

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Алтайский государственный технический университет  
имени И.И. Ползунова»

И.Н. Охтеменко, М.С. Христенко

## **ХИМИЧЕСКИЙ ЭКВИВАЛЕНТ**

Методические указания к самостоятельной работе по курсу  
«Общая химия» для студентов первого курса нехимических  
специальностей всех форм обучения

Изд-во АлтГТУ  
Барнаул 2008

УДК 546:681.3.06+536.7+541.124 (075.5)

Охтеменко И.Н. Химический эквивалент. Методические указания к самостоятельной работе для студентов первого курса нехимических специальностей всех форм обучения / И.Н.Охтеменко, М.С.Христенко; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И.Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2008. – 30с.

Методические указания содержат теоретический материал для самоподготовки, список рекомендуемой литературы, детальный разбор примеров, 30 вариантов заданий по данному разделу курса. Могут быть использованы студентами для самоподготовки и текущего контроля знаний.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры общей химии. Протокол №3 от 12.01.07.

## КОЛИЧЕСТВО ВЕЩЕСТВА. МОЛЬ. МОЛЯРНАЯ МАССА.

Любое вещество состоит из реально существующих частиц, таких, как атомы (Na, C, Fe), молекулы (H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), катионы (K<sup>+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Ba<sup>2+</sup>), анионы (Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, OH<sup>-</sup>) и др. Эти частицы получили название **формульные единицы (ФЕ)**, число ФЕ является мерой количества вещества. За единичное количество вещества в системе СИ принимается 12 г изотопа углерода-12 (<sup>12</sup>C).

**Моль** – это количество вещества ( $\nu$ ), содержащее столько же формульных единиц, сколько атомов содержится в 12г изотопа углерода -12 (<sup>12</sup>C).

Единица “моль” после числа не склоняется, например: 2 моль H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0.14 моль H<sub>2</sub>.

Число формульных единиц, содержащихся в одном моле любого вещества называется **числом Авогадро** и равно  $N_A = 6.02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ .

Для количественного описания химических реакций используют число моль, а не массу, хотя порцию вещества удобнее всего отмеривать по массе. Чтобы соотнести между собой количество вещества и его массу вводится понятие молярной массы.

**Молярная масса (M) вещества X** – это масса одного его моля:

$$M(X) = \frac{m(X)}{\nu(X)}$$

Единица измерения молярной массы [M] = г/моль.

Термин “молярная масса” относится не только к массе моля молекул, но и к массе любых формульных единиц. Например: молярная масса иона кальция  $M(\text{Ca}^{2+}) = 40$  г/моль; молярная масса сульфат-иона  $M(\text{SO}_4^{2-}) = 96$  г/моль.

Для измерения количества газообразных веществ удобнее использовать не массу, а объем.

**Закон Авогадро:** Один моль любого газа при нормальных условиях ( $T=273\text{K}$ ,  $p=101,325\text{кПа}$ ) занимает объем, равный 22,4 л.

Величина 22,4 л получила название *молярный объем* идеального газа при нормальных условиях (н.у.),  $V_m = 22,4$  л/моль.

## ЭКВИВАЛЕНТ. ЭКВИВАЛЕНТНОЕ ЧИСЛО.

Кроме формульных единиц в химии используется такое понятие, как эквивалент.

**Эквивалент** – это условная частица вещества (часть молекулы, атома, иона), которая равноценна по химическому действию одному иону водорода  $\text{H}^+$  или одному электрону.

Эквивалент в  $z$  раз меньше, чем соответствующая формульная единица, например:  $1/2\text{Ca}^{+2}$ ,  $1/5\text{KMnO}_4$ ,  $1/3\text{Cr}(\text{OH})_3$ , ...  $1/z\text{ФЕ}$ . В одной формульной единице вещества содержится  $z$  эквивалентов этого вещества. Число  $z$  называют **эквивалентным числом**,  $z \geq 1$ . Определение эквивалентных чисел неодинаково для обменных и окислительно-восстановительных процессов.

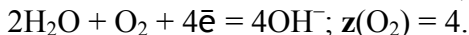
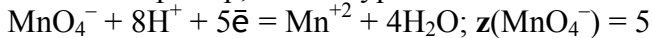
В обменных реакциях  $z$  равно числу ионов водорода  $\text{H}^+$ , которое вытесняется или замещается в ходе реакции.

Так, для соединений  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  эквивалентные числа равны  $z(\text{H}_2\text{S}) = 2$  (т.к. в составе молекулы содержится 2 атома водорода) и  $z(\text{Cr}(\text{OH})_3) = 3$  (одна гидроксогруппа  $\text{OH}^-$  может соединяться с одним ионом водорода:  $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$ , а в составе данной молекулы их три).

В окислительно-восстановительных реакциях (ОВР) эквивалентное число  $z$  равно числу электронов, которое

принимает одна формульная единица окислителя или отдает одна формульная единица восстановителя.

Например, для полуреакций:



### **МОЛЯРНАЯ МАССА ЭКВИВАЛЕНТА. РАСЧЕТ МОЛЯРНОЙ МАССЫ ЭКВИВАЛЕНТА ЭЛЕМЕНТА В СОЕДИНЕНИИ.**

Итак, эквивалент всегда в  $z$  раз меньше, чем соответствующая формульная единица; следовательно, для некоторого вещества  $B$  молярная масса эквивалента  $M(1/zB)$  всегда в  $z$  раз меньше молярной массы этого вещества:

$$M(1/zX) = \frac{M(X)}{z(X)} \quad (1)$$

Молярный объем эквивалента газообразного вещества  $B$  всегда в  $z$  раз меньше его молярного объема:

$$V_M(1/zX) = \frac{V(X)}{z(X)} \quad (2)$$

Формулы (1) и (2) являются универсальными и используются для всех элементов и классов соединений. Т.о. задача расчета любой молярной массы эквивалента сводится к определению эквивалентного числа  $z$ .

Для элемента в соединении эквивалентное число  $z$  равно его валентности ( $B$ ), или степени окисления ( $C.O.$ ), взятой по модулю:

$$Z(\text{элемента}) = B(\text{элемента}) \quad (3)$$

**Пример 1:** Рассчитайте молярную массу эквивалента:  
а) углерода в  $\text{CH}_4$ ; б) кальция в  $\text{CaSO}_4$ .

**Решение:** а) Для расчета молярной массы эквивалента элемента в соединении используем формулы (1) и (3).

Значение молярной массы атома углерода берем из периодической системы Д.И.Менделеева:  $M(C)=12$  г/моль.

Эквивалентное число углерода в метане  $C^{-4}H_4^{+}$  равно:

$$z(C) = 4.$$

Таким образом, химический эквивалент углерода в соединении  $CH_4$  – это условная частица, составляющая  $1/4$  часть реально существующего атома углерода, или  $1/4C$ .

Далее рассчитаем молярную массу эквивалента углерода:

$$M(1/4C) = \frac{M(C)}{z(C)} = \frac{12}{4} = 3 \text{ г/моль.}$$

б) Значение молярной массы атома кальция берем из периодической системы Д.И.Менделеева:  $M(Ca)= 40$  г/моль.

Эквивалентное число кальция в соединении  $CaSO_4$  равно:

$$z(Ca) = 2.$$

Молярная масса эквивалента кальция составляет:

$$M(1/2Ca) = \frac{M(Ca)}{z(Ca)} = \frac{40}{2} = 20 \text{ г/моль.}$$

Ответ: а) 12 г/моль; б) 20 г/моль.

Если элемент проявляет постоянную валентность во всех соединениях, то для него молярная масса эквивалента всегда одинакова. Такими элементами мы будем считать водород (степень окисления +1) и кислород (степень окисления -2)\*.

$$M(1/zH) = \frac{1}{1} = 1 \text{ г/моль;}$$

---

\* Водород в соединениях с металлами может проявлять степень окисления -1. Кислород в пероксидах проявляет степень окисления -1, в соединениях с фтором +2. Эти случаи вы можете рассмотреть самостоятельно [1].

$$M(1/zO) = \frac{16}{2} = 8 \text{ г/моль.}$$

## РАСЧЕТ МОЛЯРНОЙ МАССЫ ЭКВИВАЛЕНТА СОЕДИНЕНИЯ

Для любого соединения общей является формула (1), но эквивалентное число  $z$  для каждого класса находится по-разному. Рассмотрим основные классы неорганических соединений в реакциях нейтрализации и обмена:

**1. Кислоты** имеют в своем составе активный водород, способный замещаться в реакциях нейтрализации, следовательно, эквивалентное число  $z$  для кислоты равно числу катионов водорода в ее составе, или ее основности:

$$z_{\text{кислоты}} = n(H^+) = \text{основности.} \quad (4)$$

**2. Основания** имеют в своем составе гидроксильную группу  $OH^-$ , способную соединяться с одним ионом водорода:



Следовательно, эквивалентное число  $z$  для основания равно числу гидроксильных групп в его составе, или его кислотности:

$$z_{\text{основания}} = n(OH^-) = \text{кислотности.} \quad (5)$$

**3. Соли** имеют в своем составе металл и кислотный остаток. Каждая соль может быть получена реакцией нейтрализации, в которой ион металла замещает ионы водорода. Следовательно, эквивалентное число  $z$  для соли равно произведению числа атомов металла в ее составе и его валентности:

$$z_{\text{соли}} = n(Me) \cdot B(Me) \quad (6)$$

**4. Оксиды** состоят из элемента и кислорода. Если предположить, что в реакциях обмена элемент замещается на водород, то эквивалентное число  $z$  для оксида равно произведению числа атомов элемента и валентности элемента, образующего оксид.

$$z_{\text{оксида}} = n(\text{элемента}) \cdot B(\text{элемента}) \quad (7)$$

**Пример 2:** Рассчитайте молярные массы эквивалента для соединений:  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

**Решение:** Молярная масса соединения равна:

$$M(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 63.5 + (16 + 1) \cdot 2 = 97.5 \text{ г/моль.}$$

$\text{Cu}(\text{OH})_2$  относится к классу оснований, в своем составе содержит две группы  $\text{OH}^-$ , эквивалентное число  $z(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 2$ . Таким образом, химический эквивалент данного соединения – это условная частица, составляющая 1/2 часть реально существующей молекулы  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ , или 1/2  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ .

Молярная масса эквивалента  $1/2\text{Cu}(\text{OH})_2$ :

$$M(1/2 \text{Cu}(\text{OH})_2) = \frac{M(\text{Cu}(\text{OH})_2)}{z(\text{Cu}(\text{OH})_2)} = \frac{97.5}{2} = 48.8 \text{ г/моль.}$$

$\text{H}_2\text{CO}_3$  относится к классу кислот, в своем составе содержит два катиона водорода, следовательно, эквивалентное число  $z(\text{H}_2\text{CO}_3) = 2$ .

Молярная масса соединения равна:

$$M(\text{H}_2\text{CO}_3) = 1 \cdot 2 + 12 + 16 \cdot 3 = 62 \text{ г/моль.}$$

Молярная масса эквивалента  $\text{H}_2\text{CO}_3$  составляет:

$$M(1/2 \text{H}_2\text{CO}_3) = \frac{M(\text{H}_2\text{CO}_3)}{z(\text{H}_2\text{CO}_3)} = \frac{62}{2} = 31 \text{ г/моль.}$$

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  относится к классу солей, в своем составе содержит два атома металла со степенью окисления +3. Эквивалентное число для соли находим по формуле (6):

$$z(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = n(\text{Al}) \cdot B(\text{Al}) = 2 \cdot 3 = 6$$

Молярная масса соединения равна:

$$M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 27 \cdot 2 + (32 + 16 \cdot 4) \cdot 3 = 342 \text{ г/моль.}$$

Молярная масса эквивалента данной соли:

$$M(1/6\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = \frac{M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)}{z(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)} = \frac{342}{6} = 57 \text{ г/моль.}$$



$Fe_2O_3$  относится к классу оксидов, в своем составе содержит два атома железа со степенью окисления +3. Эквивалентное число для оксида находим по формуле (7):

$$z(Fe_2O_3) = n(Fe) * B(Fe) = 2 \cdot 3 = 6$$

Молярная масса соединения равна:

$$M(Fe_2O_3) = 56 \cdot 2 + 16 \cdot 3 = 160 \text{ г/моль.}$$

Молярная масса эквивалента данного оксида:

$$M(1/6 Fe_2O_3) = \frac{M(Fe_2O_3)}{z(Fe_2O_3)} = \frac{160}{6} = 26.7 \text{ г/моль.}$$

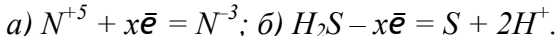
Ответ: 48.8 г/моль; 31 г/моль; 57 г/моль; 26.7 г/моль.

## РАСЧЕТ МОЛЯРНОЙ МАССЫ ЭКВИВАЛЕНТА В ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССАХ

Ранее мы уже говорили о том, что в ОВР эквивалентное число  $z$  равно числу электронов, которое принимает одна формульная единица окислителя или отдает одна формульная единица восстановителя:

$$z_{\text{окислителя}} = n(\bar{e}); z_{\text{восстановителя}} = n(\bar{e}) \quad (7)$$

**Пример 3:** Укажите число электронов в окислительных и восстановительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента окислителя и восстановителя:



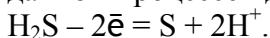
Решение: а) Число электронов, участвующих в процессе, можно найти по разности зарядов левой и правой части уравнения. В нашем случае число электронов равно  $n(\bar{e}) = 5 - (-3) = 8$ , и уравнение восстановления азота имеет вид:  $N^{+5} + 8\bar{e} = N^{-3}$ .

Окислителем является азот N, его молярная масса равна  $M(N) = 14$  г/моль. Эквивалентное число равно числу

электронов  $z(N) = 8$ . Таким образом, молярная масса эквивалента азота в данном процессе составляет:

$$M(1/8N) = \frac{M(N)}{z(N)} = \frac{14}{8} = 1.8 \text{ г/моль.}$$

б) Число электронов, участвующих в процессе, равно  $n(\bar{e}) = 0 - 2 = -2$  (полученный знак “-“ говорит о том, что в данном процессе идет отдача электронов):



Восстановителем является соединение  $\text{H}_2\text{S}$ . Его молярная масса равна  $M(\text{H}_2\text{S}) = 34$  г/моль, эквивалентное число равно  $z(\text{H}_2\text{S}) = 2$ . Таким образом, молярная масса эквивалента восстановителя  $\text{H}_2\text{S}$  составляет:

$$M(1/2 \text{H}_2\text{S}) = \frac{M(\text{H}_2\text{S})}{z(\text{H}_2\text{S})} = \frac{34}{2} = 17 \text{ г/моль.}$$

Ответ: а) 8 электронов, 1.8 г/моль; б) 2 электрона, 17 г/моль.

**Пример 4:** Рассчитайте молярные объемы (н.у.) эквивалента а) водорода  $\text{H}_2$ , участвующего в процесс  $\text{H}_2 - 2\bar{e} = 2\text{H}^+$ ; б) кислорода  $\text{O}_2$ , участвующего в процесс  $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\bar{e} = 4\text{OH}^-$ .

Решение: а) В процессе  $\text{H}_2 - 2\bar{e} = 2\text{H}^+$  водород является восстановителем и отдает два электрона, следовательно, его эквивалентное число равно  $z(\text{H}_2)=2$ . Молярный объем газа при нормальных условиях равен 22.4 л/моль. Для расчета молярного объема эквивалента водорода используем формулу (2):

$$V_M(1/2\text{H}_2) = \frac{V_M(\text{H}_2)}{z(\text{H}_2)} = \frac{22.4}{2} = 11.2 \text{ л/моль.}$$

б) В процессе  $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\bar{e} = 4\text{OH}^-$  кислород является окислителем и принимает четыре электрона. Следовательно, его эквивалентное число равно  $z(\text{O}_2)=4$ .

Молярный объем эквивалента кислорода равен:

$$V_M(1/4O_2) = \frac{V_M(O_2)}{z(O_2)} = \frac{22.4}{4} = 5.6 \text{ л/моль.}$$

Ответ: а) 11.2 л/моль; б) 5.6 л/моль.

Молярные объемы эквивалентов водорода и кислорода часто используются для решения задач по закону эквивалентов.

$$V_M(1/2H_2) = \frac{22.4}{2} = 11.2 \text{ л/моль.}$$

$$V_M(1/4O_2) = \frac{22.4}{4} = 5.6 \text{ л/моль}$$

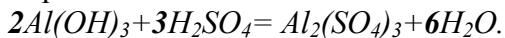
## ЗАКОН ЭКВИВАЛЕНТОВ

Еще до создания атомно–молекулярного учения было установлено, что простые и сложные вещества вступают в химические реакции в строго определенных массовых соотношениях.

**Закон эквивалентов:** *Все вещества реагируют и образуются в эквивалентных соотношениях.*

Эквивалентные соотношения означают одинаковые количества моль эквивалентов. Следовательно, закон эквивалентов можно сформулировать иначе: **число моль эквивалентов для всех веществ, участвующих в реакции, одинаково.**

Рассмотрим реакцию взаимодействия гидроксида алюминия с серной кислотой:



Из уравнения следует, что **2** моль  $Al(OH)_3$  взаимодействует с **3** моль  $H_2SO_4$ , при этом образуется **1** моль  $Al_2(SO_4)_3$  и **6** моль  $H_2O$ . Таким образом, количество моль реагентов и продуктов (пропорциональное стехиометрическим коэффициентам в уравнении) обычно неодинаково.

Теперь рассмотрим число моль эквивалентов веществ, участвующих в данной реакции. **6** Моль эквивалентов  $Al(OH)_3$  взаимодействует с **6** моль эквивалентов  $H_2SO_4$ , при этом образуется **6** моль эквивалентов  $Al_2(SO_4)_3$  и **6** Моль эквивалентов  $H_2O$ . Таким образом, количество моль эквивалентов реагентов и продуктов всегда одинаково.

	$Al(OH)_3$		$H_2SO_4$		$Al_2(SO_4)_3$		$H_2O$
Количество вещества	2	≠	3	≠	1	≠	6
$\nu(B)$ , моль							
Эквивалентное число <b>z</b>	3		2		6		1
Количество эквивалентов	6	=	6	=	6	=	6
$\nu(1/zB)$ , моль							

Для химической реакции, записанной в общем виде:



где  $A, B$  – реагенты,  $C, D$  – продукты,  $a, b, c, d$  – стехиометрические коэффициенты; справедливо равенство:

$$\nu(1/z A) = \nu(1/z B) = \nu(1/z C) = \nu(1/z D) \quad (8)$$

Это выражение (8) является математической записью закона эквивалентов.

Число моль эквивалентов вещества можно рассчитать через массу:

$$\nu(1/z X) = \frac{m(X)}{M(1/zX)} \quad (9)$$

или объем:

$$\nu(1/zX) = \frac{V(X)}{V(1/zX)} \quad (10)$$

Закон эквивалентов дает возможность производить расчеты без уравнения реакции. Кроме того, из закона эквивалентов можно вывести еще одну формулу для расчета молярной массы эквивалента оксида:

$$\begin{aligned} M(1/z \text{ оксида}) &= M(1/z \text{ элемента}) + M(1/z \text{ O}) = \\ &= M(1/z \text{ элемента}) + 8 \end{aligned} \quad (11)$$

**Пример 5:** Молярная масса эквивалента некоторого металла равна 12 г/моль. Какая масса этого металла прореагировала с кислотой, если при этом выделилось 1150 мл водорода (н.у.)?

Решение: По закону эквивалентов число моль эквивалентов прореагировавшего металла и водорода одинаково:

$$\nu(1/z \text{ Me}) = \nu(1/z \text{ H}_2).$$

Выразим число моль эквивалентов металла через отношение масс [формула (9)], а для водорода – через отношение объемов [формула (10)]:

$$\frac{m(\text{Me})}{M(1/z \text{ Me})} = \frac{V(\text{H}_2)}{V(1/z \text{ H}_2)}.$$

Молярный объем эквивалента водорода известен  $V(1/2 \text{ H}_2) = 11.2$  л/моль. Таким образом, в реакции с кислотой прореагировало металла

$$m(\text{Me}) = \frac{V(\text{H}_2) \cdot M(1/z \text{ Me})}{V(1/z \text{ H}_2)} = \frac{1.15 \cdot 12}{11.2} = 1.23 \text{ г.}$$

Ответ: 1.23 г.

**Пример 6:** При нагревании в кислороде 3.60 г некоторого металла его масса увеличилась до 5.04 г. Рассчитайте молярную массу эквивалента металла и его оксида.

Решение: По условию задачи металл реагирует с кислородом с образованием оксида (условное обозначение  $MeO$ ). Закон эквивалентов для данной реакции имеет вид:

$$\nu(1/zMe) = \nu(1/zO_2) = \nu(1/zMeO).$$

Рассчитаем сначала молярную массу эквивалента металла через отношение к кислороду (т.к. для кислорода известна молярная масса эквивалента  $M(1/2O)=8$  г/моль).

$$\frac{m(Me)}{M(1/zMe)} = \frac{m(O_2)}{M(1/zO)};$$
$$M(1/zMe) = \frac{m(Me) \cdot M(1/zO)}{m(O_2)} = \frac{3.60 \cdot 8}{5.04 - 3.6} = 20 \text{ г/моль}$$

Отсюда молярная масса эквивалента металла равна  $M(1/zMe) = 20$  г/моль.

Аналогично произведем расчет для оксида:

$$\frac{m(MeO)}{M(1/zMeO)} = \frac{m(O_2)}{M(1/zO)};$$
$$M(1/zMeO) = \frac{m(MeO) \cdot M(1/zO)}{m(O_2)} = \frac{5.04 \cdot 8}{5.04 - 3.6} = 28 \text{ г/моль}$$

$$M(1/zMeO) = 28 \text{ г/моль.}$$

Другим вариантом расчета молярной массы эквивалента оксида будет использование формулы (11):

$$M(1/zMeO) = M(1/zMe) + 8 = 28 \text{ г/моль.}$$

Ответ: 20 г/моль; 28 г/моль.

**Пример 7:** В оксиде некоторого элемента массовая доля кислорода составляет 20 %. Рассчитайте молярную массу эквивалента элемента и его оксида.

Решение: Про любой оксид можно сказать, что он получен по реакции окисления элемента кислородом. Закон эквивалентов для такой реакции окисления можно записать как:

$$\nu(1/z \text{ элемента}) = \nu(1/z O_2) = \nu(1/z \text{ оксида});$$

$$\frac{m(\text{элемента})}{M(1/z \text{ элемента})} = \frac{m(O_2)}{M(1/2O)}.$$

Далее необходимо рассчитать массы элемента и кислорода в любой произвольно взятой массе оксида. Наиболее удобно принять массу оксида за 100 г (100%). Т.о., в 100 г оксида содержится 20 г кислорода и 80 г элемента.

$$M(1/z \text{ эл.}) = \frac{m(\text{эл.}) \cdot M(1/zO)}{m(O_2)} = \frac{80 \cdot 8}{20} = 32 \text{ г/моль}$$

Молярная масса эквивалента элемента равна  $M(1/z \text{ элемента}) = 32 \text{ г/моль}$ . Отсюда молярная масса эквивалента оксида составляет:

$$M(1/z \text{ оксида}) = M(1/z \text{ эл.}) + 8 = 32 + 8 = 40 \text{ г/моль.}$$

Ответ: 32 г/моль; 40 г/моль.

### ***Варианты для самостоятельной работы.***

#### ***Вариант 1.***

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента азота в соединениях:  $NH_4Cl$ ,  $HNO_3$ ,  $KNO_2$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $NO_2$ .
3. Молярная масса эквивалента некоторого металла равна 12 г/моль. Какой объем водорода (н.у.) выделится при взаимодействии 1.32 г этого металла с кислотой?
4. Укажите число электронов в окислительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента восстановителя:

- а)  $S^{-2} - x\bar{e} = S^0$ ;  
 б)  $S^{-2} + 4H_2O - x\bar{e} = SO_4^{2-} + 8H^+$ .

**Вариант 2.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента фосфора в соединениях:  $H_3PO_3$ ,  $AlPO_4$ ,  $PH_3$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $K_3PO_4$ .
3. Молярная масса эквивалента некоторого металла равна 24 г/моль. Рассчитайте какая масса этого металла прореагировала с кислотой, если при этом выделилось 960 мл водорода (н.у.).
4. Укажите число электронов в восстановительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента окислителя:
  - а)  $Ti^{+2} + x\bar{e} = Ti^0$ ;
  - б)  $TiO_2 + 4H^+ + x\bar{e} = Ti + 2H_2O$ .

**Вариант 3.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента серы в соединениях:  $H_2SO_4$ ,  $H_2S$ ,  $Na_2SO_3$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $SO_2$ .
3. Вычислите валентность (степень окисления) олова в оксиде, в котором 1 г олова соединяется с 0,134 г кислорода.
4. Укажите число электронов в окислительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента восстановителя:
  - а)  $Fe^0 - x\bar{e} = Fe^{+3}$ ;
  - б)  $Fe^0 + 2H_2O - x\bar{e} = Fe(OH)_2 + 2H^+$



#### **Вариант 4.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента хлора в соединениях:  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}_3$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $\text{HClO}_2$ .
3. Рассчитайте молярную массу эквивалента кислоты, на нейтрализацию 12.7 г которой расходуется 5.8 г  $\text{KOH}$ .
4. Укажите число электронов в восстановительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента окислителя:
  - а)  $\text{Au}^{+3} + x\bar{e} = \text{Au}^0$ ;
  - б)  $[\text{Au}(\text{CN})_2]^- + x\bar{e} = \text{Au} + 2\text{CN}^-$ .

#### **Вариант 5.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента германия в соединениях:  $\text{Ge}(\text{OH})_4$ ,  $\text{GeSO}_4$ ,  $\text{GeO}_2$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $\text{Na}_2\text{GeO}_2$ .
3. Рассчитайте молярную массу и молярную массу эквивалента VI-валентного металла, на окисление 3.2 г которого расходуется 2.06 л кислорода.
4. Укажите число электронов в окислительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента восстановителя:
  - а)  $\text{Sn}^0 - x\bar{e} = \text{Sn}^{+2}$ ;
  - б)  $\text{Sn} + 6\text{F}^- - x\bar{e} = \text{SnF}_6^{2-}$ .

#### **Вариант 6.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента брома в соединениях:  $\text{Ca}(\text{BrO}_2)_2$ ,  $\text{NaBrO}_4$ ,  $\text{HBr}$ .

2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $\text{AlBr}_3$ .
3. Молярная масса эквивалента некоторого металла равна 24 г/моль. Какой объем водорода (н.у.) выделится при взаимодействии 5.48 г этого металла с кислотой?
4. Укажите число электронов в восстановительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента окислителя:
  - а)  $\text{Mo}^{+3} + x\bar{e} = \text{Mo}^0$ ;
  - б)  $\text{MoO}_2 + 4\text{H}^+ + x\bar{e} = \text{Mo} + 2\text{H}_2\text{O}$ .

### **Вариант 7.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента платины в соединениях:  $\text{PtCl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{PtCl}_6$ ,  $\text{PtO}_2$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $\text{PtCl}_4$ .
3. При нагревании в кислороде 3.7 г некоторого металла его масса увеличилась до 6.99 г. Рассчитайте молярные массы эквивалента металла и его оксида.
4. Укажите число электронов в окислительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента восстановителя:
  - а)  $\text{Mn}^{+2} - x\bar{e} = \text{Mn}^{+3}$ ;
  - б)  $\text{Mn} + 2\text{H}_2\text{O} - x\bar{e} = \text{Mn}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$ .

### **Вариант 8.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента теллура в соединениях:  $\text{H}_2\text{Te}$ ,  $\text{K}_2\text{TeO}_4$ ,  $\text{TeO}_2$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $\text{TeO}_3$ .

3. Молярная масса эквивалента некоторого металла равна 28 г/моль. Какая масса этого металла прореагировала с кислотой, если при этом выделилось 2350 мл водорода (н.у.)?
4. Укажите число электронов в восстановительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента окислителя:
  - а)  $\text{Cu}^+ + x\bar{e} = \text{Cu}^0$ ;
  - б)  $\text{CuO} + 2\text{H}^+ + x\bar{e} = \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ .

### **Вариант 9.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента железа в соединениях:  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{K}_2\text{FeO}_4$ ,  $\text{FeCl}_2$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .
3. В оксиде некоторого элемента содержится 18.4% (масс.) кислорода. Рассчитайте молярные массы эквивалента элемента и его оксида.
4. Укажите число электронов в окислительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента восстановителя:
  - а)  $\text{C}^0 - x\bar{e} = \text{C}^{+2}$ ;
  - б)  $\text{CH}_4 - x\bar{e} = \text{C} + 4\text{H}^+$ .

### **Вариант 10.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента марганца в соединениях:  $\text{MnSO}_4$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{CaMnO}_4$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $\text{Mn}(\text{OH})_4$ .

3. Какой объем кислорода израсходуется на окисление 3.4 г элемента, молярная масса эквивалента которого равна 6.2 г/моль.
4. Укажите число электронов в восстановительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента окислителя:
  - а)  $\text{Si}^0 + x\bar{e} = \text{Si}^{-4}$ ;
  - б)  $\text{SiF}_6^{2-} + x\bar{e} = \text{Si} + 6\text{F}^-$ .

### **Вариант 11.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента хрома в соединениях:  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ,  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{CrCl}_2$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .
3. При нагревании в кислороде 0.95 г некоторого элемента его масса увеличилась до 1.58 г. Рассчитайте молярные массы эквивалента элемента и его оксида.
4. Укажите число электронов в окислительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента восстановителя:
  - а)  $\text{P}^0 - x\bar{e} = \text{P}^{+5}$ ;
  - б)  $\text{PH}_3 + 3\text{OH}^- - x\bar{e} = \text{P} + 3\text{H}_2\text{O}$ .

### **Вариант 12.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента хлора в соединениях:  $\text{KClO}$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}_5$ ,  $\text{HCl}$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $\text{Ca}(\text{ClO}_2)_2$ .
3. Вычислить валентность (степень окисления) хрома в оксиде, в котором 1 г металла соединяется с 0.46 г кислорода.

4. Укажите число электронов в восстановительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента окислителя:
- а)  $S^{+6} + x\bar{e} = S^0$ ;
- б)  $SO_4^{2-} + 10H^+ + x\bar{e} = H_2S + 4H_2O$ .

### **Вариант 13.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента титана в соединениях:  $H_2TiO_3$ ,  $TiSO_4$ ,  $Ti(OH)_3$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $TiO_2$ .
3. Рассчитайте молярную массу двухвалентного металла и молярную массу его эквивалента, если на окисление 4.2 г этого металла расходуется 0.980 л кислорода.
4. Укажите число электронов в окислительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента восстановителя:

а)  $Os^0 - x\bar{e} = Os^{+4}$ ;

б)  $Os + 4H_2O - x\bar{e} = OsO_4 + 8H^+$ .

### **Вариант 14.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента ванадия в соединениях:  $HVO_3$ ,  $K_3VO_4$ ,  $V_2O_3$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $V_2O_5$ .
3. В оксиде некоторого элемента содержится 47.9% (масс.) кислорода. Рассчитайте молярные массы эквивалента элемента и его оксида.
4. Укажите число электронов в восстановительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента окислителя:

- а)  $\text{Pt}^{+4} + x\bar{e} = \text{Pt}^0$ ;  
б)  $\text{Pt}(\text{OH})_2 + x\bar{e} = \text{Pt} + 2\text{OH}^-$ .

**Вариант 15.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента серы в соединениях:  $\text{Al}_2\text{S}_3$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ .
3. Какой объем кислорода израсходуется на окисление 6.7 г элемента, молярная масса эквивалента которого равна 9 г/моль?
4. Укажите число электронов в окислительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента восстановителя:  
а)  $\text{Ni}^{+2} - x\bar{e} = \text{Ni}^{+3}$ ;  
б)  $\text{Ni} + \text{H}_2\text{O} - x\bar{e} = \text{NiO} + 2\text{H}^+$ .

**Вариант 16.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента молибдена в соединениях:  $\text{K}_2\text{Mo}_2\text{O}_7$ ,  $\text{MoSO}_4$ ,  $\text{Mo}(\text{OH})_3$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $\text{Mo}(\text{OH})_2$ .
3. При нагревании в кислороде 14.7 г некоторого элемента его масса увеличилась до 19.2 г. Рассчитайте молярные массы эквивалента элемента и его оксида.
4. Укажите число электронов в восстановительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента окислителя:  
а)  $\text{Cl}^{+7} + x\bar{e} = \text{Cl}^{+1}$ ;  
б)  $\text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O} + x\bar{e} = \text{ClO}_3^- + 6\text{H}^+$ .

### **Вариант 17.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента йода в соединениях:  $\text{NaIO}_4$ ,  $\text{I}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaI}_2$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $\text{HIO}_2$ .
3. Молярная масса эквивалента некоторого металла равна 23 г/моль. Какой объем водорода (н.у.) выделится при взаимодействии 7.08 г этого металла с кислотой?
4. Укажите число электронов в окислительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента восстановителя:
  - а)  $\text{Mo}^0 - x\bar{e} = \text{Mo}^{+2}$ ;
  - б)  $\text{Mo} + 6\text{OH}^- - x\bar{e} = \text{MoO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ .

### **Вариант 18.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента сурьмы в соединениях:  $\text{H}_3\text{SbO}_4$ ,  $\text{Sb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SbCl}_3$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $\text{Sb}(\text{OH})_3$ .
3. В оксиде некоторого элемента содержится 53.3% (масс.) кислорода. Рассчитайте молярные массы эквивалента элемента и его оксида.
4. Укажите число электронов в восстановительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента окислителя:
  - а)  $\text{Fe}^{+2} + x\bar{e} = \text{Fe}^{+3}$ ;
  - б)  $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ + x\bar{e} = \text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}$ .

### **Вариант 19.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента висмута в соединениях:  $\text{NBiO}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Bi}(\text{OH})_3$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $\text{Bi}_2(\text{SO}_4)_3$ .
3. Рассчитайте молярную массу четырехвалентного металла и молярную массу его эквивалента, если на окисление 2.7 г этого металла расходуется 1100 мл кислорода.
4. Укажите число электронов в окислительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента восстановителя:
  - а)  $\text{Pb}^0 - x\bar{e} = \text{Pb}^{+4}$ ;
  - б)  $\text{Pb} + 2\text{H}_2\text{O} - x\bar{e} = \text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$ .

### **Вариант 20.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента олова в соединениях:  $\text{SnSO}_4$ ,  $\text{SnO}$ ,  $\text{H}_2\text{SnO}_3$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $\text{K}_2\text{SnO}_2$ .
3. Рассчитайте молярную массу эквивалента серы в соединении ее с железом, в котором на 3.3 г серы приходится 5.8 г железа (молярная масса эквивалента железа в данном соединении равна 28 г/моль)
4. Укажите число электронов в восстановительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента окислителя:
  - а)  $\text{Sb}^{+3} + x\bar{e} = \text{Sb}^{-3}$ ;
  - б)  $\text{Sb} + 3\text{H}^+ + x\bar{e} = \text{SbH}_3$ ..



### **Вариант 21.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента свинца в соединениях:  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ,  $\text{PbO}_2$ ,  $\text{PbSO}_4$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $\text{K}_2\text{PbO}_3$ .
3. Какой объем кислорода расходуется на окисление 9.3 г элемента, молярная масса эквивалента которого равна 32.5 г/моль?
4. Укажите число электронов в окислительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента восстановителя:
  - а)  $\text{Cr}^{+2} - x\bar{e} = \text{Cr}^{+6}$ ;
  - б)  $\text{Cr} + 3\text{H}_2\text{O} - x\bar{e} = \text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ .

### **Вариант 22.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента никеля в соединениях:  $\text{Ni}(\text{OH})_3$ ,  $\text{NiSO}_4$ ,  $\text{NiCl}_3$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ .
3. Рассчитайте молярную массу эквивалента основания, на нейтрализацию 0.58 г которого расходуется 2.08 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
4. Укажите число электронов в восстановительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента окислителя:
  - а)  $\text{Se}^{+4} + x\bar{e} = \text{Se}^{-2}$ ;
  - б)  $\text{H}_2\text{SeO}_3 + 4\text{H}^+ + x\bar{e} = \text{Se} + 3\text{H}_2\text{O}$ .

### **Вариант 23.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента азота в соединениях:  $\text{KNO}_2$ ,  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{NO}_2$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $\text{NH}_4\text{OH}$ .
3. Вычислить валентность (степень окисления) серы в оксиде, в котором 1 г элемента соединяется с 0.67 г кислорода.
4. Укажите число электронов в окислительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента восстановителя:
  - а)  $\text{Br}^{+3} - x\bar{e} = \text{Br}^{+7}$ ;
  - б)  $\text{Br}^- + 3\text{H}_2\text{O} - x\bar{e} = \text{BrO}_3^- + 6\text{H}^+$ .

#### **Вариант 24.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента марганца в соединениях:  $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{HMnO}_4$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $\text{H}_2\text{MnO}_4$ .
3. Молярная масса эквивалента некоторого металла равна 7 г/моль. Какая масса этого металла прореагировала с кислотой, если при этом выделилось 807 мл водорода (н.у.)?
4. Укажите число электронов в восстановительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента окислителя:
  - а)  $\text{Ge}^{+2} + x\bar{e} = \text{Ge}^0$ ;
  - б)  $\text{GeO}_2 + 4\text{H}^+ + x\bar{e} = \text{Ge} + 2\text{H}_2\text{O}$ .

#### **Вариант 25.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента хрома в соединениях:  $\text{Cr}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .

2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ .
3. При нагревании в кислороде 5.4 г некоторого металла его масса увеличилась до 7.56 г. Рассчитайте молярные массы эквивалента металла и его оксида.
4. Укажите число электронов в окислительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента восстановителя:
  - а)  $\text{W}^0 - x\bar{e} = \text{W}^{+6}$ ;
  - б)  $\text{W} + 2\text{H}_2\text{O} - x\bar{e} = \text{WO}_2 + 4\text{H}^+$ .

**Вариант 26.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента железа в соединениях:  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{H}_2\text{FeO}_4$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ .
3. В оксиде некоторого элемента содержится 11.85% (масс.) кислорода. Рассчитайте молярные массы эквивалента элемента и его оксида.
4. Укажите число электронов в восстановительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента окислителя:
  - а)  $\text{V}^{+5} + x\bar{e} = \text{V}^0$ ;
  - б)  $\text{V} + 2\text{H}_2\text{O} + x\bar{e} = \text{VO}_2^+ + 4\text{H}^+$ .

**Вариант 27.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента углерода в соединениях:  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CO}$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$ .

3. Какой объем кислорода израсходуется на окисление 0.76 г элемента, молярная масса эквивалента которого равна 25 г/моль?
4. Укажите число электронов в окислительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента восстановителя:
  - а)  $\text{Co}^0 - x\bar{e} = \text{Co}^{+3}$ ;
  - б)  $\text{Co}(\text{OH})_2 + \text{OH}^- - x\bar{e} = \text{Co}(\text{OH})_3$ .

**Вариант 28.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента мышьяка в соединениях:  $\text{K}_3\text{AsO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{AsO}_4$ ,  $\text{AsH}_3$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $\text{As}_2\text{O}_5$ .
3. Молярная масса эквивалента некоторого металла равна 20 г/моль. Какой объем водорода (н.у.) выделится при взаимодействии 6.83 г этого металла с кислотой?
4. Укажите число электронов в восстановительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента окислителя:
  - а)  $\text{Tl}^{+3} + x\bar{e} = \text{Tl}^0$ ;
  - б)  $\text{Tl}(\text{OH})_3 + x\bar{e} = \text{TlOH} + 2\text{OH}^-$ .

**Вариант 29.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента селена в соединениях:  $\text{H}_2\text{SeO}_4$ ,  $\text{SeO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{Se}$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $\text{SeF}_6$ .

3. Рассчитайте молярную массу эквивалента кислоты, на нейтрализацию 1.35 г которой расходуется 1.3 г  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ .
4. Укажите число электронов в окислительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента восстановителя:
  - а)  $\text{U}^0 - x\bar{e} = \text{U}^{+3}$ ;
  - б)  $\text{U} + 2\text{H}_2\text{O} - x\bar{e} = \text{UO}_2 + 4\text{H}^+$ .

### **Вариант 30.**

1. Рассчитайте молярную массу эквивалента брома в соединениях:  $\text{CaBr}_2$ ,  $\text{HBrO}_3$ ,  $\text{Br}_2\text{O}_7$ .
2. Рассчитайте молярную массу эквивалента соединения  $\text{KBrO}_4$ .
3. Рассчитайте молярную массу трехвалентного металла и молярную массу его эквивалента, если на окисление 1.9 г этого металла расходуется 0.426 л кислорода.
4. Укажите число электронов в восстановительных процессах и рассчитайте молярную массу эквивалента окислителя:
  - а)  $\text{Ru}^{+3} + x\bar{e} = \text{Ru}^0$ ;
  - б)  $\text{RuCl}_3 + x\bar{e} = \text{Ru} + 3\text{Cl}^-$ .

### ЛИТЕРАТУРА

1. Глинка Л.Н. Задачи и упражнения по общей химии / Н.Л. Глинка.– М.: Интеграл-Пресс, 2002.– 240 с.
2. Левант Г.Е. Практикум по общей химии / Г.Е. Левант, Г.А. Райцын.– М.: Высшая школа, 1986.– 336 с.

Ирина Николаевна Охтеменко  
Марина Сергеевна Христенко

Химический эквивалент. Методические указания к самостоятельной работе для студентов первого курса нехимических специальностей всех форм обучения

Редактор В. Красильникова

Подписано в печать . Формат 60×84 1/16.

Печать – ризография. Усл. п.л. 1,

Тираж 100 экз. Заказ 2007 -

Издательство Алтайского государственного  
технического университета им. И.И.Ползунова, 656038,  
г. Барнаул, пр-т Ленина, 46.

Лицензия на издательскую деятельность  
ЛР № 020822 от 21.09.98.

Лицензия на полиграфическую деятельность  
ПЛД № 28-35 от 15.07.97.

Отпечатано в типографии АлтГТУ.