{\text{O}} \cdot 2} = \frac{64}{2 \cdot 2} = \frac{64}{4} = 16 \text{ г/моль} \\ \text{Э} = 1/4 \text{ моль} \end{array} \right.$$

$$\begin{array}{l} \underline{M_{\text{Э}}(\text{Cr}_2\text{O}_3) = ?} \\ \text{Mr}(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 152 \\ \text{M}(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 152 \text{ г/моль} \\ n_{\text{O}} = 3 \end{array} \left| \begin{array}{l} M_{\text{Э}}(\text{Cr}_2\text{O}_3) = \frac{\text{M}(\text{Cr}_2\text{O}_3)}{n_{\text{O}} \cdot 2} = \frac{152}{3 \cdot 2} = \frac{152}{6} = 25,3 \text{ г/моль} \\ \text{Э} = 1/6 \text{ моль} \end{array} \right.$$

### Эквиваленты газов

Эквиваленты газов удобнее выражать в объемных единицах.

Согласно следствию из закона Авогадро: **один моль ( $6,02 \cdot 10^{23}$  частиц) любого газа при нормальных условиях ( $T = 273 \text{ К}$ ,  $P = 101325 \text{ Па}$ ) занимает объем, равный  $22,4 \text{ л}$  ( $V^0 = 22,4 \text{ л}$ ).**

Объем, занимаемый одним молем газа, называют **мольным объемом**.

Эквивалентный объем водорода —  $V^0_{\text{Э}}(\text{H}_2) = ?$

$$\begin{array}{l} \text{M}(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль} \\ \text{M}_{\text{Э}}(\text{H}) = 1 \text{ г/моль} \end{array} \left| \begin{array}{l} 2 \text{ г} — 22,4 \text{ л} \\ 1 \text{ г} —  $V^0_{\text{Э}}(\text{H}_2)$  \end{array} \right. \quad V^0_{\text{Э}}(\text{H}_2) = \frac{1 \cdot 22,4}{2} = 11,2 \text{ л}$$

$$V^0_{\text{Э}}(\text{H}_2) = 11,2 \text{ л}$$

Эквивалентный объем кислорода —  $V_{\text{Э}}^0(\text{O}_2) = ?$

$M(\text{O}_2) = 32 \text{ г/моль}$	$32 \text{ г} — 22,4 \text{ л}$	$V_{\text{Э}}^0(\text{O}_2) = \frac{8 \cdot 22,4}{32} = 5,6 \text{ л}$
$M_{\text{Э}}(\text{O}) = 8 \text{ г/моль}$	$8 \text{ г} — V_{\text{Э}}^0(\text{O}_2)$	
	$V_{\text{Э}}^0(\text{O}_2) = 5,6 \text{ л}$	

При условии вступления в реакцию одного твердого вещества, а другого газообразного, для расчетов удобно пользоваться выражением закона эквивалентов в такой форме:

$$\frac{m_1}{M_{\text{Э}(1)}} = \frac{V_2^0}{V_{\text{Э}(2)}^0},$$

где  $m_1$  — масса твердого вещества, г;

$M_{\text{Э}(1)}$  — эквивалентная масса твердого вещества, г/моль;

$V_2^0$  — объем газообразного вещества, л;

$V_{\text{Э}(2)}^0$  — объем эквивалента газообразного вещества, л.

## ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ

Пример 1. Определить эквиваленты брома, кислорода и азота в соединениях  $\text{HBr}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ .

Решение

В указанных соединениях с 1 моль атомов водорода соединяется 1 моль атомов брома, 1/2 моль атомов кислорода и 1/3 моль атомов азота.

Следовательно, эквиваленты равны:

$\text{Э}_{\text{Br}} = 1 \text{ моль}$ ,  $\text{Э}_{\text{O}} = 1/2 \text{ моль}$ ,  $\text{Э}_{\text{N}} = 1/3 \text{ моль}$ .

Пример 2. Определить эквиваленты и эквивалентные массы азота в соединениях  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_2$ .

### Решение



$$\begin{aligned} \text{Mr}(\text{N}) &= 14 \\ \text{M}(\text{N}) &= 14 \text{ г/моль} \\ \text{V}_\text{N} &= 1 \end{aligned}$$

$$\left| \begin{aligned} \text{M}_\ominus(\text{N}) &= \frac{\text{M}(\text{N})}{\text{V}} = \frac{14}{1} = 14 \text{ г/моль} \\ \text{Э}_\text{N} &= 1 \text{ моль} \end{aligned} \right.$$



$$\begin{aligned} \text{Mr}(\text{N}) &= 14 \\ \text{M}(\text{N}) &= 14 \text{ г/моль} \\ \text{V}_\text{N} &= 3 \end{aligned}$$

$$\left| \begin{aligned} \text{M}_\ominus(\text{N}) &= \frac{\text{M}(\text{N})}{\text{V}} = \frac{14}{3} = 4,7 \text{ г/моль} \\ \text{Э}_\text{N} &= 1/3 \text{ моль} \end{aligned} \right.$$



$$\begin{aligned} \text{Mr}(\text{N}) &= 14 \\ \text{M}(\text{N}) &= 14 \text{ г/моль} \\ \text{V}_\text{N} &= 4 \end{aligned}$$

$$\left| \begin{aligned} \text{M}_\ominus(\text{N}) &= \frac{\text{M}(\text{N})}{\text{V}} = \frac{14}{4} = 3,5 \text{ г/моль} \\ \text{Э}_\text{N} &= 1/4 \text{ моль} \end{aligned} \right.$$

Пример 3. Эквивалентная масса трехвалентного металла равна 9. Вычислить атомную массу металла.

### Решение

Эквивалентная масса металла

$$\text{M}_\ominus(\text{Me}) = \frac{\text{M}(\text{Me})}{\text{V}},$$

где  $\text{M}_\ominus(\text{Me})$  – эквивалентная масса металла;

$\text{M}(\text{Me})$  - молярная масса атомов металла;

$\text{V}$  – валентность металла.

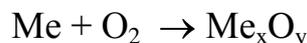
$$9 = \frac{\text{M}(\text{Me})}{3}; \quad \text{M}(\text{Me}) = 9 \cdot 3 = 27 \text{ г/ моль.}$$

Молярная масса атомов металла  $\text{M}(\text{Me})$  численно равна относительной атомной массе ( $\text{Ar}$ ).

$$\text{Ar}(\text{Me}) = 27$$

Пример 4. При сгорании 5,0 г металла образуется 9,44 г оксида металла.  
Определить эквивалентную массу металла.

Решение



Согласно закону эквивалентов

$$\frac{m_{\text{Me}}}{M_{\text{Э}}(\text{Me})} = \frac{m_{\text{O}_2}}{M_{\text{Э}}(\text{O})},$$

где  $m_{\text{Me}}$  и  $m_{\text{O}_2}$  - массы металла и кислорода;

$M_{\text{Э}}(\text{Me})$  и  $M_{\text{Э}}(\text{O})$  - эквивалентные массы металла и кислорода.

Масса кислорода  $m_{\text{O}_2} = 9,44 - 5 = 4,44$  г

$$M_{\text{Э}}(\text{O}) = \frac{M(\text{O})}{\nu} = \frac{16}{2} = 8 \text{ г/моль}$$

$$\frac{5}{M_{\text{Э}}(\text{Me})} = \frac{4,44}{8}; \quad M_{\text{Э}}(\text{Me}) = \frac{5 \cdot 8}{4,44} = 9 \text{ г/моль}$$

Пример 5. Вещество содержит 39,0% серы и мышьяк. Вычислить эквивалентную массу мышьяка, если эквивалентная масса серы 16 г/моль.

Решение



Согласно закону эквивалентов

$$\frac{m_{\text{As}}}{m_{\text{S}}} = \frac{M_{\text{Э}}(\text{As})}{M_{\text{Э}}(\text{S})},$$

где  $m_{\text{As}}$  и  $m_{\text{S}}$  - массы мышьяка и серы;

$M_{\text{Э}}(\text{As})$  и  $M_{\text{Э}}(\text{S})$  – эквивалентные массы мышьяка и серы.

В сульфиде мышьяка на 39 г серы приходится 61 г мышьяка

$$m_{\text{As}} = 100 - 39 = 61 \text{ г.}$$

$$\frac{61}{39} = \frac{M_{\text{Э}}(\text{As})}{16}; \quad M_{\text{Э}}(\text{As}) = \frac{61 \cdot 16}{39} = 25 \text{ г/моль}$$

Пример 6. На восстановление 7,09 г оксида двухвалентного металла требуется 2,24 л водорода, измеренного при нормальных условиях (н. у.). Вычислить эквивалентную массу металла и его оксида.

### Решение

Согласно закону эквивалентов

$$\frac{m_{\text{MeO}}}{M_{\text{э}}(\text{MeO})} = \frac{V_{\text{H}_2}^0}{V_{\text{э}}^0(\text{H}_2)},$$

где  $m_{\text{MeO}}$  – масса оксида металла, г;

$M_{\text{э}}(\text{MeO})$  – эквивалентная масса оксида, г/моль;

$V_{\text{э}}^0(\text{H}_2)$  – эквивалентный объем водорода, л.

$$V_{\text{э}}^0(\text{H}_2) = 11,2 \text{ л.}$$

$$\frac{7,09}{M_{\text{э}}(\text{MeO})} = \frac{2,24}{11,2}; \quad M_{\text{э}}(\text{MeO}) = \frac{7,09 \cdot 11,2}{2,24} = 35,45 \text{ г/моль}$$

Согласно закону эквивалентов

$$M_{\text{э}}(\text{MeO}) = M_{\text{э}}(\text{O}) + M_{\text{э}}(\text{Me}),$$

где  $M_{\text{э}}(\text{MeO})$ ,  $M_{\text{э}}(\text{O})$  и  $M_{\text{э}}(\text{Me})$  — эквивалентные массы оксида металла, кислорода и металла.

$$M_{\text{э}}(\text{O}) = 8 \text{ г/моль, то } 35,45 = M_{\text{э}}(\text{Me}) + 8;$$

$$\underline{M_{\text{э}}(\text{Me})} = 35,45 - 8 = 27,45 \text{ г/моль.}$$

Пример 7. Вычислить эквивалентные массы и эквиваленты  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в реакциях, выраженных уравнениями.



### Решение 1

В соответствии с законом эквивалентов

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = n_{\text{KOH}},$$

то есть количество эквивалентов одного из реагирующих веществ равно количеству эквивалентов другого вещества.

$$M_{\text{Э}}(\text{KOH}) = \frac{M}{n_{\text{OH}}} = \frac{56}{1} = 56 \text{ г/моль},$$

$$\text{Э}_{\text{KOH}} = 1 \text{ моль}.$$

Следовательно, в реакции (1) количество эквивалентов KOH, реагирующих с одним молем  $\text{H}_2\text{SO}_4$  равно одному ( $n_{\text{KOH}} = 1$ ), также как и количество эквивалентов  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1$ ).

То есть в реакции (1)  $\text{Э}_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1$  моль,

$$M_{\text{Э}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{M(\text{H}_2\text{SO}_4)}{1} = 98 \text{ г/моль}.$$

В реакции (2) количество эквивалентов KOH равняется уже двум ( $n_{\text{KOH}} = 2$ ). Поскольку 1 моль  $\text{H}_2\text{SO}_4$  вступает в реакцию с двумя эквивалентами KOH, то  $\text{Э}_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1/2$  моль,

$$M_{\text{Э}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{M(\text{H}_2\text{SO}_4)}{2} = \frac{98}{2} = 49 \text{ г/моль}.$$

## Решение 2

Эквивалентная масса кислоты равна молярной массе (M), деленной на число атомов водорода, замещенных в данной реакции на металл. Следовательно, эквивалентная масса  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в реакции (1):

$$M_{\text{Э}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{M(\text{H}_2\text{SO}_4)}{1} = 98 \text{ г/моль}; \text{Э}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ моль}$$

Соответственно, эквивалентная масса  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в реакции (2):

$$M_{\text{Э}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{M(\text{H}_2\text{SO}_4)}{2} = \frac{98}{2} = 49 \text{ г/моль}; \text{Э}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1/2 \text{ моль}$$

## КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

### Вариант №1

Задача 1. Определить эквивалентную массу элемента в оксиде, содержащем 60% кислорода.

Ответы:

1) 5,3 г/моль; 2) 19,6 г/моль; 3) 16 г/моль; 4) 32 г/моль.

Задача 2. Какой объем при н.у. занимают 22,4 г кислорода?

Ответы:

1) 31,4 л; 2) 15,7 л; 3) 32,0 л; 4) 16,0 л.

Задача 3. Чему равна эквивалентная масса хрома в соединении  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ?

Ответы:

1) 17 г/моль; 2) 52 г/моль; 3) 13 г/моль; 4) 26 г/моль.

Задача 4. Одинаковое ли число молекул содержится в 20 г кислорода и 20 г водорода?

Ответы:

1) одинаковое; 2) в 20 г кислорода молекул больше; 3) в 20 г водорода молекул больше.

Задача 5. Чему равна эквивалентная масса  $\text{CO}_2$ ?

Ответы:

1) 44 г/моль; 2) 88 г/моль; 3) 11 г/моль; 4) 22 г/моль.

## Вариант № 2

Задача 1. Определить эквивалентную массу элемента, если его водородное соединение содержит 5% водорода.

Ответы:

1) 19,0 г/моль; 2) 38 г/моль; 3) 20,0 г/моль.

Задача 2. В каком из соединений эквивалентная масса азота равна его атомной массе?

Ответы:

1) NO; 2) NH<sub>3</sub>; 3) NO<sub>2</sub>; 4) N<sub>2</sub>O.

Задача 3. Укажите вид математического выражения закона эквивалентов, если одно из веществ, участвующих в реакции, находится в газообразном состоянии.

Ответы:

$$1) \frac{m_1}{\mathcal{E}_1} = \frac{m_2}{\mathcal{E}_2}; 2) \frac{m_1}{M_{\mathcal{E}(1)}} = \frac{V_2^0}{V_{\mathcal{E}(2)}^0}; 3) \frac{m_1}{m_2} = \frac{V_{\mathcal{E}(1)}}{V_{\mathcal{E}(2)}}.$$

Задача 4. Чему равна эквивалентная масса фосфорной кислоты в реакции  
$$\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaHPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}?$$

Ответы:

1) 196 г/моль; 2) 14,98 г/моль; 3) 49 г/моль; 4) 32,7 г/моль.

Задача 5. Одинаковое ли число молекул в 0,5 моль кислорода и 0,5 моль углекислого газа при 290<sup>0</sup>К и давлении 2·10<sup>5</sup> Па?

Ответы:

1) одинаковое; 2) больше в 0,5 моль углекислого газа; 3) больше в 0,5 моль кислорода.

### Вариант №3

Задача 1. Вычислить эквивалентную массу серной кислоты в реакции  
$$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KOH} = \text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}.$$

Ответы:

1) 196 г/моль; 2) 98,0 г/моль; 3) 49 г/моль; 4) 32,6 г/моль.

Задача 2. Какой объем кислорода занимает при н.у. одна эквивалентная масса кислорода?

Ответы:

1) 5,6 дм<sup>3</sup>; 2) 11,2 дм<sup>3</sup>; 3) 22,4 дм<sup>3</sup>; 4) 44,8 дм<sup>3</sup>.

Задача 3. Сколько граммов водорода выделится при растворении в соляной кислоте 10 г металла с эквивалентной массой 9 г/моль?

Ответы:

1) 2,2 г; 2) 1,1 г; 3) 0,9 г.

Задача 4. Вычислить абсолютную массу молекулы кислорода.

Ответы:

1) 8,0 г; 2)  $1,33 \cdot 10^{-23}$  г; 3) 32 г; 4)  $5,3 \cdot 10^{-23}$  г.

Задача 5. Определить молекулярную массу газа, если 1,8 г его при н.у. занимают объем 1 дм<sup>3</sup>.

Ответы:

1) 18 г/моль; 2) 20 г/моль; 3) 40 г/моль; 4) 0,3 г/моль.

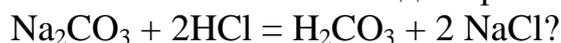
#### Вариант № 4

Задача 1. Для растворения 1,7 г металла с образованием средней соли потребовалось 1,5 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Определить эквивалентную массу металла.

Ответы:

1) 43,2 г/моль; 2) 86,5 г/моль; 3) 55,5 г/моль; 4) 111,0 г/моль.

Задача 2. Чему равна эквивалентная масса соды в реакции



Ответы:

1) 106/6 г/моль; 2) 106/3 г/моль; 3) 106/2 г/моль; 4) 106 г/моль.

Задача 3. Какой объем при н.у. занимают 4 эквивалентные массы кислорода?

Ответы:

1) 11,2  $\text{дм}^3$ ; 2) 22,4  $\text{дм}^3$ ; 3) 44,8  $\text{дм}^3$ ; 4) 98,6  $\text{дм}^3$ .

Задача 4. Одинаковое ли число молекул содержится в 1  $\text{дм}^3$  кислорода и в 1  $\text{дм}^3$  углекислого газа при н.у.?

Ответы:

1) одинаковое; 2) больше молекул в 1  $\text{дм}^3$  кислорода; 3) больше молекул в 1  $\text{дм}^3$  углекислого газа.

Задача 5. Масса 1  $\text{дм}^3$  газа при н.у. составляет 1,3 г. Вычислить молярную массу газа.

Ответы:

1) 29,1 г/моль; 2) 14,3 г/моль; 3) 57,2 г/моль

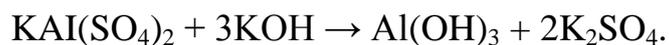
## Вариант № 5

Задача 1. Какой объем водорода при н.у. выделится при растворении в кислоте 3 г металла с эквивалентной массой 12 г/моль?

Ответы:

1) 3,7 дм<sup>3</sup>; 2) 2,8 дм<sup>3</sup>; 3) 11,7 дм<sup>3</sup>.

Задача 2. Определить эквивалентную массу соли  $KAl(SO_4)_2$  в обменной реакции



Ответы:

1) 258 г/моль; 2) 129 г/моль; 3) 86 г/моль; 4) 64,5 г/моль;

Задача 3. Какой объем при н.у. занимают 16 г кислорода?

Ответы:

1) 22,4 дм<sup>3</sup>; 2) 11,2 дм<sup>3</sup>; 3) 5,6 дм<sup>3</sup>; 4) 32 дм<sup>3</sup>.

Задача 4. Вычислить эквивалентную массу  $Ca(OH)_2$ .

Ответы:

1) 74 г/моль; 2) 37 г/моль; 3) 148 г/моль; 4) 18,5 г/моль.

Задача 5. Какой объем при н.у. занимают 4 эквивалентные массы кислорода?

Ответы:

1) 11,2 дм<sup>3</sup>; 2) 22,4 дм<sup>3</sup>; 3) 44,8 дм<sup>3</sup>; 4) 89,6 дм<sup>3</sup>.

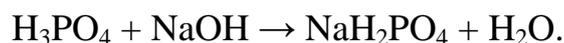
## Вариант № 6

Задача 1. Определить эквивалентную массу элемента, если его оксид содержит 24% кислорода.

Ответы:

1) 76 г/моль; 2) 25 г/моль; 3) 50 г/моль.

Задача 2. Определить эквивалентную массу фосфорной кислоты в обменной реакции



Ответы:

1) 98 г/моль; 2) 79 г/моль; 3) 32,6 г/моль; 4) 41 г/моль.

Задача 3. Одинаковое ли число молекул содержится в 1 г кислорода и 1 г углекислого газа?

Ответы:

1) одинаковое; 2) в 1 г кислорода молекул больше; 3) в 1 г углекислого газа молекул больше.

Задача 4. Определить эквивалентную массу соды  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Ответы:

1) 106 г/моль; 2) 53 г/моль; 3) 83 г/моль; 4) 41,5 г/моль.

Задача 5. Какой объем при н.у. занимают две эквивалентные массы водорода?

Ответы:

1) 5,6 дм<sup>3</sup>; 2) 22,4 дм<sup>3</sup>; 3) 11,2 дм<sup>3</sup>; 4) 44,8 дм<sup>3</sup>.

## Вариант № 7

Задача 1. При сгорании 21 г металла образуется 35 г оксида металла. Определить эквивалентную массу металла.

Ответы:

1) 48,0 г/моль; 2) 24 г/моль; 3) 12 г/моль; 4) 42 г/моль.

Задача 2. Определить эквивалентную массу  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .

Ответы:

1) 310 г/моль; 2) 155 г/моль; 3) 103,3 г/моль; 4) 51,7 г/моль.

Задача 3. Какой объем при н.у. занимают две эквивалентные массы водорода?

Ответы:

1) 22,4 дм<sup>3</sup>; 2) 11,2 дм<sup>3</sup>; 3) 5,6 дм<sup>3</sup>; 4) 14,8 дм<sup>3</sup>.

Задача 4. Определить эквивалентную массу  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  в обменной реакции  
$$\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}.$$

Ответы:

1) 97,5 г/моль; 2) 80,5 г/моль; 3) 48,7 г/моль; 4) 99,5 г/моль.

Задача 5. Определить молярную массу газа, если 1,8 г его при н.у. занимают объем 1 дм<sup>3</sup>.

Ответ:

1) 18 г/моль; 2) 20 г/моль; 3) 40 г/моль; 4) 40,32 г/моль.

## Вариант № 8

Задача 1. Определить эквивалентную массу кислоты, 3 г которой содержат 0,5 г водорода, способного замещаться на металл.

Ответы:

1) 1,67 г/моль; 2) 0,6 г/моль; 3) 6 г/моль; 4) 1,5 г/моль.

Задача 2. Определить эквивалентную массу  $KAl(SO_4)_2$  в обменной реакции  
 $KAl(SO_4)_2 + 2BaCl_2 \rightarrow KCl + AlCl_3 + 2BaSO_4$ .

Ответы:

1) 258 г/моль; 2) 129 г/моль; 3) 86 г/моль; 4) 64,5 г/моль.

Задача 3. Какой объем при н.у. занимает 1 кг водорода?

Ответы:

1) 1 м<sup>3</sup>; 2) 22,4 дм<sup>3</sup>; 3) 11,2 дм<sup>3</sup>; 4) 11,2 м<sup>3</sup>.

Задача 4. Определить эквивалентную массу  $FeCl_3$ .

Ответы:

1) 162 г/моль; 2) 160 г/моль; 3) 81 г/моль; 4) 54 г/моль.

Задача 5. Какой объем при н.у. занимают две эквивалентные массы углекислого газа  $CO_2$ ?

Ответы:

1) 44,8 дм<sup>3</sup>; 2) 22,4 дм<sup>3</sup>; 3) 11,2 дм<sup>3</sup>; 4) 5,6 дм<sup>3</sup>.

### Вариант № 9

Задача 1. Какое количество металла с эквивалентной массой 28 г/моль вытеснит из кислоты 2,8 дм<sup>3</sup> водорода при н.у.?

Ответы:

1) 1,4 г; 2) 14 г; 3) 2,8 г; 4) 7 г.

Задача 2. Определить эквивалентную массу  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  в обменной реакции  
$$\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}.$$

Ответы:

1) 97,5 г/моль; 2) 80,5 г/моль; 3) 48,7 г/моль; 4) 40,2 г/моль.

Задача 3. Определить массу 1 м<sup>3</sup> углекислого газа при н.у.

Ответы:

1) 22,4 кг; 2) 1 кг; 3) 1,96 кг; 4) 0,51 кг.

Задача 4. Определить эквивалентную массу гипса  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$

Ответы:

1) 136 г/моль; 2) 145 г/моль; 3) 68 г/моль; 4) 72,5 г/моль.

Задача 5. Сколько моль воды содержится в 1 кг воды?

Ответы:

1) 55,5; 2) 0,055; 3) 22,4; 4) 62,5.

### Вариант № 10

Задача 1. При взаимодействии 10 г металла с кислородом образовалось 14 г оксида металла. Определить эквивалентную массу оксиды металла.

Ответы:

1) 56 г/моль; 2) 28 г/моль; 3) 14 г/моль; 4) 20 г/моль.

Задача 2. Определить эквивалентную массу  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в обменной реакции  
$$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}.$$

Ответы:

1) 106 г/моль; 2) 83 г/моль; 3) 53 г/моль; 4) 122 г/моль.

Задача 3. Какой объем занимают две эквивалентные массы кислорода?

Ответы:

1) 22,4 дм<sup>3</sup>; 2) 11,2 дм<sup>3</sup>; 3) 44,8 дм<sup>3</sup>; 4) 5,6 дм<sup>3</sup>.

Задача 4. Определить эквивалентную массу  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

Ответы:

1) 98 г/моль; 2) 82 г/моль; 3) 32,7 г/моль; 4) 27,3 г/моль.

Задача 5. Какой объем при н.у. занимают  $1,2 \cdot 10^{24}$  молекул углекислого газа?

Ответы:

1) 52,8 дм<sup>3</sup>; 2) 22,4 дм<sup>3</sup>; 3) 44,8 дм<sup>3</sup>; 4) 11,2 дм<sup>3</sup>.

## Вариант № 11

Задача 1. Определить эквивалентную массу кислоты, если 3 г её содержат 0,1 г водорода, способного замещаться на металл.

Ответы:

1) 20 г/моль; 2) 30 г/моль; 3) 1 г/моль; 4) 3 г/моль.

Задача 2. Определить эквивалентную массу  $\text{H}_3\text{PO}_4$  в обменной реакции  
$$\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{HPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}.$$

Ответы:

1) 98 г/моль; 2) 49 г/моль; 3) 32,6 г/моль; 4) 82 г/моль.

Задача 3. Одинаковое ли число молекул содержится в 1 л кислорода и в 1 л водорода при н.у.?

Ответы:

1) одинаковое; 2) в 1 л кислорода молекул больше; 3) в 1 л водорода молекул больше.

Задача 4. Определить эквивалентную массу  $\text{CaCO}_3$ .

Ответы:

1) 100 г/моль; 2) 50 г/моль; 3) 102 г/моль; 4) 58 г/моль.

Задача 5. Какой объем при н.у. занимают две эквивалентные массы азота?

Ответы:

1) 7,5 дм<sup>3</sup>; 2) 11,2 дм<sup>3</sup>; 3) 5,6 дм<sup>3</sup>; 4) 3,7 дм<sup>3</sup>.

## Вариант № 12

Задача 1. Определить атомную массу пятивалентного элемента, если в его соединении с серой на 1,0 г элемента приходится 1,07 серы с эквивалентной массой 16 г/моль.

Ответы:

1) 80 г/моль; 2) 85,5 г/моль; 3) 75 г/моль; 4) 70 г/моль.

Задача 2. Определить эквивалентную массу  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в обменной реакции  
$$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}.$$

Ответы:

1) 106 г/моль; 2) 53 г/моль; 3) 83 г/моль; 4) 41,5 г/моль.

Задача 3. Одинаковое ли число молекул содержится в 1 моль-экв водорода и в 1 моль-экв кислорода при н.у.?

Ответы:

1) одинаковое; 2) в 1 моль-экв водорода молекул больше;  
3) в 1 моль-экв кислорода молекул больше.

Задача 4. Определить эквивалентную массу  $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

Ответы:

1) 241 г/моль; 2) 80,3 г/моль; 3) 133,3 г/моль; 4) 44,4 г/моль.

Задача 5. Вычислить абсолютную массу молекулы  $\text{CO}_2$ .

Ответы:

1) 44 г; 2)  $7,3 \cdot 10^{-23}$  кг; 3)  $2,6 \cdot 10^{-21}$  г; 4)  $7,3 \cdot 10^{-23}$  г.

Вариант № 13

Задача 1. Определить эквивалентную массу металла, если при растворении 10 г его в соляной кислоте выделилось 2 дм<sup>3</sup> водорода при н.у.

Ответы:

1) 14 г/моль; 2) 28 г/моль; 3) 56 г/моль; 4) 112 г/моль.

Задача 2. Определить эквивалентную массу  $KCr(SO_4)_2$  в обменной реакции  
$$KCr(SO_4)_2 + 3KOH \rightarrow Cr(OH)_3 + 2K_2SO_4$$

Ответы:

1) 283 г/моль; 2) 141,5 г/моль; 3) 94,3 г/моль; 4) 70,8 г/моль.

Задача 3. Какой объем занимают 0,5 моль-экв кислорода при н.у.?

Ответы:

1) 22,4 дм<sup>3</sup>; 2) 11,2 дм<sup>3</sup>; 3) 5,6 дм<sup>3</sup>; 4) 2,8 дм<sup>3</sup>.

Задача 4. Определить эквивалентную массу  $CaSiO_3$ .

Ответы:

1) 116 г/моль; 2) 58 г/моль; 3) 29 г/моль; 4) 19,3 г/моль.

Задача 5. Сколько моль молекул водорода содержится в 0,1 м<sup>3</sup> водорода при н.у.?

Ответы:

1) 22,4; 2) 45,0; 3) 4,5; 4) 4,46.

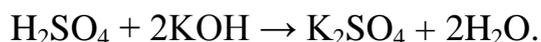
Вариант № 14

Задача 1. При сгорании 21 г металла образуется 35,5 г оксида металла. Определить эквивалентную массу металла.

Ответы:

1) 48 г/моль; 2) 24 г/моль; 3) 11,6 г/моль; 4) 23,2 г/моль.

Задача 2. Определить эквивалентную массу серной кислоты в обменной реакции



Ответы:

1) 98 г/моль; 2) 96 г/моль; 3) 49 г/моль; 4) 48 г/моль.

Задача 3. Какова масса 5,6 м<sup>3</sup> кислорода при н.у.?

Ответы:

1) 4 г; 2) 4 кг; 3) 16 кг; 4) 32 кг.

Задача 4. Определить эквивалентную массу CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O.

Ответы:

1) 172 г/моль; 2) 136 г/моль; 3) 86 г/моль; 4) 68 г/моль.

Задача 5. Какой объем при н.у. занимают 14,7 г кислорода?

Ответы:

1) 14,7 дм<sup>3</sup>; 2) 5,1 дм<sup>3</sup>; 3) 10,3 дм<sup>3</sup>; 4) 20,6 дм<sup>3</sup>.

### Вариант № 15

Задача 1. На восстановление 5,6 г оксида металла потребовалось 2,24 дм<sup>3</sup> водорода при н.у. Определить эквивалентную массу оксида металла.

Ответы:

1) 56 г/моль; 2) 20 г/моль; 3) 9 г/моль; 4) 28 г/моль.

Задача 2. Определить эквивалентную массу Cr(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> в обменной реакции  
$$\text{Cr(SO}_4)_3 + 6\text{KOH} \rightarrow 2\text{Cr(OH)}_3 + 3\text{K}_2\text{SO}_4$$

Ответы:

1) 392 г/моль; 2) 196 г/моль; 3) 130,7 г/моль; 4) 65,3 г/моль.

Задача 3. Определить массу 0,5 м<sup>3</sup> аргона при н.у. Самостоятельными частицами аргона являются атомы.

Ответы:

1) 0,5 кг; 2) 0,9 кг; 3) 0,29; 4) 11,2 кг.

Задача 4. Определить эквивалентную массу Ag<sub>2</sub>O.

Ответы:

1) 232 г/моль; 2) 116 г/моль; 3) 124 г/моль; 4) 62 г/моль;

Задача 5. Вычислить массу  $1,503 \cdot 10^{23}$  атомов меди.

Ответы:

1) 32 г; 2)  $1,505 \cdot 10^{23}$ ; 3) 16 г; 4) 15,9.

## Вариант № 16

Задача 1. Определить массу металла необходимого для вытеснения из кислоты  $0,5 \text{ дм}^3$  водорода, если эквивалентная масса металла равна  $12,15 \text{ г/моль}$ .

Ответы:

1)  $0,27 \text{ г}$ ; 2)  $0,54 \text{ г}$ ; 3)  $6,075 \text{ г}$ ; 4)  $272 \text{ г}$ .

Задача 2. Определить эквивалентную массу  $\text{Cu(OH)}_2$  в обменной реакции  
$$\text{Cu(OH)}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{Cu(OH)Cl} + \text{H}_2\text{O}.$$

Ответы:

1)  $97,5 \text{ г/моль}$ ; 2)  $80,5 \text{ г/моль}$ ; 3)  $48,7 \text{ г/моль}$ ; 4)  $40,2 \text{ г/моль}$ .

Задача 3. Вычислить абсолютную массу молекулы углекислого газа.

Ответы:

1)  $44 \text{ г}$ ; 2)  $28 \text{ г}$ ; 3)  $4,65 \cdot 10^{-23} \text{ г}$ ; 4)  $7,3 \cdot 10^{-23} \text{ г}$ .

Задача 4. Определить эквивалентную массу метакремниевой кислоты  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ .

Ответы:

1)  $78 \text{ г/моль}$ ; 2)  $39 \text{ г/моль}$ ; 3)  $26 \text{ г/моль}$ ; 4)  $19,5 \text{ г/моль}$ .

Задача 5. Определить молярную массу вещества, если  $2,3 \text{ г}$  его при н.у. занимают объем  $2 \text{ дм}^3$ .

Ответы:

1)  $26 \text{ г/моль}$ ; 2)  $13 \text{ г/моль}$ ; 3)  $52 \text{ г/моль}$ ; 4)  $29 \text{ г/моль}$ .

## Вариант № 17

Задача 1. Определить процентное содержание кислорода в оксиде, зная, что эквивалентная масса металла равна 9 г/моль.

Ответы:

1) 80%; 2) 2,89%; 3) 53%; 4) 47%.

Задача 2. Определить эквивалентную массу  $\text{CaHPO}_4$  в обменной реакции  
$$3\text{CaHPO}_4 + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_3\text{HPO}_4 + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{H}_2\text{O}.$$

Ответы:

1) 136 г/моль; 2) 22,7 г/моль; 3) 45,3 г/моль; 4) 408 г/моль.

Задача 3. Одинаковое ли число молекул в 1 г водорода и в 1 г кислорода?

Ответы:

1) одинаковое; 2) молекул больше в 1 г водорода; 3) в 1 г кислорода молекул больше.

Задача 4. Определить эквивалентную массу  $\text{SiO}_2$ .

Ответы:

1) 60 г/моль; 2) 30 г/моль; 3) 20 г/моль; 4) 15 г/моль.

Задача 5. Какой объем занимают 11 г углекислого газа  $\text{CO}_2$  при н.у.?

Ответы:

1) 44,8 дм<sup>3</sup>; 2) 22,4 дм<sup>3</sup>; 3) 11,2 дм<sup>3</sup>; 4) 5,6 дм<sup>3</sup>.

Вариант № 18

Задача 1. Чему равна эквивалентная масса серы в соединении, содержащем 40% серы и 60% кислорода?

Ответы:

1) 32 г/моль; 2) 53 г/моль; 3) 26,5 г/моль; 4) 5,3 г/моль.

Задача 2. Определить эквивалентную массу соли  $\text{CaHPO}_4$  в обменной реакции



Ответы:

1) 136 г/моль; 2) 272 г/моль; 3) 68 г/моль; 4) 45,3 г/моль.

Задача 3. Определить эквивалентную массу  $\text{K}_2\text{SiO}_3$ .

Ответы:

1) 153 г/моль; 2) 308 г/моль; 3) 77 г/моль; 4) 38,5 г/моль.

Задача 4. Какой объем при н.у. занимают 4 г водорода?

Ответы:

1) 89,6 дм<sup>3</sup>; 2) 22,4 дм<sup>3</sup>; 3) 44,8 дм<sup>3</sup>; 4) 11,2 дм<sup>3</sup>.

Задача 5. Сколько молекул составляют 11 г углекислого газа?

Ответы:

1)  $48,4 \cdot 10^{24}$ ; 2)  $1,5 \cdot 10^{23}$ ; 3)  $0,55 \cdot 10^{23}$ ; 4)  $1,58 \cdot 10^{23}$ .

Вариант № 19

Задача 1. Какое количество металла с эквивалентной массой 28 г/моль вытеснит из кислоты 2,8 дм<sup>3</sup> водорода (н. у.)?

Ответы:

1) 1,4 г; 2) 14 г; 3) 2,8 г; 4) 7 г.

Задача 2. Чему равна эквивалентная масса  $Al_2(SO_4)_3$ ?

Ответы:

1)  $\frac{342}{6}$  г/моль; 2)  $\frac{342}{3}$  г/моль; 3)  $\frac{342}{2}$  г/моль.

Задача 3. Вычислить эквивалентную массу  $KCr(SO_4)_2$  в реакции  
 $KCr(SO_4)_2 + 3KOH = Cr(OH)_3 + 2K_2SO_4$ .

Ответы:

1) 94,30 г/моль; 2) 141,50 г/моль; 3) 70,75 г/моль.

Задача 4. Чему равна эквивалентная масса углерода в соединении  $CO_2$ ?

Ответы:

1) 12,0 г/моль; 2) 6,0 г/моль; 3) 3,0 г/моль.

Задача 5. В каком количестве NaOH содержится столько же эквивалентных масс, сколько в 140 г KOH?

Ответы:

1) 50 г; 2) 200 г; 3) 100 г.

Вариант № 20

Задача 1. При взаимодействии 10 г металла с кислородом образовалось 14 г оксида металла. Определить эквивалентную массу оксида металла.

Ответы:

1) 56 г/моль; 2) 14 г/моль; 3) 28 г/моль.

Задача 2. Чему равна эквивалентная масса кальция в соединении  $\text{Ca}_2(\text{SO}_4)_3$ ?

Ответы:

1)  $\frac{40}{2}$  г/моль; 2)  $\frac{40}{3}$  г/моль; 3)  $\frac{120}{2}$  г/моль; 4)  $\frac{120}{2 \cdot 3}$  г/моль

Задача 3. Какой объем при нормальных условиях занимают  $1,20 \cdot 10^{24}$  молекул  $\text{CO}_2$ ?

Ответы:

1) 52,8 дм<sup>3</sup>; 2) 224,0 дм<sup>3</sup>; 3) 44,8 дм<sup>3</sup>; 4) 89,6 дм<sup>3</sup>

Задача 4. Сколько эквивалентных масс кислорода содержится в 64 г  $\text{O}_2$ ?

Ответы:

1) 1; 2) 2; 3) 4; 4) 8.

Задача 5. Вычислить эквивалентную массу  $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2$  в реакции  
 $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 + 2\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{BaSO}_4 + \text{KNO}_3 + \text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ .

Ответы:

1) 90,4 г/моль; 2) 70,7 г/моль; 3) 141,5 г/моль.

Вариант № 21

Задача 1. Вычислить эквивалентную массу кислоты, если 3 г кислоты содержат 0,1 г водорода.

Ответы:

1) 20 г/моль; 2) 30 г/моль; 3) 2 г/моль; 4) 3 г/моль.

Задача 2. Чему равна эквивалентная масса соединения  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ?

Ответы:

1)  $\frac{142}{1}$  г/моль; 2)  $\frac{142}{2}$  г/моль; 3)  $\frac{142}{4}$  г/моль; 4)  $\frac{1142}{12}$  г/моль

Задача 3. Какой объем при нормальных условиях занимают две эквивалентные массы кислорода?

Ответы:

1) 22,4 дм<sup>3</sup>; 2) 44,8 дм<sup>3</sup>; 3) 5,6 дм<sup>3</sup>; 4) 11,2 дм<sup>3</sup>

Задача 4. Чему равна эквивалентная масса углерода в соединении CO?

Ответы:

1) 48 г/моль; 2) 24 г/моль; 3) 12 г/моль; 4) 6 г/моль.

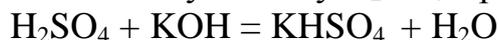
Задача 5. На нейтрализацию 2 г основания израсходовано 4,28 г HCl. Вычислить эквивалентную массу основания.

Ответы:

1) 8,5 г/моль; 2) 17 г/моль; 3) 78,0 г/моль.

Вариант № 22

Задача 1. Вычислить эквивалентную массу  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в реакции:



Ответы:

1) 196 г/моль; 2) 98,0 г/моль; 3) 49,0 г/моль; 4) 32,6 г/моль.

Задача 2. Вычислить объем, который занимают при н. у. эквивалентные массы кислорода.

Ответы:

1) 5,6 дм<sup>3</sup>; 2) 11,2 дм<sup>3</sup>; 3) 16,8 дм<sup>3</sup>; 4) 22,4 дм<sup>3</sup>

Задача 3. Сколько граммов водорода выделится при растворении в  $\text{HCl}$  10 г металла с эквивалентной массой 9 г/моль?

Ответы:

1) 2,2 г; 2) 1,1 г; 3) 0,9 г.

Задача 4. Вычислить абсолютную массу молекулы кислорода.

Ответы:

1) 8 г; 2)  $1,33 \cdot 10^{-23}$  г; 3) 3,2 г; 4)  $5,3 \cdot 10^{-23}$  г.

Задача 5. Определить эквивалентную массу железа, если известно, что при взаимодействии с  $\text{HCl}$  образуется  $\text{FeCl}_2$ .

Ответы:

1) 56 г/моль; 2) 28,0 г/моль; 3) 18,6 г/моль.

Вариант № 23

Задача 1. Вычислить эквивалентную массу  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в реакции  
$$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KOH} = \text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}.$$

Ответы:

1) 196 г/моль; 2) 98,0 г/моль; 3) 49,0 г/моль; 4) 32,6 г/моль.

Задача 2. Вычислить объем, который занимают при н. у. три эквивалентные массы кислорода.

Ответы:

1) 5,6 дм<sup>3</sup>; 2) 11,2 дм<sup>3</sup>; 3) 16,8 дм<sup>3</sup>; 4) 22,4 дм<sup>3</sup>

Задача 3. Сколько граммов водорода выделится при растворении в  $\text{HCl}$  10 г металла с эквивалентной массой 9 г/моль?

Ответы:

1) 2,2 г; 2) 1,1 г; 3) 0,9 г.

Задача 4. Вычислить абсолютную массу молекулы кислорода.

Ответы:

1) 8 г; 2)  $1,33 \cdot 10^{-23}$  г; 3) 3,2 г; 4)  $5,3 \cdot 10^{-23}$  г.

Задача 5. Определить эквивалентную массу железа, если известно, что при взаимодействии с  $\text{HCl}$  образуется  $\text{FeCl}_2$ .

Ответы:

1) 56 г/моль; 2) 28,0 г/моль; 3) 18,6 г/моль.

Вариант № 24

Задача 1. Определить эквивалентную массу металла, если его оксид содержит 40 % кислорода.

Ответы:

1) 24,0 г/моль; 2) 12,0 г/моль; 3) 40,0 г/моль.

Задача 2. Чему равна эквивалентная масса углерода в соединении  $\text{CO}_2$ ?

Ответы:

1) 12,0 г/моль; 2) 6,0 г/моль; 3) 3,0 г/моль.

Задача 3. Определить эквивалентную массу кислоты  $\text{H}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .

Ответы:

1)  $\frac{215}{1}$  г/моль; 2)  $\frac{215}{3}$  г/моль; 3)  $\frac{215}{6}$  г/моль; 4)  $\frac{215}{3+1+6}$  г/моль

Задача 4. Какое количество металла, эквивалентная масса которого 28 г/моль, вытеснит из кислоты 700 см<sup>3</sup> водорода?

Ответы:

1) 1,68 г; 2) 3,0 г; 3) 1,75 г.

Задача 5. Чему равна эквивалентная масса  $\text{CuSO}_4$ ?

Ответы:

1) 80,0 г/моль; 2) 40,0 г/моль; 3) 320,0 г/моль; 4) 160,0 г/моль.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коровин Н.В. Общая химия. М.: Высш. шк., 2000. 559 с.
2. Федосова Н.Л., Румянцева В.Е., Лосева М.В., Кокурина Г.Л., Чеснокова Т.В. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб. пособие / Под ред. Н.Л. Федосовой. М.: Изд-во АСВ, 2003. 232 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Первоначальные химические понятия.....</b>	<b>3</b>
<b>Определение эквивалентов и эквивалентных масс .....</b>	<b>5</b>
<b>Примеры выполнения заданий .....</b>	<b>11</b>
<b>Контрольные задания .....</b>	<b>16</b>
<b>Библиографический список .....</b>	<b>40</b>