

Содержание

| | |
|----------------|---|
| Введение | 6 |
|----------------|---|

Глава 1. НАЧАЛА ХИМИИ

| | |
|---|----|
| Химический язык: химическая символика, терминология, номенклатура | 7 |
| Атомно-молекулярное учение в химии | 12 |
| Основные понятия и законы химии | 13 |
| Химическая посуда и лабораторное оборудование | 17 |
| Взаимосвязь физических величин | 20 |
| Эксперимент и качественные задачи | 34 |

Глава 2. СТРОЕНИЕ АТОМОВ

| | |
|----------------------------------|----|
| Атомное ядро. Изотопы | 39 |
| Электронная оболочка атома | 42 |

Глава 3. ВЕЩЕСТВА И СМЕСИ

| | |
|--|----|
| Классификация неорганических веществ | 48 |
| Разделение смеси веществ | 61 |
| Растворы. Растворимость | 64 |
| Эксперимент «Важнейшие классы неорганических соединений и их генетическая связь» | 72 |
| Эксперимент «Приготовление растворов с заданной массовой долей растворённого вещества» | 74 |



Глава 4. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

| | |
|---|----|
| Периодическая система химических элементов | 76 |
| Открытие Д. И. Менделеевым периодического закона и Периодической системы химических элементов | 79 |
| Структура Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева | 83 |
| Характеристика химических элементов и их соединений по положению в Периодической системе Д. И. Менделеева и строению атомов | 85 |
| Обобщение и систематизация знаний о периодическом законе и Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева | 88 |
| Эксперимент и качественные задачи | 91 |

Глава 5. ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ

| | |
|--|-----|
| Типы химических реакций | 92 |
| Реакции ионного обмена | 94 |
| Окислительно-восстановительные реакции | 102 |
| Скорость химических реакций | 107 |
| Химическое равновесие и способы его смещения | 117 |
| Эксперимент и качественные задачи | 121 |

Глава 6. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ И СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВ

| | |
|---|-----|
| Взаимодействие атомов. Химическая связь | 124 |
| Ковалентная связь | 130 |
| Ионная связь | 133 |
| Металлическая связь. Зависимость свойств веществ от их строения | 136 |

Глава 7. ХИМИЯ НЕМЕТАЛЛОВ

| | |
|--|-----|
| Водород. Вода. Пероксид водорода | 145 |
| Галогены | 150 |

| | |
|--|-----|
| Эксперимент и качественные задачи | 160 |
| Кислород и сера | 165 |
| Эксперимент и качественные задачи | 172 |
| Азот и фосфор | 176 |
| Эксперимент и качественные задачи | 188 |
| Углерод и кремний | 191 |
| Эксперимент и качественные задачи | 196 |
| Глава 8. ХИМИЯ МЕТАЛЛОВ ГЛАВНЫХ ПОДГРУПП | |
| Щелочные металлы | 200 |
| Эксперимент и качественные задачи | 207 |
| Магний. Щелочноземельные металлы | 210 |
| Эксперимент и качественные задачи | 215 |
| Алюминий. Бор. IIIA группа | 217 |
| Эксперимент и качественные задачи | 223 |
| Приложение. Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева | |
| Список иллюстраций | 228 |
| Предметный указатель | 230 |
| | 232 |

ВВЕДЕНИЕ

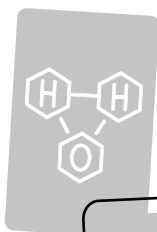
Вашему вниманию предлагается учебное пособие по химии для систематической и качественной подготовки к урокам, экзаменам, а также к государственной итоговой аттестации. Справочник разработан в соответствии со школьной программой для учеников 8–9 классов.

ОГЭ завершает основное общее образование и проверяет соответствие знаний требованиям государственного образовательного стандарта. Согласно этим требованиям обязательной для усвоения является определённая система знаний о неорганических веществах, их составе, свойствах и применении, в основе которой лежат периодический закон и Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева.

Пособие состоит из следующих разделов:

- ✓ «Начала химии (уровень атомно-молекулярных представлений)»;
- ✓ «Строение атомов»;
- ✓ «Вещества и смеси»;
- ✓ «Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева»;
- ✓ «Химические реакции»;
- ✓ «Химическая связь и строение веществ»;
- ✓ «Химия неметаллов»;
- ✓ «Химия металлов главных подгрупп».

Справочник может быть полезен учащимся для самостоятельной работы при подготовке к урокам и экзаменам, а также к олимпиадам и конкурсам; учителям школ для проведения уроков и внеурочной работы.



Глава

1

НАЧАЛА ХИМИИ

ХИМИЧЕСКИЙ ЯЗЫК: ХИМИЧЕСКАЯ СИМВОЛИКА, ТЕРМИНОЛОГИЯ, НОМЕНКЛАТУРА



Химия — наука о веществах и их превращениях.

Химия занимается изучением веществ, из которых состоят как живые организмы, так и неживая природа. Что же такое вещество?



Вещество (химическое соединение) — это то, из чего состоят все физические тела и биологические объекты, т. е. живые существа. Древние греки вместо слова «вещество» использовали слова — «материя», «сущность», «тело».

Бесконечное разнообразие физических тел, составляющих мир, в котором мы живём, обусловлено существованием в природе различных веществ. Ключ, стакан, пластмассовая бутылка — это физические тела. Они состоят из веществ: из меди, стекла, пластмассы. Железо, вода, алюминий, сахар, кислород, углекислый газ, крахмал, белки — это вещества.

Одна из задач химии заключается в описании веществ (рис. 1.1). Описать вещество — это значит перечислить его свойства. Свойствами вещества называются признаки, по которым они отличаются друг от друга или сходны между собой. Например, поваренная соль — вещество твёрдое, бесцветное, солёного вкуса, растворимое в воде, при нагревании не изменяется. Не все свойства можно определить в условиях школьного химического кабинета. Для этого нужны специальные исследования. При описании веществ указываются свойства, которые поддаются измерению, например температуры плавления и кипения, плотность, твёрдость, электрическая проводимость и другие. Их можно узнать из справочников.

Зная свойства веществ, мы можем каждому из них найти полезное применение. Так, зная особое свойство минерала кремния — его необычайную твёрдость, наши далёкие предки использовали его для изготовления орудий труда. Такие свойства алюминия, как лёгкость, прочность, коррозионная стойкость, дают возможность применять его сплавы с магнием и титаном в самолётостроении (алюминий называют «крылатым» металлом). На свойствах лёгкости, воздухо- и влаго непроницаемости полиэтилена основано его применение в качестве упаковочного материала, а также в качестве укрывного материала для парников и теплиц в сельском хозяйстве.

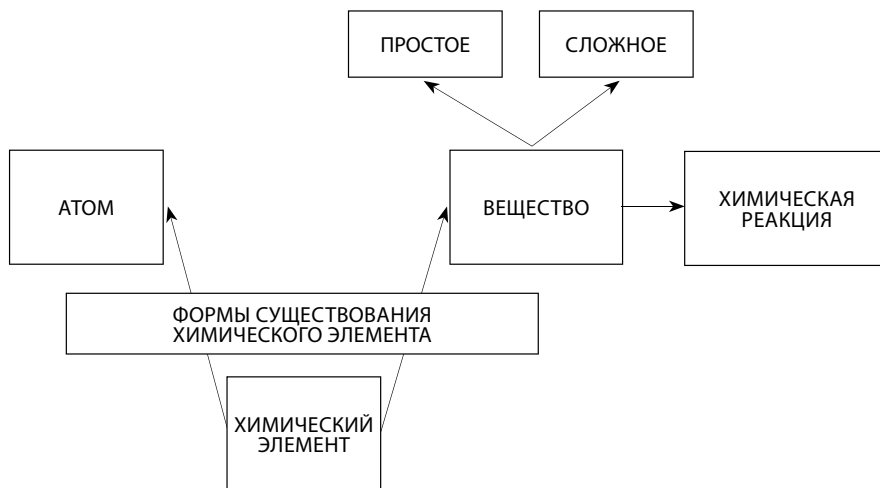


Рис. 1.1. Система химических понятий

План описания физических свойств вещества

1. В каком агрегатном состоянии — газовом, жидком или твёрдом — находится вещество при данных условиях?
2. Какого цвета вещество? Имеет ли оно блеск?
3. Имеет ли вещество запах?
4. Какова твёрдость вещества? (Определите по относительной шкале твёрдости.)
5. Проявляет ли вещество пластичность, хрупкость, эластичность?
6. Какова температура плавления и температура кипения вещества? (Эти данные найдите в справочнике.)
7. Какова плотность вещества? (См. справочник.)
8. Какова электрическая проводимость вещества? (См. справочник.)
9. Растворяется ли вещество в воде?

Пример. Вода. Прозрачная жидкость, без цвета, вкуса и запаха. Плотность (ρ) воды = 1 г/мл (при 40 °С); $t_{\text{кип}} = 100$ °С. Плохо проводит тепло и электрический ток.



Проверь себя

Задание. Пользуясь приведённым в тексте планом и примером, опишите свойства выданных вам веществ: а) железа, б) графита (стержень карандаша), в) меди, г) углекислого газа, д) серы. На каких свойствах основано применение этих веществ? Где они применяются? При выполнении опытов соблюдайте правила работы в химическом кабинете и безопасного обращения с веществами.

Все известные элементы представлены в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева. У каждого химического элемента есть имя — название — и обозначение — химический знак, или символ. Латинские названия и произношение некоторых элементов даны в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Названия и химические символы некоторых элементов

| Русское название химического элемента | Латинское название химического элемента | Знак (символ) химического элемента | Произношение химического знака (символа) |
|---------------------------------------|---|------------------------------------|--|
| Водород | Гидрогениум | H | Аш |
| Кислород | Оксигениум | O | О |
| Углерод | Карбонеум | C | Цэ |
| Азот | Нитрогениум | N | Эн |
| Алюминий | Алюминиум | Al | Алюминий |
| Железо | Феррум | Fe | Феррум |
| Медь | Купрум | Cu | Купрум |
| Сера | Сульфур | S | Эс |
| Фосфор | Фосфорум | P | Пэ |
| Хлор | Хлорум | Cl | Хлор |
| Натрий | Натриум | Na | Натрий |
| Магний | Магниум | Mg | Магний |
| Серебро | Аргентум | Ag | Аргентум |
| Ртуть | Гидрагриум | Hg | Гидрагриум |
| Калий | Калиум | K | Калий |
| Цинк | Цинкум | Zn | Цинк |

Сокращённые обозначения элементов предложил шведский учёный Йенс Якоб Берцелиус (1779–1848). Он предложил обозначать элементы по заглавной букве их латинских названий. Если названия нескольких элементов начинались с одной и той же буквы, Берцелиус дописывал в обозначение элемента вторую маленькую (строчную) букву из середины слова.

Каждый из химических элементов обладает определёнными свойствами. Важнейшей характеристикой элемента является его относительная атомная масса A_r (r — первая буква английского слова *relative*, что означает «относительный»). Значения относительных атомных масс химических элементов приведены в периодической таблице Д. И. Менделеева. Обратимся к этой таблице.

В каждой клетке таблицы, помимо символа и названия, имеется два числа: порядковый номер элемента и относительная атомная масса. Относительная атомная масса водорода равна $A_r(\text{H}) = 1,0079$, химического элемента кислорода равна $A_r(\text{O}) = 15,9994$. Обычно

в школьной химии используют приближённые вычисления. Значения относительных атомных масс химических элементов округляют до целых чисел. Например, $A_r(\text{H}) = 1$; $A_r(\text{O}) = 16$.

Химическая формула показывает

| | | |
|-----------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| H_2 | ИНДЕКС | H_2SO_4 |
| Водород | | Серная кислота |
| НАЗВАНИЕ | | |
| ОДНА МОЛЕКУЛА | | |
| H_2 | СОСТАВ МОЛЕКУЛЫ | H_2SO_4 |
| H | Качественный | H, S, O |
| 2H | Количественный | 2H, S, 4O |
| $M_r(\text{H}_2) = 2$ | Относительная молекулярная масса | $M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98$ |
| Простое | Вещество | Сложное |

Рис. 1.2. Химическая формула

ВАЖНО ЗНАТЬ!

Различают качественный и количественный состав веществ (рис. 1.2). Рассказать о **качественном составе вещества** — это значит назвать, из атомов каких химических элементов оно состоит. Например, молекулы воды состоят из атомов водорода и атомов кислорода, углекислый газ состоит из атомов углерода и атомов кислорода, молекулы кислорода состоят из атомов кислорода.

Количественный состав вещества показывает, сколько атомов каждого элемента входят в его молекулу или кристалл. Например, молекула воды состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. Состав воды можно выразить химической формулой H_2O (читается «аш-два-о»).

Цифра, которую записывают справа от знака элемента и немного ниже строчки, называется **индексом**. Индекс обозначает число ато-

мов в молекуле. Молекула углекислого газа состоит из одного атома углерода и двух атомов кислорода — CO_2 («цэ-о-два»). Химические формулы кислорода — O_2 («о-два»), водорода — H_2 («аш-два»), хлорида натрия — NaCl («натрий-хлор»).

АТОМНО-МОЛЕКУЛЯРНОЕ УЧЕНИЕ В ХИМИИ



ЭТО ИНТЕРЕСНО

Основоположником атомно-молекулярного учения является русский учёный-энциклопедист М. В. Ломоносов. В 1741 г. в книге «Элементы математической химии» учёный сформулировал основные положения атомно-молекулярного учения. М. В. Ломоносов рассматривал строение вещества не как определённую комбинацию атомов, а как сочетание более крупных частиц — «корпускул», которые, в свою очередь, состоят из более мелких частиц — «элементов». В настоящее время то, что М. В. Ломоносов называл корпускулами, стали называть молекулами, а на смену термину «элемент» пришёл термин «атом». Суть высказанных им идей блестяще выдержала испытание временем.

Основные положения атомно-молекулярного учения можно сформулировать следующим образом.

1. Все вещества состоят из молекул.
2. Молекулы состоят из атомов.
3. Атомы и молекулы находятся в непрерывном движении.
4. При химических реакциях молекулы одних веществ превращаются в молекулы других веществ. Атомы при химических реакциях не изменяются.

В 1860 г. в немецком городе Карлсруэ состоялся Первый международный химический конгресс, на котором основные положения

атомно-молекулярной теории получили всеобщее признание. Учения о строении веществ тогда ещё не было, поэтому было принято положение о том, что все вещества состоят из молекул. Считалось, что простые вещества, например металлы, состоят из одноатомных молекул. Позднее оказалось, что далеко не все вещества состоят из молекул.

Велико значение атомно-молекулярного учения в развитии химии. Его создание способствовало утверждению определений важнейших химических понятий (атом, молекула, химический элемент), формированию и развитию единого химического языка, объяснению открытых законов и развитию дальнейших теоретических исследований.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЗАКОНЫ ХИМИИ

Основные понятия общей химии раскрываются из атомно-молекулярного учения и важнейших газовых и стехиометрических законов.



Атом — это наименьшая частица химического элемента, способная к самостоятельному существованию и являющаяся носителем его свойств. Атом состоит из положительно заряженного ядра и соответствующего числа электронов. Ядро атома состоит из протонов и нейтронов.

Химический элемент — вид атомов с одинаковым зарядом ядра. В настоящее время известно 118 элементов, в природе существует 88, а остальные получены искусственным путём. Нельзя путать понятия «атом» и «химический элемент», например: атомы кислорода — один вид атомов, атомы водорода — другой вид атомов.

Электрон — стабильная элементарная частица, имеющая массу покоя, равную $9,109 \cdot 10^{-31}$ кг, и несущая элементарный отрицательный заряд $-1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Электроны входят в состав всех атомов.

Протон — элементарная частица, являющаяся составной частью ядер атомов всех химических элементов, облада-

ет массой покоя $1,672 \cdot 10^{-27}$ кг и элементарным положительным электрическим зарядом $+1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Число протонов в ядре определяет порядковый номер химического элемента.

Нейтрон — электрически нейтральная элементарная частица с массой покоя $1,675 \cdot 10^{-27}$ кг. Число нейтронов в ядре определяет разность между массовым числом (массой атома) химического элемента и его порядковым номером.

Молекула — это наименьшая частица вещества, определяющая его свойства. Молекула состоит из атомов одного или различных химических элементов и существует как единая система атомных ядер и электронов. Атомы удерживаются в молекуле с помощью химических связей.

Ионы — электрически заряженные частицы, образовавшиеся из атомов (или атомных групп) в результате присоединения или потери электронов. Положительно заряженные ионы называются **катионами**, отрицательно заряженные — **анионами**.

Радикалы — частицы (атомы или группы атомов) с неспаренными электронами. Обладают высокой реакционной способностью.

Вещества — это газообразные, твёрдые и жидкие тела с постоянным составом и свойствами. Из вещества состоят все физические тела и биологические объекты, т. е. живые существа. Например, электрический провод — это тело, а алюминий, из которого оно состоит, — вещество. Древние греки вместо слова «вещество» использовали слова «материя», «сущность», «тело». Железо, медь, вода, алюминий, сахар, кислород, углекислый газ, крахмал, белки — это вещества.

В природе химические соединения практически не встречаются в чистом виде. Они находятся в виде смеси друг с другом. Чаще всего

в смеси по внешнему виду отдельные вещества (компоненты) различить не удаётся. Мы не видим, что воздух — это смесь газов: азота, кислорода, инертных газов, углекислого газа и некоторых других. По внешнему виду нельзя обнаружить, что молоко — смесь различных веществ, а все окружающие нас металлические предметы сделаны из сплавов, а не из чистых металлов. Невозможно по внешним признакам различить воду и водный раствор соли, сахара. Состав веществ можно выразить химической формулой, которая показывает качественный (какие именно атомы входят в состав вещества) и количественный (сколько атомов входят в состав одной молекулы вещества) состав. Смеси состоят из нескольких компонентов, состав каждого из них выражается химической формулой. Состав смеси формулой выразить нельзя. Химические соединения характеризуются строго определёнными свойствами. Так, температура кипения воды равна 100°C , а замерзания — 0°C . Природная вода (дождевая, родниковая, морская, водопроводная) содержит растворённые вещества (примеси). Поэтому температура кипения и замерзания различных видов воды неодинакова и зависит от содержания в ней растворённых веществ. Например, вода океана замерзает при температуре $-1,9^{\circ}\text{C}$, а в земной коре встречаются поровые воды, которые не замерзают даже при -70°C .

Всем известно, что алюминий — пластичный металл. В XIX в. считали, что алюминий трудно вытянуть в проволоку и прокатать в тонкие листы. Как оказалось, в то время имели дело не с чистым металлом, а с металлом, загрязнённым примесями. Очевидно, что для выяснения свойств веществ их нужно получить в чистом виде.



Химические реактивы — это вещества, которые выпускаются химической промышленностью и поступают в продажу.

Простые вещества — вещества, образованные из атомов одного элемента. Это понятие нельзя отождествлять с понятием «химический элемент». Простое вещество характеризуется конкретной плотностью, растворимостью, температурами плавления и кипения и т. п. Эти свойства