**Правила составления и чтения химических формул веществ.**

Урок посвящен изучению правил составления и чтения химических формул веществ. Вы узнаете, какую информацию дает химическая формула вещества и как на основании данных о массовых долях химических элементов составить химическую формулу.

Химическая формула вещества

Для обозначения веществ пользуются химическими формулами.

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

С помощью индексов Й. Я. Берцелиус предложил обозначать число атомов химического элемента в молекуле вещества. Например: в состав молекулы воды входят два атома водорода и один атом кислорода – Н2О (2 – индекс). В состав углекислого газа входит один атом углерода и два атома кислорода – СО2. Индекс, равный единице, не пишется.

Цифра, стоящая перед формулой вещества, называется *коэффициентом* и указывает на количество молекул данного вещества. Например, 4Н2О – 4 молекулы воды. В четырех молекулах воды содержится 8 атомов водорода и 4 атома кислорода.

Информация, которую дает химическая формула вещества

На примере углекислого газа СО2рассмотрим, какую информацию о веществе можно получить по его химической формуле.

*Таблица 1.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Признак характеристики** | **СО2** |
| 1 | Простое или сложное вещество | Сложное вещество |
| 2 | Качественный состав вещества | Состоит из атомов углерода С и кислорода О |
| 3 | Количественный состав вещества | На 1 атом С приходится 2 атома О |
| 4 | Относительная молекулярная масса (Mr) | Mr(CО2) = 1\*12 +2\*16=44 |
| 5 | Молярная масса вещества (М) | М(СО2) = 44 г/моль |

На основании химической формулы можно рассчитать массовые доли химических элементов в веществе, это будет рассмотрено в материале следующего урока.

Вывод химической формулы вещества

Химические формулы выводят на основании данных, полученных экспериментально. Если известны массовые доли элементов в веществе и относительная молекулярная масса вещества, можно найти число атомов каждого элемента в молекуле.

**Пример.**Известно, что относительная молекулярная масса углекислого газа равна 44. Массовая доля кислорода в этом веществе составляет 0,727 (72,7%), остальное приходится на углерод. Составим химическую формулу углекислого газа. Для этого необходимо:

1. определить массу, приходящуюся на долю атомов кислорода в молекуле:

44\*0,727=32 (относительных единиц);

2. определить число атомов кислорода, зная, что относительная атомная масса кислорода равна 16:

32:16=2;

3. определить массу, приходящуюся на долю атомов углерода:

44-32=12 (относительных единиц);

4. определить число атомов углерода, зная, что относительная атомная масса углерода равна 12:

12:12=1;

5. составить формулу углекислого газа: СО2.

# Вывод химических формул

**Содержание статьи**

* [1 Вывод химических формул](https://znaesh-kak.com/x/x/%D0%B2%D1%8B%D0%B2%D0%BE%D0%B4-%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85-%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D1%83%D0%BB#i)
	+ [1.1 Пример вывода химических формул](https://znaesh-kak.com/x/x/%D0%B2%D1%8B%D0%B2%D0%BE%D0%B4-%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85-%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D1%83%D0%BB#i-2)
	+ [1.2 Что такое валентность](https://znaesh-kak.com/x/x/%D0%B2%D1%8B%D0%B2%D0%BE%D0%B4-%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85-%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D1%83%D0%BB#i-3)
	+ [1.3 Химические формулы](https://znaesh-kak.com/x/x/%D0%B2%D1%8B%D0%B2%D0%BE%D0%B4-%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85-%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D1%83%D0%BB#i-4)
		- [1.3.1 Пример составления химической формулы](https://znaesh-kak.com/x/x/%D0%B2%D1%8B%D0%B2%D0%BE%D0%B4-%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85-%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D1%83%D0%BB#i-5)

Чтобы вывести формулу слож­ного [вещества](https://znaesh-kak.com/x/x/%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0-%D0%B8-%D0%B8%D1%85-%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F), нужно прежде всего путем анализа установить, из каких элементов состоит вещество и в каких весовых отношениях соединены друг с другом входящие в него элементы.

Обычно состав сложного [вещества](https://znaesh-kak.com/x/x/%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0-%D0%B8-%D0%B8%D1%85-%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F) выражают в процентах, но он может быть выражен и в любых других числах, указывающих отношение между весовыми количествами элементов, образующих дан­ное вещество.

Например, состав окиси алюминия, содержащей 52,94% алюминия и 47,06% кислорода, будет вполне определен, если мы скажем, что [алюминий](https://znaesh-kak.com/x/b/aluminii) и [кислород](https://znaesh-kak.com/x/o/kislorod) соединены в весовом отношении 9:8, т. е. что на 9 вес. ч. алюминия приходится 8 вес. ч. кислорода. Понятно, что отношение 9: 8 должно равняться отношению 52,94 : 47,06.

Зная весовой состав сложного [вещества](https://znaesh-kak.com/x/x/%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0-%D0%B8-%D0%B8%D1%85-%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F) и атомные веса обра­зующих его элементов, нетрудно найти относительное число ато­мов каждого элемента в молекуле взятого вещества и таким об­разом установить его простейшую формулу.

## Пример вывода химических формул

что требуется вывести формулу хлори­стого кальция, содержащего 36% кальция и 64% хлора. Атомный вес кальция 40, хлора 35,5.

Обозначим число атомов кальция в молекуле хлористого кальция через *х,*а число атомов хлора через *у.*Так как атом кальция весит 40, а атом хлора 35,5 кислородных единиц, [то](https://znaesh-kak.com/q/z/%D1%81%D0%BE%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F) об­щий вес атомов кальция, входящих в состав молекулы хлори­стого кальция, будет равен 40 *х,*а вес атомов хлора 35,5 *у.*Отно­шение этих чисел, очевидно, должно равняться отношению весо­вых количеств кальция и хлора в любом количестве хлористого кальция. Но последнее отношение равно 36 : 64.

Приравняв оба отношения, получим:

Проверь хорошо ли Вы знаете науки

40x: 35,5y = 36:64

Затем освободимся от коэффициентов при неизвестных *х*и *у*пу­тем деления первых членов пропорции на 40, а вторых на 35,5:Числа 0,9 и 1,8 выражают относительное число атомов в мо­лекуле хлористого кальция, но они дробны, тогда как в моле­куле может содержаться только целое число атомов. Чтобы вы­разить отношение *х*:*у*двумя целыми числами, делим оба члена второго отношения на наименьший из них. Получаем

*х: у*= 1 :2

Следовательно, в молекуле хлористого кальция на один атом кальция приходятся два атома хлора. Этому условию удовле­творяет целый ряд формул: СаСl2, Са2Сl4, Са3Сl6 и т. д. Так как у нас нет данных, чтобы судить, какая из написанных формул отвечает действительному атомному составу молекулы хлори­стого кальция, [то](https://znaesh-kak.com/q/z/%D1%81%D0%BE%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F) мы остановимся на простейшей из них СаСl2, указывающей наименьшее возможное число атомов в молекуле хлористого кальция.

Однако произвол в выборе формулы отпадает, если наряду с весовым составом вещества известен также его молекулярный вес. В этом случае нетрудно вывести формулу, выражающую истинный состав молекулы. Приведем пример.

Путем анализа установлено, что глюкоза содержит на 4,5 вес. ч. углерода 0,75 вес. ч. водорода и 6 вес. ч. кислорода. Молеку­лярный вес ее был найден равным 180. Требуется вывести фор­мулу глюкозы.

Как и в предыдущем случае, находим сперва отношение между числом атомов углерода (атомный вес 12), водорода и кислорода в молекуле глюкозы. Обозначив число атомов угле­рода через *х,*водорода через *у*и кислорода через *z,*составляем пропорцию:

*2х:у:*16z = 4,5 : 0,75 : 6

откуда



Разделив все три члена второй половины равенства на 0,375, получаем:

х :у:z= 1 : 2 : 1

Следовательно, простейшая формула глюкозы будет СН2O. Но вычисленный по ней молекулярный вес равнялся бы 30, тогда как в действительности молекулярный вес глюкозы 180, т. е. в шесть раз больше. Очевидно, что для глюкозы нужно принять формулу C6H12O6.

Формулы, основанные, кроме данных анализа, также и на определении молекулярного веса и указывающие действительное число атомов в молекуле, называются истинными или молекулярными формулами; формулы же, выведенные только из данных анализа, называются простейшими или эмпи­рическими.

Познакомившись с выводом химических формул, легко по­нять, как устанавливаются точные молекулярные веса. Как мы уже упоминали, существующие методы определения молекуляр­ных весов в большинстве случаев не дают вполне точных резуль­татов. Но, зная хотя бы приблизительный молекулярный вес и процентный состав вещества, можно установить его формулу, выражающую атомный состав молекулы.

Так как вес молекулы равняется сумме весов образующих ее атомов, [то](https://znaesh-kak.com/q/z/%D1%81%D0%BE%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F), сложив веса атомов, входящих в состав молекулы, мы определим ее вес в кислородных единицах, т. е. молекулярный вес вещества. Точность найденного молекулярного веса будет такой же, как и точность атомных весов.

Нахождение формулы химического соединения во многих случаях может быть значительно упрощено, если воспользоваться понятием о валентности элементов.

Напомним, что валентностью элемента называется свойство его атомов присоединять к себе или замещать определенное число атомов другого элемента.

## ****Что такое валентность****

[Валентность](https://znaesh-kak.com/x/s/%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C-%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2) элемента определяется числом, показывающим, сколько атомов водорода (или другого одновалентного элемента) присоединяет или замещает атом данного элемента.

Понятие о валентности распространяется не только на от­дельные атомы, но и на целые группы атомов, входящие в состав химических соединений и участвующие как одно целое в химиче­ских реакциях. Такие группы атомов получили название радикалов. В неорганической химии наиболее важными ра­дикалами являются: 1) водный остаток, или гидроксил ОН; 2) кислотные остатки; 3) основные остатки.

Водный остаток, или гидроксил, получается, если от молекулы воды отнять один атом водорода. В молекуле воды гидроксил связан с одним атомом водорода, следовательно, группа ОН одновалентна.

Кислотными остатками называются группы атомов (а иногда и один атом), «остающиеся» от молекул кислот, если мысленно отнять от них один или несколько атомов водорода, замещаемых металлом. [Валентность](https://znaesh-kak.com/x/s/%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C-%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2) этих групп определяется чис­лом отнятых атомов водорода.

**Например**, серная кислота дает два кислотных остатка — один двухвалентный SO4 и другой одно­валентный HSO4,входящий в состав различных кислых солей. Фосфорная кислота Н3РО4 может дать три кислотных остатка: трехвалентный РО4,двухвалентный НРО4 и одновалентный Н2РО4 и т. д.

Основными остатками мы будем называть; атомы или группы атомов, «остающиеся» от молекул оснований, если мысленно отнять от них один или несколько гидроксилов. На­пример, последовательно отнимая от молекулы Fe(OH)3 гидроксилы, получаем следующие основные остатки: Fe(OH)2, FeOH и Fe. [Валентность](https://znaesh-kak.com/x/s/%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C-%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2) их определяется числом отнятых гидроксильных групп:Fe(OH)2 — одновалентен; Fe(OH)—двухвалентен; Fe — трехвалентен.

Основные остатки, содержащие гидроксильные группы, вхо­дят в состав так называемых основных солей. Последние можно рассматривать как основания, в которых часть гидрокси­лов замещена кислотными остатками. Так, при замещении двух гидроксилов в Fe(OH)3 кислотным остатком SO4 получается основная соль FeOHSO4, при замещении одного гидроксила в Bi(OH)3 кислотным остатком NO3 получается основная соль Bi(OH)2NO3 и т.д.

Знание валентностей отдельных элементов и радикалов по­зволяет в простых случаях быстро составлять формулы очень мно­гих химических соединений, что освобождает химика от необхо­димости механически их заучивать.

Так как составление простейших формул — окислов, основа­ний и нормальных солей хорошо известно из элементарного курса химии, то мы ограничимся здесь лишь примерами составле­ния формул кислых и основных солей.

## ****Химические формулы****

### ****Пример составления химической формулы****

Составить формулу гидрокарбоната кальция — кислой соли угольной кислоты.
В состав этой соли должны входить атомы кальция и одновалентные кислотные остатки НСО3. Так как [кальций](https://znaesh-kak.com/x/ba/kalcii) двухвалентен, то на один атом кальция надо взять два кислотных остатка. Следовательно, формула соли будет Са(НСО3)г.

Промер 2. Составить формулу основного карбоната меди — основной медной соли угольной кислоты.
Эта соль должна состоять из одновалентных основных остатков СuОН и двухвалентных кислотных остатков СО3. Поэтому формула соли будет (СuОН)2СО3 или Сu2(ОН)2СО3.

Правило составления формул по валентности приобретает большую наглядность, если изображать состав молекул так на­зываемыми структурными формулами. Примерами структурных формул некоторых простейших соединений могут служить следующие:



Структурные формулы показывают не только, из каких ато­мов состоит молекула соединения, но и как эти атомы связаны между собой в молекуле. Во многих случаях эти формулы дают возможность объяснить те или иные свойства соединения, разо­браться в валентности образующих его атомов и т. п. Особенно большую роль они играют в органической химии, где вещество часто состоит из очень сложных молекул.

Используемый материал: 1) [https://znaesh-kak.com/x/x/вывод-химических-формул#i-5](https://znaesh-kak.com/x/x/%D0%B2%D1%8B%D0%B2%D0%BE%D0%B4-%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85-%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D1%83%D0%BB#i-5) ; 2) <https://interneturok.ru/lesson/chemistry/8-klass/bpervonachalnye-himicheskie-predstavleniyab/himicheskaya-formula-veschestva#mediaplayer> ;