

Предисловие

Данный сборник включает в себя более 350 различных задач, соответствующих основным разделам программы по органической химии для средней школы. В основном он ориентирован на базовый уровень, однако в него включено множество таких задач, которые могут быть использованы и в профильных классах.

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. Иными словами, школьный учитель без труда подберет для своих учеников соответствующее задание, развивающее навыки решения расчетных задач, как в качестве традиционного (в том числе и дифференцированного) домашнего задания, так и для факультативных и элективных курсов и подготовки к сдаче экзамена по химии в формате ЕГЭ в 11 классе.

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%

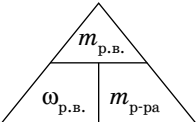
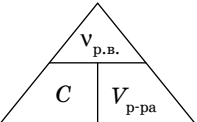
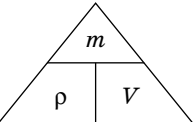
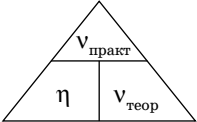
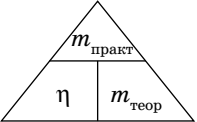
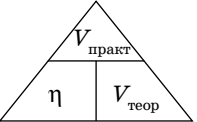
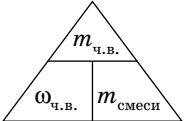

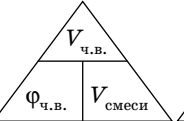
* В системе СИ количество вещества обозначается латинской буквой n (эн). В школьной практике распространено обозначение греческой буквой ν (ню).

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 $[M] = \text{г/моль}$ или кг/моль v – количество вещества $[v] = \text{моль}$ $\omega(\text{э}) = \frac{n \cdot A_r(\text{э})}{M_r} \cdot 100\%$	
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	
Правило объемных отношений газов $\frac{V_1}{V_2} = \frac{v_1}{v_2}$	Уравнение Менделеева – Клапейрона $PV = \frac{m}{M}RT$
Закон Бойля – Мариотта $\frac{P}{P_1} = \frac{V_1}{V}$	Закон Шарля $\frac{P}{T} = \frac{P_1}{T_1}$

<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 style="text-align: center;">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>$m_{\text{p.в.}} = \text{const}$ $m_{\text{p-ра(2)}} = m_{\text{p-ра(1)}} + m(\text{H}_2\text{O})_{\text{добавл.}}$ $\omega_{\text{p.в.}} \downarrow$</p>	<p>$m_{\text{p.в.}} = \text{const}$ $m_{\text{p-ра(2)}} = m_{\text{p-ра(1)}} - m(\text{H}_2\text{O})_{\text{выпар.}}$ $\omega_{\text{p.в.}} \uparrow$</p>
<p style="text-align: center;">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 style="text-align: center;">Смеси и примеси</p>	
<p>$\omega_{\text{ч.в.}} = 100\% - \% \text{ примесей} = 1 - \text{доля примесей}$</p>	
<p>$\phi_{\text{ч.в.}} = 100\% - \% \text{ примесей} = 1 - \text{доля примесей}$</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 циклопропана C_3H_6 и отношение масс (массовые отношения) элементов в этом углеводороде.

Дано:	Решение:
C_3H_6	1) $M_r(C_3H_6) = 3 \cdot A_r(C) + 6 \cdot A_r(H)$;
$M_r(C_3H_6) = ?$	$M_r(C_3H_6) = 3 \cdot 12 + 6 \cdot 1 = 36 + 6 = 42$.
$m(C) : m(H) = ?$	2) $m(C) : m(H) = 36 : 6$;
	$m(C) : m(H) = 6 : 1$.

Ответ: $M_r(C_3H_6) = 42$; $m(C) : m(H) = 6 : 1$.

Задача № 2. Вычислите массовые доли (в %) элементов в глюкозе $C_6H_{12}O_6$.

Дано:	Решение:
$C_6H_{12}O_6$	Для вычисления массовой доли химического элемента в сложном веществе применим формулу
$\omega(C) = ?$	
$\omega(H) = ?$	
$\omega(O) = ?$	
	$\omega(\text{э}) = \frac{n \cdot A_r(\text{э})}{M_r} \cdot 100\%$

где n – число атомов элемента в молекуле (индекс).

1) Вычислим относительную молекулярную массу глюкозы.

$$M_r(C_6H_{12}O_6) = 6 \cdot A_r(C) + 12 \cdot A_r(H) + 6 \cdot A_r(O);$$

$$M_r(C_6H_{12}O_6) = 6 \cdot 12 + 12 \cdot 1 + 6 \cdot 16 = 72 + 12 + 96 = 180.$$

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

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

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

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

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

Задача № 3. Вычислите массу углерода, содержащегося в порции этана C_2H_6 массой 90 г.

Д а н о: $m(\text{C}_2\text{H}_6) = 90 \text{ г}$ <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> $m(\text{C}) = ?$	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, 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 бромэтана $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$ содержится 4 г брома.

Д а н о: $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$ $m(\text{Br}) = 4 \text{ г}$ <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> $m(\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}) = ?$	Р е ш е н и е: <i>1-й способ</i> 1) $M_r(\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}) = 2 \cdot A_r(\text{C}) + 5 \cdot A_r(\text{H}) +$ $+ A_r(\text{Br});$ $M_r(\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}) = 2 \cdot 12 + 5 \cdot 1 + 80 = 109.$
--	--

Известно, что числовые значения относительной молекулярной и молярной масс равны. Следовательно, $M(\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}) = 109 \text{ г/моль}$. Значит, в 109 г бромэтана на долю брома приходится 80 г, на долю углерода и водорода – 24 г и 5 г соответственно.

2) Если в 109 г бромэтана содержится 80 г брома, тогда в x г бромэтана содержится 4 г брома. Составим пропорцию и решим ее:

$$\frac{109 \text{ г}}{80 \text{ г}} = \frac{x \text{ г}}{4 \text{ г}}, \text{ отсюда } x = 5,45; m(\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}) = 5,45 \text{ г.}$$

2-й способ*

Для вычисления массы бромэтана применим формулу $m = \nu \cdot M$.

Из химической формулы бромэтана C_2H_5Br видно, что в молекуле содержится один атом брома, следовательно, можем записать: $\nu(Br) = \nu(C_2H_5Br)$.

Для нахождения количества вещества атомарного брома воспользуемся формулой $\nu = \frac{m}{M}$.

$$\nu(Br) = \frac{4 \text{ г}}{80 \text{ г/моль}} = 0,05 \text{ моль},$$

следовательно, $\nu(C_2H_5Br) = 0,05 \text{ моль}$.

Значит, $m(C_2H_5Br) = 0,05 \text{ моль} \cdot 109 \text{ г/моль} = 5,45 \text{ г}$.

О т в е т: $m(C_2H_5Br) = 5,45 \text{ г}$.

II. Задачи на вывод химических формул

Задача № 5. Определите химическую формулу предельного углеводорода, в состав которого входят 9 массовых частей углерода и 2 массовые части водорода. Назовите вещество.

Д а н о:

$$m(C) : m(H) = 9 : 2$$



Назв. у/в?

Р е ш е н и е:

Для установления химической формулы вещества необходимо определить значения индексов.

C_xH_y , где x, y – индексы. Тогда $m(C) = 12x$, $m(H) = 1y$, где 12 и 1 – относительные атомные массы углерода и водорода соответственно.

На основе закона постоянства состава вещества можем записать:

$$12x : 1y = 9 : 2,$$

$$\text{отсюда } x : y = \frac{9}{12} : \frac{2}{1};$$

$$x : y = 0,75 : 2;$$

$$x : y = 1,5 : 4;$$

$$x : y = 3 : 8.$$

* Аналогичным способом можно решить и задачу № 3 (см. выше).

Следовательно, формула предельного углеводорода C_3H_8 . Это пропан.

О т в е т: пропан C_3H_8 .

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. Какие вещества отвечают этой формуле? Напишите их структурные формулы и назовите вещества.

Д а н о:

$$\omega(C) = 40,0\%$$

$$\omega(H) = 6,67\%$$

$$\omega(O) = 53,33\%$$

$$D_{CO_2} = 1,364$$



Назв. в-в?

Структ. ф-лы?

Р е ш е н и е:

Для установления химической формулы вещества необходимо определить значения индексов.

$C_xH_yO_z$, где x, y, z – индексы. Тогда $m(C) = 12x$, $m(H) = 1y$, $m(O) = 16z$, где 12, 1, 16 – относительные атомные массы углерода, водорода и кислорода соответственно.

1) Установим простейшую формулу вещества и вычислим для нее относительную молекулярную массу. На основе закона постоянства состава вещества можем записать:

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

$$\text{отсюда } x : y : z = \frac{40,0}{12} : \frac{6,67}{1} : \frac{53,33}{16};$$

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

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

Следовательно, простейшая формула CH_2O .

$$M_r(CH_2O) = 30.$$

2) Вычислим значение относительной молекулярной массы искомого вещества по формуле

$$M_r(\text{истин.}) = M_r(CO_2) \cdot D_{CO_2},$$

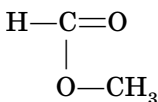
$$M_r(\text{истин.}) = 44 \cdot 1,364 = 60.$$

3) Сравним значения относительных молекулярных масс – истинной и той, которую мы вычислили по простейшей формуле:

$$\frac{M_r(\text{истин.})}{M_r(CH_2O)} = \frac{60}{30} = 2.$$

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 $C_2H_4O_2$.

4) Этой формуле отвечают два вещества: уксусная (этановая) кислота CH_3-COOH и изомерный ей сложный эфир – метилформиат (метилвый эфир муравьиной кислоты или метилметаноат)



О т в е т: $C_2H_4O_2$; уксусная кислота и метилформиат.

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. К какому гомологическому ряду оно относится? Можно ли на этот вопрос дать однозначный ответ? Почему?

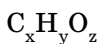
Д а н о:

$$m(C_xH_yO_z) = 10,5 \text{ г}$$

$$V(CO_2) = 16,8 \text{ л}$$

$$m(H_2O) = 13,5 \text{ г}$$

$$\rho(C_xH_yO_z) = 1,875 \text{ г/л}$$



Гомологич. ряд?

Р е ш е н и е:

Для установления химической формулы вещества необходимо определить значение каждого индекса.

$C_xH_yO_z$, где x, y, z – индексы. Тогда $m(C) = 12x$, $m(H) = 1y$, $m(O) = 16z$,

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:

$$\begin{array}{c} m \text{ г} \\ C \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} 16,8 \text{ л} \\ C \\ 22,4 \text{ л} \end{array} \Rightarrow m(C) = \frac{12 \text{ г} \cdot 16,8 \text{ л}}{22,4 \text{ л}} = 9 \text{ г}.$$

Образование воды при горении указывает на наличие в исходном веществе атомов водорода. Вычислим массу водорода в исходном образце, для чего составим схему:

$$\begin{array}{c} m \text{ г} \\ 2H \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} 13,5 \text{ г} \\ H_2O \\ 18 \text{ г} \end{array} \Rightarrow m(H) = \frac{2 \text{ г} \cdot 13,5 \text{ г}}{18 \text{ г}} = 1,5 \text{ г}.$$

2) Определим, содержало ли сгоревшее вещество в своем составе кислород. Вычислим сумму масс углерода и водорода в исходном образце.

$$m(\text{C} + \text{H}) = 9 \text{ г} + 1,5 \text{ г} = 10,5 \text{ г}.$$

Как видим, полученный результат равен массе исходного образца сгоревшего вещества. Следовательно, кислорода в составе исходного вещества не было, сгорел углеводород (C_xH_y).

Выводим простейшую формулу углеводорода. На основании закона постоянства состава вещества можем записать: $12x : 1y = 9 : 1,5$, где 12 и 1 – относительные атомные массы углерода и водорода соответственно. Отсюда $x : y = 1 : 2$.

$$\text{Простейшая формула } \text{CH}_2. M_r(\text{CH}_2) = 14.$$

3) Определим молярную массу искомого углеводорода по формуле $M(\text{C}_x\text{H}_y) = V_m \cdot \rho$:

$$M(\text{C}_x\text{H}_y) = 22,4 \text{ л/моль} \cdot 1,875 \text{ г/л} = 42 \text{ г/моль}.$$

4) Сравним значения относительных молекулярных масс – истинной и той, которую мы вычислили по простейшей формуле.

Как известно, числовые значения молярной и относительной молекулярной масс равны. Следовательно, $M_r(\text{C}_x\text{H}_y) = 42$.

$$\frac{M_r(\text{C}_x\text{H}_y)}{M_r(\text{CH}_2)} = \frac{42}{14} = 3.$$

Значит, индексы в истинной формуле будут в 3 раза больше, чем в простейшей формуле, то есть $x = 3$, $y = 6$. Следовательно, формула вещества C_3H_6 .

5) Ответить однозначно на поставленный вопрос о гомологическом ряде нельзя, так как формуле C_3H_6 отвечают углеводороды из разных гомологических рядов – пропен (алкены) и циклопропан (циклоалканы).

О т в е т: C_3H_6 ; нельзя, так как этой формуле отвечает и пропен, и циклопропан – алкен и циклоалкан соответственно.

Задача № 8. В органическом веществе массовые доли углерода и водорода соответственно равны 81,82% и 18,18%. Относительная плотность этого вещества по во-

дороду равна 22. Определите молекулярную формулу неизвестного вещества и назовите его.

Д а н о:

$\omega(\text{C}) = 81,82\%$,
или 0,8182

$\omega(\text{H}) = 18,18\%$,
или 0,1818

$D_{\text{H}_2} = 22$

$\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$
Назв. в-ва?

Р е ш е н и е:

Для установления химической формулы вещества необходимо определить значения индексов.

1) Установим, содержало ли искомое вещество кислород. Искомое вещество является углеводородом, так как сумма массовых долей углерода и водорода равна 1 ($0,8182 + 0,1818 = 1$).

C_xH_y – где x и y – индексы.

2) Основываясь на общей формуле для расчета массовой доли химического элемента в сложном веществе $\omega(\text{э}) = \frac{n \cdot A_r(\text{э})}{M_r} \cdot 100\%$ (где n – индекс), составим формулы

для расчета массовых долей углерода и водорода:

$$\omega(\text{C}) = \frac{x \cdot A_r(\text{C})}{M_r(\text{C}_x\text{H}_y)} \text{ и } \omega(\text{H}) = \frac{y \cdot A_r(\text{H})}{M_r(\text{C}_x\text{H}_y)},$$

из которых выразим x и y :

$$x = \frac{\omega(\text{C}) \cdot M_r(\text{C}_x\text{H}_y)}{A_r(\text{C})}; \quad (1)$$

$$y = \frac{\omega(\text{H}) \cdot M_r(\text{C}_x\text{H}_y)}{A_r(\text{H})}. \quad (2)$$

Зная относительную плотность искомого вещества по водороду, можем записать:

$$M_r(\text{C}_x\text{H}_y) = M_r(\text{H}_2) \cdot D_{\text{H}_2}. \quad (3)$$

Подставим формулу (3) в формулы (1) и (2). Получим:

$$x = \frac{\omega(\text{C}) \cdot M_r(\text{H}_2) \cdot D_{\text{H}_2}}{A_r(\text{C})}; \quad y = \frac{\omega(\text{H}) \cdot M_r(\text{H}_2) \cdot D_{\text{H}_2}}{A_r(\text{H})}.$$

Сделаем соответствующие расчеты и определим значения индексов:

$$x = \frac{0,8182 \cdot 2 \cdot 22}{12} = 3; \quad y = \frac{0,1818 \cdot 2 \cdot 22}{1} = 8.$$

Следовательно, формула вещества C_3H_8 . Это пропан.

О т в е т: пропан C_3H_8 .

III. Вычисления с использованием понятия «число Авогадро»

Задача № 9. Вычислите, сколько молекул содержится в 36 г воды. В каком объеме метана CH_4 (н. у.) столько же молекул?

Д а н о:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 36 \text{ г}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

$$N(\text{H}_2\text{O}) = N(\text{CH}_4)$$

$$V_m = 22,4 \text{ л/моль}$$

$$N(\text{H}_2\text{O}) = ?$$

$$V(\text{CH}_4) = ?$$

Р е ш е н и е:

1) Для вычисления количества молекул воды воспользуемся формулами:

$$N = N_A \cdot \nu; \nu = \frac{m}{M} \Rightarrow N = N_A \cdot \frac{m}{M};$$

$$N(\text{H}_2\text{O}) = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} \times$$

$$\times \frac{36 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 12,04 \cdot 10^{23} \text{ (молекул)}.$$

2) Из условия задачи следует:

$$N(\text{H}_2\text{O}) = N(\text{CH}_4) = 12,04 \cdot 10^{23} \text{ молекул}.$$

Для вычисления искомого объема метана воспользуемся формулами:

$$V = V_m \cdot \nu; \nu = \frac{N}{N_A} \Rightarrow V = V_m \cdot \frac{N}{N_A};$$

$$V(\text{CH}_4) = 22,4 \text{ л/моль} \cdot \frac{12,04 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 44,8 \text{ л}.$$

О т в е т: $N(\text{H}_2\text{O}) = 12,04 \cdot 10^{23}$ молекул, $V(\text{CH}_4) = 44,8 \text{ л}$.

Задача № 10. На одну чашку весов лаборант положил порцию глюкозы $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, содержащую $3,01 \cdot 10^{23}$ молекул. Какое количество вещества рибозы $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$ лаборант должен положить на другую чашку весов, чтобы весы были в состоянии равновесия?

Д а н о:

$$N(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) =$$

$$= 3,01 \cdot 10^{23} \text{ молекул}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

$$\nu(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5) = ?$$

Р е ш е н и е:

Весы будут в состоянии равновесия, если $m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = m(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5)$.

1) Для вычисления массы глюкозы воспользуемся формулами:

$$m = M \cdot \nu; \nu = \frac{N}{N_A} \Rightarrow m = M \cdot \frac{N}{N_A};$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180 \text{ г/моль} \cdot \frac{3,01 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 90 \text{ г}.$$

2) Исходя из условия задачи, можем записать:

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = m(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5) = 90 \text{ г.}$$

Вычислим количество вещества рибозы.

$$\nu = \frac{m}{M}; \nu(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5) = \frac{90 \text{ г}}{150 \text{ г/моль}} = 0,6 \text{ моль.}$$

О т в е т: $\nu(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5) = 0,6 \text{ моль.}$

IV. Вычисления с использованием понятия «массовая доля растворенного вещества»

Задача № 11. Вычислите, какой объем водорода (н. у.) выделится при взаимодействии 59,8 л 96-процентного этилового спирта (плотность 800 кг/м³) с металлическим натрием.

Д а н о:

$$V_{\text{р-ра}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 59,8 \text{ л} = 0,0598 \text{ м}^3$$

$$\omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 96\%$$

$$\rho(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 800 \text{ кг/м}^3$$

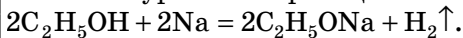
$$V(\text{H}_2) = ?$$

Р е ш е н и е:

Для нахождения объема водорода воспользуемся формулой

$$V = V_{\text{м}} \cdot \nu.$$

Составим уравнение реакции:



Из уравнения реакция следует: $\nu(\text{H}_2) = 0,5\nu(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}).$

$$\nu = \frac{m_{\text{р.в.}}}{M};$$

$$m_{\text{р.в.}} = \frac{m_{\text{р-ра}} \cdot \omega_{\text{р.в.}}}{100\%}; \Rightarrow \nu = \frac{V_{\text{р-ра}} \cdot \rho_{\text{р-ра}} \cdot \omega_{\text{р.в.}}}{M \cdot 100\%};$$

$$m_{\text{р-ра}} = V_{\text{р-ра}} \cdot \rho_{\text{р-ра}}$$

$$\nu(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{0,0598 \text{ м}^3 \cdot 800 \text{ кг/м}^3 \cdot 96\%}{0,046 \text{ кг/моль} \cdot 100\%} = 998,4 \text{ моль};$$

$$\nu(\text{H}_2) = 0,5 \cdot 998,4 \text{ моль} = 499,2 \text{ моль};$$

$$V(\text{H}_2) = 0,0224 \text{ м}^3 / \text{моль} \cdot 499,2 \text{ моль} = 11,182 \text{ м}^3.$$

О т в е т: $V(\text{H}_2) = 11,182 \text{ м}^3.$

Задача № 12. Вычислите, какой объем воды (в л) потребуется для разбавления 200 мл 96-процентного этилового спирта (плотность 0,8 г/мл), чтобы получить 10-процентный раствор. Ответ округлите до десятых.

Дано:

$$V_{\text{р-ра}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 200 \text{ мл}$$

$$\omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 96\%$$

$$\rho_1(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0,8 \text{ г/мл}$$

$$\omega_2(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 10\%$$

$$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = ?$$

Решение:

Для нахождения объема воды воспользуемся формулами:

$$V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{\rho(\text{H}_2\text{O})};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m_{\text{р-ра}} - m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}).$$

1) Вычислим массу чистого вещества спирта (растворенного вещества) в 200 мл исходного раствора:

$$m_{\text{р.в.}} = \frac{\omega_{\text{р.в.}} \cdot m_{\text{р-ра}}}{100\%};$$

$$m_{\text{р-ра}} = V_{\text{р-ра}} \cdot \rho_{\text{р-ра}} \Rightarrow m_{\text{р.в.}} = \frac{\omega_{\text{р.в.}} \cdot V_{\text{р-ра}} \cdot \rho_{\text{р-ра}}}{100\%};$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{96\% \cdot 200 \text{ мл} \cdot 0,8 \text{ г/мл}}{100\%} = 153,6 \text{ г.}$$

2) Вычислим, какую массу 10-процентного раствора можно получить из 153,6 г спирта:

$$m_{\text{р-ра}} = \frac{m_{\text{р.в.}}}{\omega_{\text{р.в.}}} \cdot 100\%;$$

$$m_{\text{р-ра}2} = \frac{156 \text{ г}}{10\%} \cdot 100\% = 1536 \text{ г.}$$

3) Вычислим массу и объем воды, необходимой для разбавления раствора спирта:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1536 \text{ г} - 153,6 \text{ г} = 1382,4 \text{ г};$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1382,4 \text{ г}}{1 \text{ г/мл}} = 1382,4 \text{ мл} \approx 1,4 \text{ л.}$$

Примечание. Если на стадии составления краткой записи условия задачи («Дано») представить $\omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})$ в долях как 0,96 и 0,1, то формулы для расчета массы спирта в исходном растворе и массы второго раствора (после разбавления) соответственно будут иметь вид:

$$m_{\text{р.в.}} = \omega_{\text{р.в.}} \cdot V_{\text{р-ра}} \cdot \rho_{\text{р-ра}} \text{ и } m_{\text{р-ра}} = \frac{m_{\text{р.в.}}}{\omega_{\text{р.в.}}}.$$

Все остальные расчеты – без изменения.

О т в е т: $V(\text{H}_2\text{O}) \approx 1,4 \text{ л.}$

Конец ознакомительного фрагмента.
Приобрести книгу можно
в интернет-магазине
«Электронный универс»
e-Univers.ru