

ХИМИЯ

О. С. Габриелян, П. В. Решетов,  
И. Г. Остроумов

# Задачи по химии и способы их решения

**8-9** классы

8-е издание, стереотипное

УДК 373.167.1:54  
ББК 24.1я72  
Г12

*Серия основана в 2001 году*

**Габриелян, О. С.**

Г12      **Задачи по химии и способы их решения. 8—9 кл. /**  
**О. С. Габриелян, П. В. Решетов, И. Г. Остро-**  
**умов. — 8-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2018. —**  
**158, [2] с. — (Российский учебник : Темы школь-**  
**ного курса).**

**ISBN 978-5-358-20039-5**

В пособии подробно рассмотрены способы решения задач в объеме школьной программы для 8—9 классов и приведены задачи для самостоятельного решения. Большое внимание уделено решению комбинированных задач.

Данное пособие поможет научиться правильно решать расчетные задачи по химии и будет полезным как для учащихся 8 и 9 классов, так и для преподавателей химии.

**УДК 373.167.1:54**  
**ББК 24.1я72**

**ISBN 978-5-358-20039-5**

© ООО «ДРОФА», 2004

Решение расчетных задач занимает важное место в изучении основ химической науки. При решении задач происходит более глубокое и полное усвоение учебного материала, вырабатываются навыки практического применения имеющихся знаний, развиваются способности к самостоятельной работе, происходит формирование умения логически мыслить, использовать приемы анализа и синтеза, находить взаимосвязь между объектами и явлениями. В этом отношении решение задач является необходимым компонентом при изучении такой науки, как химия.

Для того чтобы успешно справляться с задачами, необходимо знать основные способы их решения.

В данном пособии рассмотрены способы решения химических задач по следующим темам:

- основные количественные характеристики вещества: количество вещества, масса и объем;
- массовая, объемная и молярная доля вещества в смеси; массовая доля элемента в соединении;
- вывод формул соединений;
- расчет количества вещества, массы или объема исходных веществ и продуктов реакции;
- расчет массы, объема продукта реакции, если одно из реагирующих веществ дано в избытке;

- расчеты, связанные с использованием доли выхода продуктов реакции;
- расчеты, связанные со скоростью химической реакции и химическим равновесием;
- расчеты, связанные с концентрацией растворов, растворимостью веществ, электролитической диссоциацией;
- расчеты, связанные с положением металлов в электрохимическом ряду напряжений металлов.

В каждом разделе пособия подробно рассмотрены способы решения задач по каждой из тем и даны аналогичные задачи для самостоятельного решения. Внутри разделов задачи расположены по возрастанию их сложности, что дает возможность осваивать материал постепенно, закрепляя полученные ранее знания.

Большинство задач, решаемых в школе и на различного рода конкурсах и экзаменах, являются комбинированными, т. е. сочетают различные типы вычислений. Например, задачи на смеси веществ включают расчеты по химическим уравнениям, вычисление массовой доли компонента смеси и т. д. Для решения таких задач необходимо использовать способы, описанные в различных разделах данного пособия. Примеры решения таких задач также представлены авторами.

Знание способов решения простейших задач, основных формул и законов, по которым проводятся расчеты, является обязательным, но не единственным условием того, чтобы справиться с предложенной задачей. Умение решать задачи складывается из многих факторов.

Во-первых, для успешного решения задачи необходим прочный теоретический фундамент, т. е. знания о строении веществ, их физических свойствах, способах получения, основных типах превращений. Очень часто затруднения в решении задач

связаны с неумением верно написать уравнение реакции, ошибками в формулах соединений, пробелами в знаниях основных закономерностей и т. п.

Во-вторых, приступая к решению задачи, следует прежде всего внимательно изучить ее условие. При этом обращать внимание следует не только на численные величины, приведенные в задаче, но и на ее текст. Очень часто в тексте задачи содержатся подсказки, без учета которых нельзя добиться верного решения. Очень важно, чтобы решающий задачу четко представлял себе сущность описанных в ней процессов, видел взаимосвязь происходящих химических превращений и изменений численных параметров системы, описанной в задаче. Например, если в условии задачи говорится о том, что после пропускания смеси газов через раствор какого-либо вещества объем смеси уменьшился, необходимо разобраться в причинах этого изменения, выяснить, за счет какого вещества произошло уменьшение объема и какие вещества остались после этого в смеси. Без тщательного анализа условия решить задачу практически невозможно.

В-третьих, уяснив условия задачи, необходимо обдумать способ ее решения, т. е. установить связь между известными величинами и неизвестными. Для этого существует два метода. Первый метод предусматривает решение задачи «с конца». При этом обращают внимание на неизвестную величину, которая является целью решения задачи, выявляют законы и формулы, которые нужно использовать для ее вычисления, а также данные, необходимые для проведения таких вычислений, а если этих данных в условии задачи нет, определяют путь, по которому можно их найти, исходя из приведенных в условии величин. Второй путь предусматривает решение задачи, исходя из известных величин, содержащихся в условии. При

этом анализируют исходные данные, определяют величины, которые они позволяют найти, выявляют направления, позволяющие перейти от этих величин к конечному результату. Нередко при решении задач приходится комбинировать описанные методы.

Авторы надеются, что данное пособие поможет научиться правильно решать расчетные химические задачи и окажется полезным как для учащихся, так и для преподавателей химии.

## Условные обозначения

---

$A_r$  — относительная атомная масса.

$M_r$  — относительная молекулярная масса.

$N$  — число атомов, молекул или ионов.

$N_A$  — постоянная Авогадро.

$\nu$  — количество вещества.

$m$  — масса.

$V$  — объем.

$V_m$  — молярный объем.

$M$  — молярная масса.

$p$  — давление.

$v$  — скорость реакции.

$\gamma$  — температурный коэффициент реакции.

$C$  — концентрация.

$\tau$  — время.

$t$  — температура.

$D_{\text{возд}}(A)$  — относительная плотность по воздуху газообразного вещества  $A$ .

$D_{\text{H}_2}(A)$  — относительная плотность по водороду газообразного вещества  $A$ .

# Количественные характеристики вещества

---

Основные количественные характеристики вещества: количество вещества, масса и объем

## ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Важнейшим понятием химии является количество вещества. **Количество вещества** характеризует число структурных единиц (атомов, молекул, ионов), которое содержится в определенном образце данного вещества.

Единицей измерения количества вещества является моль. **Моль** — это количество вещества, содержащее столько же структурных единиц (атомов, молекул или ионов), сколько их содержится в 12 г изотопа углерода  $^{12}\text{C}$ . Согласно этому определению, 1 моль любого вещества содержит одинаковое число структурных единиц. Это число равно  $6,02 \cdot 10^{23}$ , его называют постоянной Авогадро ( $N_A$ ).

Количество вещества ( $\nu$ ) связано с числом структурных единиц ( $N$ ) в образце вещества, его массой ( $m$ ) и объемом ( $V$ ) — для газообразных веществ при н. у. — следующими уравнениями:

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

в которых  $V_m = 22,4$  л/моль (мл/ммоль,  $\text{м}^3/\text{кмоль}$ ),  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ , а молярная масса ( $M$ ) численно равна относительной молекулярной массе вещества<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Относительную молекулярную массу вещества ( $M_r$ ) вычисляют как сумму относительных атомных масс элементов, образующих вещество, с учетом числа атомов, например:

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



Зная две величины в данных уравнениях, можно легко найти третью.

### СПОСОБЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

**1.1.** Какое количество вещества содержится в 33 г оксида углерода (IV)?

Д а н о.	Р е ш е н и е.
$m(\text{CO}_2) = 33 \text{ г}$	1. Найдем молярную массу углерода (IV):
<hr/>	$M(\text{CO}_2) = M(\text{C}) + 2M(\text{O}) =$
$\nu(\text{CO}_2) = ?$	$= 12 \text{ г/моль} + 2 \cdot 16 \text{ г/моль} =$
	$= 44 \text{ г/моль}.$

2. Рассчитаем количество вещества оксида углерода (IV):

$$\nu(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} = \frac{33 \text{ г}}{44 \text{ г/моль}} = 0,75 \text{ моль}.$$

О т в е т.  $\nu(\text{CO}_2) = 0,75 \text{ моль}.$

**1.2.** Какое число молекул содержится в 2,5 моль кислорода?

Д а н о.	Р е ш е н и е.
$\nu(\text{O}_2) = 2,5 \text{ моль}$	1. Преобразуя уравнение
<hr/>	$\nu = \frac{N}{N_A}$ для $N$ , получим:
$N(\text{O}_2) = ?$	$N = \nu \cdot N_A.$

2. Подставив известные величины в полученное уравнение, найдем число молекул кислорода:

$$N(\text{O}_2) = \nu(\text{O}_2) \cdot N_A = 2,5 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 1,505 \cdot 10^{24}.$$

О т в е т.  $N(\text{O}_2) = 1,505 \cdot 10^{24}.$

**1.3.** Определите объем (н. у.), который займут 0,25 моль водорода.

Д а н о.	Р е ш е н и е.
$\nu(\text{H}_2) = 0,25 \text{ моль}$	1. Запишем уравнение, связывающее количество вещества и объем:
<hr/>	$V = \nu \cdot V_m.$
$V(\text{H}_2) = ?$	

2. Зная, что молярный объем газов  $V_m$  при нормальных условиях — величина постоянная и равная 22,4 л/моль, найдем объем водорода:

$$V(\text{H}_2) = \nu(\text{H}_2) \cdot V_m = 0,25 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 5,6 \text{ л.}$$

О т в е т.  $V(\text{H}_2) = 5,6 \text{ л.}$

**1.4.** Какую массу будет иметь порция оксида серы (IV), объем которой 13,44 л (н. у.)?

Д а н о.

$$V(\text{SO}_2) = 13,44 \text{ л}$$

$$m(\text{SO}_2) — ?$$

Р е ш е н и е.

Перейти от объема вещества к его массе можно, зная количество вещества.

1. Найдем количество вещества оксида серы (IV):

$$\nu(\text{SO}_2) = \frac{V(\text{SO}_2)}{V_m} = \frac{13,44 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,6 \text{ моль.}$$

2. Найдем молярную массу оксида серы (IV):

$$M(\text{SO}_2) = M(\text{S}) + 2M(\text{O}) = 32 \text{ г/моль} + 2 \times 16 \text{ г/моль} = 64 \text{ г/моль.}$$

3. Зная количество вещества  $\text{SO}_2$  и его молярную массу, найдем массу  $\text{SO}_2$ :

$$m(\text{SO}_2) = \nu(\text{SO}_2) \cdot M(\text{SO}_2) = 0,6 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 38,4 \text{ г.}$$

О т в е т.  $m(\text{SO}_2) = 38,4 \text{ г.}$

**1.5.** Какова масса порции оксида азота (IV), содержащей  $4,816 \cdot 10^{23}$  молекул? Каков ее объем (н. у.)?

Д а н о.

$$N(\text{NO}_2) = 4,816 \cdot 10^{23}$$

$$m(\text{NO}_2) — ?$$

$$V(\text{NO}_2) — ?$$

Р е ш е н и е.

1. Найдем количество вещества  $\text{NO}_2$ :

$$\nu(\text{NO}_2) = \frac{N(\text{NO}_2)}{N_A} = \frac{4,816 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 0,8 \text{ моль.}$$

2. Найдем массу  $\text{NO}_2$ :

$$m(\text{NO}_2) = \nu(\text{NO}_2) \cdot M(\text{NO}_2) = 0,8 \text{ моль} \cdot 46 \text{ г/моль} = 36,8 \text{ г.}$$

3. Найдем объем  $\text{NO}_2$ :

$$V(\text{NO}_2) = \nu(\text{NO}_2) \cdot V_m = 0,8 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 17,92 \text{ л.}$$

О т в е т.  $m(\text{NO}_2) = 36,8 \text{ г}$ ;  $V(\text{NO}_2) = 17,92 \text{ л}$ .

**1.6.** Масса порции простого вещества, содержащей  $1,806 \cdot 10^{24}$  молекул, равна 6 г. Определите молярную массу данного вещества и назовите его.

Д а н о.

$$N(\text{в-ва}) = 1,806 \cdot 10^{24}$$

$$m(\text{в-ва}) = 6 \text{ г}$$

---

$$M(\text{в-ва}) = ?$$

Р е ш е н и е.

1. Найдем количество вещества неизвестного простого вещества:

$$\nu(\text{в-ва}) = \frac{N(\text{в-ва})}{N_A} = \frac{1,806 \cdot 10^{24}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 3 \text{ моль.}$$

2. Найдем молярную массу неизвестного вещества:

$$M(\text{в-ва}) = \frac{m(\text{в-ва})}{\nu(\text{в-ва})} = \frac{6 \text{ г}}{3 \text{ моль}} = 2 \text{ г/моль.}$$

По значению молярной массы простого вещества определяем, что простое вещество — водород.

О т в е т.  $M(\text{в-ва}) = 2 \text{ г/моль}$ . Это водород.

**1.7.** Определите абсолютную массу (в г) одной молекулы воды.

Д а н о.

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

---

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

Р е ш е н и е.

Найдем массу одной молекулы воды, зная молярную массу воды (массу 1 моль) и число молекул, содержащихся в 1 моль (постоянную Авогадро):

$$m(\text{молекулы H}_2\text{O}) = \frac{M(\text{H}_2\text{O})}{N_A} =$$

$$= \frac{18 \text{ г/моль}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 2,99 \cdot 10^{-23} \text{ г.}$$

О т в е т.  $m(\text{молекулы H}_2\text{O}) = 2,99 \cdot 10^{-23} \text{ г.}$

**1.8.** Определите массу порции оксида серы (VI), содержащей  $7,224 \cdot 10^{23}$  атомов кислорода.

Д а н о.	Р е ш е н и е.
$N(\text{O}) = 7,224 \cdot 10^{23}$	1. В условии задачи
$m(\text{SO}_3) - ?$	указано число <u>атомов</u>
	кислорода в порции окси-
	да серы (VI).

Учитывая, что в состав одной молекулы оксида входит 3 атома кислорода, найдем число молекул  $\text{SO}_3$  в данной порции:

$$\frac{N(\text{SO}_3)}{N(\text{O})} = \frac{1}{3} \Rightarrow N(\text{SO}_3) = \frac{N(\text{O}) \cdot 1}{3} = \frac{7,224 \cdot 10^{23}}{3} =$$

$$= 2,408 \cdot 10^{23}.$$

2. Зная число молекул  $\text{SO}_3$  в данной порции, найдем количество вещества оксида серы (VI):

$$\nu(\text{SO}_3) = \frac{N(\text{SO}_3)}{N_A} = \frac{2,408 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 0,4 \text{ моль.}$$

3. Найдем массу оксида серы (VI):

$$m(\text{SO}_3) = \nu(\text{SO}_3) \cdot M(\text{SO}_3) = 0,4 \text{ моль} \cdot 80 \text{ г/моль} = 32 \text{ г.}$$

О т в е т.  $m(\text{SO}_3) = 32 \text{ г.}$

**1.9.** Сколько атомов азота содержится в оксиде азота (I), объем которого (н. у.) равен 20,16 л?

Д а н о.	Р е ш е н и е.
$V(\text{N}_2\text{O}) = 20,16 \text{ л}$	1. Определим количе-
$N(\text{N}) - ?$	ство вещества оксида азо-
	та (I):

$$\nu(\text{N}_2\text{O}) = \frac{V(\text{N}_2\text{O})}{V_m} = \frac{20,16 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,9 \text{ моль.}$$

2. Рассчитаем число молекул оксида азота (I):  
 $N(N_2O) = \nu(N_2O) \cdot N_A = 0,9 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 5,418 \cdot 10^{23}$ .

3. Найдем число атомов азота, учитывая, что в состав одной молекулы оксида азота (I) входят 2 атома азота:

$$\frac{N(N)}{N(N_2O)} = \frac{2}{1} \Rightarrow N(N) = \frac{N(N_2O) \cdot 2}{1} = 5,418 \cdot 10^{23} \times 2 = 10,836 \cdot 10^{23}.$$

О т в е т.  $N(N) = 10,836 \cdot 10^{23}$ .

**1.10.** Определите объем (н. у.) оксида углерода (IV), в котором содержится столько же атомов кислорода, сколько их содержится в 48 г карбоната кальция.

Д а н о.

$$m(\text{CaCO}_3) = 48 \text{ г}$$

$$V(\text{CO}_2) \text{ — ?}$$

Р е ш е н и е.

1. Найдем количество вещества карбоната кальция:

$$\nu(\text{CaCO}_3) = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{M(\text{CaCO}_3)} = \frac{48 \text{ г}}{100 \text{ г/моль}} = 0,48 \text{ моль}.$$

2. Найдем число молекул  $\text{CaCO}_3$ :

$$N(\text{CaCO}_3) = \nu(\text{CaCO}_3) \cdot N_A = 0,48 \text{ моль} \cdot 6,02 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 2,89 \cdot 10^{23}.$$

3. Найдем число атомов кислорода в образце  $\text{CaCO}_3$  ( $N_1$ ):

$$\frac{N_1(\text{O})}{N(\text{CaCO}_3)} = \frac{3}{1} \Rightarrow N_1(\text{O}) = \frac{N(\text{CaCO}_3) \cdot 3}{1} = 2,89 \times 10^{23} \cdot 3 = 8,669 \cdot 10^{23}.$$

4. По условию задачи такое же число атомов кислорода  $N_2(\text{O})$  содержится в оксиде углерода (IV), следовательно:

$$N_1(\text{O}) = N_2(\text{O}) = 8,669 \cdot 10^{23}.$$

Найдем число молекул  $\text{CO}_2$ , содержащее данное число атомов кислорода:

$$\frac{N(\text{CO}_2)}{N_2(\text{O})} = \frac{1}{2} \Rightarrow N(\text{CO}_2) = \frac{N_2(\text{O}) \cdot 1}{2} = \frac{8,669 \cdot 10^{23}}{2} = 4,334 \cdot 10^{23}.$$

5. Найдем количество вещества оксида углерода (IV):

$$\nu(\text{CO}_2) = \frac{N(\text{CO}_2)}{N_A} = \frac{4,334 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 0,72 \text{ моль}.$$

6. Найдем объем оксида углерода (IV):

$$V(\text{CO}_2) = \nu(\text{CO}_2) \cdot V_m = 0,72 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 16,12 \text{ л}.$$

О т в е т.  $V(\text{CO}_2) = 16,12 \text{ л}.$

1.11. Определите относительную плотность сероводорода по водороду и по воздуху.

Д а н о.

$$M(\text{H}_2\text{S}) = 34 \text{ г/моль}$$

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

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

Р е ш е н и е.

Относительную плотность одного газа по другому можно вычислить по формуле:

$$D_{\text{газ 1}}(\text{газ 2}) = \frac{M(\text{газ 1})}{M(\text{газ 2})}.$$

1. Используя эту формулу, рассчитаем плотность сероводорода по водороду:

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

2. Зная, что средняя молярная масса воздуха равна 29, найдем плотность сероводорода по воздуху.

$$D_{\text{возд}}(\text{H}_2\text{S}) = \frac{M(\text{H}_2\text{S})}{M(\text{возд.})} = \frac{34 \text{ г/моль}}{29 \text{ г/моль}} = 1,17.$$

О т в е т.  $D_{\text{H}_2}(\text{H}_2\text{S}) = 17$ ;  $D_{\text{возд}}(\text{H}_2\text{S}) = 1,17.$

**1.12.** Плотность газа по кислороду равна 0,875. Определите число молекул, содержащихся в 15,4 г этого газа.

Д а н о.

$$M(\text{газа}) = 15,4 \text{ г}$$

$$D_{\text{O}_2}(\text{газа}) = 0,875$$

---

$$N(\text{газа}) = ?$$

Р е ш е н и е.

1. Найдем молярную массу газа, зная его плотность по кислороду:

$$D_{\text{O}_2}(\text{газа}) = \frac{M(\text{газа})}{M(\text{O}_2)} \Rightarrow M(\text{газа}) = D_{\text{O}_2}(\text{газа}) \times M(\text{O}_2) = 0,875 \cdot 32 \text{ г/моль} = 28 \text{ г/моль}.$$

2. Найдем количество вещества газа:

$$\nu(\text{газа}) = \frac{m(\text{газа})}{M(\text{газа})} = \frac{15,4 \text{ г}}{28 \text{ г/моль}} = 0,55 \text{ моль}.$$

3. Найдем число молекул в данном образце газа:

$$N(\text{газа}) = \nu(\text{газа}) \cdot N_A = 0,55 \text{ моль} \cdot 6,02 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 3,311 \cdot 10^{23}.$$

$$\text{О т в е т. } N(\text{газа}) = 3,311 \cdot 10^{23}.$$

#### **ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ**

**1.13.** Определите массу 1,5 моль оксида меди (II).

$$\text{О т в е т. } m(\text{CuO}) = 120 \text{ г}.$$

**1.14.** Определите массу и объем (н. у.) 3,5 моль аммиака.

$$\text{О т в е т. } m(\text{NH}_3) = 59,5 \text{ г}; V(\text{NH}_3) = 78,4 \text{ л}.$$

**1.15.** Какую массу имеют 14,56 л (н. у.) оксида углерода (II)?

$$\text{О т в е т. } m(\text{CO}) = 18,2 \text{ г}.$$

**1.16.** Порция хлора имеет массу 3,55 г. Другая порция занимает (н. у.) объем, равный 1,344 л. В каком образце содержится больше молекул хлора?

О т в е т. Во второй порции молекул хлора больше.