

Дисциплина: Химия, группа Э-11. 18.11.24. Преподаватель Шлякис А.А.
Уважаемые студенты, вам самостоятельно изучить предоставленный материал и составить конспект лекции.

Тема: Знаки химических элементов

Химический знак или химический символ элемента – это первая или две первые буквы от латинского названия этого элемента.

Например: Ferrum – **Fe**, Cuprum – **Cu**, Oxygenium – **O** и т.д.

Таблица 1: Информация, которую дает химический знак

Сведения	На примере Cl
Название элемента	Хлор
Принадлежность элемента к данному классу химических элементов	Неметалл, галоген
Один атом элемента	1 атом хлора
Относительная атомная масса (Ar) данного элемента	$A_{r(Cl)} = 35,5$
Абсолютная атомная масса химического элемента $m = A_r \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \text{г} = A_r \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{кг}$	$M_{(Cl)} = 35,5 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} = 58,9 \cdot 10^{-24} \text{г}$

Название химического знака в большинстве случаев читается как название химического элемента. Например, **K** – калий, **Ca** – кальций, **Mg** – магний, **Mn** – марганец.

Случаи, когда название химического знака читается иначе, приведены в таблице 2:

Название химического элемента	Химический знак	Название химического знака (произношение)
Азот	N	Эн
Водород	H	Аш
Железо	Fe	Феррум
Золото	Au	Аурум
Кислород	O	О
Кремний	Si	Силициум
Медь	Cu	Купрум
Олово	Sn	Станум
Ртуть	Hg	Гидраргиум
Свинец	Pb	Плюмбум
Сера	S	Эс

Серебро	Ag	Аргентум
Углерод	C	Цэ
Фосфор	P	Пэ

Химические формулы простых веществ

Химическими формулами большинства простых веществ (всех металлов и многих неметаллов) являются знаки соответствующих химических элементов.

Так вещество железо и химический элемент железо обозначаются одинаково – **Fe**.

Если **простое вещество** имеет молекулярную структуру (существует в виде **молекул**, то его формулой является химический знак элемента с индексом внизу справа, указывающим число атомов в молекуле: **H₂, O₂, O₃, N₂, F₂, Cl₂, Br₂, P₄, S₈**.

Таблица 3: Информация, которую дает химический знак

Сведения	На примере C
Название вещества	Углерод (алмаз, графит, графен, карбин)
Принадлежность элемента к данному классу химических элементов	Неметалл
Один атом элемента	1 атом углерода
Относительная атомная масса (Ar) элемента, образующего вещество	$A_{r(C)} = 12$
Абсолютная атомная масса	$M_{(C)} = 12 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} = 19,93 \cdot 10^{-24} \text{г}$
Один моль вещества	1 моль углерода, т.е. $6,02 \cdot 10^{23}$ атомов углерода
Молярная масса вещества	$M_{(C)} = A_{r(C)} = 12 \text{ г/моль}$

Химические формулы сложных веществ

Формулу сложного вещества составляют путем записи знаков химических элементов, из которых это вещество состоит, с указанием числа атомов каждого элемента в молекуле. При этом, как правило, химические элементы записывают **в порядке увеличения их электроотрицательности** в соответствии со следующим практическим рядом:



Например, **H₂O, CaSO₄, Al₂O₃, CS₂, OF₂, NaN**.

Исключение составляют:

- некоторые соединения азота с водородом (например, аммиак **NH₃**, гидразин **N₂H₄**);
- соли органических кислот (например, формиат натрия **HCOONa**, ацетат кальция **(CH₃COO)₂Ca**);
- углеводороды (**CH₄, C₂H₄, C₂H₂**).

Химические формулы веществ, существующих в виде димеров (NO_2 , P_2O_3 , P_2O_5 , соли одновалентной ртути, например: HgCl , HgNO_3 и др.), записывают в виде N_2O_4 , P_4O_6 , P_4O_{10} , Hg_2Cl_2 , $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$.

Число атомов химического элемента в молекуле и сложном ионе определяется на основании понятия валентности или степени окисления и записывается индексом внизу справа от знака каждого элемента (индекс 1 опускается). При этом исходят из правила:

алгебраическая сумма степеней окисления всех атомов в молекуле должна быть равной нулю (молекулы электронейтральны), а в сложном ионе – заряду иона.

Например:



Этим же правилом пользуются при определении степени окисления химического элемента по формуле вещества или сложного иона. Обычно это элемент, имеющий несколько степеней окисления. Степени окисления остальных элементов, образующих молекулу или ион должны быть известны.

Заряд сложного иона – это алгебраическая сумма степеней окисления всех атомов, образующих ион. Поэтому при определении степени окисления химического элемента в сложном ионе сам ион заключается в скобки, а его заряд выносится за скобки.

При составлении формул по валентности вещество представляют, как соединение, состоящее из двух частиц различного типа, валентности которых известны. Далее пользуются правилом:

в молекуле произведение валентности на число частиц одного типа должно быть равным произведению валентности на число частиц другого типа.

Определение степени окисления серы в ионе



Составляем уравнение: $2x - 6 = -2$
и находим, что степень окисления серы в ионе $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ равна $+2$

Например:

Цифра, стоящая перед формулой в уравнении реакции, называется коэффициентом. Она указывает либо число молекул, либо число молей вещества.

Коэффициент, стоящий перед химическим знаком, указывает число атомов данного химического элемента, а в случае, когда знак является формулой простого вещества, коэффициент указывает либо число атомов, либо число молей этого вещества.

Например:

- 3Fe – три атома железа, 3 моль атомов железа,
- 2H – два атома водорода, 2 моль атомов водорода,
- H_2 – одна молекула водорода, 1 моль водорода.

Химические формулы многих веществ были определены опытным путем, поэтому их называют «эмпирическими».

Таблица 4: Информация, которую дает химическая формула сложного вещества

Сведения	На примере CaCO₃
Название вещества	Карбонат кальция
Принадлежность элемента к определенному классу веществ	Средняя (нормальная) соль
Одна молекула вещества	1 молекула карбоната кальция
Один моль вещества	$6,02 \cdot 10^{23}$ молекул CaCO ₃
Относительная молекулярная масса вещества (Mr)	$Mr_{(CaCO_3)} = Ar_{(Ca)} + Ar_{(C)} + 3Ar_{(O)} = 100$
Молярная масса вещества (M)	$M_{(CaCO_3)} = 100$ г/моль
Абсолютная молекулярная масса вещества (m)	$M_{(CaCO_3)} = Mr_{(CaCO_3)} \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г} = 1,66 \cdot 10^{-22}$ г
Качественный состав (какие химические элементы образуют вещество)	кальций, углерод, кислород
Количественный состав вещества:	
<i>Число атомов каждого элемента в одной молекуле вещества:</i>	молекула карбоната кальция состоит из 1 атома кальция, 1 атома углерода и 3 атомов кислорода.
<i>Число молей каждого элемента в 1 моле вещества:</i>	В 1 моль CaCO₃ ($6,02 \cdot 10^{23}$ молекул) содержится 1 моль ($6,02 \cdot 10^{23}$ атомов) кальция, 1 моль ($6,02 \cdot 10^{23}$ атомов) углерода и 3 моль ($3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$ атомов) химического элемента кислорода)
Массовый состав вещества:	
<i>Масса каждого элемента в 1 моле вещества:</i>	1 моль карбоната кальция (100г) содержит химических элементов: 40г кальция, 12г углерода, 48г кислорода.
<i>Массовые доли химических элементов в веществе (состав вещества в процентах по массе):</i>	Состав карбоната кальция по массе: $W_{(Ca)} = (n_{(Ca)} \cdot Ar_{(Ca)}) / Mr_{(CaCO_3)} = (1 \cdot 40) / 100 = 0,4$ (40%) $W_{(C)} = (n_{(C)} \cdot Ar_{(C)}) / Mr_{(CaCO_3)} = (1 \cdot 12) / 100 = 0,12$ (12%) $W_{(O)} = (n_{(O)} \cdot Ar_{(O)}) / Mr_{(CaCO_3)} = (3 \cdot 16) / 100 = 0,48$ (48%)

<p><i>Для вещества с ионной структурой (соли, кислоты, основания) – формула вещества дает информацию о числе ионов каждого вида в молекуле, их количестве и массе ионов в 1 моль вещества:</i></p>	<p>Молекула CaCO_3 состоит из иона Ca^{2+} и иона CO_3^{2-} 1 моль $(6,02 \cdot 10^{23})$ молекул CaCO_3 содержит 1 моль ионов Ca^{2+} и 1 моль ионов CO_3^{2-}; 1 моль (100г) карбоната кальция содержит 40г ионов Ca^{2+} и 60г ионов CO_3^{2-}</p>
<p><i>Молярный объем вещества при нормальных условиях (только для газов)</i></p>	

Графические формулы

Для получения более полной информации о веществе пользуются **графическими формулами**, которые указывают порядок соединения атомов в молекуле и валентность каждого элемента.

Графические формулы веществ, состоящих из молекул, иногда, в той или иной степени, отражают и строение (структуру) этих молекул, в этих случаях их можно назвать **структурными**.

Для составления графической (структурной) формулы вещества необходимо:

- Определить валентность всех химических элементов, образующих вещество.
- Записать знаки всех химических элементов, образующих вещество, каждый в количестве, равном числу атомов данного элемента в молекуле.
- Соединить знаки химических элементов черточками. Каждая черточка обозначает **электронную** пару, осуществляющую связь между химическими элементами и поэтому одинаково принадлежит обоим элементам.
- Число черточек, окружающих знак химического элемента, должно соответствовать валентности этого химического элемента.
- При составлении формул кислородсодержащих кислот и их солей атомы водорода и атомы металлов связываются с кислотообразующим элементом через атом кислорода.
- Атомы кислорода соединяют друг с другом только при составлении формул пероксидов.