



Г. Л. МАРШАНОВА

СБОРНИК АВТОРСКИХ ЗАДАЧ ПО ХИМИИ

Общая, неорганическая
и органическая химия

8–11 классы

Издание второе

МОСКВА • «ВАКО» • 2018

УДК 372.854
ББК 24.1я72
М30



Издание допущено к использованию в образовательном процессе на основании приказа Министерства образования и науки РФ от 09.06.2016 № 699.

Автор – Маршанова Галина Леонидовна –
учитель химии с 30-летним стажем, канд. пед. наук,
заслуженный учитель Российской Федерации,
отличник народного просвещения, соросовский учитель,
лауреат «Гранта Москвы»
в области наук и технологий в сфере образования,
автор более 40 публикаций по методике преподавания химии.

Рецензенты:
главный научный сотрудник Института содержания
и методов обучения Российской академии образования,
доктор пед. наук, канд. хим. наук, профессор *Г.В. Пичугина*;
учитель высшей квалификационной категории
ГБОУ ЦО № 57 г. Москвы *Е.Н. Стрельникова*.

Маршанова Г.Л.

М30 Сборник авторских задач по химии. 8–11 клас-
сы. – 2-е изд. – М.: ВАКО, 2018. – 160 с.

ISBN 978-5-408-03782-7

Данный сборник задач – это обновленная версия известного школьникам и учителям химии пособия «500 задач по химии + 200 задач». Сборник содержит примеры оформления и решения типовых задач, разнообразные справочные материалы, что позволит учащимся при необходимости самостоятельно научиться решать расчетные задачи.

Пособие окажет существенную помощь ученикам при подготовке к олимпиадам и итоговой аттестации по химии в формате ГИА-9 и ЕГЭ и школьному учителю при отборе задач для дифференцированного домашнего задания, проведении факультативных занятий.

УДК 372.854
ББК 24.1я72

ISBN 978-5-408-03782-7

© ООО «ВАКО», 2015
© ООО «ВАКО», 2018

Предисловие

Данное пособие Г.Л. Маршановой хорошо известно школьникам, изучающим химию, школьным учителям химии, абитуриентам, преподавателям колледжей и вузов под названием «500 задач по химии + 200 задач».

Автор посчитала целесообразным сохранить в настоящем издании задачи, которые предлагались на вступительных экзаменах в разные вузы г. Москвы еще до введения экзамена по химии в формате ЕГЭ. Думается, что это оправданный шаг, ведь пособие многие годы используется учащимися и учителями как хороший тренажер при подготовке к разным этапам (начиная со школьного и межшкольного) Всероссийской олимпиады по химии. Кроме этого, задачи, представленные в данном сборнике, по содержанию и степени сложности вполне соответствуют расчетным задачам, предлагаемым на Едином государственном экзамене по химии и экзамене по химии в формате ОГЭ. Иными словами, школьный учитель без труда подберет для своих учеников соответствующее задание, формирующее и развивающее умения и навыки решения расчетных задач, как в качестве традиционно (в том числе и дифференцированного) домашнего задания, так и для факультативных и элективных курсов и подготовки к сдаче экзамена по химии в 9 и 11 классах.

Автор выражает признательность всем учителям и учащимся, высказавшим свои замечания и предложения, которые были учтены при подготовке данного издания.

Памятка для учащегося

Физические величины, используемые при решении задач

Наименование величин	Единицы измерения	Обозначение	Форма записи
Количество вещества	моль	ν (ню)*	$\nu(\text{H}_2\text{S}) = 1,6$ моль
Масса вещества	мг, г, кг	m	$m(\text{CaO}) = 60$ кг
Молярная масса	г/моль, кг/моль	M	$M(\text{CO}_2) = 44$ г/моль $M(\text{Ca}) = 0,04$ кг/моль
Молярный объем	л/моль, $\text{м}^3/\text{моль}$	V_m	$V_m = 22,4$ л/моль = $= 22,4 \cdot 10^{-3}$ $\text{м}^3/\text{моль}$
Объем вещества, раствора	л, м^3 , мл	V	$V(\text{H}_2) = 10$ л $V(\text{HCl}) = 0,2$ м^3
Плотность вещества, раствора	г/мл, г/см ³ , кг/м ³	ρ (ро)	$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1$ г/мл $\rho(\text{KOH}) = 1062$ кг/м ³
Относительная плотность	Безразмерная	D	$D_{\text{H}_2} = 22$
Относительная атомная масса	Безразмерная	A_r	$A_r(\text{Ca}) = 40$ $A_r(\text{C}) = 12$
Относительная молекулярная масса	Безразмерная	M_r	$M_r(\text{CaO}) = 56$ $M_r(\text{O}_2) = 32$
Массовая доля растворенного вещества, элемента в соединении	Безразмерная или в %	ω (омега)	$\omega(\text{KOH}) = 0,45$ $\omega(\text{C}) = 80\%$
Выход вещества	Безразмерная или в %	η (эта)	$\eta(\text{NH}_3) = 25\%$
Объемная доля газа в смеси	Безразмерная или в %	φ (фи)	$\varphi(\text{CH}_4) = 0,98$ или 98%

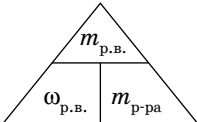
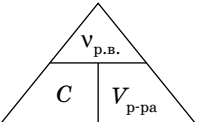
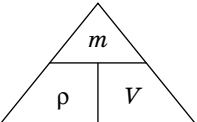
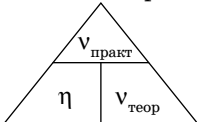
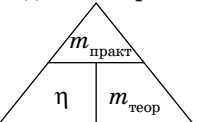
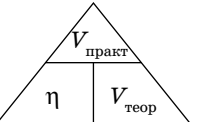
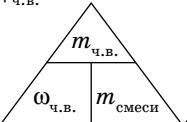



* В системе СИ количество вещества обозначается латинской буквой n (эн). В школьной практике распространено обозначение греческой буквой ν (ню).

Физические константы, используемые при решении задач

Абсолютный нуль температуры $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$	Постоянная Авогадро $6,02 \cdot 10^{23}$ моль $^{-1}$
Нормальная атмосфера 760 мм рт. ст., или 101 325 Па	Универсальная газовая постоянная $8,31$ Дж \cdot моль $^{-1} \cdot$ К $^{-1}$ или $0,082$ л \cdot атм \cdot моль $^{-1} \cdot$ град $^{-1}$
Постоянная Фарадея $9,65 \cdot 10^4$ Кл \cdot моль $^{-1}$	Стандартный молярный объем идеального газа при н. у. ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1 атм) $22,4 \cdot 10^{-3}$ м $^3 \cdot$ моль $^{-1}$

Общие формулы для решения задач по химии

Количество вещества. Молярная масса. Число Авогадро	
$M_r = \sum n \cdot A_r$, где n – число атомов в молекуле (индекс) M численно равна M_r $[M]$ = г/моль или кг/моль v – количество вещества $[v]$ = моль $\omega(\text{э}) = \frac{n \cdot A_r(\text{э})}{M_r} \cdot 100\%$	
N – число структурных частиц $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль $^{-1}$	
Газы: законы, правила, константы	
$V_m = 22,4$ л/моль = $0,0224$ м 3 /моль (н. у.) $M_r(\text{газа}) = M_r(\text{H}_2) \cdot D_{\text{H}_2} = 2 \cdot D_{\text{H}_2}$ $M_r(\text{газа}) = M_r(\text{возд.}) \cdot D(\text{возд.}) = 29 \cdot D(\text{возд.})$ $M(\text{газа}) = V_m \cdot \rho(\text{газа}) = 22,4$ л/моль \cdot ρ (г/л) (в расчете на н. у.) D – относительная плотность газов $1 \text{ м}^3 = 1000$ л $1 \text{ л} = 1000$ мл	
<i>Правило объемных отношений газов</i> $\frac{V_1}{V_2} = \frac{v_1}{v_2}$	<i>Уравнение Менделеева – Клапейрона</i> $PV = \frac{m}{M}RT$
<i>Закон Бойля – Мариотта</i> $\frac{P}{P_1} = \frac{V_1}{V}$	<i>Закон Шарля</i> $\frac{P}{T} = \frac{P_1}{T_1}$

<p>Закон Гей-Люссака</p> $\frac{V}{T} = \frac{V_1}{T_1}$	<p>Объединенный газовый закон</p> $\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{P \cdot V}{T}$
<p>$R = 8,31 \text{ Дж} / (\text{моль} \cdot \text{К}) = 0,082 \text{ л} \cdot \text{атм} / (\text{моль} \cdot \text{К})$</p>	
<p>Растворы</p>	
<p>$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1000 \text{ кг/м}^3 = 1 \text{ г/мл} = 1 \text{ г/см}^3$ C – молярная концентрация $[C]$ = моль/л v – количество вещества $[v]$ = моль</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>	
<p>Разбавление</p>	<p>Упаривание</p>
<p>$m_{\text{р.в.}} = \text{const}$ $m_{\text{р-ра}(2)} = m_{\text{р-ра}(1)} + m(\text{H}_2\text{O})_{\text{добавл.}}$ $\omega_{\text{р.в.}} \downarrow$</p>	<p>$m_{\text{р.в.}} = \text{const}$ $m_{\text{р-ра}(2)} = m_{\text{р-ра}(1)} - m(\text{H}_2\text{O})_{\text{выпар.}}$ $\omega_{\text{р.в.}} \uparrow$</p>
<p>Выход продукта реакции</p>	
<p>$\eta = 100\% - \% \text{ потерь} = 1 - \text{доля потерь}$</p>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>	
<p>Смеси и примеси</p>	
<p>$\omega_{\text{ч.в.}} = 100\% - \% \text{ примесей} = 1 - \text{доля примесей}$ $\phi_{\text{ч.в.}} = 100\% - \% \text{ примесей} = 1 - \text{доля примесей}$</p>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>	

РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

I. Вычисления по химическим формулам

Химическая формула – это условная запись состава вещества посредством химических знаков и индексов.

Задача № 1. Вычислите относительную молекулярную массу метана CH_4 и отношение масс (массовое отношение) элементов в этом веществе.

Дано:	Решение:
CH_4	1) $M_r(\text{CH}_4) = A_r(\text{C}) + 4 \cdot A_r(\text{H})$.
$M_r(\text{CH}_4) = ?$	$M_r(\text{CH}_4) = 12 + 4 \cdot 1 = 12 + 4 = 16$.
$m(\text{C}) : m(\text{H}) = ?$	2) $m(\text{C}) : m(\text{H}) = A_r(\text{C}) : 4 \cdot A_r(\text{H})$;
	$m(\text{C}) : m(\text{H}) = 12 : 4$;
	$m(\text{C}) : m(\text{H}) = 3 : 1$.

Ответ: $M_r(\text{CH}_4) = 16$; $m(\text{C}) : m(\text{H}) = 3 : 1$.

Задача № 2. Вычислите массовые доли (в %) элементов в глюкозе $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.

Дано:	Решение:
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	Для вычисления массовой доли химического элемента в сложном веществе применим формулу
$\omega(\text{C}) = ?$	$\omega(\text{э}) = \frac{n \cdot A_r(\text{э})}{M_r} \cdot 100\%$, где n – число атомов элемента в молекуле (индекс).
$\omega(\text{H}) = ?$	
$\omega(\text{O}) = ?$	

1) Вычислим относительную молекулярную массу глюкозы:

$$M_r(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 6 \cdot A_r(\text{C}) + 12 \cdot A_r(\text{H}) + 6 \cdot A_r(\text{O});$$

$$M_r(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 6 \cdot 12 + 12 \cdot 1 + 6 \cdot 16 = 72 + 12 + 96 = 180.$$

2) Вычислим массовые доли углерода, водорода и кислорода в глюкозе:

$$\omega(\text{C}) = \frac{6 \cdot 12}{180} = 0,4, \text{ или } 40,0\%;$$

$$\omega(\text{H}) = \frac{12 \cdot 1}{180} = 0,067, \text{ или } 6,7\%;$$

$$\omega(\text{O}) = \frac{6 \cdot 16}{180} = 0,533, \text{ или } 53,3\%.$$

О т в е т: $\omega(\text{C}) = 40,0\%$, $\omega(\text{H}) = 6,7\%$, $\omega(\text{O}) = 53,3\%$.

Задача № 3. Вычислите, какая масса углерода содержится в образце этана C_2H_6 массой 90 г.

Д а н о: $m(\text{C}_2\text{H}_6) = 90 \text{ г}$ $m(\text{C}) = ?$	Р е ш е н и е: 1) $M_r(\text{C}_2\text{H}_6) = 2 \cdot A_r(\text{C}) + 6 \cdot A_r(\text{H});$ $M_r(\text{C}_2\text{H}_6) = 2 \cdot 12 + 6 \cdot 1 = 30.$
---	---

Известно, что числовые значения относительной молекулярной и молярной масс равны. Следовательно, $M(\text{C}_2\text{H}_6) = 30 \text{ г/моль}$. Значит, в 30 г этана на долю углерода приходится 24 г, а на долю водорода – 6 г.

2) Если в 30 г этана содержится 24 г углерода, то тогда в 90 г этана содержится x г углерода. Составим пропорцию и решим ее:

$$\frac{30 \text{ г}}{24 \text{ г}} = \frac{90 \text{ г}}{x \text{ г}}, \text{ отсюда } x = 72; m(\text{C}) = 72 \text{ г}.$$

О т в е т: $m(\text{C}) = 72 \text{ г}$.

Задача № 4. Вычислите, в какой массе оксида фосфора (III) P_2O_3 содержится 6,2 г фосфора.

Д а н о: P_2O_3 $m(\text{P}) = 6,2 \text{ г}$ $m(\text{P}_2\text{O}_3) = ?$	Р е ш е н и е: 1) $M_r(\text{P}_2\text{O}_3) = 2 \cdot A_r(\text{P}) + 3 \cdot A_r(\text{O});$ $M_r(\text{P}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 31 + 3 \cdot 16 = 110.$ Известно, что числовые значения относительной молекулярной и молярной масс равны.
--	--

Следовательно, $M(\text{P}_2\text{O}_3) = 110 \text{ г/моль}$. Значит, в 110 г оксида фосфора (III) на долю фосфора приходится 62 г, а на долю кислорода – 48 г.

2) Если в 110 г P_2O_3 содержится 62 г фосфора, то тогда в x г P_2O_3 содержится 6,2 г фосфора. Составим пропорцию и решим ее:

$$\frac{110 \text{ г}}{62 \text{ г}} = \frac{x \text{ г}}{6,2 \text{ г}}, \text{ отсюда } x = 11; m(\text{P}_2\text{O}_3) = 11 \text{ г}.$$

О т в е т: $m(\text{P}_2\text{O}_3) = 11 \text{ г}$.

II. Задачи на вывод химических формул

Задача № 5. Определите химическую формулу вещества, в состав которого входят 5 массовых частей кальция и 3 массовые части углерода.

Д а н о: $m(\text{Ca}) : m(\text{C}) = 5 : 3$ Ca_xC_y	Р е ш е н и е: Для установления химической формулы вещества необходимо определить значения индексов.
---	---

Ca_xC_y , где x, y – индексы. Тогда $m(\text{Ca}) = 40x$, $m(\text{C}) = 12y$, где 40 и 12 – относительные атомные массы кальция и углерода соответственно.

На основе закона постоянства состава вещества можем записать:

$$40x : 12y = 5 : 3,$$

$$\text{отсюда } x : y = \frac{5}{40} : \frac{3}{12};$$

$$x : y = 0,125 : 0,25;$$

$$x : y = 1 : 2;$$

$$x = 1, y = 2.$$

Следовательно, формула вещества CaC_2 .

О т в е т: CaC_2 .

Задача № 6. Определите молекулярную формулу вещества, если известно, что массовая доля углерода в нем равна 40,0% водорода – 6,67%, кислорода – 53,33%. Плотность паров этого вещества по углекислому газу равна 1,364.

Д а н о: $\omega(\text{C}) = 40,0\%$ $\omega(\text{H}) = 6,67\%$ $\omega(\text{O}) = 53,33\%$ $D_{\text{CO}_2} = 1,364$ $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$	Р е ш е н и е: 1) Для установления химической формулы вещества необходимо определить значения индексов. $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$, где x, y, z – индексы. Тогда $m(\text{C}) = 12x$, $m(\text{H}) = 1y$, $m(\text{O}) = 16z$, где 12, 1, 16 – относительные атомные массы углерода, водорода и кислорода соответственно.
---	---

2) Установим простейшую формулу вещества и вычислим для нее относительную молекулярную массу.

На основе закона постоянства состава вещества можем записать:

$$12x : 1y : 16z = 40,0 : 6,67 : 53,33,$$

$$\text{отсюда } x : y : z = \frac{40,00}{12} : \frac{6,67}{1} : \frac{53,33}{16};$$

$$x : y : z = 3,33 : 6,67 : 3,33;$$

$$x : y : z = 1 : 2 : 1.$$

Следовательно, простейшая формула CH_2O .
 $M_r(\text{CH}_2\text{O}) = 30$.

3) Вычислим значение относительной молекулярной массы искомого вещества по формуле:

$$M_r(\text{истин.}) = M_r(\text{CO}_2) \cdot D_{\text{CO}_2};$$

$$M_r(\text{истин.}) = 44 \cdot 1,364 = 60.$$

4) Сравним значения относительных молекулярных масс – истинной и определенной, по простейшей формуле:

$$\frac{M_r(\text{истин.})}{M_r(\text{CH}_2\text{O})} = \frac{60}{30} = 2.$$

Значит, индексы в истинной формуле будут в 2 раза больше, чем в простейшей формуле, то есть $x = 2$, $y = 4$, $z = 2$. Следовательно, формула искомого вещества $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$.

О т в е т: $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$.

Задача № 7. При сгорании 10,5 г органического вещества получили 16,8 л углекислого газа (н. у.) и 13,5 г воды. Плотность этого вещества при н. у. равна 1,875 г/л. Определите молекулярную формулу вещества.

Д а н о:

$$m(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z) = 10,5 \text{ г}$$

$$V(\text{CO}_2) = 16,8 \text{ л}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 13,5 \text{ г}$$

$$\rho(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z) = 1,875 \text{ г/л}$$



Р е ш е н и е:

Для установления химической формулы вещества необходимо определить значения индексов.

$\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$, где x, y, z – индексы. Тогда $m(\text{C}) = 12x$, $m(\text{H}) = 1y$, $m(\text{O}) = 16z$, где 12, 1, 16 – относительные атомные массы углерода, водорода и кислорода соответственно.

1) Образование углекислого газа при горении указывает на наличие в исходном веществе атомов углерода. Вычислим массу углерода в исходном образце, для чего составим схему: