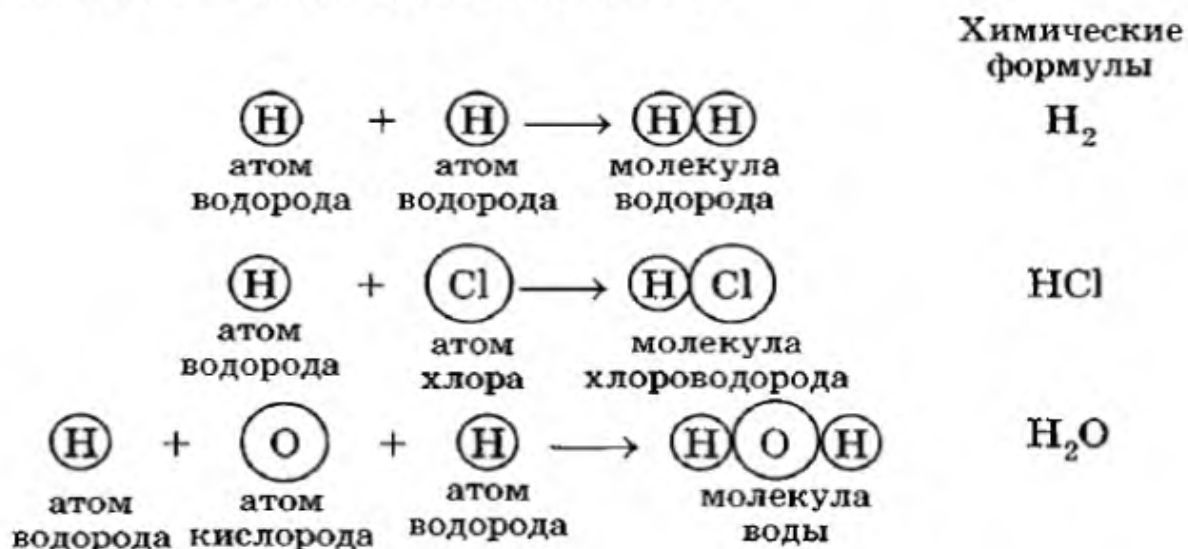


Молекулы. Химические формулы. Валентность элементов.

Атомы могут соединяться друг с другом. В результате этого соединения обычно образуются более сложные частицы — молекулы. Например:



Состав любой молекулы можно выразить химической формулой.

Так, молекула **водорода** имеет формулу H_2 . Число «2» в этой формуле показывает число атомов водорода в молекуле водорода.

Числа в химических формулах, которые показывают, сколько атомов данного элемента входит в состав молекулы, называются **индексами**.

Таким образом, **химические формулы** показывают **качественный и количественный состав молекулы** (из атомов *каких* элементов состоит молекула и *сколько* этих атомов в молекуле).

Согласно **закону постоянства состава** (Ж. Пруст, Франция, 1808 г.):

- Каждое чистое вещество имеет постоянный качественный и количественный состав, который не зависит от способа получения вещества.

- Молекула — это наименьшая частица вещества, которая сохраняет его химические свойства.

Масса любой молекулы равна сумме масс образующих ее атомов. Если при расчете массы молекулы используются относительные атомные массы, то получается **относительная молекулярная масса**, которая обозначается символом M_r .

Например, относительная молекулярная масса воды H_2O равна:

$$\begin{aligned}M_r(H_2O) &= A_r(H) + A_r(H) + A_r(O) = \\&= 2A_r(H) + A_r(O) = 2 \cdot 1 + 16 = 18;\end{aligned}$$

● **Относительная молекулярная масса вещества** M_r — это число, которое показывает, во сколько раз абсолютная масса молекулы данного вещества больше $1/12$ части абсолютной массы атома углерода С.

● **Массовая доля (ω) химического элемента в данном веществе** равна отношению относительной атомной массы данного элемента, умноженной на число его атомов в молекуле, к относительной молекулярной массе вещества:

$$\omega(X) = \frac{A_r(X) \cdot n}{M_r}, \quad (1.4.1)$$

где $\omega(X)$ — массовая доля элемента X; $A_r(X)$ — относительная атомная масса элемента X; n — число атомов элемента X в молекуле вещества; M_r — относительная молекулярная масса вещества.

Массовые доли обычно выражают в процентах:

$$\omega\% (X) = \frac{A_r(X) \cdot n}{M_r} \cdot 100\% \quad (1.4.2)$$

Рассчитаем, например, массовые доли водорода и кислорода в воде H_2O :

$$\omega\% (H) = \frac{A_r(H) \cdot 2}{M_r(H_2O)} \cdot 100\% = \frac{1 \cdot 2}{18} \cdot 100\% = 11,1\%$$

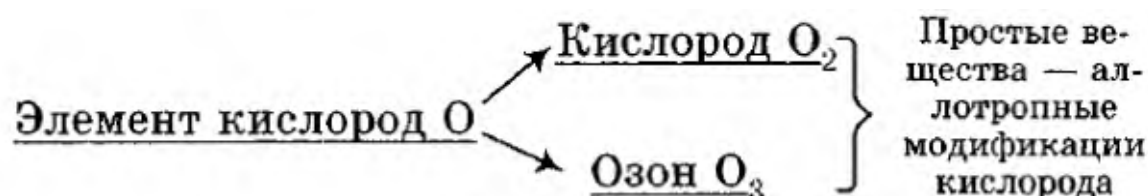
$$\omega\% (O) = 100\% - \omega\% (H) = 100\% - 11,1\% = 88,9 \, \%.$$

● Простые вещества — это вещества, которые состоят из атомов одного элемента.

Каждый элемент образует как минимум одно простое вещество. Некоторые элементы могут образовывать не одно, а два или несколько простых веществ. Это явление называется аллотропией.

● Аллотропия — это явление образования нескольких простых веществ одним элементом.

Разные простые вещества, которые образуются одним и тем же химическим элементом, называются аллотропными видоизменениями (модификациями).

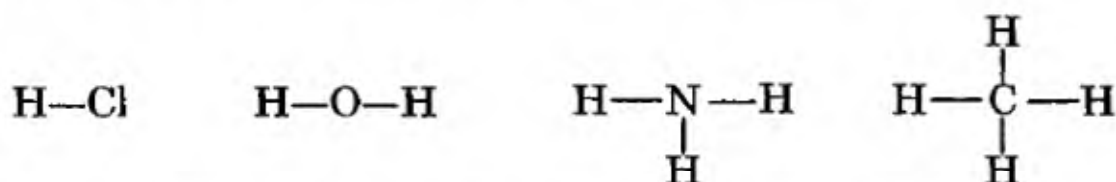


● Сложные вещества — это вещества, которые состоят из атомов разных элементов.

Примеры сложных веществ: HCl , H_2O , NaCl , CO_2 , H_2SO_4 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ и т.д.

Сложные вещества часто называют химическими соединениями. В химических соединениях свойства простых веществ, из которых образуются эти соединения, не сохраняются. Свойства сложного вещества отличаются от свойств простых веществ, из которых оно образуется.

Между атомами в химических соединениях существуют химические связи. Напишем формулы, в которых каждая химическая связь обозначается черточкой:



Такие формулы называются графическими.

● **Число химических связей, которые образует один атом данного элемента в данной молекуле, называется валентностью элемента.**

Валентность обозначается римскими цифрами: I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII.

Некоторые элементы имеют постоянную валентность.

● *Элементы с постоянной валентностью — это элементы, которые во всех соединениях проявляют одинаковую валентность.*

Элементами с *постоянной валентностью I* являются: водород H, фтор F, щелочные металлы: литий Li, натрий Na, калий K, рубидий Rb, цезий Cs.

Атомы этих **одновалентных элементов** всегда образуют только одну химическую связь.

Элементы с *постоянной валентностью II*:

кислород O, магний Mg, кальций Ca, стронций Sr, барий Ba, цинк Zn.

Элемент с *постоянной валентностью III* — алюминий Al.

Большинство элементов имеют **переменную валентность**.

● *Элементы с переменной валентностью — это элементы, которые в разных соединениях могут иметь различные значения валентности*.*

Для определения валентности таких элементов в каком-либо данном соединении можно использовать **правило валентности**.

Согласно этому правилу, в большинстве бинарных соединений типа $A_m B_n$ произведение валентности элемента A (x) на число его атомов (m) равно произведению валентности элемента B (y) на число его атомов (n):

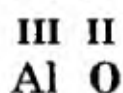
$$x \cdot m = y \cdot n^*.$$

Определим, например, валентность *фосфора* в следующих соединениях:

x I	x' II
PH_3	P_2O_5
Валентность <i>водорода</i>	Валентность <i>кислорода</i>
постоянна и равна I	постоянна и равна II
$x \cdot 1 = 1 \cdot 3$	$x' \cdot 2 = 2 \cdot 5$
$x = 3$	$x' = 5$
III I	V II
PH_3	P_2O_5
Фосфор в PH_3 является	Фосфор в P_2O_5 является
трехвалентным элемен-	пятивалентным элемен-
том	том

Используя правило валентности, можно составлять формулы бинарных соединений, т. е. определять индексы в этих формулах.

Составим, например, формулу соединения *алюминия* с *кислородом*. Al и O имеют постоянные значения валентности, соответственно III и II:

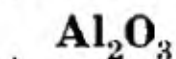


Наименьшее общее кратное (НОК) чисел 3 и 2 равно 6. Разделим НОК на валентность Al:

$$6 : 3 = 2$$

и на валентность O: $6 : 2 = 3$

Эти числа равны индексам у символов соответствующих элементов в формуле соединения:



Рассмотрим еще два примера.

Составить формулы соединений, которые состоят из:

а) семивалентного марганца и кислорода:

VII II

$Mn_m O_n$

НОК чисел 7 и 2 равно 14

$$m = 14 : 7 = 2$$

$$n = 14 : 2 = 7$$

Формула: Mn_2O_7

б) четырехвалентного кремния и водорода:

IV I

$Si_m H_n$

НОК чисел 4 и 1 равно 4

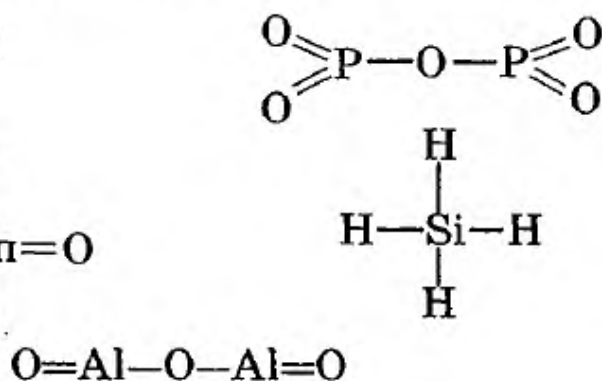
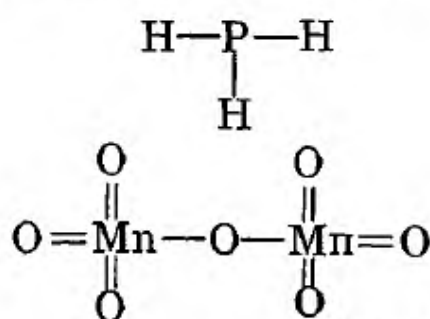
$$m = 4 : 4 = 1$$

$$n = 4 : 1 = 4$$

Формула: SiH_4

Обратите внимание, что в большинстве бинарных соединений атомы одного элемента непосредственно друг с другом не соединяются.

Напишем графические формулы всех соединений, которые мы рассматривали в этом параграфе:



Законспектируйте, выписав: термины, символы, формулы, таблицы.

Устно ответьте на вопросы:

1. Молекула. Химическая формула. Индексы.
2. Валентность. Постоянная и переменная валентность. Правило валентности.