

Н.Н. Гара Н.И. Габрусева

# ХИМИЯ



**Задачник  
с «ПОМОЩНИКОМ»**

**8-9**

  
**ПРОСВЕЩЕНИЕ**  
ИЗДАТЕЛЬСТВО

Н. Н. Гара Н. И. Габрусева

# **ХИМИЯ**

## **Задачник с «ПОМОЩНИКОМ»**

**8-9  
классы**

Пособие для учащихся  
общеобразовательных учреждений

*4-е издание*

Москва  
«Просвещение»  
2013

УДК 373.167.1:54  
ББК 24я72  
Г20

**Гара Н. Н.**

**Г20** Химия. Задачник с «помощником». 8—9 классы : пособие для учащихся общеобразоват. учреждений / Н. Н. Гара, Н. И. Габрусева. — 4-е изд. — М. : Просвещение, 2013. — 95 с. — ISBN 978-5-09-029713-4.

Сборник задач входит в линию учебно-методических комплектов по химии Г. Е. Рудзитиса и Ф. Г. Фельдмана. Содержит краткие теоретические сведения, алгоритмы решения расчетных задач по химии, задачи и тестовые задания. Может использоваться для выполнения домашних заданий, самостоятельной проверки знаний, подготовки к контрольным работам и итоговой аттестации за курс основной школы.

**УДК 373.167.1:54  
ББК 24я72**

**ISBN 978-5-09-029713-4**

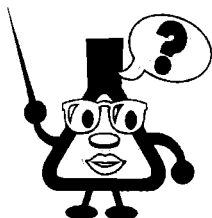
© Издательство «Просвещение», 2009  
© Художественное оформление.  
Издательство «Просвещение», 2009  
Все права защищены

# Содержание

<b>Часть I. Вычисления по химическим формулам .....</b>	<b>5</b>
1. Относительная молекулярная масса, количество вещества, молярная масса, постоянная Авогадро .....	5
2. Закон Авогадро. Молярный объем газов .....	11
3. Массовая доля химического элемента. Вывод формулы вещества .....	16
4. Массовая доля растворенного вещества. Молярная концентрация .....	23
5. Плотность раствора .....	32
6. Относительная плотность газов .....	34
 <b>Часть II. Вычисления по химическим уравнениям .....</b>	 <b>36</b>
1. Вычисление массы, объема или количества вещества по известной массе, объему или количеству вещества одного из вступивших в реакцию или получившихся в результате реакции веществ .....	36
2. Вычисление массы (количества вещества, объема) продукта реакции, если известна масса исходного вещества, содержащего определенную долю примесей .....	42
3. Вычисление массы (количества вещества, объема) продукта реакции, если для его получения дан раствор с определенной массовой долей исходного вещества.....	52
4. Расчеты объемных отношений газов в реакциях .....	60
5. Расчеты по термохимическим уравнениям .....	66
 <b>Часть III. Качественные задачи .....</b>	 <b>73</b>
<i>Приложения.....</i>	<i>79</i>
<b>Ответы .....</b>	<b>93</b>

## Дорогие друзья!

При изучении химии вам необходимо научиться решать задачи. Решение задач — это активный познавательный процесс, требующий умения мыслить логически, составлять план решения, кратко его записывать, производить расчеты и теоретически их обосновывать.



Цель данного пособия — помочь вам выработать навыки решения разных химических задач. Этой цели и служит «помощник»: он подскажет нужные формулы и объяснит, как решать задачи. А подготовиться к успешной сдаче итоговой аттестации за курс основной школы вам помогут тестовые задания.

Сборник включает все типы расчетных задач, основанных на вычислениях по химическим формулам (часть I), на вычислениях по химическим уравнениям реакций (часть II), а также качественные задачи (часть III).

В каждом разделе сборника вы найдете задачи по разным темам неорганической и органической химии.

В конце пособия, в *Приложениях*, содержатся справочные материалы, необходимые для решения задач.

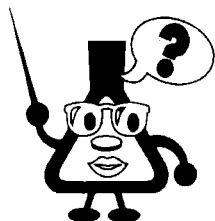
Надеемся, что сборник пригодится не только вам, но и вашим учителям, и даже вашим родителям.

Желаем удачи!

*Авторы*

# ЧАСТЬ I. ВЫЧИСЛЕНИЯ ПО ХИМИЧЕСКИМ ФОРМУЛАМ

## 1. Относительная молекулярная масса, количество вещества, молярная масса, постоянная Авогадро



При решении расчетных задач по химии часто необходимо знать число частиц (молекул, атомов, ионов), содержащихся в той или иной массе вещества. Для этого вы будете использовать следующие понятия: количество вещества ( $\nu$ ), моль, постоянная Авогадро ( $N_A$ ).

**Количество вещества** ( $\nu$ ) показывает, сколько наименьших частиц, т. е. структурных единиц (атомов, молекул, ионов, электронов и др.), содержится в том или ином образце вещества. Эту величину выражают в молях.

**Моль** — это такое количество любого вещества, которое содержит столько же указанных структурных элементов, сколько атомов содержится в 12 г изотопа углерода-12. Экспериментально доказано, что 1 моль любого химического элемента содержит  $6,02 \cdot 10^{23}$  атомов, а 1 моль любого вещества молекулярного строения —  $6,02 \cdot 10^{23}$  молекул.

**Постоянная Авогадро** показывает число структурных элементов в 1 моль любого вещества. Она равна  $6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ .

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

Зная постоянную Авогадро, можно любое количество вещества выразить в молях. Если вещество содержит  $N$  молекул, то количество вещества равно:

$$\nu = \frac{N}{N_A}$$

Зная количество вещества в молях, можно найти число частиц этого вещества:

$$N = \nu \cdot N_A$$

**Задача 1.** Вычислите, какое количество вещества сернистого газа составляют  $1,806 \cdot 10^{24}$  молекул  $\text{SO}_2$ .

Дано:

$$N(\text{SO}_2) = 1,806 \cdot 10^{24} \text{ молекул}$$

$$\nu(\text{SO}_2) = ?$$

Решение:

$$\nu = \frac{N}{N_A}; \nu = \frac{1,806 \cdot 10^{24}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 3 \text{ моль}$$

**Ответ:** 3 моль.

**Задача 2.** Рассчитайте число молекул, которое содержится в 5 моль сернистого газа.

Дано:

$$\nu(\text{SO}_2) = 5 \text{ моль}$$

$$N(\text{SO}_2) = ?$$

Решение:

*1-й способ*

$$\nu = \frac{N}{N_A}; N = \nu \cdot N_A$$

$$N(\text{SO}_2) = 5 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 30,1 \cdot 10^{24} \text{ молекул}$$

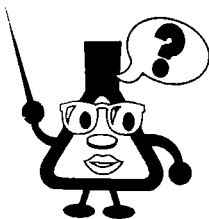
*2-й способ*

1 моль  $\text{SO}_2$  содержит  $6,02 \cdot 10^{23}$  молекул

5 моль  $\text{SO}_2$  содержат  $x$  молекул

$$x = \frac{5 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ молекул}}{1 \text{ моль}} = 30,1 \cdot 10^{24} \text{ молекул}$$

**Ответ:**  $30,1 \cdot 10^{24}$  молекул.



При решении химических задач используют также такие понятия, как относительная атомная масса ( $A_r$ ), относительная молекулярная масса ( $M_r$ ), молярная масса ( $M$ ).

**Относительная атомная масса ( $A_r$ )** — это отношение средней массы данного атома природной изотопной смеси элемента к  $1/12$  массы атома углерода.

$$A_r(X) = \frac{m(X)}{1/12 m(\text{C})}$$

Относительная атомная масса показывает, во сколько раз масса данного атома больше  $1/12$  массы атома углерода. Относительная атомная масса — величина безразмерная. Не путайте с абсолютной массой атома, выраженной в атомных единицах массы (а.е.м.). 1 а.е.м. — очень маленькая величина, равная  $1,66 \cdot 10^{-27}$  кг.

**Относительная молекулярная масса ( $M_r$ )** равна сумме относительных атомных масс атомов химических элементов, составляющих данную молекулу. Величина безразмерная.

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2A_r(\text{H}) + A_r(\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18$$

**Молярная масса** — это масса одного моля вещества, или масса  $6,02 \cdot 10^{23}$  структурных частиц вещества. Молярная масса равна отношению массы вещества к его количеству:

$$M = \frac{m}{\nu}$$

Единица измерения молярной массы — г/моль. Молярная масса численно равна относительной молекулярной массе вещества:

$$M = M_r \cdot 1 \text{ г/моль}$$

**Задача 3.** Рассчитайте молярную массу азотной кислоты.

Решение:

$$M_r(\text{HNO}_3) = 1 + 14 + 3 \cdot 16 = 63$$

$$M(\text{HNO}_3) = 63 \cdot 1 \text{ г/моль} = 63 \text{ г/моль}$$

**Ответ:** 63 г/моль.

**Задача 4.** Рассчитайте массу 2 моль оксида углерода(IV).

Дано:

$$\nu(\text{CO}_2) = 2 \text{ моль}$$

$$m(\text{CO}_2) = ?$$

Решение:

$$1) M(\text{CO}_2) = 12 + 2 \cdot 16 = 44 \text{ (г/моль)}$$

$$2) M = \frac{m}{\nu}; m = \nu \cdot M$$

$$m = 2 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 88 \text{ г}$$

**Ответ:** 88 г.



**Задача 5.** Вычислите, какое количество вещества сероводорода содержится в 680 г этого газа.

Дано:

$$m(\text{H}_2\text{S}) = 680 \text{ г}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{S}) = ?$$

Решение:

$$1) M(\text{H}_2\text{S}) = 2 \cdot 1 + 32 = 34 \text{ (г/моль)}$$

$$2) M = \frac{m}{\nu}; \nu = \frac{m}{M}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{S}) = \frac{680 \text{ г}}{34 \text{ г/моль}} = 20 \text{ моль}$$

**Ответ:** 20 моль.

## А теперь решите самостоятельно

**1.1.** Вычислите относительную молекулярную массу ортофосфорной кислоты.

**1.2.** Вычислите относительную молекулярную массу уксусной кислоты.

**1.3.** Вычислите относительную молекулярную массу этана.

**1.4.** Вычислите относительную молекулярную массу гидроксида меди(II).

**1.5.** Вычислите относительную молекулярную массу этилового спирта.

**1.6.** Вычислите относительную молекулярную массу пентана.

**1.7.** Вычислите относительную молекулярную массу серной кислоты.

**1.8.** Вычислите относительную молекулярную массу сероводорода.

**1.9.** Рассчитайте молярную массу оксида хрома(III).

**1.10.** Рассчитайте молярную массу фосфата магния.

**1.11.** Рассчитайте молярную массу сульфида меди(II).

**1.12.** Вычислите массу 3 моль хлорида железа(III).

**1.13.** Вычислите массу 2,5 моль нитрата натрия.

**1.14.** Вычислите массу 5 моль оксида алюминия.

**1.15.** Вычислите массу 1,5 моль хлорметана.

**1.16.** Вычислите массу 4 моль муравьиной кислоты.

**1.17.** Вычислите массу 6 моль сульфата цинка.

**1.18.** Определите, какое количество вещества оксида серы(VI) имеет такую же массу, как 1 моль оксида железа(III).

- 1.19.** Определите, какое количество вещества оксида бора(III) содержится в 140 г этого соединения.
- 1.20.** Определите, какое количество вещества содержится в 90 г воды.
- 1.21.** Вычислите массу 2,5 моль нитрата натрия.
- 1.22.** Определите массу 3 моль сульфата алюминия.
- 1.23.** Определите, какое количество вещества содержится в 252 г азотной кислоты.
- 1.24.** Вычислите массу 5 моль этана.
- 1.25.** Вычислите массу 3 моль серной кислоты.
- 1.26.** Определите, какое количество вещества содержится в 68 г аммиака.
- 1.27.** Определите, какое количество вещества оксида углерода(II) будет весить столько же, сколько весит 1 моль метана.
- 1.28.** Определите, какое количество вещества уксусной кислоты будет соответствовать по массе 1 моль иодида натрия.
- 1.29.** Определите, во сколько раз относительная молекулярная масса оксида железа(II) больше относительной молекулярной массы оксида кремния(IV).
- 1.30.** Вычислите, во сколько раз 1 моль метана  $\text{CH}_4$  легче или тяжелее, чем 1 моль оксида серы(VI).
- 1.31.** Вычислите, во сколько раз относительная молекулярная масса этана легче или тяжелее относительной молекулярной массы азота.
- 1.32.** Вычислите, во сколько раз 1 моль оксида железа(III) легче или тяжелее, чем 1 моль оксида серы(VI).
- 1.33.** Вычислите, во сколько раз 1 моль воды легче или тяжелее, чем 1 моль метана.
- 1.34.** Определите, какое количество вещества содержится в 196 г серной кислоты.
- 1.35.** Рассчитайте количество вещества оксида кальция, которое содержится в навеске этого вещества массой 252 г.
- 1.36.** Рассчитайте массу в граммах 5 моль хлорида калия и 0,3 моль карбоната кальция.
- 1.37.** Для сжигания 1 моль метана требуется 2 моль кислорода. Какая масса кислорода и какое количество вещества воздуха необходимы для осуществления этой реакции?
- 1.38.** Рассчитайте массу в граммах 2,5 моль сульфата меди(II).
- 1.39.** Определите, какое количество вещества хлороводорода содержит столько же молекул, сколько их заключено в 360 г воды.

**1.40.** Вычислите, какое количество вещества воды содержит столько молекул, сколько их заключено в 960 г серной кислоты.

**1.41.** Определите, сколько ионов калия и сульфат-ионов содержится в 1 моль сульфата калия.

**1.42.** Определите, сколько атомов водорода, серы и кислорода содержится в 174 г серной кислоты.

**1.43.** Определите, сколько молекул содержится в 0,25 моль сульфата железа(II).

**1.44.** Смесь содержит равное количество веществ оксида углерода(IV) и метана. Определите массовые отношения этих веществ в смеси.

**1.45.** Смесь веществ содержит равное число молекул кислорода и азота. Определите массовые отношения этих веществ в смеси.

**1.46.** Рассчитайте число молекул, содержащихся в 150 г уксусной кислоты.

**1.47.** Определите, сколько молекул каждого вещества содержится в смеси, состоящей из 170 г сероводорода и 182,5 г хлороводорода.

**1.48.** Определите, сколько молекул содержится в 115 г этанола.

**1.49.** Определите, сколько атомов железа содержится в 3 моль хлорида железа(III).

**1.50.** Определите, сколько атомов азота содержится в 5 моль нитрата серебра.

*Внимание, тесты!*

**1.51.** Масса 0,5 моль сероводорода равна

1) 17 г      2) 85 г      3) 170 г      4) 204 г

**1.52.** Масса 2,5 моль гидроксида натрия равна

1) 10 г      2) 40 г      3) 80 г      4) 100 г

**1.53.** 88 г оксида меди(II) составляет количество вещества, равное

1) 0,5 моль      2) 1,1 моль      3) 1,5 моль      4) 2 моль

**1.54.** Масса порции сульфата меди(II), в которой содержится  $1,204 \cdot 10^{23}$  атомов кислорода, равна

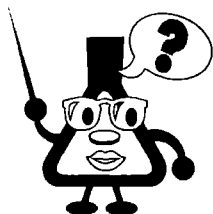
1) 8 г      2) 32 г      3) 64 г      4) 128 г

**1.55.** Число молекул в 11,2 л хлора (н. у.) равно

1)  $1,5 \cdot 10^{23}$       2)  $3,01 \cdot 10^{23}$       3)  $6,02 \cdot 10^{23}$       4)  $1,2 \cdot 10^{23}$

- 1.56. 196 г серной кислоты соответствуют количеству вещества  
1) 1 моль      2) 2 моль      3) 3 моль      4) 4 моль
- 1.57. 44,2 г водорода соответствуют количеству вещества  
1) 1,1 моль      2) 1,2 моль      3) 22,1 моль      4) 44,2 моль
- 1.58. 32 кг оксида железа(III) составляет количество вещества  
1) 10 моль      2) 20 моль      3) 100 моль      4) 200 моль
- 1.59. 88 г оксида меди(II) составляет количество вещества  
1) 0,5 моль      2) 1,1 моль      3) 1,5 моль      4) 2 моль
- 1.60. Масса 1,5 моль карбоната кальция равна  
1) 100 г      2) 150 г      3) 180 г      4) 300 г
- 1.61. 560 г карбоната кальция соответствуют количеству вещества  
1) 0,56 моль      2) 5,6 моль      3) 6,5 моль      4) 10 моль
- 1.62. Одинаковы ли массы сероводорода и оксида серы(IV), если каждый газ взят в количестве 1,5 моль?
- 1.63. Одинаковы ли массы 5 моль воды и 1 моль сульфата меди(II)? \_\_\_\_\_
- 1.64. Одинаковое ли количество вещества соответствует 3,2 г метана и 32 г оксида серы(IV)? \_\_\_\_\_
- 1.65. Одинаковое ли количество вещества соответствует 160 г оксида железа(III) и 160 г сульфата меди(II)? \_\_\_\_\_
- 1.66. Во сколько раз масса 1 моль оксида углерода(IV) тяжелее массы 1 моль водорода? \_\_\_\_\_

## 2. Закон Авогадро. Молярный объем газов



**Закон Авогадро:** в равных объемах любых газов, находящихся в одинаковых условиях (температура и давление), содержится одинаковое число молекул.

Зная, что 1 моль любого вещества содержит определенное число молекул, можно сделать вывод: все газы в количестве 1 моль при одинаковых условиях занимают одинаковый объем. При **нормальных условиях** (н. у.), т. е. при атмосферном давлении 1 атм и температуре 0 °С, 1 моль любого газа занимает объем 22,4 л. Этот объем называют **молярным объемом**.

По аналогии с молярной массой молярный объем равен:

$$V_M = \frac{V}{\nu},$$

откуда

$$\nu = \frac{V}{V_M}; V = \nu \cdot V_M$$

При решении задач пользуйтесь следующими соотношениями, связывающими между собой количество вещества, массу, объем, число частиц, молярную массу, молярный объем и постоянную Авогадро:

$$\nu = \frac{m}{M}; \nu = \frac{V}{V_M}; \nu = \frac{N}{N_A}$$

**Задача 1.** Вычислите объем 6 моль кислорода (н. у.).

Дано: $\nu(\text{O}_2) = 6 \text{ моль}$	Решение: $V_M = \frac{V}{\nu}; V = \nu \cdot V_M$
$V(\text{O}_2) = ?$	$V(\text{O}_2) = 6 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} =$ $= 134,4 \text{ л}$
	<b>Ответ:</b> 134,4 л.

**Задача 2.** Рассчитайте, какое количество вещества составляют 6,72 л сероводорода.

Дано: $V(\text{H}_2\text{S}) = 6,72 \text{ л}$	Решение: $V_M = \frac{V}{\nu}; \nu = \frac{V}{V_M}$
$\nu(\text{H}_2\text{S}) = ?$	$\nu(\text{H}_2\text{S}) = \frac{6,72 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,3 \text{ моль}$
	<b>Ответ:</b> 0,3 моль.

**Задача 3.** Баллон объемом 5 л при нормальных условиях заполнен метаном. Вычислите массу метана, находящегося в баллоне.

Дано: $V(\text{CH}_4) = 5 \text{ л}$	Решение:
$m(\text{CH}_4) - ?$	1) Определим число молей, содержащихся в 5 л $\text{CH}_4$ :
	$v = \frac{V}{V_M}; v(\text{CH}_4) = \frac{5 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} \approx 0,2 \text{ моль}$

2) Найдем массу метана, находящегося в баллоне:

$$M = \frac{m}{v}; m = v \cdot M$$

$$m(\text{CH}_4) = 0,2 \text{ моль} \cdot 16 \text{ г/моль} = 3,2 \text{ г}$$

**Ответ:** 3,2 г.

**Задача 4.** Вычислите, какой объем (н. у.) занимает оксид углерода(IV) массой 8,8 г.

Дано: $m(\text{CO}_2) = 8,8 \text{ г}$	Решение:
$V(\text{CO}_2) - ?$	1) Определим число молей, содержащихся в 8,8 г $\text{CO}_2$ :
	$M = \frac{m}{v}; v = \frac{m}{M}$
	$v(\text{CO}_2) = \frac{8,8 \text{ г}}{44 \text{ г/моль}} = 0,2 \text{ моль}$

2) Вычислим объем (н. у.), занимаемый оксидом углерода(IV) массой 8,8 г:

$$V_M = \frac{V}{v}; V = v \cdot V_M$$

$$V(\text{CO}_2) = 0,2 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 4,48 \text{ л}$$

**Ответ:** 4,48 л.

**Задача 5.** Рассчитайте число молекул, содержащихся в 4,48 л аммиака.

Дано: $V(\text{NH}_3) = 4,48 \text{ л}$	Решение:
$v(\text{NH}_3) - ?$	1-й способ
	1) Определим число молей, содержащихся в 4,48 л $\text{NH}_3$ :
	$v = \frac{V}{V_M}; v(\text{NH}_3) = \frac{4,4 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,2 \text{ моль}$

2) Определим число молекул, содержащихся в 0,2 моль  $\text{NH}_3$ :

$$N = \nu \cdot N_A$$

$$\nu(\text{NH}_3) = 0,2 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 1,204 \cdot 10^{23} \text{ молекул}$$

*2-й способ*

1 моль, или 22,4 л  $\text{NH}_3$ , содержит  $6,02 \cdot 10^{23}$  молекул

4,48 л  $\text{NH}_3$  содержат  $x$  молекул

$$x = \frac{4,48 \text{ л} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ молекул}}{22,4 \text{ л}} = 1,204 \cdot 10^{23} \text{ молекул}$$

**Ответ:**  $1,204 \cdot 10^{23}$  молекул.

## **А теперь решите самостоятельно**

**2.1.** Определите, какой объем (л) будут занимать 5 моль оксида углерода(IV) и 3 моль аммиака (н. у.).

**2.2.** Определите, какой объем ( $\text{дм}^3$ ) будут занимать 2,5 моль этана (н. у.).

**2.3.** Рассчитайте, одинаковые ли объемы будут занимать 3 моль оксида углерода(II) и 3 моль оксида углерода(IV) (н. у.).

**2.4.** Рассчитайте, одинаковые ли объемы будут занимать 2 моль пропана и 5,5 моль метана (н. у.).

**2.5.** Рассчитайте, одинаковые ли объемы будут занимать 44 г пропана и 44 г оксида углерода(IV) (н. у.).

**2.6.** Рассчитайте, одинаковые ли объемы будут занимать 88 г пропана и 88 г метана (н. у.).

**2.7.** Рассчитайте, одинаковые ли объемы будут занимать 28 г азота и 28 г водорода (н. у.).

**2.8.** Рассчитайте, одинаковые ли объемы будут занимать 17 г аммиака и 30 г этана (н. у.).

**2.9.** Рассчитайте, одинаковые ли объемы будут занимать 4 г водорода и 64 г кислорода (н. у.).

**2.10.** Рассчитайте объемы, которые будут занимать 64 г оксида серы(IV) и 64 г кислорода (н. у.)

**2.11.** Вычислите объем, который будут занимать 80 г метана (н. у.).

**2.12.** Вычислите объем, который занимают 1,45 т воздуха (н. у.).

**2.13.** Вычислите объем, который занимают 8 кг оксида серы(VI) (н. у.).

**2.14.** Рассчитайте, одинаковые ли объемы будут занимать 100 г воды ( $\rho = 1 \text{ г/мл}$ ) и 100 г водяного пара.

**2.15.** Два сосуда одинаковой емкости и массы заполнили газами: один — кислородом, другой — озоном (н. у.). Одинакова ли масса сосудов после заполнения их газами? Если нет, то какой сосуд тяжелее и во сколько раз?

**2.16.** Два сосуда одинаковой емкости и массы заполнили газами: один — оксидом углерода(IV), другой — пропаном (н. у.). Какой из двух сосудов будет тяжелее и во сколько раз?

**2.17.** Два сосуда одинаковой емкости и массы заполнили газами: один — оксидом углерода(II), другой — оксидом углерода(IV). Какой из двух сосудов будет легче и во сколько раз?

**2.18.** Определите, сколько молекул содержится в 1,12 л хлора (н. у.).

**2.19.** Определите, сколько молекул хлороводорода содержат 672 л этого газа (н. у.).

**2.20.** Определите, сколько атомов хлора и кислорода содержится в 11,2 л паров оксида хлора(VII).

**2.21.** Определите, сколько атомов азота и кислорода содержится в 67,2 л оксида азота(IV) (н. у.).

**2.22.** Определите, сколько атомов азота и водорода содержится в 44,8 л аммиака (н. у.).

**2.23.** Определите, сколько атомов углерода и кислорода содержится в 2 л углекислого газа (оксида углерода(IV) (н. у.).

**2.24.** Рассчитайте, какой объем занимают 260 г ацетилен (н. у.).

**2.25.** Рассчитайте, какое количество вещества содержится в 5,6 л кислорода (н. у.).

**2.26.** Рассчитайте, какие объемы займут 10 г и 10 моль газа азота (н. у.).

**2.27.** Рассчитайте, где содержится больше молекул — в 50 г или в 50 л метана (н. у.).

**2.28.** Рассчитайте, какой объем занимает оксид углерода(II) массой 5,6 г (н. у.).

**2.29.** Рассчитайте, какое количество вещества составляют 8,96 л водорода (н. у.).

**2.30.** Вычислите массу 5 л этана (н. у.).

**2.31.** Определите, где содержится больше молекул: в 4,48 л кислорода или в 4,48 л хлора (н. у.).



**2.32.** Вычислите объем (н. у.) и массу: а) 5 моль оксида азота(II); б) 5 моль аммиака.

**2.33.** Вычислите, какой объем при нормальных условиях займут: а)  $1,204 \cdot 10^{23}$  молекул азота; б)  $1,806 \cdot 10^{24}$  молекул пропана.

**2.34.** Рассчитайте, какую массу будут иметь следующие объемы газов, взятые при нормальных условиях: а) 448 м<sup>3</sup> аммиака; б) 67,2 мл оксида углерода(II); в) 8,96 дм<sup>3</sup> водорода.

**2.35.** Сосуд вместимостью 112 дм<sup>3</sup> заполнили азотом (н. у.). Вычислите массу этого газа.

*Внимание, тесты!*

**2.36.** 0,2 моль оксида углерода(IV) (н. у.) занимают объем

- 1) 4,48 л      2) 5,6 л      3) 11,2 л      4) 22,4 л

**2.37.** 0,5 моль кислорода (н. у.) занимают объем

- 1) 5,6 л      2) 11,2 л      3) 56 л      4) 67,2 л

**2.38.** Смесь 3 моль хлора и 3 моль кислорода занимает объем (н. у.)

- 1) 100 л      2) 112 л      3) 134,4 л      4) 150 л

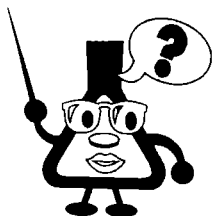
**2.39.** 44 кг оксида углерода(IV) (н. у.) занимают объем

- 1) 2,24 м<sup>3</sup>      2) 22,4 м<sup>3</sup>      3) 44,8 м<sup>3</sup>      4) 56 м<sup>3</sup>

**2.40.** Смесь 280 г азота и 60 г водорода (н. у.) занимает объем

- 1) 22,4 л      2) 44,8 л      3) 560 л      4) 896 л

### *3. Массовая доля химического элемента. Вывод формулы вещества*



Массовая доля химического элемента ( $w$ ) — это отношение относительной атомной массы химического элемента к относительной молекулярной массе химического соединения. Эта величина безразмерная.

$$w(X) = \frac{nA_r(X)}{M_r},$$

где  $w$  — массовая доля химического элемента,

$n$  — число атомов данного элемента, обозначенное индексом в формуле соединения,

$A_r$  — относительная атомная масса химического элемента,  
 $M_r$  — относительная молекулярная масса соединения.

Если требуется вычислить массовую долю химического элемента в процентах, то результат необходимо умножить на 100%.

**Задача 1.** Определите массовую долю углерода в карбонате кальция ( $\text{CaCO}_3$ ).

Дано: $\text{CaCO}_3$	Решение:
$w(\text{C})$ — ?	1) Найдем относительную молекулярную массу $\text{CaCO}_3$ :
	$M_r(\text{CaCO}_3) = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100$

2) Найдем массовую долю углерода:

$$w(\text{C}) = 12 : 100 = 0,12, \text{ или } 12\%$$

**Ответ:** 0,12, или 12%.

**Задача 2.** Определите массовые доли элементов в оксиде меди(II).

Дано: $\text{CuO}$	Решение:
$w(\text{Cu})$ — ? $w(\text{O})$ — ?	1) Найдем относительную молекулярную массу $\text{CuO}$ :
	$M_r(\text{CuO}) = 64 + 16 = 80$

2) Найдем массовую долю меди:

$$w(\text{Cu}) = 64 : 80 = 0,8, \text{ или } 80\%$$

3) Найдем массовую долю кислорода:

$$w(\text{O}) = 16 : 80 = 0,2, \text{ или } 20\%,$$

или

$$w(\text{O}) = 100\% - 80\% = 20\%$$

**Ответ:**  $w(\text{Cu}) = 80\%$ ,  $w(\text{O}) = 20\%$ .

**Задача 3.** Выведите формулу кислородного соединения азота, в котором массовая доля азота равна 30,4%, кислорода — 69,6%.

Дано:

$$w(\text{N}) = 30,4\%$$

$$w(\text{O}) = 69,6\%$$

Найти простейшую формулу соединения

Решение:

1-й способ

Пусть  $x$  — число атомов азота, а  $y$  — число атомов кислорода, тогда формула соединения  $\text{N}_x\text{O}_y$ .

$$w(\text{N}) = \frac{x A_r(\text{N})}{M_r(\text{N}_x\text{O}_y)}$$

$$x = \frac{M_r(\text{N}_x\text{O}_y) \cdot w(\text{N})}{A_r(\text{N})}$$

$$w(\text{O}) = \frac{y A_r(\text{O})}{M_r(\text{N}_x\text{O}_y)}$$

$$y = \frac{M_r(\text{N}_x\text{O}_y) \cdot w(\text{O})}{A_r(\text{O})}$$

$$x : y = \frac{M_r(\text{N}_x\text{O}_y) \cdot w(\text{N}) \cdot A_r(\text{O})}{A_r(\text{N}) \cdot M_r(\text{N}_x\text{O}_y) \cdot w(\text{O})}$$

$$x : y = \frac{w(\text{N})}{w(\text{O})} : \frac{A_r(\text{N})}{A_r(\text{O})}; \quad x : y = \frac{w(\text{N})}{A_r(\text{N})} : \frac{w(\text{O})}{A_r(\text{O})}$$

$$x : y = \frac{0,304}{14} : \frac{0,696}{16} = 0,0217 : 0,0435 = 1 : 2$$

**Ответ:** формула соединения  $\text{NO}_2$ .

2-й способ

Пусть  $x$  — число молей атомов азота, а  $y$  — число молей атомов кислорода, тогда формула соединения  $\text{N}_x\text{O}_y$ .

Зная массовые доли элементов в соединении, делаем вывод: в 100 г вещества содержится 30,4 г азота и 69,6 г кислорода.

1) Найдем число молей азота, содержащихся в 30,4 г:

$$\nu(\text{N}) = \frac{30,4 \text{ г}}{14 \text{ г/моль}} = 2,17 \text{ моль}$$

2) Найдем число молей кислорода, содержащихся в 69,6 г:

$$\nu(\text{O}) = \frac{69,6 \text{ г}}{16 \text{ г/моль}} = 4,35 \text{ моль}$$

$$x : y = 2,17 : 4,35 = 1 : 2$$

**Ответ:** формула соединения  $\text{NO}_2$ .

## **А теперь решите самостоятельно**

- 3.1.** Вычислите массовую долю кислорода в оксиде серы(VI).
- 3.2.** Вычислите массовую долю хлора в оксиде хлора(VII).
- 3.3.** Вычислите массовую долю иода в молекуле иодоводорода.
- 3.4.** Вычислите массовую долю углерода в молекуле метана.
- 3.5.** Вычислите массовую долю алюминия в оксиде алюминия.
- 3.6.** Вычислите массовую долю цинка в сульфате цинка.
- 3.7.** Вычислите массовую долю железа в хлориде железа(III).
- 3.8.** Вычислите массовую долю калия в фосфате калия.
- 3.9.** Вычислите массовую долю кальция в гидроксиде кальция.
- 3.10.** Вычислите массовую долю серебра в нитрате серебра.
- 3.11.** Вычислите массовую долю водорода в молекуле сероводорода.
- 3.12.** Вычислите массовую долю кислотного остатка в молекуле серной кислоты.
- 3.13.** Вычислите массовую долю кислотного остатка в молекуле азотной кислоты.
- 3.14.** Вычислите массовую долю гидроксильных групп, содержащихся в гидроксиде магния.
- 3.15.** Вычислите массовую долю кислотного остатка в молекуле ортофосфорной кислоты.
- 3.16.** Вычислите массовую долю гидроксильной группы в гидроксиде калия.
- 3.17.** Вычислите массовую долю кислотного остатка в хлороводородной кислоте.
- 3.18.** Рассчитайте массовые доли элементов в сульфиде калия.
- 3.19.** Рассчитайте массовые доли элементов в гидроксиде бария.
- 3.20.** Рассчитайте массовые доли элементов в ортофосфате железа(III).
- 3.21.** Рассчитайте массовые доли элементов в молекуле глюкозы ( $C_6H_{12}O_6$ ).
- 3.22.** Рассчитайте массовые доли элементов в карбонате натрия.
- 3.23.** Рассчитайте массовые доли элементов в доломите  $MgCa(CO_3)_2$ .
- 3.24.** Рассчитайте массовые доли элементов в аммиачной селитре (нитрате аммония).
- 3.25.** Рассчитайте массовые доли элементов в двойном суперфосфате.

- 3.26.** Рассчитайте массовую долю оксида кремния(IV), содержащегося в обычном оконном (натриевом) стекле  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ .
- 3.27.** Рассчитайте массовые доли элементов в сульфате бария.
- 3.28.** Сравните массовые доли углерода, содержащегося в молекулах оксида углерода(II) и оксида углерода(IV).
- 3.29.** Сравните массовые доли водорода, содержащегося в молекулах метана, этилена и ацетилена.
- 3.30.** Сравните массовые доли кислорода, содержащегося в одинаковых количествах воды и водяного пара.
- 3.31.** Сравните массовые доли калия, содержащегося в одинаковых количествах нитрата калия и хлорида калия.
- 3.32.** Сравните массовые доли серы, содержащейся в молекулах оксида серы(IV), оксида серы(VI) и сероводорода.
- 3.33.** Сравните массовые доли азота, содержащегося в молекулах оксида азота(III) и аммиака.
- 3.34.** Какое из двух удобрений: карбамид  $(\text{CO}(\text{NH}_2)_2)$  или аммиачная селитра  $(\text{NH}_4\text{NO}_3)$  — более эффективно для насыщения почвы азотом? Ответ обоснуйте.
- 3.35.** Какое из двух удобрений: нитрат калия или хлорид калия — более эффективно для насыщения почвы калием? Ответ обоснуйте.
- 3.36.** Сравните массовые доли оксида кремния(IV), содержащегося в водном и обезвоженном каолините  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .
- 3.37.** Сравните массовые доли углерода, содержащегося в одинаковых количествах вещества оксида углерода(II) и сухого льда.
- 3.38.** Сравните массовые доли серы в серной, сернистой и сероводородной кислотах.
- 3.39.** Рассчитайте массовые доли элементов в гидрофосфате калия.
- 3.40.** Рассчитайте массовые доли элементов в гидрокарбонате калия.
- 3.41.** Рассчитайте массовые доли элементов в молекуле этилового спирта.
- 3.42.** Рассчитайте массовые доли элементов в молекуле уксусной кислоты.
- 3.43.** Рассчитайте массовые доли элементов в молекуле муравьиной кислоты.
- 3.44.** Рассчитайте массовую долю серы в соединении цинка с серой, если 4 г этого соединения содержит 1,32 г серы. Выведите формулу данного вещества.

**3.45.** Рассчитайте массовую долю кислорода в соединении серы с кислородом, если известно, что 6,1 г его содержит 2,44 г серы. Выведите формулу данного вещества.

**3.46.** Рассчитайте массовую долю железа в соединении железа с кислородом, если известно, что 6,8 г этого соединения содержат 4,76 г железа. Выведите формулу данного вещества.

**3.47.** Рассчитайте массовую долю меди, содержащейся в соединении меди с кислородом, если известно, что 5,6 г его содержат 4,97 г меди. Выведите формулу данного вещества.

**3.48.** Выведите простейшую формулу соединения, в котором массовая доля кислорода составляет 56,34%, а массовая доля фосфора — 43,66%.

**3.49.** Выведите простейшую формулу водородного соединения углерода, в котором массовая доля углерода составляет 75%.

**3.50.** Выведите простейшую формулу соединения, в котором массовая доля натрия равна 32,4%, серы — 22,5%, кислорода — 45,1%.

*Внимание, тесты!*

**3.51.** Массовая доля химического элемента водорода в метане равна

- 1) 0,11      2) 0,25      3) 0,75      4) 1

**3.52.** Массовая доля химического элемента углерода в метане равна

- 1) 15%      2) 25%      3) 75%      4) 100%

**3.53.** Массовая доля химического элемента кальция в нитриде кальция равна

- 1) 42%      2) 60%      3) 81%      4) 101%

**3.54.** Массовая доля химического элемента алюминия в сульфиде алюминия в долях единицы равна

- 1) 0,11      2) 0,36      3) 0,91      4) 1,2

**3.55.** Массовая доля химического элемента водорода в молекуле метанола  $\text{CH}_4\text{O}$  составляет

- 1) 0,125      2) 0,251      3) 0,376      4) 0,400

**3.56.** Массовая доля химического элемента углерода в молекуле этанола  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  составляет

- 1) 10%      2) 23,6%      3) 41,0%      4) 52,2%

**3.57.** Массовая доля химического элемента магния в сульфате магния составляет

- 1) 0,10      2) 0,20      3) 0,30      4) 0,40

**3.58.** Массовая доля химического элемента цинка в сульфате цинка составляет

- 1) 20,2%      2) 30,3%      3) 40,4%      4) 50,5%

**3.59.** Массовая доля химического элемента азота в нитрате меди(II) в процентах составляет \_\_\_\_\_

**3.60.** Массовая доля химического элемента хлора в хлорной кислоте  $\text{HClO}_4$  в процентах составляет \_\_\_\_\_

**3.61.** Массовая доля химического элемента кальция в ортофосфате кальция в долях единицы составляет \_\_\_\_\_

**3.62.** Массовая доля химического элемента меди в малахите  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$  в процентах составляет \_\_\_\_\_

**3.63.** Во сколько раз массовая доля химического элемента серы в оксиде серы(VI) меньше, чем в оксиде серы(IV)?  
\_\_\_\_\_

**3.64.** Наименьшая массовая доля химического элемента железа в веществе, формула которого

- 1)  $\text{FeS}$       2)  $\text{FeS}_2$       3)  $\text{FeCO}_3$       4)  $\text{CuFeS}_2$

(Ответ подтвердите расчетом.)

**3.65.** Наибольшая массовая доля химического элемента бария в веществе

- 1) оксид бария      2) сульфид бария      3) гидроксид бария      4) сульфат бария

(Ответ подтвердите расчетом.)

**3.66.** Наибольшая массовая доля химического элемента меди в веществе, формула которого

- 1)  $\text{Cu}_2\text{O}$       2)  $\text{CuO}$       3)  $\text{CuS}$       4)  $\text{CuSO}_4$

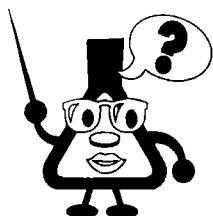
(Ответ подтвердите расчетом.)

**3.67.** Наибольшая массовая доля химического элемента магния в веществе

- 1) оксид магния      2) сульфид магния      3) карбонат магния      4) сульфат магния

(Ответ подтвердите расчетом.)

#### 4. Массовая доля растворенного вещества. Молярная концентрация



**Растворы** — это однородные смеси переменного состава. Они бывают жидкими, твердыми, газовыми. Если термин «раствор» не содержит уточнения, он относится к жидкой системе. Компонентами раствора являются растворитель и растворенное вещество (растворенные вещества).

Существует несколько способов выражения концентрации растворов. Например, **процентная концентрация** показывает, сколько граммов вещества содержится в 100 г раствора. Так, 5%-ный раствор соли — это раствор, в 100 г которого содержится 5 г соли и 95 г воды, а 10%-ный раствор соли будет содержать 10 г соли и 90 г воды и т. д.

Зная процентную концентрацию, можно найти массовую долю растворенного вещества.

**Массовая доля растворенного вещества ( $w$ )** — это отношение массы растворенного вещества к массе раствора:

$$w = \frac{m(\text{в-ва})}{m(\text{р-ра})} = \frac{m(\text{в-ва})}{m(\text{в-ва}) + m(\text{р-теля})},$$

откуда

$$m(\text{в-ва}) = w \cdot m(\text{р-ра})$$

Массовую долю растворенного вещества измеряют в долях единицы или в процентах.

**Задача 1.** Вычислите массовую долю растворенного вещества в растворе, для приготовления которого взяли 50 г соли и 450 г воды.

Дано:

$m(\text{соли}) = 50 \text{ г}$

$m(\text{воды}) = 450 \text{ г}$

$w(\text{соли}) = ?$

Решение:

1) Найдем массу раствора:

$$m(\text{р-ра}) = 50 \text{ г} + 450 \text{ г} = 500 \text{ г}$$

2) Найдем массовую долю соли в растворе.



1-й способ

$$w = \frac{m(\text{в-ва})}{m(\text{р-ра})}; w = 50 \text{ г} : 500 \text{ г} = 0,1 \text{ или } 10\%$$

2-й способ

в 500 г раствора содержится 50 г соли

в 100 г раствора содержится  $x$  г соли

$$x = \frac{50 \text{ г} \cdot 100 \text{ г}}{500 \text{ г}} = 10\%$$

**Ответ:** 10%.

**Задача 2.** Вычислите массы сахара и воды, необходимых для приготовления 200 г 15%-ного раствора.

Дано:

$$m(\text{р-ра}) = 200 \text{ г}$$

$$w(\text{сахара}) = 15\%$$

$$m(\text{сахара}) — ?$$

$$m(\text{воды}) — ?$$

Решение:

1) Найдем массу сахара в растворе.

1-й способ

Будем исходить из формулы:

$$w = \frac{m(\text{в-ва})}{m(\text{р-ра})}, \text{ откуда}$$

$$m(\text{в-ва}) = w \cdot m(\text{р-ра})$$

$$m(\text{сахара}) = 0,15 \cdot 200 \text{ г} = 30 \text{ г}$$

2-й способ

в 100 г раствора содержится 15 г сахара

в 200 г раствора содержится  $x$  г сахара

$$x = \frac{200 \text{ г} \cdot 15 \text{ г}}{100 \text{ г}} = 30 \text{ г}$$

2) Найдем массу воды, необходимой для приготовления раствора:

$$m(\text{воды}) = 200 \text{ г} - 30 \text{ г} = 170 \text{ г}$$

**Ответ:**  $m(\text{сахара}) = 30 \text{ г}$ ;  $m(\text{воды}) = 170 \text{ г}$ .

**Задача 3.** Вычислите массу нитрата калия, который надо растворить в 300 г воды для приготовления 3%-ного раствора.

Дано:

$$m(\text{воды}) = 300 \text{ г}$$

$$w(\text{KNO}_3) = 3\% (0,03)$$

$$m(\text{KNO}_3) — ?$$

Решение:

1-й способ

Найдем массу нитрата калия в растворе. В 100 г раствора содержится 3 г  $\text{KNO}_3$ , следовательно:

в 97 г воды содержится 3 г  $\text{KNO}_3$   
в 300 г воды содержится  $x$  г  $\text{KNO}_3$

$$x = \frac{300 \text{ г} \cdot 3 \text{ г}}{97 \text{ г}} = 9,28 \text{ г}$$

2-й способ

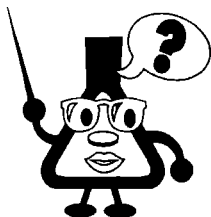
$x$  — масса нитрата калия,

$(x + 300)$  — масса раствора

$$w = \frac{m(\text{в-ва})}{m(\text{р-ра})}, \text{ откуда } 0,03 = \frac{x \text{ г}}{300 \text{ г} + x \text{ г}}$$

$$x = 9,28 \text{ г}$$

Ответ: 9,28 г.



В лабораторных исследованиях удобнее пользоваться растворами с определенной молярной концентрацией (молярностью).

**Молярная концентрация раствора ( $c_M$ )** — это отношение количества растворенного вещества к объему раствора:

$$c_M(X) = \frac{v(X)}{V(\text{р-ра})}$$

Единица измерения молярной концентрации — моль/л.

На практике часто используют растворы следующей молярной концентрации:

1М — одномолярный раствор ( $c_M(X) = 1,0$  моль/л)

0,1М — децимолярный раствор ( $c_M(X) = 0,1$  моль/л)

0,01М — сантимольный раствор ( $c_M(X) = 0,01$  моль/л)

Например, запись 0,2М NaOH означает, что в 1 л раствора содержится 0,2 моль гидроксида натрия, т. е. молярная концентрация гидроксида натрия в растворе составляет 0,2 моль/л.

Молярная концентрация раствора связана с массовой долей растворенного вещества (выраженной в процентах) соотношением:

$$c_M(X) = \frac{w(X) \cdot \rho(\text{р-ра})}{M(X)}$$

**Задача 4.** Приготовьте 250 мл раствора 0,5М NaOH.

Дано:

250 мл р-ра

$c_M(\text{NaOH}) = 0,5 \text{ моль/л}$

$m(\text{NaOH}) = ?$

Решение:

Рассчитаем массу гидроксида натрия, необходимого для приготовления раствора.

1) 1000 мл р-ра — 0,5 моль NaOH

250 мл р-ра — моль NaOH

$$x = \frac{250 \text{ мл} \cdot 0,5 \text{ моль}}{1000 \text{ мл}} = 0,125 \text{ моль NaOH}$$

или

$$v(\text{NaOH}) = 0,25 \text{ л} \cdot 0,5 \text{ моль} = 0,125 \text{ моль}$$

2)  $m(\text{NaOH}) = M \cdot v = 40 \text{ г/моль} \cdot 0,125 \text{ моль} = 5 \text{ г}$

В мерную колбу на 250 мл перенесем рассчитанную массу едкого натра, растворим в небольшом объеме дистиллированной воды и дольем воду до метки.

**Задача 5.** К 400 мл 25%-ного раствора сульфата меди(II) с плотностью 1,2 г/мл прилили 250 мл воды. Определите молярную концентрацию и массовую долю медного купороса ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) в полученном растворе.

Дано:

$V_1(\text{р-ра}) = 400 \text{ мл}$

$w_1(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 25\%$

$\rho_1(\text{р-ра}) = 1,2 \text{ г/мл}$

$V(\text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ мл}$

$c_{M_2}(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = ?$

$w_2(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = ?$

Решение:

1) Определим массу 25%-ного раствора медного купороса и массу  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  в нем:

$$m_1(\text{р-ра}) = V_1(\text{р-ра}) \cdot \rho_1(\text{р-ра}) = 400 \text{ мл} \cdot 1,2 \text{ г/мл} = 480 \text{ г}$$

$$\begin{aligned} m_1(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) &= \\ &= m_1(\text{р-ра}) \cdot w_1(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \\ &= 480 \text{ г} \cdot 0,25 = 120 \text{ г} \end{aligned}$$

2) Рассчитаем массу полученного раствора и массовую долю медного купороса в этом растворе:

$$m_2(\text{р-ра}) = 480 \text{ г} + 250 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} = 730 \text{ г}$$

$$w_2(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{m_1(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{m_2(\text{р-ра})} \cdot 100\%$$

$$w_2(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{120 \text{ г}}{730 \text{ г}} \cdot 100\% = 16,4\%$$

3) Рассчитаем объем полученного раствора и его молярную концентрацию:

$$V_2(\text{р-ра}) = 400 \text{ мл} + 250 \text{ мл} = 650 \text{ мл} = 0,65 \text{ л}$$

$$c_{M_2}(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{\nu(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{V_2(\text{р-ра})} = \frac{120}{250 \cdot 0,65} \approx 0,74 \text{ моль/л} = 0,74\text{M}$$

**Ответ :**  $c_{M_2}(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) \approx 0,75\text{M}$ ,  $w(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 16,4\%$ .

## **А теперь решите самостоятельно**

**4.1.** Вычислите массовую долю (в процентах) нитрата калия в растворе, если для приготовления раствора взяты нитрат калия массой 4 г и вода массой 21 г.

**4.2.** В качестве микроудобрения, содержащего медь, применяют медный купорос. Вычислите массовую долю (в процентах) сульфата меди(II) в растворе, если для приготовления раствора были взяты сульфат меди(II) массой 16 г и вода массой 64 г.

**4.3.** Вычислите массовую долю (в процентах) хлороводорода в соляной кислоте, содержащей 14,6 г HCl и 385,4 г воды.

**4.4.** Вычислите массовую долю (в процентах) сахарозы в растворе, содержащем воду массой 250 г и сахарозу массой 50 г.

**4.5.** В 65 г воды растворили 15 г кислоты. Вычислите массовую долю (в процентах) кислоты в растворе.

**4.6.** Для опрыскивания овощей против долгоносика потребовались хлорид бария массой 3,2 кг и вода массой 76,8 кг. Определите массовую долю (в процентах) хлорида бария в этом растворе.

**4.7.** Поступающая в продажу соляная кислота содержит 427 г HCl в растворе массой 1 кг. Определите массовую долю (в процентах) HCl в растворе.

**4.8.** Вычислите массовую долю (в процентах) растворенного вещества в растворе, приготовленном из 15 г соли и 185 г воды.

**4.9.** В 450 мл воды растворили 50 г соли. Вычислите массовую долю (в процентах) соли в полученном растворе.

**4.10.** Вычислите массовую долю (в процентах) едкого натра в растворе, полученном при растворении едкого натра массой 40 г в воде массой 220 г.

**4.11.** Вычислите массовую долю (в процентах) этилового спирта в растворе, полученном растворением в воде массой 40 г этилового спирта массой 20 г.

**4.12.** Для приготовления рассола при солении огурцов на 1 л воды требуется 60 г поваренной соли. Определите массовую долю соли (в процентах) в растворе.

**4.13.** Маринад для капусты содержит 100 г воды, 250 г 6%-ного уксуса, 200 г сахара, 60 г поваренной соли. Вычислите массовую долю (в процентах) сахара в данном маринаде.

**4.14.** 300 г 15%-ного раствора сахара упарили наполовину. Какой стала после этого массовая доля (в процентах) сахара?

**4.15.** К 60 г 20%-ного раствора соды добавили 20 г воды. Вычислите массовую долю (в процентах) соды в новом растворе.

**4.16.** К 70 г 10%-ного раствора щелочи добавили 14 г воды. Вычислите массовую долю (в процентах) растворенного вещества в полученном растворе.

**4.17.** К 90 г 20%-ного раствора хлорида калия добавили 10 г соли. Вычислите массовую долю (в процентах) растворенного вещества в полученном растворе.

**4.18.** Для консервирования овощей приготовили маринад из 1,5 л воды, 45 г поваренной соли и 5 г уксусной кислоты. Определите массовые доли (в процентах) соли и уксусной кислоты в полученном маринаде.

**4.19.** Для борьбы с вредителями сельского хозяйства используют раствор хлорида бария, приготовленный из расчета 50 г хлорида бария на 1 л воды. Вычислите массовую долю (в процентах)  $\text{BaCl}_2$  в таком растворе.

**4.20.** Вычислите массу щелочи, необходимой для приготовления 40 г 10%-ного раствора.

**4.21.** Вычислите массу сульфата меди(II), необходимого для приготовления 60 г раствора медного купороса с массовой долей  $\text{CuSO}_4$  5%.

**4.22.** Сколько граммов нитрата натрия следует растворить в воде массой 600 г, чтобы получить раствор с массовой долей растворенного вещества 10%?

**4.23.** При ожогах щелочами пораженный участок кожи промывают водой, а затем нейтрализуют 1%-ным раствором уксусной кислоты. Вычислите массу уксусной кислоты, необходимой для приготовления 300 г такого раствора.

**4.24.** Столовый уксус представляет собой раствор, массовая доля уксусной кислоты в котором 9%. Вычислите массу уксусной кислоты в растворе массой 600 г.

**4.25.** Вычислите массу растворенного вещества в 0,3 кг раствора серной кислоты с массовой долей 20%.

**4.26.** Вычислите массу перманганата калия, необходимого для приготовления дезинфицирующего раствора массой 1,2 кг с массовой долей  $\text{KMnO}_4$  0,5%.

**4.27.** Массовая доля солей в морской воде достигает 3,5%. Морскую воду массой 120 г выпарили досуха. Определите массу остатка.

**4.28.** Уксус представляет собой водный раствор с массовой долей уксусной кислоты 6%. Рассчитайте массу уксусной кислоты в 320 г уксуса.

**4.29.** Рассчитайте, какие массы безводного карбоната натрия и воды надо взять, чтобы приготовить раствор массой 60 г с массовой долей  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  15%.

**4.30.** Для обнаружения иода используют водный раствор крахмала с массовой долей крахмала в нем 0,2%. Рассчитайте массы крахмала и воды, необходимых для приготовления 160 г такого раствора.

**4.31.** Для борьбы с вредителями сельского хозяйства часто используют раствор медного купороса. Сколько килограммов сульфата меди(II) и воды надо взять для приготовления 20 кг такого раствора с массовой долей  $\text{CuSO}_4$  5%?

**4.32.** Для дезинфекции ран используют йодную настойку (спиртовой раствор иода с массовой долей иода 5%). Рассчитайте массы кристаллического иода и спирта, необходимых для приготовления 150 г такой настойки.

**4.33.** Для подкормки растений потребовался раствор калийной селитры массой 300 г, массовая доля соли в котором 0,5%. Определите массы воды и селитры, необходимых для приготовления раствора данной массы.

**4.34.** Под кукурузу на каждый гектар необходимо внести 180 кг раствора аммиачной селитры с массовой долей в нем чистой соли 80%. Вычислите массы (кг) соли и воды для приготовления такого раствора.

**4.35.** Вычислите массы соли и воды, которые потребуются для приготовления 60 г 20%-ного раствора нитрита калия.

**4.36.** Для засолки огурцов приготовили 3 кг 6%-ного раствора поваренной соли. Вычислите, какие массы соли и воды необходимо взять для приготовления такого раствора.

**4.37.** Вычислите массы соли и воды, необходимых для приготовления 0,5 кг 0,9%-ного физиологического раствора, используемого в медицине.

**4.38.** Для подкормки комнатных растений необходимо приготовить 2 кг раствора с массовой долей удобрений 2%. Вычислите, какие массы удобрений и воды необходимо взять для приготовления данного раствора.

**4.39.** Для приготовления моченых яблок использовали раствор, массовая доля сахара в котором 3,84%. Вычислите, какие массы сахара и воды необходимо взять для приготовления 5 кг такого раствора.

**4.40.** Для подкормки растений используют калийную селитру. Вычислите массы нитрата калия и воды, необходимых для приготовления 2,75 кг раствора с массовой долей  $\text{KNO}_3$  0,54%.

**4.41.** Вычислите массы воды и уксусной кислоты, необходимых для приготовления 800 г раствора с массовой долей кислоты 55%.

**4.42.** Сколько граммов хлороводорода и воды надо смешать, чтобы получить 300 г раствора соляной кислоты с массовой долей  $\text{HCl}$  20%?

**4.43.** Для подкормки растений потребовался раствор массой 1,8 кг с массовой долей мочевины 0,5%. Вычислите массы мочевины и воды, необходимых для приготовления этого раствора.

**4.44.** В 500 мл воды растворили 49 г серной кислоты. Вычислите молярную концентрацию серной кислоты в полученном растворе.

**4.45.** Вычислите массу калия, который содержится в 250 мл 0,1М раствора  $\text{KNO}_3$ .

**4.46.** Вычислите массу сульфата меди(II), который содержится в 500 мл 0,2М раствора  $\text{CuSO}_4$ .

*Внимание, тесты!*

**4.47.** Массовая доля сульфата калия в 250 г раствора, для приготовления которого использовали 50 г этой соли, составляет

- 1) 0,1      2) 0,2      3) 0,4      4) 0,5

**4.48.** Массовая доля гидроксида калия в растворе, полученном из 7 г этой щелочи и 43 г воды, равна

- 1) 7%      2) 14%      3) 20%      4) 40%

**4.49.** Масса перманганата калия в 500 г 1%-ного раствора, который используют для обработки термических ожогов, составляет

- 1) 1 г      2) 5 г      3) 10 г      4) 15 г

**4.50.** Массовая доля сахара в растворе, полученном из 15 г сахара и 435 г воды, равна

- 1) 0,01      2) 0,02      3) 0,03      4) 0,05

**4.51.** 200 г раствора поваренной соли выпарили до получения сухого остатка, масса которого 16 г. Массовая доля соли во взятом растворе равна

- 1) 4%      2) 8%      3) 12%      4) 16%

**4.52.** Для приготовления 400 г раствора использовали 34 г соли. Массовая доля растворенного вещества в растворе составляет

- 1) 3,4%      2) 6,8%      3) 8,5%      4) 12,2%

**4.53.** После выпаривания 200 г раствора получили 3 г кристаллов соли. Массовая доля растворенного вещества в растворе, взятом до выпаривания, составляла

- 1) 1,1%      2) 1,5%      3) 2,3%      4) 3,2%

**4.54.** Масса иодида калия, использованного для приготовления 200 г 2%-ного раствора, равна

- 1) 1 г      2) 2 г      3) 3 г      4) 4 г

**4.55.** Масса хлорида меди(II), который следует использовать для приготовления 30 г 10%-ного раствора, составляет

- 1) 1 г      2) 2 г      3) 3 г      4) 4 г

**4.56.** Столовый уксус представляет собой 6%-ный раствор уксусной кислоты в воде. Для приготовления 200 г столового уксуса потребуется этой кислоты

- 1) 0,2 г      2) 10 г      3) 12 г      4) 14 г

**4.57.** Для приготовления 50 г уксусной эссенции, которая представляет собой 80%-ный раствор уксусной кислоты, требуется этой кислоты \_\_\_\_\_

**4.58.** Масса воды, которую следует добавить к 60 г поваренной соли, чтобы приготовить 1 кг 6%-ного рассола для консервирования овощей, равна \_\_\_\_\_

**4.59.** К 200 г 50%-ного раствора азотной кислоты добавили 400 г 25%-ного раствора этой же кислоты. Массовая доля азотной кислоты в полученном растворе составляет \_\_\_\_\_

**4.60.** После полного упаривания 50 г раствора образовалось 6 г твердого остатка. Массовая доля растворенного вещества во взятом растворе составляла \_\_\_\_\_

**4.61.** Вычислите массовую долю соли в растворе, полученном при упаривании 100 г 16%-ного раствора соли наполовину.

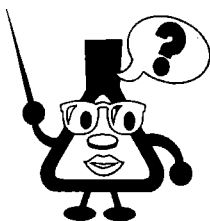


**4.62.** К 80 г раствора, в котором массовая доля сульфата калия равна 20%, добавили 20 г воды. Вычислите массовую долю сульфата калия в полученном растворе.

**4.63.** К 80 г раствора, в котором массовая доля нитрата калия равна 20%, добавили 4 г соли. Вычислите массовую долю нитрата калия в полученном растворе.

**4.64.** Вычислите массу воды, которую надо добавить к 10 г 80%-ного раствора уксусной эссенции, чтобы получить столовый уксус (6%-ный раствор).

### 5. Плотность раствора



При приготовлении растворов жидкие вещества обычно не взвешивают, а отмеривают. Поэтому при расчетах очень часто приходится переводить единицы массы в единицы объема и наоборот. Для это используют величину, называемую плотностью ( $\rho$  — «ро»).

**Плотность** — это масса вещества, отнесенная к единице объема. Единица измерения — г/мл (г/см<sup>3</sup>) или кг/л (кг/дм<sup>3</sup>).

$$\rho = \frac{m}{V}$$

**Задача 1.** Вычислите массу 200 мл раствора щелочи, плотность которого 1,22 г/мл.

Дано:

$$V = 200 \text{ мл}$$

$$\rho = 1,22 \text{ г/мл}$$

$$m(\text{щелочи}) = ?$$

Решение:

$$\rho = \frac{m}{V}; m = \rho \cdot V$$

$$m = 1,22 \text{ г/мл} \cdot 200 \text{ мл} = 244 \text{ г}$$

**Ответ:** 244 г.

**Задача 2.** Вычислите объем раствора щелочи, масса которого 330 г, а плотность — 1,1 г/мл.

Дано:

$$m = 330 \text{ г}$$

$$\rho = 1,1 \text{ г/мл}$$

$$V(\text{р-ра}) = ?$$

Решение:

$$\rho = \frac{m}{V}; V = \frac{m}{\rho}$$

$$V(\text{р-ра}) = \frac{330 \text{ г}}{1,1 \text{ г/мл}} = 300 \text{ мл}$$

**Ответ:** 300 мл.

**Задача 3.** В 400 мл раствора, плотность которого 1,5 г/мл, содержится 360 г растворенного вещества. Вычислите массовую долю растворенного вещества в этом растворе.

Дано:

$$V(\text{р-ра}) = 400 \text{ мл}$$

$$\rho = 1,5 \text{ г/мл}$$

$$m(\text{р. в-ва}) = 360 \text{ г}$$

$$w = ?$$

Решение:

$$1) m(\text{р-ра}) = \rho \cdot V$$

$$m(\text{р-ра}) = 1,5 \text{ г/мл} \cdot 400 \text{ мл} = 600 \text{ г}$$

2) В 600 г раствора содержится 360 г растворенного вещества,

в 100 г раствора —  $x$  г растворенного вещества

$$x = 60 \text{ г}$$

$$w = 60\%,$$

или

$$w = \frac{360 \text{ г}}{600 \text{ г}} = 0,6, \text{ или } 60\%$$

**Ответ:** 60%.

### А теперь решите самостоятельно

**5.1.** Определите, какую массу хлорида калия надо взять для приготовления 0,8 л раствора (плотность 1,1 г/мл) с массовой долей KCl 16%.

**5.2.** К 650 мл раствора с массовой долей гидроксида натрия 40% (плотность раствора 1,44 г/мл) прилили 250 мл воды. Вычислите массовую долю (в процентах) NaOH в полученном растворе.

**5.3.** Как изменится массовая доля (в процентах) растворенного вещества, если к 0,5 л раствора азотной кислоты с массовой долей азотной кислоты 32% (плотность раствора 1,20 г/мл) прибавить 2 л воды?

**5.4.** К 300 мл раствора серной кислоты с массовой долей растворенного вещества 20% (плотность раствора 1,14 г/мл) прилили 700 мл воды. Вычислите массовую долю (в процентах) растворенного вещества в новом растворе.

**5.5.** К 200 мл 96%-ного раствора этилового спирта (плотность 0,8 г/мл) добавили 200 г воды. Определите массовую долю (в процентах) спирта в новом растворе.

**5.6.** Вычислите массу гидроксида калия в растворе объемом 600 мл (плотность 1,082 г/мл), если массовая доля KOH составляет 10%.

**5.7.** Рассчитайте массы гидроксида натрия и воды, необходимых для приготовления 50 мл 30%-ного раствора щелочи (плотность раствора 1,33 г/мл).

**5.8.** Рассчитайте массы спирта и воды, необходимых для приготовления 120 мл 90%-ного раствора метилового спирта (плотность 0,8 г/мл).

**5.9.** Вычислите массу гидроксида калия в 3 л раствора с массовой долей растворенного вещества 26% (плотность раствора 1,24 г/мл).

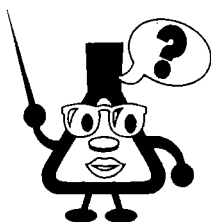
**5.10.** В 10 мл 36%-ного раствора содержится 4,8 г растворенного вещества. Найдите плотность раствора (г/мл).

**5.11.** Вычислите молярную концентрацию азотной кислоты в ее 20%-ном растворе (плотность раствора 1,1 г/мл).

**5.12.** Рассчитайте массу гидроксида натрия и объем воды, которые потребуются для приготовления 100 мл 5М раствора (плотность раствора 1,1 г/мл).

**5.13.** Вычислите массовую долю ортофосфорной кислоты в 10,24М ее растворе, если плотность данного раствора составляет 1,5 г/мл.

## 6. Относительная плотность газов



При расчетах удобнее использовать **относительную плотность газов**, показывающую, во сколько раз один газ тяжелее или легче другого. Относительную плотность обозначают буквой  $D$ .

Например, чтобы определить, во сколько раз данный газ тяжелее водорода, надо относительную молекулярную массу газа разделить на относительную молекулярную массу водорода:

$$D = \frac{M_r^1}{M_r(\text{H}_2)};$$

$$D_{\text{H}_2} = \frac{M_r^1}{2}; \quad D_{\text{O}_2} = \frac{M_r^1}{32}; \quad D_{\text{возд}} = \frac{M_r^1}{29}$$

По относительной плотности можно вычислить молярную массу.

Рассмотрим два газа (1 и 2) количеством один моль, находящихся в одинаковых условиях. Тогда плотность каждого газа

можно выразить через отношение молярной массы к молярному объему этого газа:

$$\rho = \frac{M}{V_M}$$

Молярные объемы сравниваемых газов одинаковы, поэтому можно записать:

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{M_2}{M_1}$$

Отношение плотностей двух газов равно отношению их молярных масс. Эту величину и называют относительной плотностью газа 2 по газу 1:

$$D = \frac{M_2}{M_1}$$

### **А теперь решите самостоятельно**

**6.1.** Вычислите относительную плотность по водороду следующих газов: метана, аммиака, оксида серы(IV), озона.

**6.2.** Вычислите относительную плотность по кислороду следующих газов: этана, озона, оксида углерода(IV).

**6.3.** Вычислите относительную плотность по воздуху следующих газов: водорода, кислорода, азота, оксида углерода(IV).

**6.4.** Относительная плотность газа по гелию равна 16. Вычислите относительную молекулярную массу этого газа (молекула гелия одноатомна).

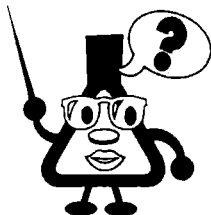
**6.5.** Относительная плотность газа по кислороду равна 2. Вычислите молярную массу этого газа, назовите этот газ, вычислите относительную плотность этого газа по водороду.

**6.6.** Относительная плотность газа по водороду равна 22. Вычислите молярную массу газа, назовите этот газ.

**6.7.** Относительная плотность газа по водороду равна 32. Вычислите относительную плотность этого газа по кислороду.

## ЧАСТЬ II. ВЫЧИСЛЕНИЯ ПО ХИМИЧЕСКИМ УРАВНЕНИЯМ

1. Вычисление массы, объема или количества вещества по известной массе, объему или количеству вещества одного из вступивших в реакцию или получившихся в результате реакции веществ



**Задача 1.** Вычислите массу соли, образовавшейся в результате взаимодействия раствора гидроксида бария с раствором серной кислоты, содержащим 4,9 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

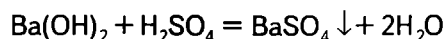
Дано:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 4,9 \text{ г}$$

$$m(\text{BaSO}_4) = ?$$

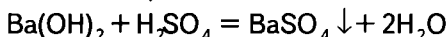
Решение:

1) Запишем уравнение химической реакции:



2) Над формулами веществ в уравнении реакции запишем исходные данные и вопрос задачи:

$$4,9 \text{ г} \qquad x \text{ г}$$



3) Вычислим массы веществ, соответствующие уравнению реакции:

$$M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \cdot 2 + 32 + 16 \cdot 4 = 98$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ моль} \cdot 98 \text{ г/моль} = 98 \text{ г}$$

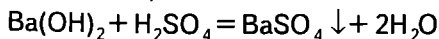
$$M_r(\text{BaSO}_4) = 137 + 32 + 16 \cdot 4 = 233$$

$$M(\text{BaSO}_4) = 233 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{BaSO}_4) = 1 \text{ моль} \cdot 233 \text{ г/моль} = 233 \text{ г}$$

4) Под формулами веществ в уравнении реакции запишем массы, соответствующие уравнению реакции:

$$4,9 \text{ г} \qquad x \text{ г}$$



$$98 \text{ г} \qquad 233 \text{ г}$$

5) Составим и решим пропорцию по уравнению реакции.

При взаимодействии 98 г серной кислоты с гидроксидом бария выделилось 233 г сульфата бария, а при взаимодействии 4,9 г серной кислоты с гидроксидом бария образуется  $x$  г сульфата бария:

98 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$  — 233 г  $\text{BaSO}_4$

4,9 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$  —  $x$  г  $\text{BaSO}_4$

$$x = \frac{4,9 \text{ г} \cdot 233 \text{ г}}{98 \text{ г}} = 11,65 \text{ г}$$

**Ответ:** 11,65 г  $\text{BaSO}_4$ .

**Задача 2.** Рассчитайте объем водорода (н. у.), который выделится при взаимодействии 4,9 г серной кислоты с цинком.

Дано:

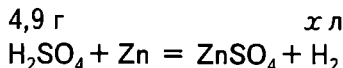
$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 4,9 \text{ г}$$

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

Решение:

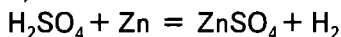
1) Запишем уравнение реакции.

2) Над формулами веществ в уравнении реакции запишем исходные данные:



3) Запишем под формулами веществ данные, соответствующие уравнению реакции:

4,9 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $x$  л  $\text{H}_2$



1 моль  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1 моль  $\text{H}_2$

98 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$  22,4 л  $\text{H}_2$

4,9 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $x$  л  $\text{H}_2$

98 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$  22,4 л  $\text{H}_2$

$$x = \frac{4,9 \text{ г} \cdot 22,4 \text{ л}}{98 \text{ г}} = 1,12 \text{ л } \text{H}_2$$

**Ответ:** 1,12 л.

**Задача 3.** Рассчитайте массу осадка, выделившегося при взаимодействии 0,02 моль нитрата серебра с хлоридом кальция.

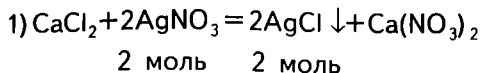
Дано:

$$v(\text{AgNO}_3) = 0,02 \text{ моль}$$

$$m(\text{AgCl}) - ?$$

Решение:

$$0,02 \text{ моль } \text{AgNO}_3 \quad x \text{ моль } \text{AgCl}$$



2) Найдем количество выделившегося хлорида серебра:

$$\frac{0,02 \text{ моль}}{2 \text{ моль}} = \frac{x}{2 \text{ моль}}; x = 0,02 \text{ моль}$$

3) Вычислим массу выделившегося в результате реакции хлорида серебра:

$$M_r(\text{AgCl}) = 143,5; M(\text{AgCl}) = 143,5 \text{ г/моль}$$

$$m = 143,5 \text{ г/моль} \cdot 0,02 \text{ моль} = 2,87 \text{ г}$$

**Ответ:** 2,87 г.

## **А теперь решите самостоятельно**

**1.1.** Вычислите массу сульфида железа(II), который можно получить в результате взаимодействия 112 г железа с достаточным количеством серы.

**1.2.** Вычислите объем кислорода (н. у.), выделившегося при разложении 237 г перманганата калия.

**1.3.** Вычислите массы серной кислоты и цинка, необходимых для получения 1 м<sup>3</sup> водорода (н. у.) в результате реакции замещения.

**1.4.** Рассчитайте объем кислорода, израсходованного на сгорание 0,448 м<sup>3</sup> хлора (н. у.).

**1.5.** Рассчитайте объемы кислорода и водорода (н. у.), которые можно получить при разложении 900 л воды.

**1.6.** Рассчитайте, какой объем хлора понадобится для получения 4 моль тетрахлорметана и какой объем хлороводорода выделится при этом (н. у.).

**1.7.** Рассчитайте, какой объем водорода понадобится для реакции гидрирования этилена, чтобы получить 56 л этана (н. у.).

**1.8.** Рассчитайте, какой объем воздуха расходуется на сжигание 1 т метана (н. у.).

**1.9.** К раствору, содержащему 7,1 г сульфата натрия, прилили раствор хлорида бария. Рассчитайте массу образовавшегося осадка.

**1.10.** К раствору хлорида натрия прилили некоторый объем раствора нитрата серебра, в результате образовался осадок, масса которого составила 0,287 г. Рассчитайте массу нитрата серебра, содержащегося в растворе.

**1.11.** Вычислите объем аммиака (н. у.), который можно получить при нагревании смеси, содержащей хлорид аммония массой 10,7 т и гидроксид кальция, взятый в избытке.

- 1.12.** Вычислите массу гидроксида калия, вступившего в реакцию с серной кислотой, если в результате образовалось 174 г соли.
- 1.13.** Определите количество вещества железа, вступившего в реакцию с разбавленной серной кислотой, если в результате реакции выделилось 100,8 л водорода (н. у.).
- 1.14.** Вычислите массу гидроксида кальция, образовавшегося при взаимодействии 100 г кальция с водой. Какой объем водорода выделится при этом (н. у.)?
- 1.15.** Вычислите массу силиката натрия, который образовался при нагревании 120 г оксида кремния(IV) с гидроксидом натрия.
- 1.16.** Рассчитайте массу оксида кальция и объем оксида углерода(IV) (н. у.), которые можно получить при полном разложении 4 моль карбоната кальция.
- 1.17.** Определите количество вещества ортофосфорной кислоты, которое можно получить при нагревании 28,4 г оксида фосфора(V) с водой.
- 1.18.** Вычислите объем воздуха, необходимого для сгорания смеси газов, содержащей 8 моль метана и 6 моль этана (н. у.).
- 1.19.** Через известковую воду пропустили оксид углерода(IV). Масса образовавшегося осадка составила 1,5 г. Вычислите массу гидроксида кальция, содержащегося в известковой воде, и объем пропущенного через нее оксида углерода(IV) (н. у.).
- 1.20.** Определите массу карбоната натрия, необходимого для умягчения образца жесткой воды, содержащей 13,6 г сульфата кальция и 6,1 г сульфата магния.
- 1.21.** Определите массу аммиака, вступившего в реакцию с серной кислотой, если было получено 2 т сульфата аммония.
- 1.22.** Вычислите объем хлора (н. у.), вступившего в реакцию с бромидом калия, если было получено 16 г брома.
- 1.23.** Вычислите количество вещества хлорида кальция, образовавшегося в результате взаимодействия 10 г кальция с хлором.
- 1.24.** Определите массу хлората калия, при разложении которого получили 44,8 л кислорода (н. у.).
- 1.25.** Определите массу сульфида меди(II), образовавшегося в результате взаимодействия 3 моль сульфата меди(II) с сероводородной кислотой, взятой в избытке.
- 1.26.** Рассчитайте массу продукта реакции, образовавшегося при горении 100 г серы в избытке кислорода.
- 1.27.** Определите массу углерода, необходимого для восстановления 112 г железа из оксида железа(II).



**1.28.** В результате реакции водорода с хлором выделилось 11,2 л хлороводорода (н. у.). Рассчитайте объемы вступивших в реакцию веществ.

**1.29.** В колбу с водой опустили кусочек натрия массой 0,23 г. Вычислите объем водорода (н. у.) и массу гидроксида натрия, образовавшихся в результате реакции.

**1.30.** В результате взаимодействия водорода с кислородом образовалось 1,12 мл воды. Вычислите объемы вступивших в реакцию веществ (н. у.).

**1.31.** Вычислите количество вещества кислорода, необходимого для сгорания 1 м<sup>3</sup> ацетилена (н. у.).

**1.32.** Определите массы соли и воды, образовавшихся в результате нейтрализации 3,66 г хлороводородной кислоты раствором гидроксида натрия, взятым в избытке.

**1.33.** Определите массу марганца, полученного из 52,2 г оксида марганца(IV) в результате восстановления алюминием.

**1.34.** Вычислите массу белого фосфора, вступившего в реакцию с кислородом, если в результате образовалось 0,1 моль оксида фосфора(V).

**1.35.** При взаимодействии цинка с раствором ортофосфорной кислоты выделилось 0,224 л водорода (н. у.). Определите массу цинка, прореагировавшего с кислотой.

**1.36.** Определите массу ортофосфорной кислоты, которая образовалась в результате взаимодействия 0,4 моль оксида фосфора(V) с водой.

**1.37.** Вычислите массу кремниевой кислоты, которую можно получить при взаимодействии 244 г силиката натрия с раствором хлороводородной кислоты, взятой в избытке.

**1.38.** Определите, какое количество вещества гидроксида кальция можно получить, если в реакцию с водой, взятой в избытке, вступило 11,2 г оксида кальция.

**1.39.** Определите массу сульфида алюминия, полученного в результате взаимодействия 32 г серы с алюминием, взятым в избытке.

**1.40.** При взаимодействии железа с хлором получено 16,25 г хлорида железа(II) (практический выход условно принимаем за 100%). Определите массу железа, прореагировавшего с хлором.

**1.41.** Озонатор наполнили кислородом, объем которого составлял 10 см<sup>3</sup> (н. у.), и через него пропустили электрический разряд. Рассчитайте количество вещества образовавшегося озона.

**1.42.** Вычислите объем углекислого газа (н. у.), выделившегося при сгорании 1 г глюкозы ( $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6CO_2 + 6H_2O$ ).

**1.43.** Вычислите объем воздуха, необходимого для сгорания смеси газов, состоящей из 1 м<sup>3</sup> метана и 2 м<sup>3</sup> азота (н. у.).

**1.44.** Определите количество вещества карбоната кальция, при разложении которого образовалось 2,8 г оксида кальция.

**1.45.** Вычислите массу ортофосфата натрия, образовавшегося в результате взаимодействия 1,5 моль гидроксида натрия с ортофосфорной кислотой.

**1.46.** Вычислите массу оксида железа(III), вступившего в реакцию с хлороводородной кислотой, если в результате реакции образовалось 6 моль хлорида железа(III).

**1.47.** Определите массу сульфата магния, который можно получить в результате взаимодействия 0,5 моль магния и раствора серной кислоты, взятой в избытке.

**1.48.** Вычислите массу образовавшегося сульфата меди(II), если в реакцию с серной кислотой, взятой в избытке, вступило 0,8 моль оксида меди(II).

**1.49.** Вычислите массу образовавшегося осадка, если в реакцию с сульфатом алюминия вступило 0,6 моль хлорида бария.

**1.50.** Вычислите объем кислорода (н. у.), необходимого для полного сгорания 12 моль метана.

*Внимание, тесты!*

**1.51.** При спиртовом брожении глюкозы выделился газ объемом 67,2 л (н. у.). Масса глюкозы, подвергшейся брожению, составляет

- 1) 90 г      2) 145 г      3) 180 г      4) 270 г

**1.52.** При гидролизе 10 моль сахарозы образуется глюкоза количеством вещества

- 1) 5 моль      2) 10 моль      3) 15 моль      4) 20 моль

**1.53.** При взаимодействии 0,5 моль алюминия и серы можно получить сульфид алюминия, масса которого

- 1) 1,5 г      2) 3,25 г      3) 37,5 г      4) 50 г

**1.54.** При полном сжигании алюминиевой фольги в 0,6 моль кислорода можно получить оксид алюминия количеством вещества

- 1) 0,4 моль      2) 1,2 моль      3) 3,5 моль      4) 4 моль

**1.55.** Для получения хлороводорода необходимо взять 10 моль хлора и водород количеством вещества

- 1) 1 моль      2) 5 моль      3) 10 моль      4) 20 моль

**1.56.** Объем метана (н. у.), сгоревшего полностью в 0,4 моль кислорода, равен

- 1) 2,24 дм<sup>3</sup>    2) 4,48 дм<sup>3</sup>    3) 11,2 дм<sup>3</sup>    4) 56 дм<sup>3</sup>

**1.57.** В результате окисления 3,2 г меди кислородом получен оксид меди(II) количеством вещества

- 1) 0,01 моль    2) 0,05 моль    3) 0,4 моль    4) 1,5 моль

**1.58.** Масса брома, который полностью прореагировал с 2,24 л ацетилена, равна

- 1) 3,2 кг    2) 32 кг    3) 32 г    4) 0,0032 кг

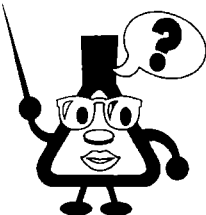
**1.59.** Масса вещества, полученного при гидратации 44,8 л этилена (н. у.), равна

- 1) 46 г    2) 92 г    3) 23 г    4) 68 г

**1.60.** Масса этилена, необходимого для получения 280 г полиэтилена, равна

- 1) 5 г    2) 10 г    3) 280 г    4) 40 г

*2. Вычисление массы (количества вещества, объема) продукта реакции, если известна масса исходного вещества, содержащего определенную долю примесей*



**Массовая доля вещества в смеси веществ** определяется отношением массы вещества к массе всей смеси:

$$w(\text{в-ва}) = \frac{m(\text{в-ва})}{m(\text{см.})},$$

где  $w(\text{в-ва})$  — массовая доля вещества,

$m(\text{в-ва})$  — масса вещества,

$m(\text{см.})$  — масса смеси.

Массовую долю вещества выражают в долях единицы или в процентах. Сумма массовых долей всех компонентов смеси равна 1 (100 %):

$$w(\text{A}) + w(\text{B}) + w(\text{C}) = 1 (100\%)$$

Степень чистоты основного вещества (вещества, вступающего в реакцию), содержащего примеси, определяется массовой долей данного вещества в навеске смеси.

Исходя из того что сумма массовых долей основного вещества и примесей составляет 1 (100%), нетрудно вычислить массовую долю основного вещества.

**Задача 1.** Рассчитайте, какой объем углекислого газа выделится при термическом разложении навески мрамора массой 6,25 г. Массовая доля карбоната кальция в мраморе составляет 80%. Примеси разложению не подвергаются.

Дано:

$$m(\text{мрамора}) = 6,25 \text{ г}$$

$$w(\text{CaCO}_3) = 80\% (0,8)$$

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

Решение:

1) Запишем уравнение химической реакции:



2) Вычислим массу карбоната кальция, содержащегося в навеске мрамора:

$$m(\text{CaCO}_3) = m(\text{мрамора}) \cdot w(\text{CaCO}_3)$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 6,25 \text{ г} \cdot 0,8 = 5 \text{ г}$$

3) Над формулами веществ в уравнении химической реакции запишем исходные данные:

$$5 \text{ г} \qquad \qquad \qquad x \text{ л}$$



4) Рассчитаем массу вступившего в реакцию карбоната кальция и объем выделившегося углекислого газа в соответствии с уравнением реакции:

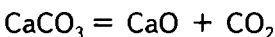
$$M(\text{CaCO}_3) = 40 + 12 + (16 \cdot 3) = 100 \text{ (г/моль)}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = M \cdot \nu = 100 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 100 \text{ г}$$

$$V(\text{CO}_2) = V_M \cdot \nu = 22,4 \text{ л/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 22,4 \text{ л}$$

5) Запишем данные, соответствующие уравнению реакции, под формулами веществ:

$$5 \text{ г} \qquad \qquad \qquad x \text{ л}$$



$$100 \text{ г} \qquad \qquad \qquad 22,4 \text{ л}$$

6) Составим и решим пропорцию:

$$5 \text{ г CaCO}_3 \qquad \text{—} \qquad x \text{ л CO}_2$$

$$100 \text{ г CaCO}_3 \qquad \text{—} \qquad 22,4 \text{ л CO}_2$$

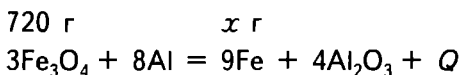
$$x = \frac{5 \text{ г} \cdot 22,4 \text{ л}}{100 \text{ г}} = 1,14 \text{ л}$$

**Ответ:** 1,14 л CO<sub>2</sub>.

**Задача 2.** Вычислите массу железа, полученного при восстановлении 1 кг магнетита аллюминотермическим способом. Содержание железной окарины (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) в магнетите составляет 72%.

<b>Дано:</b>	<b>Решение:</b>
$m(\text{магнетита}) = 1 \text{ кг}$	1) Вычислим массу железной окарины, содержащейся в магнетите:
$(1000 \text{ г})$	$m(\text{Fe}_3\text{O}_4) = m(\text{магнетита}) \cdot w(\text{Fe}_3\text{O}_4) =$
$w(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 72\%(0,72)$	$= 1000 \text{ г} \cdot 0,72 = 720 \text{ г}$
$m(\text{Fe}) = ?$	

2) Запишем уравнение химической реакции и над формулами запишем исходные данные:



3) Рассчитаем молярные массы оксида железа(II, III) и железа:

$$M(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 232 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Fe}) = 56 \text{ г/моль}$$

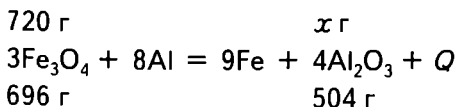
Рассчитаем массы исходного вещества оксида железа(II, III) и железа, восстановленного в результате аллюминотермии, в соответствии с уравнением реакции:

$$M = \frac{m}{\nu}; m = M \cdot \nu$$

$$m(3\text{Fe}_3\text{O}_4) = 3 \text{ моль} \cdot 232 \text{ г/моль} = 696 \text{ г}$$

$$m(9\text{Fe}) = 9 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 504 \text{ г}$$

4) Под формулами в уравнении реакции запишем данные, соответствующие уравнению реакции:



5) Составим и решим пропорцию.

При аллюминотермическом восстановлении 696 г Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> получается 504 г восстановленного железа, а при восстановлении 720 г Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> получится  $x$  г железа:

$$696 \text{ г Fe}_3\text{O}_4 \text{ — } 504 \text{ г Fe}$$

$$720 \text{ г Fe}_3\text{O}_4 \text{ — } x \text{ г Fe}$$

$$x = \frac{720 \text{ г} \cdot 504 \text{ г}}{696 \text{ г}} = 521,4 \text{ (г)}$$

**Ответ:** 521,4 г железа.

**Задача 3.** Для получения силиката натрия сплавляли 100 г кварцевого песка, содержащего 10% примесей, с едким натром (гидроксидом натрия). Вычислите массу и количество вещества силиката натрия, полученного в результате реакции.

Дано:

$$m(\text{кварц. песка}) = 100 \text{ г}$$

$$W(\text{примесей}) = 10\%$$

(0,1)

$$m(\text{Na}_2\text{SiO}_3) \text{ — ?}$$

$$\nu(\text{Na}_2\text{SiO}_3) \text{ — ?}$$

Решение:

1) Вычислим массу основного вещества (чистого оксида кремния). Для этого можно сначала найти массу примесей ( $m(\text{примесей}) = 100 \text{ г} \cdot 0,1 = 10 \text{ г}$ ), а затем вычесть значение массы примесей из значения массы смеси:

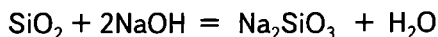
$$m(\text{SiO}_2) = 100 \text{ г} - 10 \text{ г} = 90 \text{ г};$$

или можно сначала найти массовую долю оксида кремния ( $w(\text{SiO}_2) = 1 - 0,1 = 0,9$ ), а затем его массу:

$$m(\text{SiO}_2) = 100 \text{ г} \cdot 0,9 = 90 \text{ г}$$

2) Составим уравнение химической реакции и над формулами запишем исходные данные:

$$90 \text{ г} \qquad \qquad \qquad x \text{ г}, y \text{ моль}$$



3) Найдем массы оксида кремния и силиката натрия, соответствующие уравнению реакции:

$$M_r(\text{SiO}_2) = 28 + 16 \cdot 2 = 60$$

$$M(\text{SiO}_2) = 60 \text{ г/моль}$$

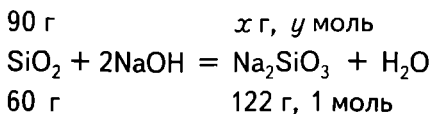
$$m(\text{SiO}_2) = 1 \text{ моль} \cdot 60 \text{ г/моль} = 60 \text{ г}$$

$$M_r(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = 23 \cdot 2 + 28 + 16 \cdot 3 = 122$$

$$M(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = 122 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = 1 \text{ моль} \cdot 122 \text{ г/моль} = 122 \text{ г}$$

4) Под формулами в уравнении реакции запишем данные, соответствующие уравнению реакции:



5) Вычислим массу силиката натрия, образовавшегося в результате сплавления 90 г оксида кремния с едким натром.

Составим и решим пропорцию:

$$\begin{array}{l} 90 \text{ г} \text{ — } x \text{ г} \\ 60 \text{ г} \text{ — } 122 \text{ г} \\ x = \frac{90 \text{ г} \cdot 122 \text{ г}}{60 \text{ г}} = 183 \text{ г} \end{array}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = 183 \text{ г}$$

Количество вещества силиката натрия можно вычислить, составив пропорцию:

$$\begin{array}{l} 90 \text{ г} \text{ — } y \text{ моль} \\ 60 \text{ г} \text{ — } 1 \text{ моль} \\ v = \frac{90 \text{ г} \cdot 1 \text{ моль}}{60 \text{ г}} = 1,5 \text{ моль Na}_2\text{SiO}_3, \end{array}$$

или, используя формулу  $m = M \cdot v$ ,

$$v = \frac{m}{M}$$

$$v(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = \frac{m(\text{Na}_2\text{SiO}_3)}{M(\text{Na}_2\text{SiO}_3)}$$

$$v(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = \frac{183 \text{ г}}{122 \text{ г/моль}} = 1,5 \text{ моль}$$

**Ответ:**  $m(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = 183 \text{ г}$ ,  $v(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = 1,5 \text{ моль}$ .

## А теперь решите самостоятельно

**2.1.** Вычислите массу оксида кальция, полученного при обжиге 500 кг известняка, массовая доля примесей в котором составляет 20%.

**2.2.** Железную болванку массой 7,6 г, содержащую 25% примесей, обработали соляной кислотой. Определите, какой объем водорода (н. у.) при этом выделился.

**2.3.** Определите, какой объем оксида углерода(IV) (н. у.) выделится при сжигании 900 кг угля, содержащего 20% примесей.

**2.4.** На 1 кг лома, содержащего 96% железа, действовали серной кислотой. Вычислите массу образовавшегося сульфата железа(II).

**2.5.** Фосфоритная мука — ценное фосфорное удобрение, содержащее 22,5% примесей. Вычислите массу фосфорной кислоты, образовавшейся в результате взаимодействия 200 кг фосфоритной муки с серной кислотой.

**2.6.** Вычислите массу азотной кислоты, образовавшейся при взаимодействии 86,7 г технического нитрата натрия (массовая доля примесей 2%) с серной кислотой.

**2.7.** Ацетилен получают взаимодействием карбида кальция с водой:  $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2 + \text{C}_2\text{H}_2$ . Определите, какой объем ацетилена (н. у.) выделится при вступлении в реакцию 33,7 г технического карбида кальция, содержащего 5% примесей.

**2.8.** Вычислите, какой объем углекислого газа (н. у.) выделится при обжиге известняка массой 1 т с массовой долей примесей 10%.

**2.9.** Вычислите массу оксида углерода(IV), образующегося при сжигании в токе кислорода чугуна массой 1 г с массовой долей углерода 3%.

**2.10.** Определите, какой объем углекислого газа (н. у.) выделится при взаимодействии 15 г карбоната натрия, содержащего 15% примесей, с соляной кислотой.

**2.11.** Один из видов латуни представляет собой сплав меди с цинком (массовая доля цинка 40%). Определите, какой объем водорода (н. у.) выделится при обработке 1 кг латуни соляной кислотой.

**2.12.** Алюминиевая бронза, используемая в машиностроении, представляет собой сплав алюминия и меди. Массовая доля алюминия в бронзе составляет 11%. Определите, какое количество вещества водорода выделится при обработке 500 г алюминиевой бронзы соляной кислотой.

**2.13.** При обжиге известняка массой 200 г образовался оксид углерода(IV) массой 40 г. Определите массовую долю (в процентах) карбоната кальция в известняке.



**2.14.** При сплавлении известняка массой 30 кг с оксидом кремния(IV) получили силикат кальция массой 29 кг. Вычислите массовую долю (в процентах) примесей в известняке.

**2.15.** Техническую соду, массовая доля примесей в которой составляет 5%, обработали серной кислотой, при этом выделилось 3 моль оксида углерода(IV). Вычислите массу технической соды, вступившей в реакцию с кислотой.

**2.16.** Состав доломита выражается формулой  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ . Определите в нем массовую долю примесей (в процентах), если при обжиге 0,5 кг доломита выделилось 89,6 л углекислого газа (н. у.).

**2.17.** На обжиг цинковой обманки массой 200 г был израсходован кислород объемом 33,6 л (н. у.). Вычислите массовую долю (в процентах)  $\text{ZnS}$  в цинковой обманке.

**2.18.** Массовая доля крахмала в рисе составляет 80%. Вычислите, какую массу глюкозы можно получить из риса массой 2 кг.

**2.19.** Массовая доля крахмала в кукурузных зернах составляет 70%. Вычислите, какую массу кукурузных зерен надо взять для получения 360 г глюкозы.

**2.20.** При обработке образца латуни массой 2 г, состоящей из меди и цинка, избытком соляной кислоты выделился водород объемом 0,22 л (н. у.). Определите массовую долю (в процентах) цинка в этом образце латуни.

**2.21.** Массовая доля примесей в доломите ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ) составляет 15%. Вычислите массы оксидов кальция и магния, полученных при обжиге 300 кг доломита.

**2.22.** Вычислите массу углерода, необходимого для полного восстановления 200 кг железной руды ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) с массовой долей примесей, равной 10%.

**2.23.** В процессе анализа сплава железа на содержание в нем серы сожгли 1 г сплава в кислороде. Образовалось 35 мл оксида серы(IV) (н. у.). Вычислите массовую долю серы в образце этого сплава.

**2.24.** Вычислите, какую массу железа можно восстановить углеродом из 2 кг красного железняка ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), содержащего 12% примесей.

**2.25.** При обжиге 260 кг известняка получили 112 кг оксида кальция. Вычислите массу и массовую долю (в процентах) карбоната кальция в известняке.

**2.26.** Определите массу кремния, полученного восстановлением алюминием 1 кг оксида кремния(IV), массовая доля примесей в котором 16,6%.

**2.27.** Вычислите объемы кислорода и воздуха (н. у.), которые потребуются для сжигания 1 кг угля, массовая доля углерода в котором 90%. Принять содержание кислорода в воздухе равным 20%.

**2.28.** Определите, какой объем оксида серы(IV) (н. у.) можно получить из 240 кг железного колчедана ( $\text{FeS}_2$ ), массовая доля примесей в котором 25%.

**2.29.** Образец технического оксида меди(II) содержит примесь меди. Определите массовую долю (в процентах) примеси в этом образце, если известно, что при восстановлении 20 г технического оксида меди(II) затратили 4,48 л водорода (н. у.).

**2.30.** В доменную печь загрузили магнитный железняк ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) массой 464 т. Определите массу выплавленного чугуна, если примеси в нем составляют 4%.

**2.31.** Определите, какие объемы кислорода и воздуха (н. у.) потребуются для сжигания 300 мл оксида углерода(II), если содержание в нем негорючих примесей равно 25%. Принять содержание кислорода в воздухе равным 20%.

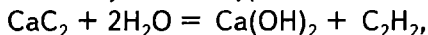
**2.32.** Определите, какой объем оксида углерода(IV) (н. у.) получится при разложении 12 г карбоната кальция, содержащего 10% примесей.

**2.33.** Определите, какой объем аммиака (н. у.) можно получить при взаимодействии водорода с 10 м<sup>3</sup> азота, содержащего 10% примесей.

**2.34.** Вычислите массу уксусно-этилового эфира, полученного при взаимодействии уксусной кислоты со 100 г этилового спирта, содержащего 8% примесей.

**2.35.** Вычислите массу спирта, полученного гидратацией 92,4 г этилена, содержащего 10% примесей.

**2.36.** Определите, какое количество вещества ацетилена можно получить по уравнению



если в реакцию вступило 7,5 г карбида кальция, содержащего 4% примесей.

**2.37.** При обжиге 125 кг пирита ( $\text{FeS}_2$ ) получили 44,8 л оксида серы(IV) (н. у.). Определите массовую долю (в процентах) примесей в пирите.

**2.38.** При обработке 15 г технической поваренной соли концентрированной серной кислотой выделилось 5,6 л газа (н. у.). Рассчитайте массовую долю (в процентах) примесей в технической поваренной соли.

**2.39.** Определите, какое количество вещества оксида углерода(IV) получится при сжигании 64 г метана, содержащего 10% примесей.

**2.40.** Технический карбид кальция массой 20 г, содержащий 5% примесей, обработали избытком воды. Полученный ацетилен пропустили вместе с водородом над никелевым катализатором. Вычислите объем этана (н. у.), выделившегося при этом.

**2.41.** Определите, какой объем оксида углерода(II) (н. у.) выделится при взаимодействии оксида углерода(IV) с 20 г кокса, содержащего 2% примесей.

**2.42.** Определите массу эфира, образующегося при взаимодействии метилового спирта с 10 г муравьиной кислоты, содержащей 1% примесей.

**2.43.** Сероводород объемом 5 л (н. у.), содержащий 2% примеси, пропустили через раствор сульфата меди(II). Вычислите, какое вещество выпало в осадок. Определите массу и количество вещества образовавшегося осадка.

**2.44.** Вычислите, какой объем кислорода (н. у.) выделится при прокаливании 12,8 г перманганата калия, содержащего 1,25% примесей.

**2.45.** При пропускании воздуха объемом 2 м<sup>3</sup> (н. у.) через раствор гидроксида кальция образовался карбонат кальция массой 3 г. Определите объемную долю (в процентах) оксида углерода(IV) в воздухе.

**2.46.** Определите, какой объем сероводорода (н. у.) образуется при взаимодействии 19,36 г сульфида железа(II), содержащего 10% примесей, с соляной кислотой.

**2.47.** При нагревании технического хлорида аммония, содержащего 2% примеси, с гидроксидом калия выделилось 500 мл аммиака (н. у.). Определите массу технического хлорида аммония, взятого для реакции.

**2.48.** Определите, какой объем хлороводорода (н. у.) выделится при взаимодействии 300 г хлорида натрия, содержащего 22% примеси, с концентрированной серной кислотой.

**2.49.** Вычислите объем оксида углерода(IV) (н. у.) и массу оксида кальция, которые можно получить при полном разложении 500 г известняка, в котором находится 10% примеси.

**2.50.** Вычислите количество вещества эфира, образующегося при взаимодействии муравьиной кислоты с 30 г этилового спирта, содержащего 2% примесей.

*Внимание, тесты!*

**2.51.** Количество вещества оксида кальция, который можно получить из 500 г известняка с массовой долей примесей 20%, равно

- 1) 2,5 моль      2) 3,5 моль      3) 4 моль      4) 5 моль

**2.52.** Количество вещества сульфата меди(II), образующегося при взаимодействии серной кислоты с 25 г оксида меди(II), содержащего примесь металлической меди (массовая доля меди в смеси 20%), составляет

- 1) 0,25 моль      3) 0,175 моль  
2) 0,150 моль      4) 0,200 моль

**2.53.** Объем оксида углерода(IV) (н. у.), который можно получить в результате обжига 5000 кг известняка с массовой долей примесей 10%, не содержащих карбоната кальция, равен

- 1) 500 м<sup>3</sup>      2) 800 м<sup>3</sup>      3) 1008 м<sup>3</sup>      4) 1280 м<sup>3</sup>

**2.54.** Объем водорода (н. у.), который требуется для полного восстановления 40 г технического оксида меди(II) с массовой долей примесей 20%, составляет

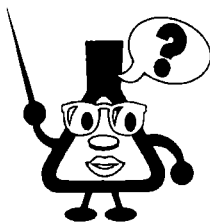
- 1) 2,24 л      2) 4,48 л      3) 5,60 л      4) 8,96 л

**2.55.** Объем оксида углерода(IV) (н. у.), полученного при разложении 0,5 кг природного известняка, массовая доля карбоната кальция в котором 92%, равен

- 1) 50 л      2) 86 л      3) 103 л      4) 280 л

**2.56.** Масса сульфида железа(II) с массовой долей примесей 12%, необходимого для получения 2,8 л сероводорода (н. у.), равна

- 1) 10 г      2) 12,32 г      3) 15 г      4) 17 г



3. Вычисление массы (количества вещества, объема) продукта реакции, если для его получения дан раствор с определенной массовой долей исходного вещества

Для решения задач по данной теме необходимо вспомнить, что **массовая доля растворенного вещества** ( $w$ ) — это отношение массы растворенного вещества к массе раствора:

$$w = \frac{m(\text{в-ва})}{m(\text{р-ра})} = \frac{m(\text{в-ва})}{m(\text{в-ва}) + m(\text{р-теля})},$$

откуда

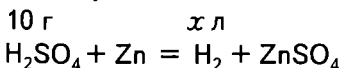
$$m(\text{в-ва}) = w \cdot m(\text{р-ра})$$

При решении задачи в первую очередь следует узнать, сколько растворенного вещества, вступающего в реакцию, содержится в растворе, затем записать уравнение реакции и решить задачу обычным, уже разобранным способом.

**Задача 1.** В аппарат для получения газов поместили достаточное количество цинка и 100 г 10%-ного раствора серной кислоты. Рассчитайте объем водорода, выделившегося в результате этой реакции.

Дано:	Решение:
$m(\text{р-ра}) = 100 \text{ г}$	1) Вычислим массу серной кислоты,
$w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 10\% (0,1)$	содержащейся в 100 г ее 10%-ного
$V(\text{H}_2) = ?$	раствора:
	$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 100 \text{ г} \cdot 0,1 = 10 \text{ г}$

2) Запишем уравнение химической реакции и над формулами веществ укажем исходные данные:



3) Вычислим массу серной кислоты и объем водорода, соответствующие уравнению реакции.

В реакцию вступил 1 моль серной кислоты:

$$M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \cdot 2 + 32 + 16 \cdot 4 = 98$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль}$$

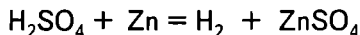
$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г}$$

В результате реакции выделился 1 моль водорода, объем которого равен

$$V(\text{H}_2) = 22,4 \text{ л}$$

4) Запишем данные, соответствующие уравнению реакции, под формулами веществ:

$$10 \text{ г} \qquad \qquad \qquad x \text{ л}$$



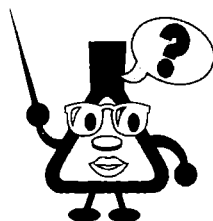
$$98 \text{ г} \qquad \qquad \qquad 22,4 \text{ л}$$

5) Рассчитаем объем выделившегося водорода:

$$x = \frac{10 \text{ г} \cdot 22,4 \text{ л}}{98 \text{ г}} = 2,29 \text{ л}$$

$$V(\text{H}_2) = 2,29 \text{ л}$$

Ответ: 2,29 л.



При решении задач, в которых указана молярная концентрация раствора, следует вспомнить, что **молярной концентрацией** (молярностью) раствора называют отношение количества растворенного вещества к объему раствора:

$$c_{\text{м}}(X) = \frac{n(X)}{V(\text{р-ра})}$$

Например, молярная концентрация 1М показывает количество вещества, содержащегося в 1 л раствора. Единица измерения молярной концентрации — моль/л.

**Задача 2.** Вычислите массу осадка, образовавшегося в результате взаимодействия 50 мл одномолярного (1М) раствора хлорида бария с избыточным количеством раствора сульфата натрия.

Дано:

$$V(\text{р-ра}) = 50 \text{ мл}$$

$$c_{\text{м}}(\text{BaCl}_2) = 1\text{М}$$

$$m(\text{BaSO}_4) - ?$$

Решение:

1) Рассчитаем массу хлорида бария, содержащегося в 50 мл его одномолярного раствора.

В 1 л раствора содержится 1 моль  $\text{BaCl}_2$ , а в 50 мл — 0,05 моль.  
 Массу хлорида бария вычислим по уже известной нам формуле  
 $m = M \cdot \nu$

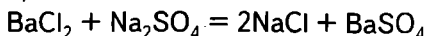
$$M_r(\text{BaCl}_2) = 137 + 35,5 \cdot 2 = 208$$

$$M(\text{BaCl}_2) = 208 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{BaCl}_2) = 208 \text{ г/моль} \cdot 0,05 \text{ моль} = 1,04 \text{ г}$$

2) Запишем уравнение химической реакции и над формулами веществ укажем исходные данные:

$$1,04 \text{ г} \qquad \qquad \qquad x \text{ г}$$



3) Вычислим массы хлорида бария и сульфата бария, соответствующие уравнению реакции:

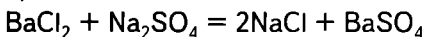
$$M_r(\text{BaSO}_4) = 137 + 32 + 16 \cdot 4 = 233$$

$$M(\text{BaSO}_4) = 233 \text{ г/моль}; \quad m(\text{BaSO}_4) = 233 \text{ г}$$

$$m(\text{BaCl}_2) = 208 \text{ г}$$

4) Запишем данные, соответствующие уравнению реакции, под формулами:

$$1,04 \text{ г} \qquad \qquad \qquad x \text{ г}$$



$$208 \text{ г} \qquad \qquad \qquad 233 \text{ г}$$

5) Вычислим массу образовавшегося сульфата бария:

$$x = \frac{1,04 \text{ г} \cdot 233 \text{ г}}{208 \text{ г}} = 1,165 \text{ г}$$

$$m(\text{BaSO}_4) = 1,165 \text{ г}$$

**Ответ:** 1,165 г.

**Задача 3.** Вычислите, какое количество вещества и какая масса меди выделится при взаимодействии 40 г 25%-ного раствора сульфата меди(II) с цинком.

Дано:

$$m(\text{р-ра}) = 40 \text{ г}$$

$$w(\text{CuSO}_4) = 25\%$$

$$\nu(\text{Cu}) \text{ — ?}$$

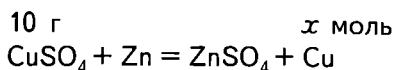
$$m(\text{Cu}) \text{ — ?}$$

Решение:

1) Вычислим массу сульфата меди(II), содержащегося в растворе:

$$m(\text{CuSO}_4) = m(\text{р-ра}) \cdot w = 40 \text{ г} \cdot 0,25 = 10 \text{ г}$$

2) Запишем уравнение химической реакции и над формулами веществ укажем исходные данные:



3) Найдем массу сульфата меди(II), соответствующую уравнению реакции:

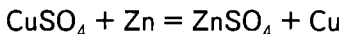
$$M_r(\text{CuSO}_4) = 64 + 32 + 16 \cdot 4 = 160$$

$$M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г/моль}$$

$$\nu(\text{Cu}) = 1 \text{ моль}$$

$$m(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г}$$

4) Запишем данные, соответствующие уравнению реакции, под формулами веществ:



5) Вычислим количество вещества меди, выделившейся в результате реакции:

$$x = \frac{10 \text{ г} \cdot 1 \text{ моль}}{160 \text{ г}} = 0,0625 \text{ моль}$$

6) Вычислим массу образовавшейся меди:

$$m(\text{Cu}) = 64 \text{ г/моль} \cdot 0,0625 \text{ моль} = 4 \text{ г}$$

**Ответ:**  $\nu(\text{Cu}) = 0,0625 \text{ моль}$ ,  $m(\text{Cu}) = 4 \text{ г}$ .

## А теперь решите самостоятельно

**3.1.** К 200 г 2%-ного раствора серной кислоты прилили избыток раствора хлорида бария. Осадок отфильтровали, высушили и взвесили. Определите массу выделившегося осадка.

**3.2.** Сероводород пропустили через 200 г раствора сульфата меди(II) с массовой долей  $\text{CuSO}_4$  18%. Вычислите массу осадка, выпавшего в результате этой реакции.

**3.3.** Определите, какой объем сероводорода (н. у.) образуется при взаимодействии сульфида железа(II) с соляной кислотой массой 130 г (массовая доля  $\text{HCl}$  20%).

**3.4.** К 250 г 12%-ного раствора нитрата серебра прибавили раствор хлорида натрия. Вычислите массу образовавшегося осадка.

**3.5.** 5 г 90%-ного раствора этилового спирта смешали с уксусной кислотой и нагрели в присутствии концентрированной серной кислоты. Вычислите массу образовавшегося эфира.



**3.6.** Вычислите массу соли, полученной при взаимодействии оксида меди(II) с 10%-ным раствором серной кислоты массой 40 г.

**3.7.** Вычислите массу хлороводорода, необходимого для взаимодействия с 60 г 10%-ного раствора гидроксида натрия.

**3.8.** Вычислите массу хлорида калия, полученного при взаимодействии соляной кислоты с 200 г раствора гидроксида калия с массовой долей KOH 5%.

**3.9.** Сколько граммов эфира должно образоваться при взаимодействии 10 г 92%-ного раствора муравьиной кислоты с метиловым спиртом?

**3.10.** Алюминиевая бронза, используемая в машиностроении, представляет собой сплав алюминия и меди. Кусочек такой бронзы обработали 200 г раствора соляной кислоты (массовая доля в нем HCl составляет 30%). Какое количество вещества алюминия вступит в реакцию с соляной кислотой?

**3.11.** Какой объем этилена (н. у.) обесцветит 250 г бромной воды с массовой долей брома 3,2%?

**3.12.** Какая масса гидроксида натрия потребуется для нейтрализации 20 г раствора серной кислоты с массовой долей серной кислоты 4,9%?

**3.13.** Какое количество вещества гидроксида меди(II) образовалось при осаждении гидроксидом натрия 10 г раствора сульфата меди(II) с массовой долей  $\text{CuSO}_4$  5%?

**3.14.** Какую массу раствора с массовой долей гидроксида натрия 20% надо прилить к раствору сульфата железа(III), чтобы получить гидроксид железа(III) массой 5 г?

**3.15.** Раствор ортофосфорной кислоты массой 49 кг с массовой долей  $\text{H}_3\text{PO}_4$  50% нейтрализовали гидроксидом кальция. Определите массу образовавшегося фосфата кальция.

**3.16.** Вычислите, какое количество вещества соли может получиться при сливании 200 г 2%-ного раствора гидроксида натрия с соляной кислотой.

**3.17.** Вычислите объем (н. у.) и массу водорода, выделяющегося при растворении цинка в 300 г 49%-ного раствора серной кислоты.

**3.18.** Вычислите объем (н. у.) и количество вещества водорода, который может быть получен при взаимодействии 400 г 4,9%-ной серной кислоты с магнием.

**3.19.** Вычислите массу и количество вещества меди, которую можно получить взаимодействием магния с 200 г 40%-ного раствора сульфата меди(II).

**3.20.** Вычислите количество вещества соли, которую можно получить взаимодействием кальция с 730 г соляной кислоты, массовая доля HCl в которой 10%.

**3.21.** Вычислите массу и количество вещества металла, который может быть получен при взаимодействии алюминия и 300 г 20%-ного раствора сульфата меди(II).

**3.22.** Вычислите массу раствора серной кислоты (массовая доля кислоты 9,8%), который необходимо взять для реакции с хлоридом бария, чтобы получить 466 г сульфата бария.

**3.23.** Вычислите массовую долю азотной кислоты в растворе, если известно, что 200 г этого раствора полностью прореагировали с 4 г гидроксида натрия.

**3.24.** Вычислите массу соляной кислоты с массовой долей HCl 10% и количество вещества цинка, при взаимодействии которых выделилось 67,2 л водорода (н. у.).

**3.25.** Сульфат бария, необходимый для покрытия экранов дневного кино, получили действием хлорида бария на 300 г 49%-ного раствора серной кислоты. Вычислите массу и количество вещества образовавшегося сульфата бария.

**3.26.** Рассчитайте массу раствора азотной кислоты (массовая доля  $\text{HNO}_3$  14%), которую необходимо затратить на реакцию с 2 моль карбоната натрия.

**3.27.** Вычислите объем выделившегося оксида углерода(IV) (н. у.), если на реакцию с карбонатом калия использовали 120 г раствора уксусной кислоты с массовой долей  $\text{CH}_3\text{COOH}$  18%.

**3.28.** Вычислите массу раствора этанола (массовая доля спирта 96%), затраченного на реакцию этерификации с 2 моль уксусной кислоты.

**3.29.** Вычислите массу 3%-ной бромной воды, необходимой для получения 80 г дибромэтана.

**3.30.** При взаимодействии 200 г 40%-ного раствора гидроксида натрия с хлоридом железа(III) образовался осадок — гидроксид железа(III). Вычислите массу и количество вещества образовавшегося осадка.

**3.31.** Вычислите массу глюкозы, полученной из 200 г раствора крахмала, массовая доля крахмала в котором 20%.

**3.32.** Вычислите массу раствора сахарозы (массовая доля сахарозы 20%), который подвергли гидролизу, если при этом выделилось 7,2 г глюкозы.

**3.33.** Для нейтрализации столового уксуса понадобилось 200 г 30%-ного раствора гидроксида натрия. Вычислите массу и количество вещества уксусной кислоты, вступившей в реакцию.

**3.34.** Определите массу соляной кислоты (массовая доля HCl 10%), необходимой для растворения 120 г карбоната кальция.

**3.35.** Вычислите массу и количество вещества хлорида кальция, образовавшегося при нейтрализации 150 г раствора гашеной извести (массовая доля  $\text{Ca(OH)}_2$  0,01%) соляной кислотой.

**3.36.** Поташ массой 2,76 г обработали 2000 г раствора гашеной извести. Вычислите массу гашеной извести, которая пошла на обработку поташа, и массовую долю (в процентах)  $\text{Ca(OH)}_2$  в растворе.

**3.37.** Вычислите объем ацетилена (н. у.), полученного при взаимодействии 160 г технического карбида кальция (массовая доля  $\text{CaC}_2$  80%) с избыточным количеством воды.

**3.38.** При взаимодействии 2 моль магния с уксусной кислотой образовался раствор массой 300 г. Вычислите массовую долю (в процентах) ацетата магния в растворе.

**3.39.** При обработке содой 28,4 г стеариновой кислоты образовался мыльный раствор массой 50 г. Вычислите массовую долю (в процентах) стеарата натрия в растворе.

**3.40.** Вычислите массу и количество вещества формиата магния, который может быть получен, если для реакции взяли раствор муравьиной кислоты массой 40 г (массовая доля муравьиной кислоты 2%).

**3.41.** Вычислите объем этилена (н. у.), полученного из 80 г этилового спирта (массовая доля этанола 96%).

**3.42.** Вычислите, какой объем оксида азота(II) (н. у.) выделится при взаимодействии меди с 200 г 16%-ного раствора азотной кислоты.

**3.43.** Медно-алюминиевый сплав обработали 60 г соляной кислоты (массовая доля HCl 10 %). Вычислите массу и объем выделившегося газа (н. у.).

**3.44.** Рассчитайте массу негашеной извести, которую надо взять для получения 50 кг 0,02%-ного раствора гашеной извести.

**3.45.** Железо массой 11,2 г обработали технической соляной кислотой (массовая доля  $\text{HCl}$  27,5%). Вычислите массу технической соляной кислоты, растворившей полностью железную навеску, и объем выделившегося водорода (н. у.).

**3.46.** Определите, какую массу соляной кислоты с массовой долей  $\text{HCl}$  18,25% и какое количество вещества цинка необходимо взять, чтобы получить 89,6 л водорода (н. у.).

**3.47.** Вычислите массу и количество вещества меди, которая может полностью «раствориться» в 10 г 98%-ной серной кислоты.

**3.48.** Вычислите объем углекислого газа (н. у.), выделившегося при взаимодействии карбоната кальция с 200 г раствора уксусной кислоты (массовая доля уксусной кислоты 10%).

**3.49.** Оксид меди(II) обработали 120 г раствора уксусной кислоты (массовая доля кислоты равна 20%). Вычислите массу и количество вещества ацетата меди(II), образовавшегося при этой реакции.

**3.50.** Углекислый газ длительное время пропускали через 50 г 0,1%-ного раствора гашеной извести. Определите, какое количество вещества гидрокарбоната кальция при этом образовалось.

**3.51.** Вычислите объем бутадиена-1,3, который можно получить из 800 л раствора этилового спирта ( $\rho = 0,8$  г/мл), если массовая доля спирта составляет 96%.

*Внимание, тесты!*

**3.52.** Количество вещества гидроксида железа(III), полученного в химической реакции с использованием 200 г раствора гидроксида натрия с массовой долей щелочи 0,30 и хлорида железа(III), равно

- 1) 0,1 моль      2) 0,3 моль      3) 0,5 моль      4) 1,5 моль

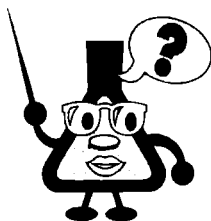
**3.53.** Масса брома, который может быть вытеснен хлором из 500 г 11,9%-ного бромида калия, равна

- 1) 15,25 г      2) 20,65 г      3) 40,00 г      4) 131,15 г

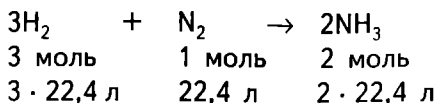
**3.54.** Объем оксида серы(IV) (н. у.), который может быть получен при нагревании меди с 400 г 98%-ного раствора серной кислоты, равен

- 1) 20,4 л      2) 36,2 л      3) 44,8 л      4) 67,5 л

#### 4. Расчеты объемных отношений газов в реакциях

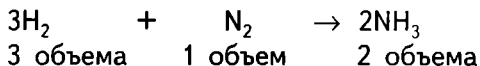


Вы уже знаете, что коэффициенты, стоящие перед химическими знаками и формулами, показывают не только число атомов и молекул, но и число молей веществ, участвующих в реакции. Поэтому уравнение реакции между газами можно записать и так:



Если сократить указанные численные значения объемов реагирующих и образующихся газов на число 22,4, то получим простые целые числа, показывающие объемные отношения газов: 3 : 1 : 2. Следовательно, реакции между газообразными веществами подчиняются определенной закономерности: *при неизменном давлении объемы реагирующих и образующихся газов относятся между собой как небольшие целые числа.*

Коэффициенты в уравнениях реакций показывают число объемов реагирующих и образовавшихся газообразных веществ:



**Задача 1.** Вычислите объем оксида углерода(IV) (углекислого газа), который выделится при сгорании 2 л метана (н. у.).

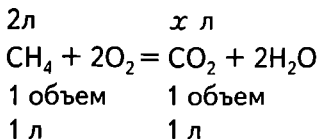
Дано:

$$V(\text{CH}_4) = 2 \text{ л}$$

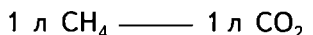
$$V(\text{CO}_2) = ?$$

Решение:

1) Запишем уравнение химической реакции. Над формулами укажем исходные данные, под формулами — данные, соответствующие уравнению реакции:



2) Вычислим объем углекислого газа, выделившегося в результате реакции:



$$\frac{2 \text{ л}}{1 \text{ л}} = \frac{x \text{ л}}{1 \text{ л}}; x = 2 \text{ л}$$

**Ответ:** 2 л.

**Задача 2.** При горении хлора в водороде выделилось 6 л хлороводорода (н. у.). Вычислите объемы хлора и водорода, вступивших в реакцию.

Дано:

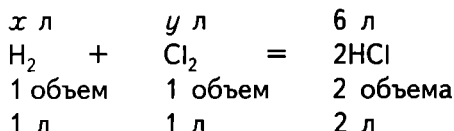
$$V(\text{HCl}) = 6 \text{ л}$$

$$V(\text{H}_2) \text{ — ?}$$

$$V(\text{Cl}_2) \text{ — ?}$$

Решение:

1) Запишем уравнение химической реакции. Над формулами веществ укажем исходные данные, под формулами — данные, соответствующие уравнению реакции:



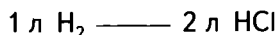
2) Запишем согласно уравнению реакции объемные отношения газов:

$$V(\text{H}_2) : V(\text{Cl}_2) : V(\text{HCl}) = 1 : 1 : 2$$

Следовательно,

$$x : y : 6 = 1 : 1 : 2; x = 3 \text{ л}; y = 3 \text{ л}$$

При решении задачи можно также использовать уже известный вам метод составления пропорции:



$$x = \frac{1 \text{ л} \cdot 6 \text{ л}}{2 \text{ л}} = 3 \text{ л}$$



$$y = \frac{1 \text{ л} \cdot 6 \text{ л}}{2 \text{ л}} = 3 \text{ л}$$

**Ответ:**  $V(\text{H}_2) = 3 \text{ л}; V(\text{Cl}_2) = 3 \text{ л}.$

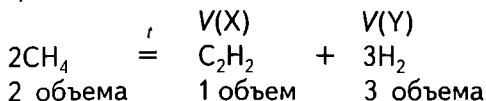
**Задача 3.** Определите, в каких объемных отношениях образуются продукты реакции при полном термическом разложении метана.

**Дано:**  
 $\text{CH}_4$  — подвергся полному термическому разложению

$V(X) : V(Y) = ?$

**Решение:**

Запишем уравнение химической реакции:



Объемные отношения продуктов реакции будут равны:

$$V(X) : V(Y) = 1 : 3$$

**Ответ:** ацетилен и водород образуются в объемных отношениях 1 : 3.

### А теперь решите самостоятельно

**4.1.** Вычислите объем хлора, необходимого для взаимодействия с водородом объемом 12 л (н. у.).

**4.2.** Вычислите объем водорода, необходимого для взаимодействия с 1,12 л кислорода (н. у.).

**4.3.** Определите объем водорода, который потребуется на реакцию с 3 л хлора. Объемы газов измерены при нормальных условиях.

**4.4.** Вычислите объем аммиака, образующегося при взаимодействии 5 л водорода (н. у.) с азотом.

**4.5.** Вычислите объем кислорода, вступающего в реакцию с 3 л аммиака (н. у.). При этом аммиак окислится до оксида азота(II).

**4.6.** Вычислите, в каком объеме кислорода надо сжечь серу для получения оксида серы(IV) объемом  $100 \text{ м}^3$  (н. у.).

**4.7.** Определите объем метана, который может сгореть в 2 л кислорода. Объемы газов измерены при нормальных условиях.

**4.8.** Вычислите, какой объем водорода потребуется для реакции с 2 л ацетилена (н. у.), чтобы получить этан.

**4.9.** Определите объем этана, образовавшегося при взаимодействии 3,36 л этилена (н. у.) с водородом.

**4.10.** Определите объем этилена, вступившего в реакцию гидрирования с 10 л водорода (н. у.).

**4.11.** Вычислите, в каких объемных отношениях вступают в реакцию кислород и водород (н. у.).

**4.12.** Определите объемы газов, полученных при сгорании сероводорода в 0,3 л кислорода (н. у.).

**4.13.** Определите, в каких объемных отношениях находятся взятый для горения метана кислород и полученные газы (н. у.).

**4.14.** Вычислите, в каких объемных отношениях следует взять исходные вещества для синтеза 7 л хлороводорода (н. у.).

**4.15.** Вычислите объемы исходных газов, необходимых для получения 400 м<sup>3</sup> аммиака (н. у.).

**4.16.** Вычислите объемы хлора и водорода, необходимых для получения 40 мл хлороводорода (н. у.).

**4.17.** Вычислите, в каком объемном отношении должны быть взяты кислород и оксид азота(II) (н. у.), чтобы окисление прошло полностью.

**4.18.** Вычислите объемы водорода и азота, необходимых для синтеза аммиака объемом 2 м<sup>3</sup> (н. у.).

**4.19.** Определите объем воздуха, израсходованного при полном сжигании 6 л пропена (н. у.). Содержание кислорода (по объему) в воздухе примерно равно 20%.

**4.20.** Метан взорвали с 60 мл кислорода (н. у.). Вычислите объем метана, вступившего в реакцию, и объем углекислого газа, образовавшегося при этом (н. у.).

**4.21.** Смесь оксида серы(IV) и кислорода пропустили над нагретым платиновым катализатором, при этом образовалось 2 м<sup>3</sup> оксида серы(VI). Вычислите, какой объем оксида серы(IV) (н. у.) вступил в реакцию с кислородом.

**4.22.** Для реакции взяли 2 л водорода и 2 л хлора. Смесь взорвали. Вычислите объем полученного хлороводорода (н. у.).

**4.23.** Вычислите объемы кислорода и воздуха, которые потребуются для полного сжигания 150 дм<sup>3</sup> метана (н. у.). Содержание кислорода (по объему) в воздухе примерно равно 20%.

**4.24\*.** Вычислите, могут ли полностью вступить в реакцию 2,5 л водорода и 1,5 л хлора (н. у.) и какой объем продукта реакции получится при этом.

**4.25\*.** Вычислите, могут ли полностью прореагировать 3,5 л водорода и 1 л азота (н. у.) и какой объем продукта реакции получится при этом.



**4.26\*.** Вычислите, могут ли полностью прореагировать 2 л оксида углерода(II) и 3,5 л кислорода (н. у.) и какой объем продукта реакции получится при этом.

**4.27.** Вычислите объемы кислорода и воздуха, которые необходимы для полного окисления 0,2 м<sup>3</sup> этана (н. у.). Содержание кислорода в воздухе (по объему) примерно равно 20%.

**4.28.** Вычислите объемы хлора и водорода (н. у.), необходимых для получения 20 мл хлороводорода.

**4.29.** Рассчитайте, хватит ли 10 л кислорода для полного сжигания 4 л метана (н. у.).

**4.30.** Хватит ли 15 л кислорода для полного окисления 6 л сероводорода (н. у.)?

**4.31.** Вычислите, какое количество вещества оксида серы(VI) получится при окислении 200 м<sup>3</sup> оксида серы(IV) (н. у.).

**4.32.** Вычислите объем хлора (н. у.) и количество вещества водорода, необходимых для получения 2,5 м<sup>3</sup> хлороводорода.

**4.33.** Вычислите объем хлора (н. у.) и массу водорода, необходимых для получения 50 м<sup>3</sup> хлороводорода (н. у.).

**4.34.** Вычислите объем аммиака, полученного при взаимодействии водорода с 2 л азота (н. у.), содержащего объемную долю примесей 0,1%.

**4.35.** Рассчитайте, какой объем кислорода необходим для каталитического окисления 12 л аммиака (объемы газов измерены при нормальных условиях).

**4.36.** Чистый азот можно получить, пропуская смесь оксида азота(II) и аммиака над платиновым катализатором. Составьте химическое уравнение этой реакции и вычислите объем азота (н. у.), выделившегося при вступлении в реакцию 5,6 л оксида азота(II).

**4.37.** Хватит ли 10 л кислорода (н. у.) для полного окисления 10 л аммиака с получением оксида азота(II)?

**4.38.** Вычислите объем углекислого газа, образовавшегося при сгорании 10 м<sup>3</sup> ацетилена (технического), содержащего 5% примесей (объемы газов измерены при нормальных условиях).

**4.39.** Смесь этилена с водородом пропустили через никелевый катализатор. Вычислите выделившийся объем этана, если в реакцию вступило 20 мл этилена (объемы газов измерены при нормальных условиях).

**4.40.** Для дезинфекции помещения используют сернистый газ. Вычислите объем оксида серы(IV) (н. у.), который можно получить при сжигании 8,96 л сероводорода.

**4.41.** Аммиак горит в хлоре. Продукты горения — азот и хлороводород. Вычислите объем и количество вещества азота, если в реакцию вступило 5,6 л аммиака (объемы газов измерены при нормальных условиях).

**4.42.** Вычислите, в каком объемном отношении должны быть смешаны оксид углерода(II) и кислород, чтобы при поджигании газы полностью прореагировали (н. у.).

**4.43.** Вычислите, какое вещество и в каком объеме (н. у.) должно образоваться из 2,24 л оксида азота(II) и кислорода. Какой объем кислорода (н. у.) вступит в реакцию?

**4.44.** Вычислите, какой объем пропана подвергся процессу дегидрирования, если в результате реакции образовался пропилен и выделилось 11,2 л водорода (н. у.).

**4.45.** Вычислите объем водорода, необходимого для осуществления реакции гидрирования 0,56 м<sup>3</sup> ацетилена (н. у.) до получения этана.

**4.46.** Сравните объемы кислорода, затраченного на сгорание 2 л ацетилена, 2 л этилена и 2 л этана (н. у.).

**4.47.** Определите объем оксида углерода(IV) (н. у.), который может выделиться при сжигании 2 м<sup>3</sup> смеси газов этана и пропана, если этана в этой смеси 20% .

*Внимание, тесты!*

**4.48.** Объем хлора (н. у.), который требуется для синтеза 40 м<sup>3</sup> хлороводорода, равен

- 1) 10 м<sup>3</sup>      2) 20 м<sup>3</sup>      3) 30 м<sup>3</sup>      4) 40 м<sup>3</sup>

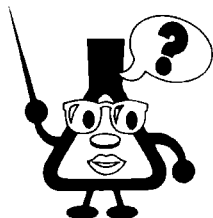
**4.49.** При взаимодействии хлора и 500 л водорода получили хлороводород, объем которого (н. у.)

- 1) 100 л      2) 200 л      3) 500 л      4) 1000 л

**4.50.** Для получения 4 м<sup>3</sup> аммиака требуется водород, объем которого (н. у.)

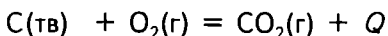
- 1) 1 м<sup>3</sup>      2) 2 м<sup>3</sup>      3) 3 м<sup>3</sup>      4) 6 м<sup>3</sup>

## 5. Расчеты по термохимическим уравнениям



**Тепловой эффект химической реакции** — это количество выделенной или поглощенной в процессе реакции теплоты ( $Q$ ). Запись химической реакции с указанием теплового эффекта называют **термохимическим уравнением реакции**. Тепловой эффект химической реакции зависит от агрегатного состояния исход-

ных веществ и продуктов реакции, поэтому в термохимических уравнениях обязательно указывают агрегатное состояние вещества (газообразное, жидкое, твердое):

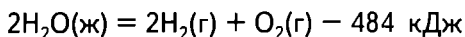


Тепловой эффект химической реакции измеряют в килоджоулях.

**Теплота образования вещества** — это количество теплоты, которая выделяется или поглощается при образовании 1 моль химического соединения из простых веществ при стандартных условиях. Она измеряется в килоджоулях на моль (кДж/моль).

**Эндотермические реакции** протекают с поглощением теплоты ( $-Q$ ), **экзотермические** — с выделением теплоты ( $+Q$ ).

**Задача 1.** Рассчитайте, сколько теплоты необходимо затратить на разложение 360 мл воды. Термохимическое уравнение разложения воды на молекулярный водород и кислород:



Дано:

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 360 \text{ мл}$$

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

$$Q = ?$$

Решение:

1) Вычислим массу воды, которую нужно разложить на молекулярный водород и кислород:

$$\rho = \frac{m}{V}; \quad m = \rho \cdot V$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл} \cdot 360 \text{ мл} = 360 \text{ г}$$

2) Рассчитаем, какому количеству вещества соответствуют 360 г воды:

$$m = M \cdot \nu; \quad \nu = \frac{m}{M}; \quad M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = 360 \text{ г} : 18 \text{ г/моль} = 20 \text{ моль}$$

3) Найдем количество теплоты, необходимой для разложения 20 моль воды. Согласно термохимическому уравнению реакции на разложение 2 моль воды затрачивается 484 кДж. Соответственно на разложение 20 моль воды будет затрачено в 10 раз больше:

2 моль ——— 484 кДж

20 моль ———  $x$  кДж

$$x = \frac{484 \text{ кДж} \cdot 20 \text{ моль}}{2 \text{ моль}} = 4840 \text{ кДж}$$

**Ответ:** 4840 кДж.

**Задача 2.** При полном сгорании 1 т угля выделилось 32 750 000 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение реакции горения угля.

Дано:

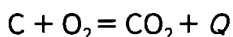
$m(\text{C}) = 1 \text{ т} (10^6 \text{ г})$

$Q = 32,75 \cdot 10^6 \text{ кДж}$

Составить термохимическое уравнение

Решение:

1) Запишем уравнение химической реакции горения угля. Реакция горения угля экзотермическая, т. е. идет с выделением теплоты:



2) Над формулами веществ в уравнении реакции запишем данные, соответствующие условию задачи; под формулами веществ запишем данные, соответствующие уравнению реакции:

$10^6 \text{ г}$   $32,75 \cdot 10^6 \text{ кДж}$

$\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + Q$

$12 \text{ г}$   $x \text{ кДж}$

3) Вычислим значение теплового эффекта химической реакции.

Составим и решим пропорцию:

$10^6 \text{ г}$  ———  $32,75 \cdot 10^6 \text{ кДж}$

$12 \text{ г}$  ———  $x \text{ кДж}$

$$x = \frac{32,75 \cdot 10^6 \text{ кДж} \cdot 12 \text{ г}}{10^6 \text{ г}} = 393 \text{ кДж}$$

4) Составим термохимическое уравнение реакции:



**Ответ:**  $\text{C(тв)} + \text{O}_2(\text{г}) = \text{CO}_2(\text{г}) + 393 \text{ кДж}$

**Задача 3.** Термохимическое уравнение горения алюминия  $4\text{Al(тв)} + 3\text{O}_2(\text{г}) = 2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{тв}) + 3164 \text{ кДж}$ . Сколько теплоты выделится при сгорании 5,4 г алюминия?

Дано:

Термохимическое  
уравнение реакции

$m(\text{Al}) = 5,4 \text{ г}$

$Q = ?$

Решение:

1) Запишем термохимическое уравнение реакции. Над формулами напишем данные, соответствующие условию задачи; под формулами — данные, соответствующие уравнению реакции:

$m(\text{Al}) = 4 \text{ моль} \cdot 27 \text{ г/моль} = 108 \text{ г}$

5,4 г

$x \text{ кДж}$

$4\text{Al(тв)} + 3\text{O}_2(\text{г}) = 2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{тв}) + 3164 \text{ кДж}$

108 г

2) Рассчитаем, сколько теплоты выделится при сгорании 5,4 г алюминия. Составим и решим пропорцию:

5,4 г ———  $x \text{ кДж}$

108 г ——— 3164 кДж

$$x = \frac{5,4 \text{ г} \cdot 3164 \text{ кДж}}{108 \text{ г}} = 158,2 \text{ кДж}$$

**Ответ:** 158,2 кДж.

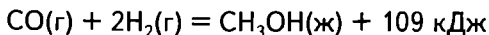
### А теперь решите самостоятельно

**5.1.** При соединении 4,2 г железа с серой выделилось 7,15 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

**5.2.** При взаимодействии 1,8 г алюминия с кислородом выделилось 54,7 кДж теплоты. Вычислите теплоту образования оксида алюминия. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

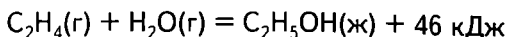
**5.3.** При полном сжигании 42 л метана (н. у.) выделилось 1674 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение реакции горения метана.

**5.4.** По термохимическому уравнению реакции



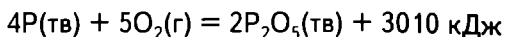
вычислите количество теплоты, выделившейся при образовании 6,4 г метанола.

**5.5.** По термохимическому уравнению реакции



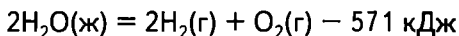
вычислите объем взятого этилена (н. у.), если известно, что выделенная в этом процессе теплота составила 184 кДж.

**5.6.** Термохимическое уравнение реакции горения фосфора



Сколько теплоты выделится при сгорании 62 г фосфора?

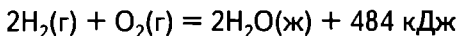
**5.7.** По термохимическому уравнению



рассчитайте количество теплоты, поглощенной при образовании 2,24 л водорода (н. у.).

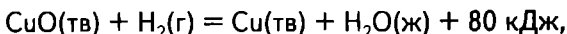
**5.8.** При сжигании 2 моль фосфора выделяется 1504 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение реакции горения фосфора.

**5.9.** По термохимическому уравнению горения водорода



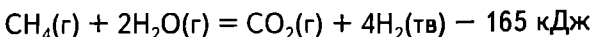
рассчитайте объем водорода (н. у.), вступившего в реакцию, и количество вещества образовавшейся воды, если в результате реакции выделилось 24,2 кДж теплоты.

**5.10.** Используя термохимическое уравнение реакции



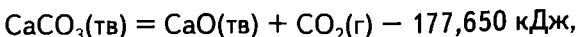
рассчитайте количество теплоты, выделяющейся при восстановлении: а) 5 моль оксида меди(II); б) 1,6 г оксида меди(II).

**5.11.** В промышленности водород получают по уравнению



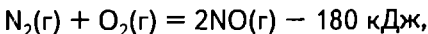
Каков расход воды (г), метана (л) и теплоты при получении 250 м<sup>3</sup> водорода (н. у.)?

**5.12.** Используя термохимическое уравнение



рассчитайте количество теплоты, которая потребуется для разложения 10 кг известняка, содержащего 2% примеси.

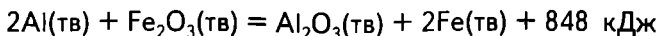
**5.13.** Используя термохимическое уравнение



рассчитайте объемы кислорода и азота (н. у.), вступивших в реакцию, если при этом поглотилось 3600 кДж энергии.

**5.14.** При окислении фосфина ( $\text{PH}_3$ ) массой 14 г выделилось 486 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

**5.15.** По термохимическому уравнению реакции

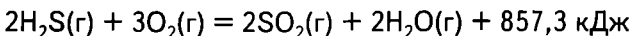


рассчитайте, сколько выделится теплоты при вступлении в реакцию: а) 10,8 г алюминия; б) 0,2 моль оксида железа(III).

**5.16.** Составьте термохимическое уравнение окисления аммиака до свободного азота, если при окислении 4,48 л аммиака (н. у.) выделилось 76,5 кДж теплоты.

**5.17.** В результате сгорания ацетилена объемом 1,12 л (н. у.) выделилось 65,25 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение реакции.

**5.18.** По термохимическому уравнению реакции



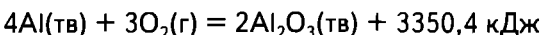
вычислите, какое количество теплоты образуется при сжигании: а) 3 моль  $\text{H}_2\text{S}$ ; б) 17 г  $\text{H}_2\text{S}$ ; в) 2,24 л  $\text{H}_2\text{S}$ .

**5.19.** По термохимическому уравнению реакции



вычислите, какое количество теплоты выделилось при взаимодействии с алюминием: а) 1 моль  $\text{Cl}_2$ ; б) 4,48 л  $\text{Cl}_2$ ; в) 7,1 г  $\text{Cl}_2$ .

**5.20.** По термохимическому уравнению реакции



вычислите, какое количество теплоты выделилось при взаимодействии с алюминием: а) 1 моль  $\text{O}_2$ ; б) 4,48 л  $\text{O}_2$ ; в) 3,2 г  $\text{O}_2$ .

**5.21.** По термохимическому уравнению реакции



вычислите, какое количество теплоты может выделиться, если сжечь в кислороде: а) 5,6 кг кремния; б) 4 моль кремния.

**5.22.** Используя термохимическое уравнение горения серы



вычислите количество теплоты, образуемой при сгорании: а) 7,2 моль серы; б) 6,4 г серы.

**5.23.** Составьте термохимическое уравнение реакции горения оксида углерода(II) в кислороде, если при горении 1,2 моль оксида углерода(II) выделилось 346,2 кДж теплоты.

**5.24.** По термохимическому уравнению реакции



вычислите объем (н. у.) и количество вещества хлора, вступившего в реакцию, если известно, что выделилось 81,90 кДж теплоты.

**5.25.** По термохимическому уравнению реакции

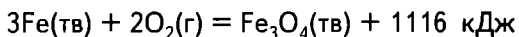


вычислите количество теплоты, образующейся при окислении 11,2 г железа, и количество вещества сульфида железа(II), полученного при этом.

**5.26.** Составьте термохимическое уравнение реакции, если известно, что при взаимодействии 14 г железа с серой выделилось 24,3 кДж теплоты.

**5.27.** Составьте термохимическое уравнение реакции, если известно, что при сгорании 6 г водорода в кислороде выделяется 858 кДж теплоты. Вычислите, какое количество вещества воды выделилось при этом.

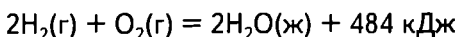
**5.28.** По термохимическому уравнению реакции



вычислите количество теплоты, выделившейся при сжигании 1 кг железа, содержащего 6% примеси.

*Внимание, тесты!*

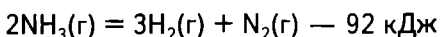
**5.29.** Термохимическое уравнение горения водорода



При сгорании 2,24 л водорода в избытке кислорода выделится теплоты

- 1) 484 кДж      2) 242 кДж      3) 4,84 кДж      4) 2,42 кДж

**5.30.** Термохимическое уравнение разложения аммиака



На разложение 6 моль аммиака необходимо затратить теплоты

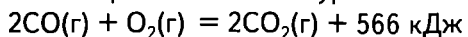
- 1) 276 кДж      2) 30,6 кДж      3) 15,3 кДж      4) 552 кДж

**5.31.** При взаимодействии 2 моль натрия с хлором выделяется 819 кДж теплоты. Масса натрия, прореагировавшего с хлором с выделением 40,95 кДж, составляет

- 1) 0,5 г      2) 23 г      3) 2,3 г      4) 4,6 г



**5.32.** Термохимическое уравнение горения оксида углерода(II)



При горении оксида углерода(II) выделилось 141,5 кДж теплоты. Объем кислорода, затраченного на горение оксида углерода(II), составляет

- 1) 22,4 л      2) 5,6 л      3) 0,25 л      4) 0,4 л

**5.33.** При сгорании 31 г фосфора в кислороде выделяется 752,5 кДж теплоты. Тепловой эффект реакции горения 4 моль фосфора в кислороде составляет

- 1) 3010 кДж      2) 752,5 кДж      3) 188,1 кДж      4) 97 кДж

**5.34.** При образовании 1 моль оксида железа(III) (реакция железа с кислородом) выделяется 822 кДж теплоты. Тепловой эффект по термохимическому уравнению реакции железа с кислородом выражает запись

- 1)  $-822 \text{ кДж}$       3)  $822 \text{ кДж}$   
2)  $-1644 \text{ кДж}$       4)  $1644 \text{ кДж}$

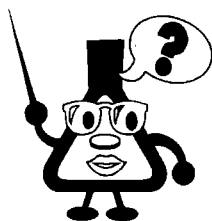
**5.35.** При сгорании в кислороде 1 моль метана выделяется 803 кДж теплоты. Объем кислорода, понадобившегося для проведения этой реакции, если при этом выделилось в 10 раз больше (8030 кДж) теплоты, составляет

- 1) 10 л      2) 224 л      3) 448 л      4) 20 л

### ЧАСТЬ III. КАЧЕСТВЕННЫЕ ЗАДАЧИ

Для решения качественных задач необходимо хорошо знать состав, свойства и способы получения веществ, с которыми вам придется иметь дело, а также признаки и условия химических реакций.

#### *Общий алгоритм выполнения экспериментальной задачи*



1) Прочитать условие задачи, выделить информационную часть и экспериментальную учебную проблему.

2) Проанализировать возможные способы решения задачи и выбрать наиболее рациональный из них (рациональным способом решения считается тот, в котором нужный результат достигается при выполнении наименьшего числа операций; это позволяет сэкономить время, и веществ при этом расходуется меньше).

3) Составить план рационального способа решения задачи.

4) Выполнить эксперимент по составленному плану и провести наблюдения.

5) Составить отчет о проделанной работе и сделать необходимые выводы.

Особенностью экспериментального решения задач является то, что для опыта берут не все вещество, а его часть, т. е. отливают или отсыпают порцию (пробу) — примерно  $1\text{ см}^3$ . При распознавании веществ, при проведении нескольких разных опытов с одним веществом или при решении задачи разными способами берут несколько проб. Чтобы не перепутать пробирки, их ставят в штатив друг за другом или нумеруют.

Приведем образцы решения качественных задач на распознавание веществ.

**Задача 1.** Как распознать по внешнему виду оксид меди(II) и оксид кальция, если они находятся в склянках без этикеток? Как доказать это химическими опытами?

Данную задачу можно решить, исходя из физических свойств веществ. Составьте таблицу, проанализируйте способы решения этой задачи и сделайте выводы.

### Решение

Вещества Реактивы	Оксид меди(II)	Оксид кальция	Вывод
Физические свойства	Черный цвет	Белый цвет	Пробирка 1: оксид меди(II) Пробирка 2: оксид кальция
Химические свойства: взаимодействие с водой	—	$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$	Пробирка 2: оксид кальция

После анализа проделайте соответствующие опыты и подтвердите свои выводы.

**Задача 2.** В трех пронумерованных склянках без этикеток находятся растворы следующих веществ: хлорид аммония, хлорид натрия, соляная кислота. Определите опытным путем, какое вещество находится в каждой из склянок.

### Решение

В данной задаче предложено распознать соляную кислоту и ее соли. Анионы у этих веществ одинаковые, следовательно, надо распознавать эти вещества по катионам. У вас есть «помощник» — таблица 1 *Приложений* «Качественные реакции на катионы и анионы». Воспользуйтесь ею. Проанализируйте возможные способы решения задачи, для этого составьте таблицу:

Катионы Реактивы	$\text{NH}^+$	$\text{Na}^+$	$\text{H}^+$	Вывод
Индикатор (лакмус)	Красный цвет раствора (так как соль подвергается гидролизу)	—	Красный цвет раствора	Пробирка 2: хлорид натрия
Металл (Zn)	—	—	Выделяется водород	Пробирка 3: соляная кислота

Катионы Реактивы	$\text{NH}^+$	$\text{Na}^+$	$\text{H}^+$	Вывод
Щелочь ( $\text{NaOH}$ )	Запах аммиака ( $\text{NH}_3$ )	—	Соль + + вода	Пробирка 1: хлорид аммония
Проба на пламя	—	Желтый цвет пламени	—	Пробирка 2: хлорид натрия

После анализа пронумеруйте пробирки, возьмите пробы и выполняйте эксперимент.

*Проба 1.* Определение катионов  $\text{H}^+$ .

В три пробирки добавляем индикатор лакмус. В двух пробирках наблюдаем изменение цвета растворов на красный, следовательно, в пробирке 2 находится гидроксид натрия.

*Проба 2.* Определение катионов  $\text{NH}^+$ .

В первую и третью пробирки добавляем щелочь (гидроксид натрия). В пробирке 1 появляется запах аммиака, следовательно, в этой пробирке находится хлорид аммония, а в пробирке 3 — соляная кислота.

*Проба 3.* Доказательство наличия катионов  $\text{H}^+$ .

В пробирку 3 опустим кусочек цинка, наблюдаем выделение пузырьков газа водорода.

*Проба 4.* Определение катионов  $\text{Na}^+$ .

В пламя вносим предварительно очищенную и смоченную в растворе хлорида натрия проволоку. Пламя окрашивается в желтый цвет, следовательно, в пробирке 2 хлорид натрия.

### **А теперь решите и выполните самостоятельно**

1. Как распознать по внешнему виду хлорид меди(II) и хлорид кальция, если они находятся в склянках без этикеток? Как доказать это химическими опытами?

2. В склянках без этикеток находятся порошки оксида железа(III) и оксида магния. Могли бы вы распознать их по внешнему виду? Как доказать это химическими опытами?

3. В склянках без этикеток находятся два белых порошка: оксид кальция и оксид фосфора(V). Как доказать, что в одной из склянок находится оксид фосфора(V)?

4. В двух склянках без этикеток находятся растворы: в одной — соляной кислоты, в другой — гидроксида калия. Как опытным путем доказать, в какой склянке находится каждое из веществ?

5. В склянках без этикеток находятся два черных порошка: оксид меди(II) и активированный уголь. Как доказать, что в одной из склянок находится оксид меди(II)?

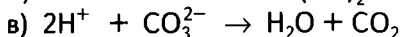
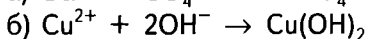
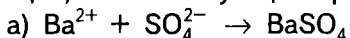
6. Распознайте каждый из трех растворов веществ, находящихся в склянках без этикеток: а) сульфат калия, хлорид натрия, серная кислота; б) сульфат меди(II), соляная кислота, сульфат натрия. Запишите соответствующие уравнения химических реакций (в полном ионном и сокращенном виде).

7. Определите опытным путем, какие растворы находятся в трех склянках без этикеток: а) хлорид натрия, карбонат натрия, сульфат натрия; б) хлорид бария, хлорид аммония, хлорид железа(III).

8. Подтвердите разными способами качественный состав веществ: соляная кислота, серная кислота, сульфат меди(II), хлорид железа(III).

9. Определите опытным путем растворы, находящиеся в трех склянках без этикеток: а) уксусная кислота, карбонат калия, сульфат магния; б) хлорид бария, сульфит калия, гидроксид натрия.

10. Какие реактивы потребуются для проведения химических реакций, соответствующих приведенным схемам?



Проделайте эти опыты, выделите осадки. Запишите уравнения химических реакций в молекулярной форме.

11. В трех закрытых цилиндрах находятся газы: кислород, углекислый газ, сероводород. Как различить эти газы по физическим свойствам? Как подтвердить химическими опытами, какой именно газ находится в каждом из цилиндров?

12. В двух закрытых цилиндрах находятся газы метан и этилен. Как распознать эти газы?

13. Как очистить в домашних условиях эмалированную посуду от накипи? Подтвердите это химическими опытами и запишите соответствующие уравнения химических реакций.

14. Как доказать, что образец воды обладает постоянной жесткостью? Запишите соответствующие уравнения химических реакций (в полном ионном и сокращенном виде).

**15.** Как отличить по физическим свойствам следующие вещества: а) концентрированную и разбавленную хлороводородную кислоту; б) концентрированную серную кислоту и ее раствор; в) концентрированную азотную кислоту и ледяную уксусную кислоту?

**16.** Как распознать вещества, находящиеся в склянках без этикеток: а) растворы сульфата аммония и карбоната калия; б) твердые карбонат кальция и нитрат серебра; в) твердые хлорид бария и карбонат бария?

**17.** Предложите два способа получения хлорида меди(II). Запишите уравнения химических реакций. Отметьте признаки и условия их протекания.

**18.** Даны растворы веществ:  $\text{HCl}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{CuCl}_2$ . Как, используя знания физических и химических свойств веществ, определить, в каком сосуде без этикетки находится хлорид меди(II)?

**19.** Разъясните, как очистить поваренную соль от случайно попавших в нее угольной пыли и железных опилок.

**20.** Какие две реакции лежат в основе травления железа соляной кислотой? Этими реакциями можно воспользоваться для снятия со стенок пробирок засохших после практической работы веществ. Что это за вещества? Проведите соответствующие опыты.

**21.** Предложите три способа получения хлорида бария. Составьте уравнения химических реакций. Отметьте признаки и условия их протекания в тех случаях, где это необходимо.

**22.** В трех склянках без этикеток находятся: нитрат серебра, хлорид меди(II) и хлорид калия. Как, не используя дополнительных реактивов, определить, где какое вещество? Составьте план ответа, запишите необходимые уравнения химических реакций. Если требуется, отметьте признаки и условия их протекания.

**23.** Как доказать наличие примеси поваренной соли в удобрении — натриевой селитре (нитрате натрия)?

**24.** Как установить, какая бумага выдана для практической работы: простая фильтровальная или иодкрахмальная?

**25.** Почему реакцию нейтрализации щелочи кислотой проводят в присутствии индикатора? Почему при нейтрализации соляной кислотой гидроксида железа(III) индикатор не требуется?

**26.** Предложите несколько способов получения хлорида цинка из выданных веществ: цинка, оксида цинка, карбоната цинка, гидроксида цинка и соляной кислоты. Запишите уравнения химических реакций, отметьте признаки и условия их протекания в тех

случаях, где это необходимо. Получите хлорид цинка двумя способами.

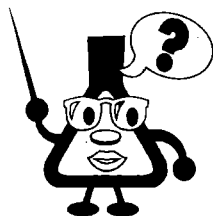
**27.** Даны твердые вещества в склянках без этикеток: хлорид натрия, бромид натрия, иодид натрия и карбонат калия. Как их различить, используя наименьшее число реактивов?

**28.** Как по внешнему виду соли иодида калия обнаружить в ней примесь иода? Как это подтвердить химическими реакциями?

**29.** Какую реакцию вы предлагаете использовать, чтобы восстановить блеск потускневшего медного изделия?

**30.** Объясните, почему нейтральный раствор лакмуса, добавленный в свежеприготовленную хлорную воду, обесцвечивается, а раствор лакмуса, добавленный в хлорную воду, приготовленную давно, становится красным.

# Приложения



## 1. Качественные реакции на катионы и анионы

Определяемый ион	Реактив	Признаки реакции
Реакции на катионы		
$H^+$	Индикаторы: 1) метиловый оранжевый; 2) лакмус	Изменение окраски раствора: 1) на розовую; 2) на красную
$Ba^{2+}$	$SO_4^{2-}$	Белый мелкокристаллический осадок, нерастворимый даже в азотной кислоте, — $BaSO_4$
$Ag^+$	$Cl^-$	Белый творожистый осадок, нерастворимый даже в азотной кислоте, — $AgCl$
$Fe^{2+}$	$OH^-$	Осадок грязно-зеленого цвета — $Fe(OH)_2$
	$[Fe(CN)_6]^{3-}$	Осадок темно-синего цвета — $Fe_3[Fe(CN)_6]_2$
$Fe^{3+}$	$OH^-$	Осадок темно-бурого цвета — $Fe(OH)_3$
	$[Fe(CN)_6]^{4-}$	Осадок темно-синего цвета — $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$
	$CNS^-$	Кроваво-красный раствор — $Fe(CNS)_3$



Определяемый ион	Реактив	Признаки реакции
$Zn^{2+}$	$OH^-$ недостаток, по каплям	Белый осадок — $Zn(OH)_2$ , или $H_2ZnO_2$ , — растворимый в избытке щелочи (образуется раствор $Me_2^+[Zn(OH)_4]^{2-}$ )
$Al^{3+}$	$OH^-$ недостаток, по каплям	Белый осадок — $Al(OH)_3$ , или $H_3AlO_3$ , — растворимый в избытке щелочи (при этом образуется раствор $Me^+[Al(OH)_4]^-$ )
$Cr^{3+}$	$OH^-$ недостаток, по каплям	Серовато-голубой осадок — $Cr(OH)_3$ , или $H_3CrO_3$ , — растворимый в избытке щелочи (образуется раствор $Me^+[Cr(OH)_4]^-$ )
$Cu^{2+}$	$OH^-$	Голубой студенистый осадок — $Cu(OH)_2$
	Проба на пламя	Изумрудно-зеленая окраска пламени
$Ca^{2+}$	$CO_3^{2-}$	Белый осадок, растворимый в кислотах, — $CaCO_3$
	Проба на пламя	Кирпично-красная окраска пламени
$NH_4^+$	$OH^-$	Запах аммиака — $NH_3$
$Na^+$	Проба на пламя	Окраска пламени ярко-желтого цвета
$K^+$	Проба на пламя	Окраска пламени розово-фиолетовая, заметная через синее стекло
Реакции на анионы		
$OH^-$	Индикаторы: 1) лакмус; 2) метиловый оранжевый; 3) фенолфталеин	Изменение окраски раствора: 1) на синюю; 2) на желтую; 3) на малиновую

Определяе- мый ион	Реактив	Признаки реакции
$\text{Cl}^-$	$\text{Ag}^+$	Белый творожистый осадок, не- растворимый даже в азотной кислоте, — $\text{AgCl}$
	$\text{H}_2\text{SO}_4$ (конц)	Бесцветный газ, хорошо рас- творимый в воде, с резким характерным запахом, — $\text{HCl}$
$\text{Br}^-$	$\text{Ag}^+$	Желтоватый творожистый оса- док, нерастворимый даже в азотной кислоте, — $\text{AgBr}$
$\text{I}^-$	$\text{H}_2\text{SO}_4$ (конц)	Бесцветный газ, хорошо рас- творимый в воде, с характер- ным запахом, — $\text{HBr}$
	$\text{Ag}^+$	Желтый творожистый осадок, нерастворимый даже в азотной кислоте, — $\text{AgI}$
	$\text{H}_2\text{SO}_4$ (конц)	Бесцветный газ, хорошо рас- творимый в воде, с характер- ным запахом, — $\text{HI}$
	$\text{Cl}_2$	Бурого цвета раствор иода — $\text{aq} \cdot \text{I}_2$
	$\text{Cl}_2 + \text{крахмал}$ (клейстер)	Посинение крахмала
$\text{S}^{2-}$	$\text{H}^+$	Газ с запахом тухлых яиц — $\text{H}_2\text{S}$
	$\text{Cu}^{2+}$	Черный осадок — $\text{CuS}$
	$\text{Pb}^{2+}$	Черный осадок — $\text{PbS}$
$\text{NO}_3^-$	$\text{Cu}^0$ , $\text{H}_2\text{SO}_4$ (конц)	Бурый газ с неприятным рез- ким запахом — $\text{NO}_2$
$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Ba}^{2+}$	Белый мелкокристаллический осадок, нерастворимый даже в азотной кислоте, — $\text{BaSO}_4$
$\text{SO}_3^{2-}$	$\text{Ba}^{2+}$	Белый мелкокристаллический осадок, растворимый в азот- ной кислоте, — $\text{BaSO}_3$

Определяе- мый ион	Реактив	Признаки реакции
$\text{SO}_3^{2-}$	$\text{H}^+$	Газ с резким запахом, обес- цвечивает раствор фуксина или чернил — $\text{SO}_2$
$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{H}^+$	Газ без запаха, не поддержи- вает горение, вызывает помут- нение известковой воды — $\text{CO}_2$
$\text{PO}_4^{3-}$	$\text{Ag}^+$	Желтый осадок в щелочной среде — $\text{Ag}_3\text{PO}_4$
$\text{CH}_3\text{COO}^-$	$\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц}), \text{H}^+$	Летучая уксусная кислота с ха- рактерным запахом — $\text{CH}_3\text{COOH}$

2. Относительные молекулярные массы неорганических соединений

	H <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Pb <sup>2+</sup>
O <sup>2-</sup>			62	94	153	56	40	102	152	72	160	71	81	80	232	223
OH <sup>-</sup>	18	35	40	56	171	74	58	78	103	90	107	89	99	98	125	241
Cl <sup>-</sup>	36,5	53,5	58,5	74,5	208	111	95	133,5	158,5	127	162,5	126	136	135	143,5	278
Br <sup>-</sup>	81	98	103	119	297	200	184	267	292	216	296	215	225	224	188	367
I <sup>-</sup>	128	145	150	166	391	294	278	408	433	310	437	309	319	318	235	461
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	63	80	85	101	261	164	148	213	238	180	242	179	189	188	170	331
S <sup>2-</sup>	34	68	78	110	169	72	56	150	200	88	208	87	97	96	248	239
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	82	116	126	158	217	120	104	294	344	136	352	135	145	144	294	287
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	98	132	142	174	233	136	120	342	392	152	400	151	161	160	312	303
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	62	96	106	138	197	100	84	234	284	116	292	115	125	124	276	267
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	78	112	122	154	213	116	100	282	332	132	340	131	141	140	292	283
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	98	149	164	212	601	310	262	122	147	358	151	355	385	382	419	811

3. Плотность растворов некоторых кислот и оснований (г/мл) при температуре 20 °С

Массовая доля, %	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HCl	HNO <sub>3</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	CH <sub>3</sub> COOH	NaOH	KOH	NH <sub>3</sub>
1	1,005	1,003	1,004	1,004	1,000	1,010	0,007	0,994
2	1,012	1,008	1,009	1,009	1,001	1,021	1,017	0,990
3	1,018	1,013	1,015	1,015	1,003	1,032	1,026	0,985
4	1,025	1,018	1,020	1,020	1,004	1,043	1,035	0,981
5	1,032	1,023	1,026	1,026	1,006	1,054	1,044	0,977
6	1,039	1,028	1,031	1,031	1,007	1,065	1,053	1,973
7	1,045	1,033	1,037	1,037	1,008	1,076	1,062	1,969
8	1,052	1,038	1,043	1,042	1,010	1,087	1,072	1,965
9	1,059	1,043	1,049	1,048	1,011	1,098	1,081	1,961
10	1,066	1,047	1,054	1,053	1,013	1,109	1,090	1,958
12	1,080	1,057	1,066	1,065	1,015	1,131	1,109	0,950
14	1,095	1,068	1,078	1,076	1,018	1,153	1,128	0,943
16	1,109	1,078	1,090	1,088	1,021	1,175	1,148	0,936
18	1,124	1,088	1,103	1,101	1,024	1,197	1,167	0,930

20		1,139	1,098	1,115	1,113	1,026	1,219	1,186	0,923
22		1,155	1,108	1,128	1,126	1,029	1,241	1,206	0,916
24		1,170	1,119	1,140	1,140	1,031	1,263	1,226	0,910
26		1,186	1,129	1,153	1,153	1,034	1,285	1,247	0,904
28		1,202	1,139	1,167	1,167	1,036	1,306	1,288	0,898
30		1,219	1,149	1,180	1,181	1,038	1,328	1,341	0,892
35		1,260	1,174	1,214	1,216	1,044	1,380	1,396	
40		1,303	1,198	1,246	1,254	1,049	1,430	1,452	
45		1,348		1,278	1,293	1,053	1,478	1,511	
50		1,395		1,310	1,335	1,058	1,525		
55		1,445		1,339	1,379	1,061			
60		1,498		1,367	1,426	1,064			
65		1,553		1,391	1,476	1,067			
70		1,611		1,413	1,526	1,069			

Продолжение

Массовая доля, %	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HCl	HNO <sub>3</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	CH <sub>3</sub> COOH	NaOH	KOH	NH <sub>3</sub>
75	1,669		1,434	1,579	1,070			
80	1,727		1,452	1,633	1,070			
85	1,779		1,469	1,689	1,069			
90	1,814		1,483	1,746	1,066			
92	1,824		1,487	1,770	1,064			
94	1,831		1,491	1,794	1,062			
96	1,836		1,495	1,819	1,059			
98	1,836		1,501	1,844	1,055			
100	1,831		1,513	1,870	1,050			

4. Физические величины, используемые при решении химических задач

Наименование величины	Единицы	Обозначение	Форма записи (с примером числового значения величины)
Количество вещества	моль	$\nu$ (ню), или $n$	$\nu$ ( $\text{H}_2\text{S}$ ) = 1,6 моль
Масса вещества	мг, г, кг	$m$	$m$ (CaO) = 60 кг
Молярная масса	г/моль, кг/моль	$M$	$M$ ( $\text{CO}_2$ ) = 44 г/моль $M$ (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, $\text{м}^3$ , мл	$V$	$V$ ( $\text{H}_2$ ) = 10 л $V$ (HCl) = 0,2 $\text{м}^3$
Плотность вещества, раствора	г/мл, г/см <sup>3</sup> , кг/м <sup>3</sup>	$\rho$ (ро)	$\rho$ ( $\text{H}_2\text{O}$ ) = 1 г/мл $\rho$ (KOH) = 1062 кг/м <sup>3</sup> (раствор при 20 °C)
Относительная плотность	безразмерная	$D$	$D = \frac{M_r(\text{CO}_2)}{M_r(\text{H}_2)} = 22$
Относительная атомная масса	безразмерная	$A_r$	$A_r(\text{Ca}) = 40$ $A_r(\text{C}) = 12$



Наименование величины	Единицы	Обозначение	Форма записи (с примером числового значения величины)
Относительная молекулярная масса	безразмерная (в долях единицы или в %)	$M_r$	$M_r(\text{CaO}) = 56$ $M_r(\text{O}_2) = 32$
Массовая доля растворенного вещества, элемента в соединении	безразмерная (в долях единицы или в %)	$w$	$w(\text{KOH}) = 0,45$ , $w(\text{C}) = 80\%$
Выход вещества	безразмерная (в долях единицы или в %)	$\eta$ (эта)	$\eta(\text{NH}_3) = 0,25$ , $\eta(\text{NH}_3) = 25\%$
Объемная доля газа в смеси	безразмерная (в долях единицы или в %)	$\varphi$ (фи)	$\varphi(\text{CH}_4) = 0,98$ , $\varphi(\text{CH}_4) = 98\%$

## *5. Соотношения между единицами массы и объема*

### Соотношения между единицами массы

1 тонна (т) = 1000 килограмм (кг)

1 центнер (ц) = 100 килограмм (кг)

1 килограмм (кг) = 1000 грамм (г)

1 грамм (г) = 1000 миллиграмм (мг)

### Соотношения между единицами объема

1 куб. метр ( $\text{м}^3$ ) = 1000 куб. дециметров ( $\text{дм}^3$ ) =  
= 1 000 000 куб. см ( $\text{см}^3$ )

1 куб. дециметр ( $\text{дм}^3$ ) = 1000 куб. см ( $\text{см}^3$ )

1 литр (л) = 1 куб. дециметр ( $\text{дм}^3$ )

1 гектолитр (гл) = 100 литров (л)

## *6. Масса 1 л некоторых газов при нормальных условиях (г)*

Азот 1,2504

Водород 0,08987

Воздух 1,2930

Оксид углерода(IV) 1,9643

Кислород 1,4290

Оксид азота(II) 1,3402

Оксид углерода(II) 1,2504

Сероводород 1,5392

7. Таблица растворимости солей, кислот и оснований в воде

Катион Анион	H <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>
OH <sup>-</sup>		P	P	P	—	P	M	M	H	H	—	H	H	H	H
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Cl <sup>-</sup>	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	M	P	P	P
S <sup>2-</sup>	P	P	P	P	H	P	—	—	H	H	H	H	H	H	—
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	M	M	M	P	M	—	—	H	M	—	—
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	M	H	M	P	P	P	—	M	P	P	P
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	H	H	H	H	H	—	H	H	H	—	—
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	H	—	P	P	H	H	H	H	H	—	—	H	H	—	—
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P

P — растворимое (>1 г в 100 г воды);

M — малорастворимое (0,001 г—1 г в 100 г воды);

H — нерастворимое (<0,001 г в 100 г воды);

— — разлагается водой или не существует.

8. Относительные молекулярные массы наиболее часто применяемых органических веществ

Радикал углеводорода (предельный)	H	CH <sub>3</sub>	Cl	Br	I	-OH	$\text{--}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C--H}$	$\text{--}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C--OH}$	$\text{--}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C--O--}$	-NO <sub>2</sub>	-NH <sub>2</sub>	Масса радикала углеводорода
H-	—	16	36,5	81	128	18	30	46	45	47	17	—
CH <sub>3</sub> -	16	30	50,5	95	142	32	44	60	59	61	31	15
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> -	30	44	64,5	109	156	46	58	74	73	75	45	29
C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> -	44	58	78,5	123	170	60	72	88	87	89	59	43
C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> -	58	72	92,5	137	184	74	86	102	101	103	73	57
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> -	72	86	106,5	151	198	88	100	116	115	117	87	71
C <sub>6</sub> H <sub>13</sub> -	86	100	120,5	165	212	102	114	130	129	131	101	85
C <sub>15</sub> H <sub>31</sub> -	212	226	246,5	291	338	228	240	256	255	257	227	211
C <sub>16</sub> H <sub>33</sub> -	226	240	260,5	305	352	242	254	270	269	271	241	225
C <sub>17</sub> H <sub>35</sub> -	240	254	274,5	319	366	256	268	284	283	285	255	239

Продолжение

Радикал углеводорода (неопределенный)	H	CH <sub>3</sub>	Cl	Br	I	-OH	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{O}- \end{array}$	-NO <sub>2</sub>	-NH <sub>2</sub>	Масса радикала углеводорода
CH <sub>2</sub> =CH-	28	42	62,5	107	154	44	56	72	71	73	43	27
CH <sub>2</sub> =CH-CH <sub>2</sub> -	42	56	76,5	121	168	58	70	86	85	87	57	41
CH <sub>2</sub> =CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -	56	70	90,5	135	182	72	84	100	99	101	71	55
CH≡C-	26	40	60,5	115	152	42	54	70	69	71	41	25
CH≡C-CH <sub>2</sub> -	40	54	74,5	119	166	56	68	84	83	85	55	39
C <sub>17</sub> H <sub>35</sub> -	238	252	272,5	317	364	254	266	282	281	283	253	237

# Ответы

## I часть

3.44.  $\text{ZnS}$ ;  $w(\text{S}) = 32,99\%$

3.45.  $\text{SO}_3$ ;  $w(\text{O}) = 60\%$

3.46.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ;  $w(\text{Fe}) = 70\%$

3.47.  $\text{Cu}_2\text{O}$ ;  $w(\text{Cu}) = 88,89\%$

4.1. 16%

4.2. 20%

4.3. 3,65%

4.4. 16,6%

4.5. 18,7%

4.6. 4%

4.7. 42,7%

4.8. 7,5%

4.9. 10%

4.10. 15,3%

4.11. 33,3%

4.12. 5,7%

4.13. 32,7%

4.14. 30%

4.15. 15%

4.16. 8,3%

4.17. 28%

4.18. 3% соли, 0,3% кислоты

4.19. 4,76%

4.20. 4 г

4.21. 3 г

4.22. 66,6 г

4.23. 3 г

4.24. 54 г

4.25. 60 г

4.26. 6 г

4.27. 4,2 г

4.28. 19,2 г

4.29. 9 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 51 г  $\text{H}_2\text{O}$

4.30. 0,32 г крахмала, 159,68 г  $\text{H}_2\text{O}$

4.31. 1 кг  $\text{CuSO}_4$ , 19 кг  $\text{H}_2\text{O}$

- 4.32.** 7,5 г  $I_2$ , 142,5 г спирта  
**4.33.** 298,5 г  $H_2O$ , 15 г  $KNO_3$   
**4.34.** 144 кг  $NH_4NO_3$ , 36 кг  $H_2O$   
**4.35.** 12 г  $KNO_3$ , 48 г  $H_2O$   
**4.36.** 180 г соли, 2 820 г  $H_2O$   
**4.37.** 4,5 г соли, 495, 5 г  $H_2O$   
**4.38.** 40 г удобрений, 1 960 г  $H_2O$   
**4.39.** 192 г сахара, 4 808 г  $H_2O$   
**4.40.** 14,85 г  $KNO$ , 2 735 г  $H_2O$   
**4.41.** 360 г  $H_2O$ , 440 г  $CH_3COOH$   
**4.42.** 60 г  $HCl$ , 240 г  $H_2O$   
**4.43.** 9 г мочевины, 1 791 г  $H_2O$

- 5.2.** 31,6%  
**5.3.** 7,4%  
**5.4.** 6,56%  
**5.5.** 42,6%  
**5.6.** 64,92 г  
**5.7.** 19,95 г  $NaOH$ , 46,55 г  $H_2O$   
**5.8.** 86,4 г  $CH_3OH$ , 9,6 г  $H_2O$   
**5.9.** 967,2 г  $KO$   
**5.10.** 1,33 г/мл

## **II часть**

- 1.10.** 0,34 г  $AgNO_3$   
**1.13.** 4,5 моль  $Fe$   
**1.22.** 2,24 л  $Cl_2$   
**1.34.** 6,2 г  $P$   
**1.50.** 537,6 л  $O_2$
- 2.2.** 0,76 л  $H_2$   
**2.13.** 45,45%  $CaCO_3$   
**2.15.** 334,7 г технической соды  
**2.36.** 0,11 моль  $C_2H_2$   
**2.49.** 252 г  $CaO$ , 100,8 л  $CO_2$
- 3.1.** 9,5 г  $BaSO_4$   
**3.13.** 0,003 моль  $Cu(OH)_2$   
**3.23.** 3%  $HNO_3$

3.45. 4,48 л  $H_2$ , 53,1 г технической  $HCl$

3.54. 44,8 л  $SO_2$

4.12. 0,2 л  $SO_2$ , 0,2 л  $H_2O$

4.25. 2 л  $NH_3$ , 0,5 л  $H_2$  останется

4.26. Не могут. 2 л  $CO_2$

4.27. 0,7 м<sup>3</sup>  $O_2$ , 3,5 м<sup>3</sup> воздуха

4.28. 10 м<sup>3</sup>  $H_2$ , 10 мл  $CO_2$

4.29. Хватит.

4.30. Хватит.

4.31. 200 мл  $SO_3$

4.32. 1,25 м<sup>3</sup>  $Cl_2$ , 0,06 моль  $H_2$

4.33. 25 м<sup>3</sup>  $Cl_2$ , 2,23 л  $H_2$

4.34. 3,996 л  $NH_3$

4.35. 15 л  $O_2$

4.36. 4,67 л  $N_2$

4.37. Не хватит

4.38. 19 м<sup>3</sup>  $CO_2$

4.39. 20 мл  $C_2H_6$

4.40. 8,96 л  $SO_2$

4.41. 2,8 л  $N_2$ , 0,125 моль  $N_2$

4.42. 2 : 1

4.43. 2,24 л  $NO_2$ , 1,12 л  $O_2$

4.44. 11,2 л  $C_3H_8$

4.45. 1,12 м<sup>3</sup>  $H_2$

4.46. 5 л  $O_2$ , 6 л  $O_2$ , 7 л  $O_2$

4.47. 5,6 м<sup>3</sup>  $CO_2$

5.1.  $Fe(тв) + S(тв) = FeS(тв) + 95,33 \text{ кДж}$

5.2.  $4Al(тв) + 3O_2(г) = 2Al_2O_3(тв) + 3282 \text{ кДж}$

5.3.  $CH_4(г) + 2O_2(г) = CO_2(г) + 2H_2O(г) + 892,8 \text{ кДж}$

5.4. 21,8 кДж

5.5. 89,6 л  $C_2H_4$

5.12. 17 409,7 кДж

5.13. 448 л  $N_2$ , 448 л  $O_2$

5.16.  $4NH_3(г) + 3O_2(г) = 2N_2(г) + 6H_2O(г) + 1530 \text{ кДж}$

5.18. а) 1285,95 кДж; б) 214,325 кДж; в) 100,352 кДж

5.23.  $2CO(г) + O_2(г) = 2CO_2(г) + 577 \text{ кДж}$

5.24. 2,24  $Cl_2$ , 0,1 моль  $Cl_2$

5.28. 6244,29 кДж



Учебное издание

**Гара Наталья Николаевна**  
**Габрусева Надежда Ивановна**

## **ХИМИЯ**

**Задачник с «помощником»**  
**8—9 классы**

Пособие для учащихся  
общеобразовательных учреждений

**ЦЕНТР ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**

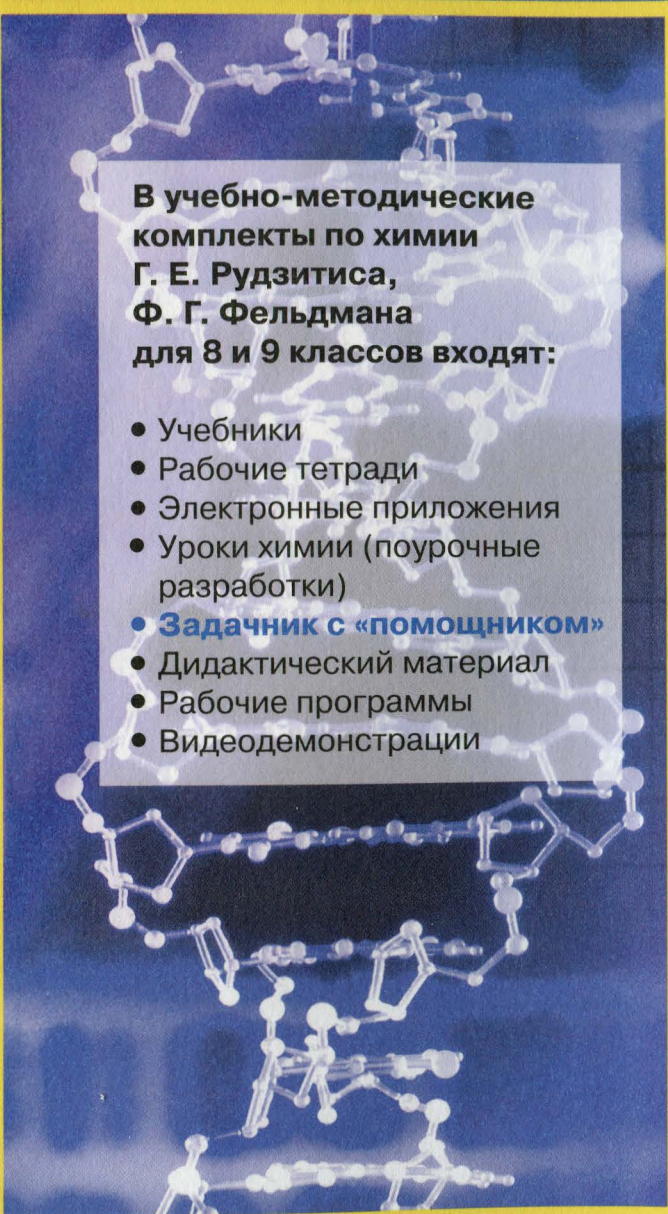
Руководитель Центра *В. И. Егудин*  
Редактор *Л. Н. Кузнецова*  
Внешнее оформление и макет *А. А. Барковской*  
Художественный редактор *Е. А. Михайлова*  
Компьютерная верстка *Л. А. Ооржак*  
Корректоры *Г. Е. Казанцева, О. В. Крупенко*

Налоговая льгота — Общероссийский классификатор продукции ОК 005-93—953000. Изд. лиц. Серия ИД № 05824 от 12.09.01. Подписано в печать 11.09.12. Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага типографская № 2. Гарнитура TextBookC. Печать офсетная. Уч.-изд. л. 4,59. Тираж 3000 экз. Заказ № 3277.

Открытое акционерное общество «Издательство «Просвещение». 127521, Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленных издательством материалов в ОАО «Тверской ордена Трудового Красного Знамени полиграфкомбинат детской литературы им. 50-летия СССР». 170040, г. Тверь, проспект 50 лет Октября, 46.





**В учебно-методические  
комплекты по химии  
Г. Е. Рудзитиса,  
Ф. Г. Фельдмана  
для 8 и 9 классов входят:**

- Учебники
- Рабочие тетради
- Электронные приложения
- Уроки химии (поурочные разработки)
- **Задачник с «помощником»**
- Дидактический материал
- Рабочие программы
- Видеодемонстрации