

УДК 373.5:54  
ББК 24я721  
Т76

Макет подготовлен при содействии ООО «Айдиономикс»

**Трофимова, Алёна Игоревна.**

Т76 Химия / А. И. Трофимова. — Москва : Эксмо, 2022. — 160 с. — (Наглядный справочник. Готовимся к ОГЭ и ВПР).

ISBN 978-5-04-159873-0

Справочник предназначен для изучения и повторения школьного курса химии за 8—9 классы. Книга содержит химические формулы, законы, реакции, определения понятий, сведения по общей и неорганической химии. Материалы сопровождаются графической информацией (схемами, рисунками, таблицами), что значительно упрощает понимание и запоминание. В каждой теме представлены тренировочные задания в формате ВПР и ОГЭ, ответы и подробные решения.

Книга будет полезна учащимся средних классов при подготовке к урокам и различным формам итогового контроля по химии, а также учителям при организации учебного процесса.

УДК 373.5:54  
ББК 24я721

ISBN 978-5-04-159873-0

© Трофимова А. И., 2022  
© ООО «Айдиономикс», 2022  
© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2022

# Содержание

<b>Введение</b> .....	4
<b>Первоначальные химические понятия</b> .....	5
Основные понятия .....	5
Методы исследования в химии .....	6
Вещества и смеси .....	6
Химические реакции .....	9
<b>Теоретические основы химии</b> .....	11
Современные представления о строении атома .....	11
Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева .....	33
Типы химических реакций .....	39
<b>Неорганическая химия</b> .....	59
Классификация неорганических веществ .....	59
Металлы .....	59
Неметаллы .....	74
Оксиды .....	96
Основания .....	99
Амфотерные гидроксиды .....	101
Кислоты .....	102
Соли .....	108
<b>Условия протекания и признаки химических реакций</b> .....	118
Качественные реакции .....	118
<b>Методы познания в химии</b> .....	131
Экспериментальные основы химии .....	131
<b>Приложение</b> .....	155
Формулы для расчётных задач .....	155
Периодическая система химических элементов .....	156
Взаимосвязь классов неорганических веществ .....	158
Растворимость солей, кислот и оснований в воде .....	159

# Введение

Перед вами справочник, который поможет школьнику систематизировать и закрепить знания по химии за курс средней школы.

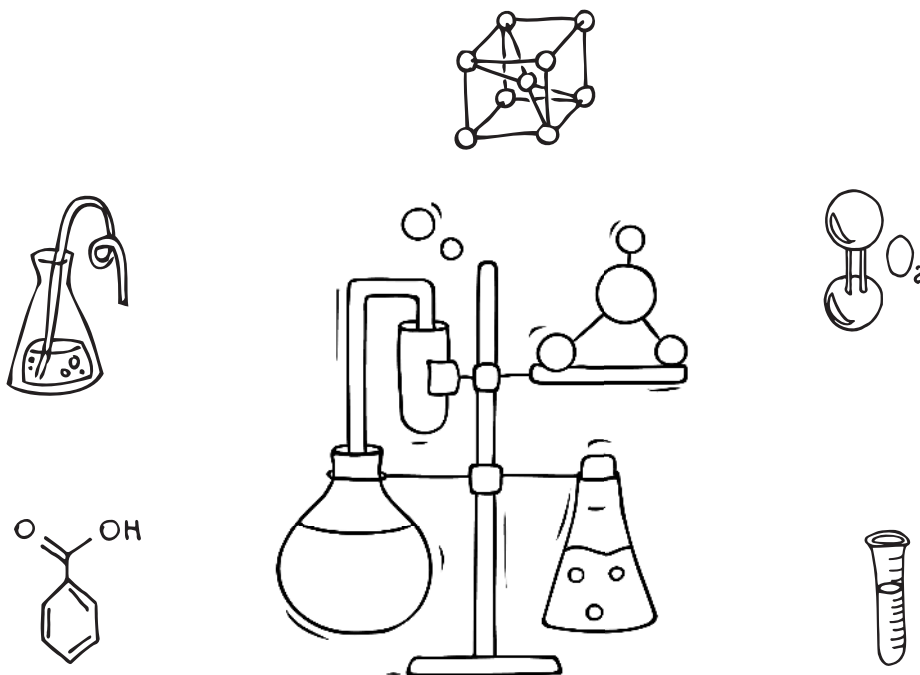
Пособие содержит основную и наиболее важную информацию по разделам «Теоретические основы химии», «Неорганическая химия», «Методы познания в химии», «Химия и жизнь», «Расчёты по химическим формулам и уравнениям реакций».

Материал книги представлен в виде таблиц, схем, рисунков, упорядочен и систематизирован, изложен доступным для усвоения языком. Это обеспечит максимальную сконцентрированность внимания, эффективное повторение и подготовку школьника по предмету.

Теоретический материал сопровождается блоком практических заданий. Приведённые примеры с развёрнутыми разъяснениями позволяют детально разобраться в темах школьного курса и отработать навыки выполнения различных заданий.

Справочник адресован учащимся средней школы для самоподготовки к различным видам контроля, сдаче ВПР и ОГЭ, а также может использоваться учителями химии для работы на уроке.

Желаем успехов!



# ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ

## Основные понятия

**Химия** — наука о веществах, их свойствах и превращениях в другие вещества.

**Важнейшая задача химии** — получение веществ, необходимых в народном хозяйстве (пластмасс, минеральных удобрений, лекарств и др.), из других веществ путём химических превращений.

### ■ ТЕЛА И ВЕЩЕСТВА

**Физическое тело** — то, что имеет форму и занимает определённый объём.

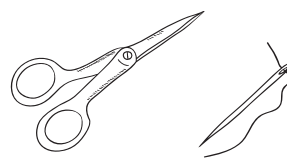
**Предмет** — изготовленное (произведённое) человеком физическое тело.

**Вещество** — то, из чего состоит физическое тело.

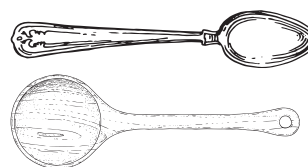
**Свойства веществ** — признаки, по которым вещества отличаются друг от друга или сходны между собой.



Железо — вещество, а железный гвоздь — физическое тело.



Из одного и того же вещества можно изготовить различные предметы: ножницы и иголку из железа.

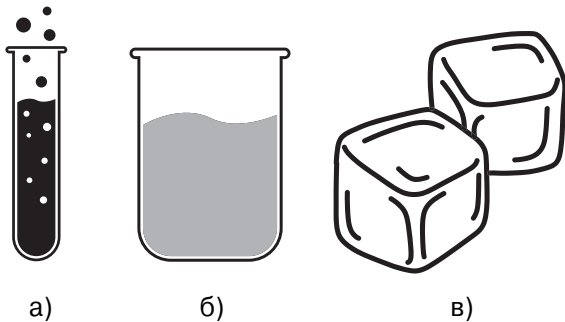


Из разных веществ можно изготовить одинаковые предметы: ложку из древесины, ложку из сплава алюминия.

Первое свойство любого вещества — его агрегатное состояние при так называемых нормальных условиях (н. у.): когда температура составляет  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а давление равно  $101,3\text{ кПа}$  (килопаскаля).

### Состояния вещества

Объём и форма	Расположение частиц
<b>Газообразное</b>	
Не имеет	Расстояние между частицами больше размера частиц
<b>Жидкое</b>	
Сохраняет объём, меняет форму	Расстояние между частицами равно размеру частиц или меньше его, расположены близко друг к другу
<b>Твёрдое</b>	
Имеет	Расположены вплотную друг к другу, в строгом порядке



а) б) в)

■ Состояние вещества:

а — пар (газообразное), б — вода (жидкое), в — лёд (твёрдое)

Кроме агрегатного состояния, к важнейшим свойствам веществ относят:

- ◆ запах;
- ◆ цвет;
- ◆ вкус;
- ◆ твёрдость;
- ◆ температуру кипения и плавления;
- ◆ плотность;
- ◆ растворимость;
- ◆ ковкость;
- ◆ пластичность;
- ◆ способность проводить тепло и электричество.

## Методы исследования в химии

**Метод** — способ достижения какой-нибудь цели, решения конкретной задачи.

### ■ ОБЩЕНАУЧНЫЕ МЕТОДЫ

- ◆ **Наблюдение** — способ получения информации путём прямой и непосредственной регистрации событий и условий их протекания.
- ◆ **Эксперимент** — исследование явления в определённых условиях.
- ◆ **Моделирование** — процесс исследования реального мира с помощью создания абстрактных, графических и математических моделей.
- ◆ **Прогнозирование** — научно обоснованное предсказание развития событий или явлений в будущем на основе исследований.

### ■ ЧАСТНЫЕ МЕТОДЫ

- ◆ **Химический эксперимент** — наблюдение за изменениями химического вещества в определённых условиях, в том числе и посредством самостоятельного создания данных условий.
- ◆ **Анализ** — разделение объекта (мысленно или реально) на составные части с целью изучения их по отдельности. Анализ позволяет изучить отдельные элементы объекта.
- ◆ **Синтез** — соединение составных частей объекта с целью изучения его как единого целого; получение химических соединений химическими и физическими методами.

## Вещества и смеси

**Чистое вещество** — вещество, которое состоит из частиц одинакового вида.

**Раствор** — однородная смесь растворённых веществ и растворителя.

**Смесь** — вещества, в состав которых входят частицы разного вида.

Смеси бывают однородные (гомогенные) и неоднородные (гетерогенные).



Чистое вещество



Смесь

1. Предметом изучения химии являются вещества.

1.1. Внимательно рассмотрите предложенные рисунки. Укажите номер рисунка, на котором изображён объект, содержащий индивидуальное химическое вещество.

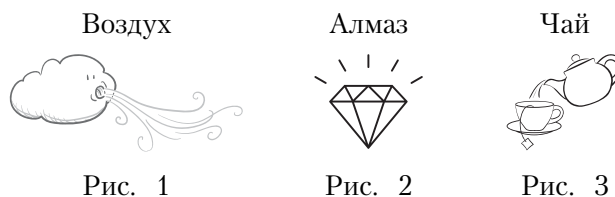


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

Индивидуальное химическое вещество содержится в объекте, изображённом на рисунке: .

Ответ: 2.

Пояснение:

Рис. 1: воздух — смесь газов (кислород, азот и др.).

Рис. 2: алмаз — аллотропная модификация углерода — простое вещество.

Рис. 3: чай — смесь воды и веществ чайного листа.

1.2. Какие вещества содержатся в объектах, изображённых на рисунках выше? Приведите по ОДНОМУ примеру.

Для каждого вещества укажите его химическое название и формулу.

Рис. 1: \_\_\_\_\_ (название) \_\_\_\_\_ (формула).

Рис. 2: \_\_\_\_\_ (название) \_\_\_\_\_ (формула).

Рис. 3: \_\_\_\_\_ (название) \_\_\_\_\_ (формула).

Ответ:

Рис. 1: кислород  $O_2$ .

Рис. 2: алмаз  $C$ .

Рис. 3: вода  $H_2O$ .

Для рис. 1 и 3 могут быть приведены другие примеры веществ и их соответствующие формулы.

2. Один из научных методов познания веществ и химических явлений — моделирование. Модели молекул отражают характерные особенности реальных объектов.

На рис. 1–3 изображены модели молекул трёх веществ.

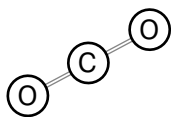


Рис. 1

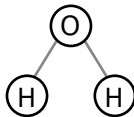


Рис. 2



Рис. 3

На основании этих моделей определите, на каком рисунке представлено вещество, молекула которого

1) состоит из двух атомов (запишите в таблицу название химических элементов, атомы которых содержит молекула);

2) содержит два атома одного химического элемента с валентностью II (запишите в таблицу название этого элемента).

**Ответ:**

Молекула	№ рисунка	Элемент
Состоит из двух атомов	3	N
Содержит два атома одного химического элемента с валентностью II	1	O

**Пояснение:**

1. Азот (рис. 3) содержит два атома азота, который проявляет валентность III.
2. Оксид углерода(IV) (рис. 1) содержит два атома кислорода, проявляющего валентность II.

**3.** Из курса химии вам известны следующие способы разделения смесей: отстаивание, фильтрование, дистилляция (перегонка), действие магнитом, выпаривание, кристаллизация. На рис. 1–3 представлены примеры применения некоторых из перечисленных способов.

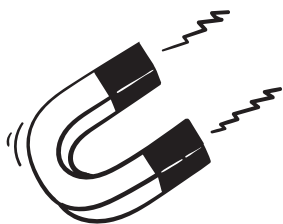


Рис. 1

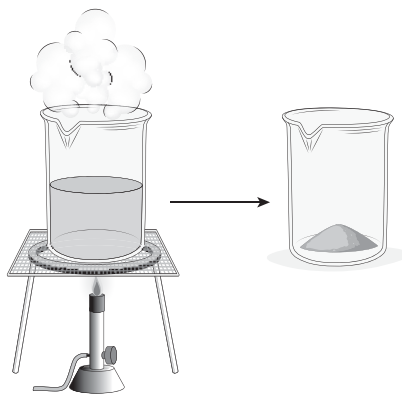


Рис. 2



Рис. 3

Назовите, какие из этих способов разделения смесей можно применить для разделения

- 1) порошка серы и воды;
- 2) речного песка и железных опилок.

Ответы запишите в таблицу.

**Ответ:**

Смесь	№ рисунка	Способ разделения
Порошок серы и вода	3	Фильтрование
Речной песок и железные опилки	1	Действие магнитом

**Пояснение:**

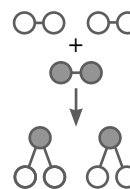
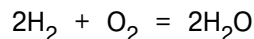
1. Смесь порошка серы и воды можно разделить с помощью фильтрования: сера остаётся на фильтровальной бумаге, а вода проходит через фильтр.
2. Речной песок и железные опилки можно разделить с помощью действия магнита: железные опилки притянутся к магниту, а песок останется на месте.

# Химические реакции

**Химическая реакция** — превращение одних веществ в другие без изменения ядер атомов.

Исходные вещества → Продукты реакции

Свойства исходных веществ → Свойства продуктов реакции



Признаки химических реакций:

- ♦ выделение газа;
- ♦ образование или растворение осадка;
- ♦ изменение цвета;
- ♦ изменение запаха;
- ♦ излучение света;
- ♦ выделение или поглощение тепла.

Условия возникновения и протекания химической реакции:

- ♦ приведение реагирующих веществ в соприкосновение (контакт реагирующих веществ);
- ♦ нагревание до определённой температуры;
- ♦ освещение.

## ВПР 8 класс

1. Превращение одних веществ в другие называется химической реакцией.

1.1. Из представленных ниже рисунков выберите тот, на котором изображено протекание химической реакции.



Рис. 1

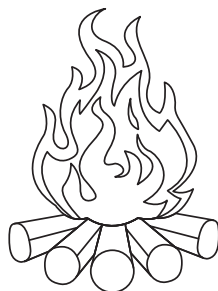


Рис. 2



Рис. 3

Протекание химической реакции изображено на рисунке: .

Объясните сделанный вами выбор.

**Ответ:** 2.

**Пояснение:**

Протекание химической реакции изображено на рис. 2, потому что в ходе сгорания древесины под действием кислорода происходит образование нового вещества — углекислого газа. Замерзание воды (переход из жидкого в твёрдое агрегатное состояние) и фильтрование не являются химическими процессами, так как химические соединения не претерпевают никаких изменений в составе.



1.2. Укажите один ЛЮБОЙ признак протекания этой химической реакции.

**Ответ:** выделение тепла.

---

2. Превращение одних веществ в другие называется химической реакцией.

2.1. Укажите, какой из приведённых ниже процессов является химической реакцией.

1. Ржавление металлического стержня.

2. Закипание воды.

3. Огранка алмаза.

Напишите номер выбранного процесса: .

Объясните сделанный вами выбор.

**Ответ:** 1.

**Объяснение ответа:**

В ходе окисления металла кислородом во влажном воздухе образуется новое соединение — ржавчина (смешанный гидроксид железа). Закипание воды и огранка алмаза не являются химическими процессами, так как химические соединения не претерпевают никаких изменений в составе.

2.2. Укажите один ЛЮБОЙ признак протекания этой химической реакции.

**Ответ:** изменение цвета.

---

3. Превращение одних веществ в другие называется химической реакцией.

3.1. Укажите, какой из приведённых ниже процессов является химической реакцией.

1. Растворение сахара в чашке чая.

2. Образование накипи на чайнике.

3. Закипание воды в чайнике.

Напишите номер выбранного процесса: .

Объясните сделанный вами выбор.

**Ответ:** 2.

**Пояснение:**

Процесс, при котором протекает химическая реакция, указан под пунктом 2, потому что при нагревании воды растворённые соли кальция и магния разлагаются на углекислый газ и нерастворимые соли, выпадающие в осадок.

Растворение сахара в чашке чая и закипание воды в чайнике не являются химическими процессами, так как химические соединения не претерпевают никаких изменений в составе.

3.2. Укажите один ЛЮБОЙ признак протекания этой химической реакции.

**Ответ:** образование осадка.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИИ

## Современные представления о строении атома

### АТОМЫ, МОЛЕКУЛЫ И ИОНЫ

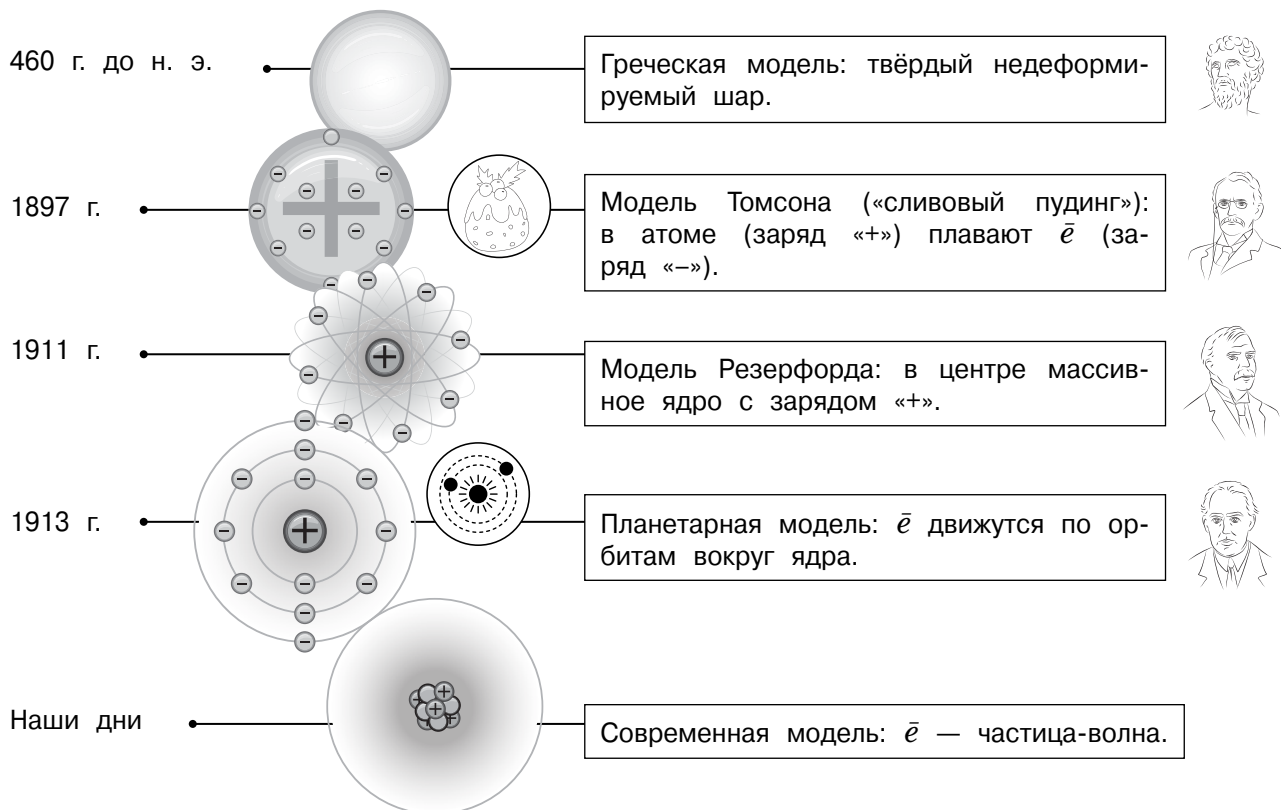
**Атом** — наименьшая частица химического элемента, сохраняющая его химические свойства. Это химически неделимая электронейтральная частица, состоящая из положительно заряженного ядра и движущихся вокруг него отрицательно заряженных электронов.

**Молекула** — мельчайшая частица вещества, способная существовать самостоятельно, сохраняющая его состав и химические свойства.

### Характеристики молекулы

- ♦ **Качественный состав** (показывает, из каких атомов состоит молекула): молекулы воды и пероксида водорода состоят из атомов Н и О, а молекула углекислого газа — из атомов С и О.
- ♦ **Количественный состав** (показывает, сколько атомов каждого вида содержится в молекуле): молекула воды состоит из двух атомов Н и одного атома О, а молекула пероксида водорода — из двух атомов Н и двух атомов О.

### Развитие представлений о строении атома



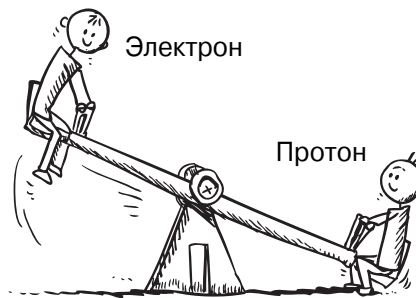
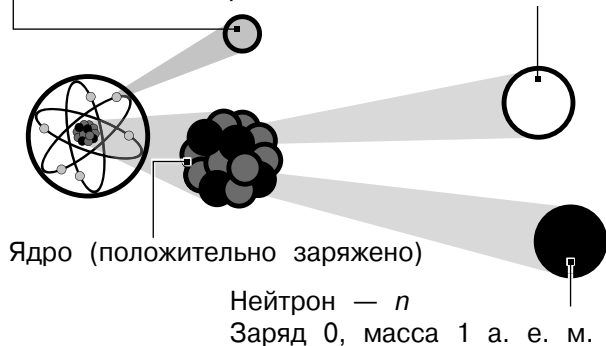
## ■ Модель атома

Электрон —  $e^-$

Заряд  $-1$ , масса  $1/1836$  а. е. м.

Протон —  $p$

Заряд  $+1$ , масса  $1$  а. е. м.



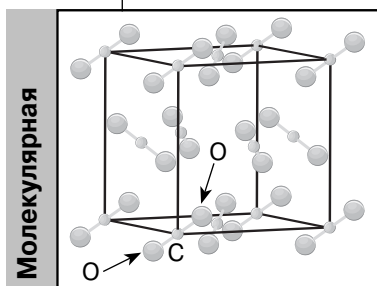
Масса электрона в 1836 раз меньше массы протона.

## ■ КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ РЕШЁТКА ВЕЩЕСТВА

**Кристаллическая решётка вещества** — упорядоченное расположение частиц (атомов, молекул, ионов) в строго определённых точках пространства. Узлы решётки — точки, в которых размещены частицы кристалла.

### ■ Типы решёток

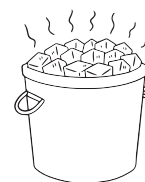
Молекулярная решётка сухого льда  $CO_2$



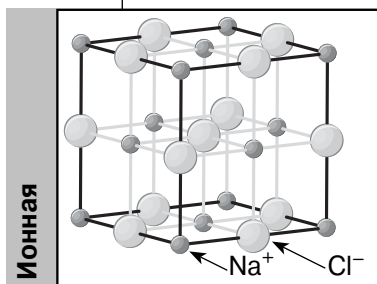
Молекулы.

Между узлами решётки межмолекулярные взаимодействия, внутри молекул — ковалентные связи.

Низкие  $t_{пл}$  и  $t_{кип}$ , хрупкие. Электропроводность и способность растворяться в воде зависят от класса вещества.



Ионная решётка хлорида натрия  $NaCl$



Ионы.

Ионная связь.

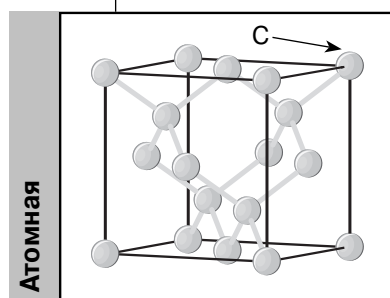
Тугоплавкие, чаще всего хорошо растворимы в воде, твёрдые, хрупкие. Растворы и расплавы проводят электрический ток.



Размеры атомов колеблются от  $1 \cdot 10^{-10}$  до  $5 \cdot 10^{-10}$  м.

Если известно строение вещества, то можно предсказать его свойства.

## Атомная решётка алмаза С



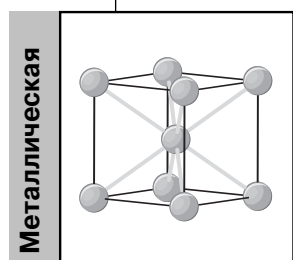
Атомы.

Ковалентная связь.

Нерастворимы в воде, имеют очень высокую  $t_{пл}$ , твёрдые и прочные, не проводят электрический ток. Химически малоактивны.



## Металлическая решётка железа Fe



Атомы, катионы металлов.

Металлическая связь.

Твёрдые, прочные, ковкие, пластичные, хорошие проводники тепла и электричества.



## ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ, ПРОСТЫЕ И СЛОЖНЫЕ ВЕЩЕСТВА

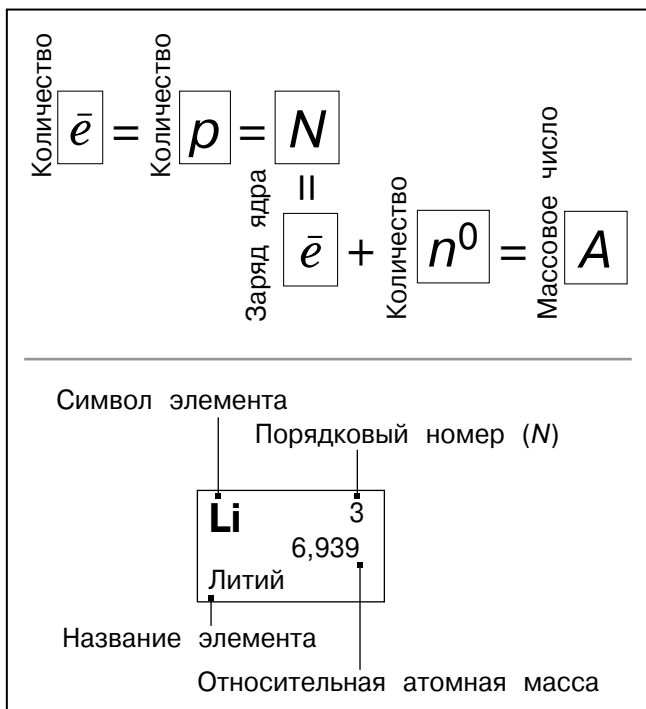
**Химический элемент** — совокупность атомов с одинаковым количеством электронов (одинаковым зарядом ядер). Каждый химический элемент имеет название и обозначается символом или химическим знаком. Символ химического элемента состоит из одной или двух букв. Как правило, используются первые буквы латинского названия элемента.

**Порядковый номер элемента ( $N$ )**, или зарядовое (протонное) число  $Z$ , показывает, сколько электронов и протонов находится в атоме. Количество электронов равно количеству протонов.

При соединении друг с другом атомов одного и того же элемента образуется **простое вещество**.

На примере приведённой ниже таблицы видно, какие характеристики описывают элемент, а какие — вещество.

Химический элемент	Простое вещество
Порядковый номер	Цвет, вкус, запах
Положение в Периодической системе химических элементов	Агрегатное состояние
Строение атома, электронная конфигурация	Химические свойства
Изотопный состав	Способы получения
Аллотропные модификации	Применение
Радиус атома	Температуры кипения и плавления
Распространённость на Земле (массовая доля)	Кристаллическая решётка
Содержание в продуктах питания, живых организмах, минералах	Электро- и теплопроводность
Массовая доля в соединениях	Твёрдость
Валентность	Растворимость
Степень окисления	Содержание в смеси, сплаве (массовая доля)
Электроотрицательность	Магнитные свойства
Название соединений	Масса, объём
	Плотность



**Сложное вещество** — вещество, состоящее из атомов разных химических элементов.

## ХИМИЧЕСКАЯ ФОРМУЛА

**Химическая формула вещества** — условная запись вещества, отражающая его качественный и количественный состав.

**Индекс** — цифра, находящаяся справа внизу символа химического элемента, обозначающая число атомов этого элемента в химической формуле вещества.

Символы химических элементов показывают, из каких атомов состоит вещество (его качественный состав), а индексы указывают число атомов химических элементов в веществе (его количественный состав).

Индекс 1 в химической формуле не пишется. Если в формуле записан знак химического элемента без индекса, значит в частице вещества содержится один атом данного элемента.

Повторяющиеся группы атомов в формуле заключают в скобки.

**Коэффициент** — цифра в химической записи, которая ставится перед формулой и показывает число отдельных атомов, молекул или формульных единиц.

Химические формулы веществ молекулярного строения показывают состав молекул. Это молекулярные формулы.

## ЗАКОН ПОСТОЯНСТВА СОСТАВА

Закон был открыт французским химиком Ж. Л. Прустом (1799—1809 гг.).

**Современная формулировка закона:** всякое чистое вещество молекулярного строения независимо от места нахождения и способа получения имеет постоянный качественный и количественный состав.

Закон не является всеобщим. Он справедлив только для веществ, имеющих молекулярное строение. Состав веществ немолекулярного строения часто зависит от способа их получения.

## ОТНОСИТЕЛЬНАЯ АТОМНАЯ МАССА

Атомы химических элементов различаются своими массами. Масса атома обозначается символом  $m_a$  и выражается в единицах массы (кг или г).

**Относительная атомная масса** — отношение массы атома к атомной единице массы. За атомную единицу массы выбрана  $1/12$  часть массы атома углерода. Эта единица обозначается буквой  $u$ .

$$A_r(X) = \frac{m_a(X)}{1u} = \frac{m_a(X)}{1,66 \cdot 10^{-24}u}$$

## МОЛЯРНАЯ МАССА ВЕЩЕСТВА

**Молярная масса вещества ( $M$ )** — масса 1 моля вещества (г/моль). Молярная масса  $M$  вещества равна отношению массы этого вещества  $m$  к его количеству  $n$ :

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

Масса 1 моля вещества **численно** равна его относительной молекулярной или относительной атомной массе, однако **первая величина имеет размерность г/моль, а две другие — безразмерные:**

$$|M| = |M_r|; \quad |M| = |A_r|.$$

## ■ МАССОВАЯ ДОЛЯ

**Массовая доля** ( $\omega$ ) — число граммов растворённого вещества в 100 г раствора.

Например, форма записи «раствор NaCl с массовой долей  $\omega(\text{NaCl}) = 25\%$ » означает, что 25 г NaCl содержится в 100 г раствора. Масса воды в нём равна 75 г.

Массовая доля растворённого вещества  $\omega(X)$  — безразмерная величина, которая равна отношению массы вещества  $m(X)$  к массе раствора  $m(p\text{-ра})$ :

$$\omega(X) = \frac{m(X)}{m(p\text{-ра})},$$

где  $m(p\text{-ра}) = m(X) + m(\text{растворителя})$ .

Массовую долю выражают в долях единицы или в процентах.

## ■ ЗАКОН АВОГАДРО. СЛЕДСТВИЯ 1, 2 ИЗ ЗАКОНА АВОГАДРО

### ■ Закон Авогадро

**Формулировка закона:** в равных объёмах ( $V$ ) различных газов при одинаковых условиях (температуре  $T$  и давлении  $p$ ) содержится одинаковое число молекул.

Закон Авогадро был сформулирован итальянским химиком Амедео Авогадро в 1811 г. Первоначально закон был лишь гипотезой учёного, но позже эта гипотеза была подтверждена экспериментально, после чего и вошла в науку под названием «закон Авогадро».

С помощью закона Авогадро можно найти относительную плотность двух газов.

**Постоянная Авогадро** — физическая величина, которая показывает, какое число молекул содержится в 1 моль любого вещества.

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

С помощью числа Авогадро по известному химическому количеству можно определить число частиц в его порции.

$$N = n \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = n \cdot N_A$$

Если знать число Авогадро, то при известном числе частиц ( $N$ ) можно вычислить количество вещества:

$$n = \frac{N}{N_A}.$$

Химическое количество атомов элемента в 1 моль вещества равно числу его атомов, содержащихся в молекуле или формульной единице данного вещества.

### ■ Следствие 1

Одинаковое число молекул различных газов при одинаковых условиях ( $p$ ,  $T$ ) занимает одинаковый объём.

**Молярный объём газа** ( $V_m$ ) — объём, который занимает 1 моль этого газа при нормальных условиях.

**Нормальные условия (н. у.) для газов:** давление  $1,013 \cdot 10^5$  Па, температура 273 К.

### ■ Следствие 2

При нормальных условиях ( $T = 273$  К,  $p = 1$  атм (101,3 кПа)) 1 моль любого газа занимает объём 22,4 л. Молярный объём любого газа при нормальных условиях — 22,4 л/моль.

Молярный объём газа  $V_m$  — величина, равная отношению объёма определённой порции газа  $V(X)$  к количеству вещества  $n(X)$  этой порции газа:

$$V_m = \frac{V(X)}{n(X)}, \text{ откуда } n(X) = \frac{V(X)}{V_m},$$

где  $n(X)$  — количество вещества X, моль;  
 $V(X)$  — объём газа X (н. у.), л;  
 $V_m$  — молярный объём газа X, л/моль.

Формулы закона Авогадро работают только для газообразных веществ.

1. В таблице приведены названия и химические формулы некоторых газообразных веществ.

№ п/п	Название вещества	Формула	Молярная масса, г/моль
1	Сероводород	$\text{H}_2\text{S}$	
2	Хлор	$\text{Cl}_2$	
3	Аммиак	$\text{NH}_3$	

1.1. Используя предложенные вам справочные материалы, вычислите молярные массы каждого из газов и запишите полученные данные в таблицу.

**Решение:**

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

$$M(\text{Cl}_2) = 2 \cdot 35,5 \text{ г/моль} = 71 \text{ г/моль.}$$

$$M(\text{NH}_3) = 14 \text{ г/моль} + 3 \cdot 1 \text{ г/моль} = 17 \text{ г/моль.}$$

**Ответ:**

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

$$M(\text{Cl}_2) = 71 \text{ г/моль.}$$

$$M(\text{NH}_3) = 17 \text{ г/моль.}$$

1.2. Каким из приведённых в таблице газов следует наполнить шарик с практически невесомой оболочкой, чтобы он оказался легче воздуха и смог взлететь? (Средняя молярная масса воздуха равна 29 г/моль.) Укажите номер вещества. Объясните свой выбор.

**Ответ:** 3.

**Объяснение ответа:**

Наполнить шарик нужно аммиаком (газ № 3), потому как аммиак легче воздуха:  $M(\text{NH}_3) < M(\text{воздуха})$ .

2. В таблице приведены названия и химические формулы некоторых веществ.

№ п/п	Название вещества	Формула	Масса, г
1	Хлорид бария	$\text{BaCl}_2$	
2	Серная кислота	$\text{H}_2\text{SO}_4$	
3	Гидрокарбонат меди(II)	$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$	

2.1. Используя предложенные вам справочные материалы, вычислите массу 1 моль каждого из веществ и запишите полученные данные в таблицу.

**Решение:**

$$m(\text{BaCl}_2) = 1 \text{ моль} \cdot (137 \text{ г/моль} + 35,5 \text{ г/моль} \cdot 2) = 208 \text{ г.}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ моль} \cdot (2 \cdot 1 \text{ г/моль} + 32 \text{ г/моль} + 4 \cdot 16 \text{ г/моль}) = 98 \text{ г.}$$

$$m((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 1 \text{ моль} \cdot (64 \text{ г/моль} \cdot 2 + 16 \text{ г/моль} \cdot 5 + 2 \cdot 1 \text{ г/моль} + 12 \text{ г/моль}) = 222 \text{ г.}$$

**Ответ:**  $m(\text{BaCl}_2) = 208 \text{ г}$ ;  $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г}$ ;  $m((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 222 \text{ г}$ .

**2.2.** Какое из веществ в количестве 1 моль весит столько же, сколько 1 моль  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ? Укажите номер вещества.

**Решение:**

1 моль  $\text{H}_3\text{PO}_4$  весит 98 г, что равно 98 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , следовательно, чаша весов уравновесится.

**Ответ:** 2.

**3.** Восьмиклассница Катя выпила на завтрак один стакан (250 г) апельсинового сока.

**3.1.** Используя данные приведённой ниже таблицы, определите, какую массу углеводов получил при этом организм девушки. Ответ подтвердите расчётом.

**Массовая доля (МД) углеводов в некоторых соках**

Сок	Лимонный	Яблочный	Апельсиновый	Гранатовый	Сливовый
МД углеводов, %	2,5	9,1	12,8	14,5	16,1

**Решение:**

Вычислим:  $m(\text{углеводов}) = 250 \cdot 12,8 / 100 = 32 \text{ г}$ .

**Ответ:** 32 г.

**3.2.** Какую долю суточной физиологической нормы (400 г) составляет потреблённое Катей количество углеводов? Ответ подтвердите расчётом.

**Решение:**

Вычислим:  $a = 32 / 400 \cdot 100 \% = 8 \%$ .

**Ответ:** 8 %.

**4.** Второклассник Ваня на завтрак съел два куриных яйца (каждое по 50 г) и бутерброд со сгущённым молоком (25 г хлеба и 8 г сгущённого молока).

**4.1.** Используя данные приведённой ниже таблицы, определите, какую массу жиров получил при этом организм Вани. Ответ подтвердите расчётом.

**Массовая доля (МД) жиров в некоторых продуктах**

Продукт	Филе	Яйцо	Молоко сгущ.	Хлеб	Сметана
МД жиров, %	1,9	11,5	8,3	1,0	20,0



**Решение:**

Вычислим:  $m(\text{жиров}) = 2 \cdot 50 \cdot 11,5 / 100 + 25 \cdot 1,0 / 100 + 8 \cdot 8,3 / 100 = 12,414$  г.

**Ответ:** 12,414 г.

**4.2.** Какую долю суточной физиологической нормы (70 г) составляет потреблённое Вами количество жиров? Ответ подтвердите расчётом. Ответ округлите до сотых процента.

**Решение:**

Вычислим:  $a = 12,414 / 70 \cdot 100 \% = 17,73 \%$ .

**Ответ:** 17,73 %.

**5.** Имеется следующий перечень химических веществ: азот, сера, железо, азотная кислота, хлорид магния, сульфид аммония, гидроксид калия. Используя этот перечень, выполните задания.

**5.1.** Из приведённого перечня веществ выберите ЛЮБОЕ соединение, состоящее из атомов ТРЁХ элементов. Вычислите массовую долю водорода в этом соединении. Вещество — \_\_\_\_\_.

**Решение:**

Вещества, состоящие из атомов трёх элементов: азотная кислота, сульфид аммония, гидроксид калия.

1. Если выбрана азотная кислота, то  $w(\text{H в HNO}_3) = 1 / (1 + 14 + 3 \cdot 16) \times 100 \% = 1,59 \%$ .

2. Если выбран сульфид аммония, то  $w(\text{H в (NH}_4)_2\text{S}) = (8 \cdot 1) / (14 \cdot 2 + 8 \cdot 1 + 32) \cdot 100 \% = 11,76 \%$ .

3. Если выбран гидроксид калия, то  $w(\text{H в KOH}) = 1 / (39 + 16 + 1) \cdot 100 \% = 1,79 \%$ .

**5.2.** Вычислите массу 3 моль азотной кислоты.

**Решение:**

Вычислим:  $m(\text{HNO}_3) = n \cdot M = 3 \text{ моль} \cdot (1 \text{ г/моль} + 14 \text{ г/моль} + 3 \cdot 16 \text{ г/моль}) = 189$  г.

**Ответ:** 189 г.

**ОГЭ 9 класс**


**1.** Выберите два высказывания, в которых говорится о натрии как о химическом элементе.

- 1) Натрий в соединениях проявляет степень окисления +1.
- 2) Натрий используется в промышленности для получения менее активных металлов.
- 3) Натрий необходимо хранить под слоем керосина, чтобы избежать его окисления.
- 4) При электролизе расплава поваренной соли на катоде выделяется натрий.
- 5) Натрий находится во 2-м периоде.


Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: 

1	5
---	---



Характеристики химического элемента: порядковый номер, строение атома, электронная конфигурация, положение в Периодической системе, распространённость в природе, валентность, степень окисления, радиус атома, электроотрицательность и др.



Характеристики простого вещества: химические свойства, способы получения, цвет, запах, вкус, тепло- и электропроводность, температуры фазовых переходов, кристаллические решётки и др.

**Пояснение:**

- 1) Степень окисления — характеристика **элемента**.
- 2) Способ получения — характеристика вещества.
- 3) Химические свойства — характеристика вещества.
- 4) Способ получения — характеристика вещества.
- 5) Нахождение в Периодической системе химических элементов — характеристика **элемента**.

В ответе записываем цифры 1 и 5.

---

2. Выберите два высказывания, в которых говорится о сере как о простом веществе.

- 1) Сера горит на воздухе, образуется оксид  $SO_2$ .
- 2) Сера имеет электронную конфигурацию внешнего слоя  $3s^23p^4$ .
- 3) Сера входит в состав некоторых аминокислот.
- 4) Ромбическая сера имеет молекулярную кристаллическую решётку.
- 5) Сера существует в трёх аллотропных модификациях.

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: 

1	4
---	---

**Пояснение:**

- 1) Химические свойства — характеристика **вещества**.
- 2) Строение атома — характеристика элемента.
- 3) Содержание в сложных веществах — характеристика элемента.
- 4) Тип кристаллической решётки — характеристика **вещества**.
- 5) Аллотропные модификации — характеристика элемента.

В ответе записываем цифры 1 и 4.

3. Выберите два высказывания, в которых говорится о железе как о химическом элементе.

- 1) Железо находится в VIII группе Периодической системы Д. И. Менделеева.
- 2) Железо, как и все металлы, имеет металлический блеск.
- 3) Железо входит в состав многих сплавов, например стали и чугуна.
- 4) Железо содержится в яблоках, шпинате и чечевице.
- 5) Многие предметы, которые нас окружают, сделаны из железа.

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: 

1	4
---	---

**Пояснение:**

- 1) Железо находится в VIII группе Периодической системы Д. И. Менделеева. — Положение в Периодической системе — характеристика **элемента**, а не вещества.
- 2) Железо, как и все металлы, имеет металлический блеск. — В высказывании содержится описание физических свойств, которые характерны исключительно для веществ.
- 3) Железо входит в состав многих сплавов, например стали и чугуна. — В высказывании говорится о нахождении вещества в составе смеси (сплава).
- 4) Железо содержится в яблоках, шпинате и чечевице. — В продуктах питания содержатся сложные вещества, в состав которых входит **элемент** железо.
- 5) Многие предметы, которые нас окружают, сделаны из железа. — Физические тела (предметы) состоят из вещества железа. В данном контексте речь идёт о железе как о веществе.

Итак, в ответе записываем цифры 1 и 4.

---

4. Вычислите в процентах массовую долю фосфора в гидрофосфате натрия. Запишите число с точностью до целых.

Ответ: 22.

**Пояснение:**

Формула гидрофосфата натрия —  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ . Воспользуемся формулой для расчёта массовой доли элемента в соединении:

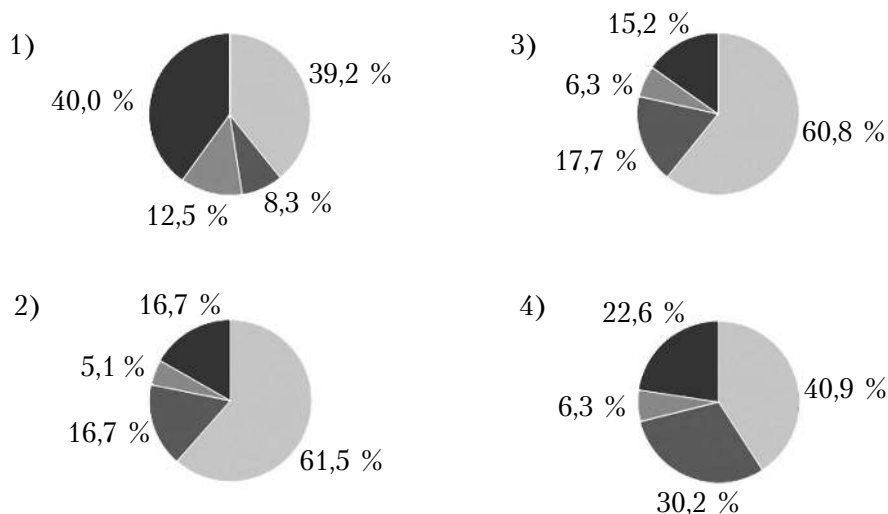
$$\omega(\text{элемента}) = \frac{n \cdot A_r(\text{элемента})}{M_r(\text{вещества})} \cdot 100 \%$$

$$M_r = (\text{Na}_2\text{HPO}_4) = A_r(\text{Na}) \cdot 2 + A_r(\text{H}) + A_r(\text{P}) + A_r(\text{O}) \cdot 4.$$

$$\omega(\text{P}) = \frac{31}{23 \cdot 2 + 1 + 31 + 16 \cdot 4} \cdot 100 \% = 21,8 \%$$

В ответе записываем 22.

5. На какой диаграмме распределение массовых долей элементов соответствует количественному составу гидрокарбоната аммония?



Ответ:

**Пояснение:**

Формула гидрокарбоната аммония —  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ .

Формула для расчёта массовой доли элемента в соединении:

$$\omega(\text{элемента}) = \frac{n \cdot A_r(\text{элемента})}{M_r(\text{вещества})} \cdot 100 \%$$

$$M_r = (\text{NH}_4\text{HCO}_3) = A_r(\text{N}) + A_r(\text{H}) \cdot 5 + A_r(\text{C}) + A_r(\text{O}) \cdot 3.$$

$$\omega(\text{N}) = \frac{14}{14 + 5 + 12 + 16 \cdot 3} \cdot 100 \% = 17,7 \%$$

$$\omega(\text{H}) = \frac{5 \cdot 1}{14 + 5 + 12 + 16 \cdot 3} \cdot 100 \% = 6,3 \%$$

$$\omega(\text{C}) = \frac{12}{14 + 5 + 12 + 16 \cdot 3} \cdot 100 \% = 15,2 \%$$

$$\omega(\text{O}) = \frac{16 \cdot 3}{14 + 5 + 12 + 16 \cdot 3} \cdot 100 \% = 60,8 \%$$

Полученные числа соответствуют данным, приведённым на диаграмме 3.

## ВАЛЕНТНОСТЬ И СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ

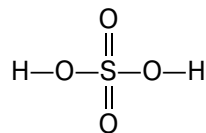
### Валентность

**Валентность** — это способность атома образовывать ковалентные химические связи. Валентность выражается небольшими целыми числами, обозначается обычно римскими цифрами.

Валентность определяют по числу связей, которые один атом образует с другими. Для определения валентности нужно хорошо представлять графические формулы веществ.

**Количество связей**, которые образует атом, **равно валентности**.

Разберём это на примере серной кислоты  $H_2SO_4$ .



Валентность серы — VI (6 ковалентных связей), валентность каждого атома кислорода — II (2 ковалентные связи), валентность атомов водорода — I (1 ковалентная связь).

Химические элементы с постоянной валентностью		Химические элементы с переменной валентностью	
Элемент	Валентность	Элемент	Валентность
H	I	O	II, III
		Cl, Br, I	I, III, IV, V, VII
F	I	N	II, III, IV
		P	III, V
Li, K, Na, Rb, Cs	I	S	II, IV, VI
		C, Si	III, IV
Be, Mg, Ca, Ba, Sr, Zn	II	Mn	II, IV, VI, VII
		Fe, Cr	II, III, VI

Чаще всего высшая валентность совпадает с номером группы, однако необходимо запомнить, что кислород, фтор и азот никогда не проявляют валентности, равной номеру группы. Высшая валентность фтора — I, кислорода — III. Высшая валентность азота — IV, а не V, поскольку азот на внешнем уровне имеет лишь 4 орбитали и, соответственно, может образовывать только 4 связи.

ложить, что все электронные пары полностью сместились к атомам элементов с наибольшей электроотрицательностью, то есть все связи имеют ионный характер. Степень окисления обозначается арабскими цифрами, бывает отрицательной или положительной.

Обозначая степень окисления, важно использовать следующую форму записи: сначала знак, потом цифра (например, +5, -2). Запись 2-, 3+ используют для обозначения заряда иона!

### Степень окисления

**Степень окисления** — это условный заряд, который возник бы на атоме данного элемента в химическом соединении, если предпо-

#### Правила расчёта степени окисления

1. Степень окисления **элементов в простых веществах** всегда равна 0.

2. Сумма всех степеней окисления **в молекуле** равна 0, а **в ионе** — заряду иона.

3. **Фтор** (как самый электроотрицательный элемент) всегда проявляет степень окисления  $-1$ .

4. **Кислород** почти всегда проявляет степень окисления  $-2$ , кроме соединений с фтором, например  $O_2^{+1}F_2$ ,  $O^{+2}F_2$ , а также пероксидов  $H_2O_2^{-1}$  и супероксидов  $KO_2^{-1/2}$ .

5. **Металлы** проявляют положительные степени окисления (отрицательные тоже, но в рамках школьной программы они не рассматриваются). Металлы IA группы имеют постоянную степень окисления  $+1$ , металлы IIA группы —  $+2$ , металлы IIIA группы —  $+3$ . У металлов побочных подгрупп нет постоянной степени окисления.

6. Степени окисления **неметаллов** зависят от того, с какими атомами они соединены:

- ♦ если только с атомом металла, то степень окисления неметалла отрицательная (например, сульфиды металлов:  $Na_2^{+1}S^{-2}$ );
- ♦ если с атомом неметалла, то степень окисления может быть и положительная, и отрицательная — это зависит от электроотрицательности атомов элементов, входящих в соединение. Например, в сероводороде  $H_2^{+1}S^{-2}$  сера более электроотрицательна по сравнению с водородом, а в соединении с кислородом  $S^{+6}O_3^{-2}$  менее электроотрицательна.

7. **Водород** чаще всего проявляет степень окисления  $+1$ , кроме гидридов металлов, где степень окисления равна  $-1$ , например  $Na^{+1}H^{-1}$ .

8. Максимальная степень окисления для **неметаллов** IA—VIIIA подгрупп (кроме кислорода и фтора) равна номеру группы, минимальная степень окисления для этих элементов рассчитывается по формуле: номер группы минус 8.

9. Для **металлов** минимальная степень окисления — 0.

## ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

**Химическая связь** — связь между атомами в молекуле или молекулярном соединении, возникающая в результате переноса электронов с одного атома на другой либо обобществления электронов для обоих атомов.

## Характеристики химической связи

**Длина связи** — расстояние между ядрами двух химически связанных атомов.

**Энергия связи** — минимальное количество энергии, которое необходимо затратить на разрыв связи. Чем больше длина связи между атомами, тем меньше энергия связи, и наоборот.

**Кратность связи** — число общих электронных пар, за счёт которых образована химическая связь между атомами.

**Валентный угол** — угол между воображаемыми прямыми, проходящими через центры атомов, участвующих в образовании химической связи.

При образовании химической связи атом стремится получить электронную конфигурацию благородного газа и окружить себя двумя (дублет) или восемью (октет) электронами.

## Типы химической связи

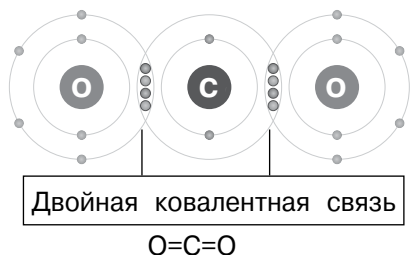
- ♦ Ионная.
- ♦ Металлическая.
- ♦ Ковалентная:
  - полярная;
  - неполярная.
- ♦ Водородная:
  - внутримолекулярная;
  - межмолекулярная.

### ПЛАН ОПИСАНИЯ ТИПА СВЯЗИ

1. Определение.
2. Соединяющие частицы.
3. Разность электроотрицательности соседних атомов.
4. Механизм возникновения связи.
5. Свойства.
6. Примеры.
7. Схема образования.

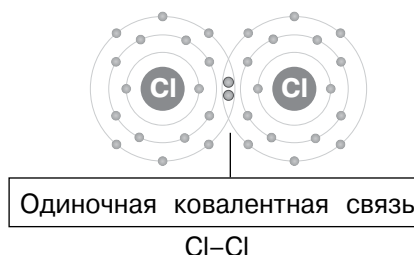
### Ковалентная полярная связь

1. Связь между атомами разного вида.
2.  $\text{HeM} + \text{HeM}$ .
3.  $< 1,7$ .
4. Образование общих электронных пар.
5. Насыщаемость и направленность.
6.  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ .



### Ковалентная неполярная связь

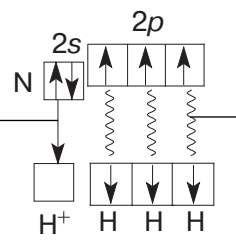
1. Связь между атомами одного вида.
2.  $\text{HeM} + \text{HeM}$ .
3. 0.
4. Образование общих электронных пар.
5. Насыщаемость и направленность.
6.  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{S}_8$ .



### Механизм образования ковалентной связи

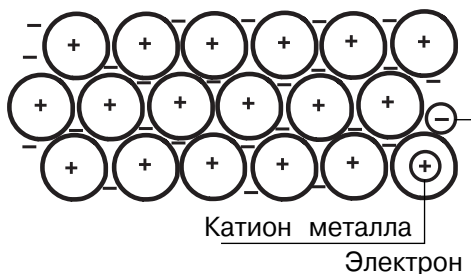
**Донорно-акцепторный:** один атом (донор) предоставляет неподелённую пару электронов, а другой (акцептор) — вакантную орбиталь.

**Обменный:** каждый из связываемых атомов предоставляет по одному неспаренному электрону для образования связи.



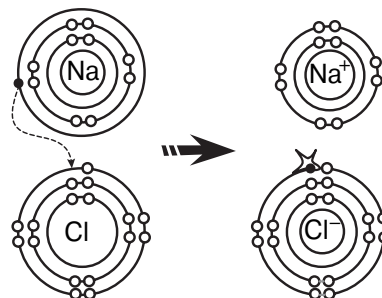
### Металлическая связь

1. Связь, удерживающая вместе атомы металла, с наличием высокой концентрации в металлах электронов проводимости — «электронного газа».
2.  $\text{Me} + \text{Me}$ .
3. 0.
4. Делокализация связывающих электронов.
5. Ненаправленность.
6. Металлы:  $\text{Na}$ ,  $\text{Al}$ ,  $\text{Au}$ .



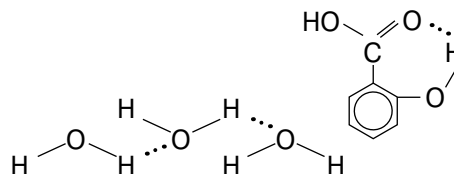
### Ионная связь

1. Связь на основе электростатического взаимодействия между противоположно заряженными ионами.
2. Катион + анион.
3.  $> 1,7$ .
4. Смещение электронов.
5. Ненаправленность и ненасыщаемость.
6. Соли, основания, оксиды металлов:  $\text{NaF}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgF}_2$ ,  $\text{Li}_2\text{S}$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .



## Водородная связь

- Связь между положительно поляризованным атомом водорода одной молекулы и отрицательно поляризованным атомом другой молекулы.
- $A-H \dots A-H$ .
- Протон одной молекулы притягивается неподелённой электронной парой атома другой молекулы.
- Межмолекулярная.
- $H_2O$ ,  $NH_3$ , карбоновые кислоты, спирты, амины, белки, нуклеиновые кислоты.
- Внутримолекулярная

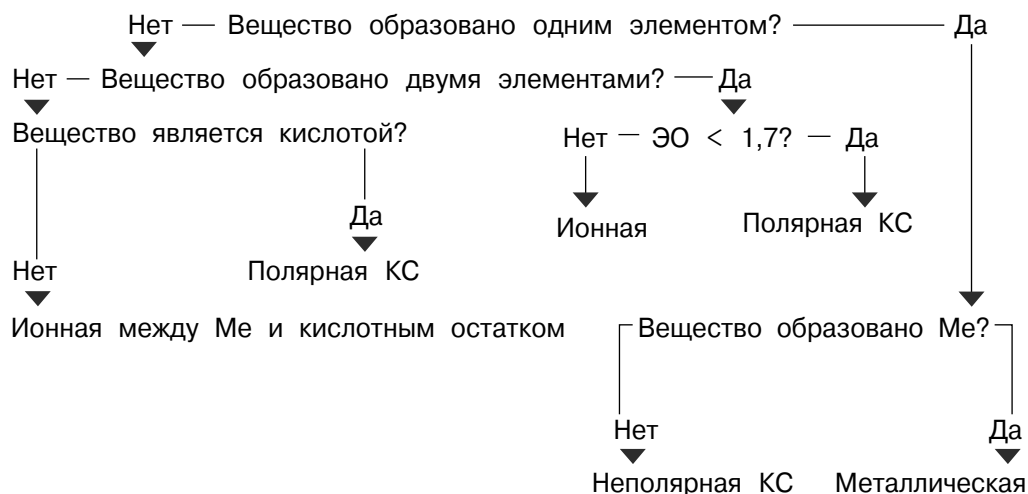


Межмолекулярная

Электронные облака атомов имеют различную форму, их перекрывание может осуществляться разными способами. В зависимости от способа перекрывания и симметрии образующегося облака различают  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи (сигма- и пи-связи).

**$\sigma$ -связи** образуются при перекрывании облаков по линии, соединяющей ядра атомов.

## Алгоритм определения типа связи



## ОГЭ 9 класс

1. Установите соответствие между формулой соединения и степенью окисления хлора в этом соединении: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЕДИНЕНИЯ

СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ ХЛОРА

- А)  $Cl_2O_3$   
 Б)  $KClO_4$   
 В)  $HClO_3$

- 1) +7  
 2) -3  
 3) +3  
 4) +5

Ответ:

А	Б	В
3	1	4