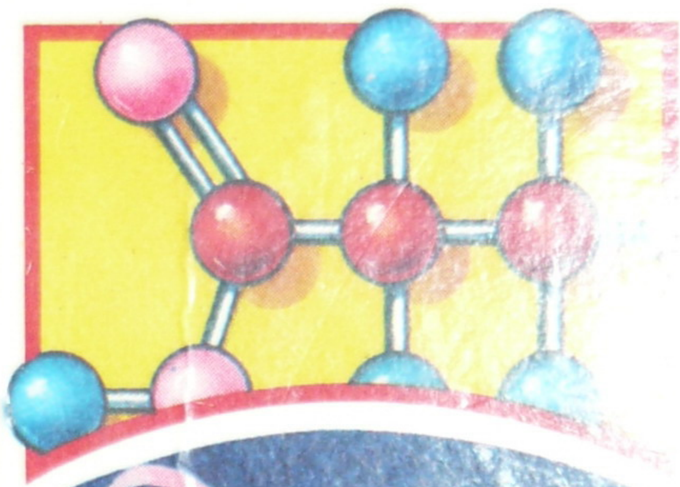
ХИМИЯ

ШКОЛЬНЫЙ ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ СПРАВОЧНИК



«РОСМЭН»

Рекомендовано
Министерством образования
в качестве учебного пособия
для дополнительного образования

ХИМИЯ

ШКОЛЬНЫЙ ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ СПРАВОЧНИК

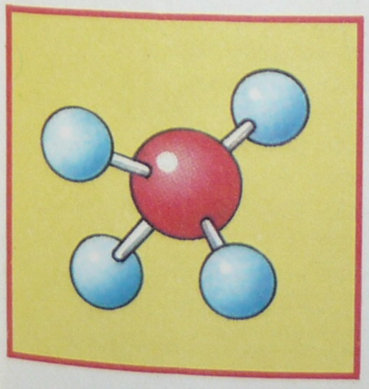
Джейн Верзейм, Крис Окслейд
и д-р Джон Ватерхаус
Перевод с английского И.П. Чихачевой

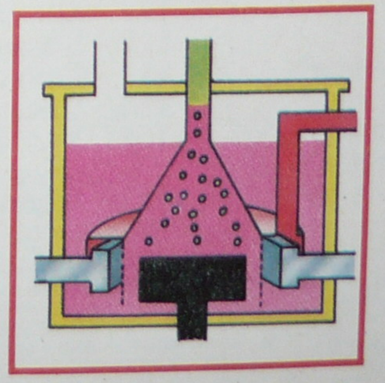
Под редакцией Тони Поттера и Корин Стокли

Научные консультанты:
Дж. Рэффэн, Р. Мичелис и А. Алдер

Дизайн:
Энн Шарплс,
Роджер Берри,
Сью Мимс и Саймон Гуч

Иллюстрации:
Куо Кан Чен, Ким Бланделл,
Гуи Смит, Крис Лион,
Джереми Гоуэр, Марк Франклин





Содержание

Физическая химия

4 Физическая химия
5 Свойства и превращения веществ
6 Состояние вещества
8 Элементы, соединения и смеси
10 Атомы и молекулы
12 Структура атома
14 Радиоактивность
16 Химическая связь
21 Кристаллы
24 Измерения в химии
26 Формулы и названия химических соединений
28 Газовые законы
30 Растворы и растворимость
32 Энергия химических реакций
34 Окисление и восстановление
36 Кислоты и основания
39 Соли
42 Электролиз
44 Реакционная способность элементов
46 Скорость реакции
48 Обратимые реакции

Неорганическая химия

50 Периодическая таблица
52 Неорганическая химия
53 Водород
54 I группа,щелочные металлы
56 II группа, щелочноземельные металлы
58 Переходные металлы
60 Железо, медь и цинк
62 III группа элементов
63 IV группа элементов
64 Углерод
66 V группа элементов
69 VI группа элементов
70 Сера
72 VII группа, галогены
75 VIII группа, инертные газы

Органическая химия

76 Органическая химия
78 Алканы
79 Алкены
80 Алкины
— Другие гомологические ряды
82 Спирты
84 Нефть
86 Полимеры и пластики
88 Моющие средства (детергенты)
90 Пища

Химия окружающей среды

92 Вода
94 Воздух и горение
96 Загрязнение

Общие вопросы

97 Ряды реакционной способности
98 Свойства элементов
100 Названия простых органических соединений
102 Лабораторное получение шести газов
104 Лабораторные тесты
106 Исследование веществ
108 Качественный и количественный анализ
109 Аппаратура
112 Единицы измерения
113 Известные химики
114 Словарь
116 Указатель веществ, символов и формул
122 Указатель терминов

First published in 1986 by Usborne Publishing Ltd. Usborne House 83-85 Saffron Hill, London EC1N8RT, England.

© Copyright 1986 Usborne Publishing Ltd.

Все права на книгу на русском языке принадлежат издательству «РОСМЭН». Ничто из нее не может быть перепечатано, заложено в компьютерную память или скопировано в любой форме — электронной, механической, фотокопии, магнитофонной записи или какой-то другой — без письменного разрешения владельца.

Об этой книге

Химия — наука о веществах, их получении и поведении при различных условиях. Она состоит из трех основных частей: физическая химия, неорганическая химия и органическая химия. Их рассмотрению посвящены первые три разноцветных раздела этой книги. Книга касается также вопросов химии окружающей среды и содержит раздел общей информации.

Красный Физическая химия — строение и свойства веществ, химические законы.

Голубой Неорганическая химия—химические элементы и их соединения.

Зеленый Органическая химия — соединения с углеродными цепочками.

Желтый Химия окружающей среды— воздух, вода и загрязнение.

Черно-белый Общая информация — единицы измерения, оборудование и методы, информация об элементах и словарь общепринятых научных терминов.

Как пользоваться этой книгой

Этой книгой можно пользоваться как справочником или как настольной книгой. Определения приведены тематически, т.е. все термины, относящиеся к одной и той же теме, сгруппированы вместе, в большинстве случаев на двух соседних страницах. Эти темы перечислены в содержании на с. 2. Два указателя (на с. 116—128) составляют справочный раздел. В них перечислены в алфавитном порядке все важнейшие определения, данные в книге, с указанием номеров страниц, где можно получить информацию о них. Смотри с. 116 и 122 для более подробной информации о том, как пользоваться указателями.

Пояснения

1.Каждому основному понятию предшествует точка, ключевое слово выделено жирным шрифтом; за ним следует обозначение или формула, например:

- **Литий(Li)**

2. Вместе с понятиями приводятся и их синонимы, например:

- **Хлорид натрия,** или **соль** (только один синоним)
- **Электронная оболочка**. Также называется просто **оболочкой** или **энергетическим уровнем** (два синонима)

3.Многие другие слова также выделены в тексте. Это сделано для того, чтобы обратить внимание на тот факт, что это понятие уже встречалось в тексте или еще встретится.

4.Если слово, выделенное жирным шрифтом, помечено звездочкой (*), значит, оно вынесено в сноску внизу страницы. Сноска укажет вам, где в книге можно найти более подробное описание данного понятия.

5.Вот типичная сноска:

* **Комплексный ион**, 40 (**Комплексная соль**). **Закон Шарля**, 28. **Тягучесть**, 114. **Ядро**, 12.

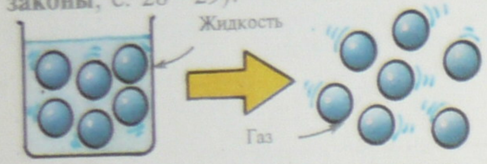
а)Термин **«Комплексный ион»** может быть найден в более общем разделе **«Комплексная соль»** на с. 40.

б)В тексте могут появляться термины как в единственном, так и во множественном числе. Например, **ядро** или **ядра** (см. с. 12).

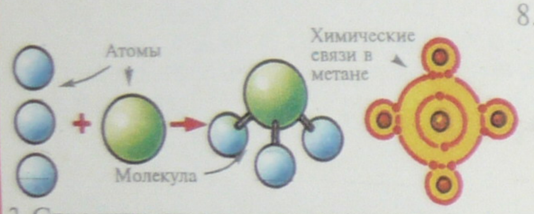
Физическая химия

Физическая химия изучает поведение веществ в **химических реакциях** при различных условиях, в зависимости от **физических** и **химических свойств** этих веществ. Большая часть физической химии включает измерения различного рода. Предмет физической химии охватывает:

1. Твердые тела, жидкости и газы, переход между этими состояниями и причины, вызывающие эти переходы в зависимости от структуры и природы веществ (см. **состояния вещества**, с. 6—7, **кинетическая теория**, с. 9, и **газовые законы**, с. 28—29).

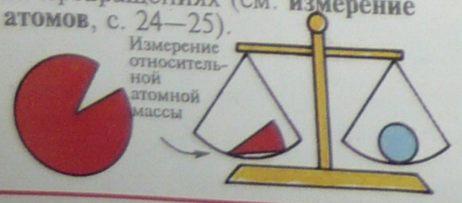


2. Физическое и химическое строение веществ — их составные части и типы связей (см. **элементы, соединения и смеси**, с. 8—9, **атомы и молекулы**, с. 10—11, **связи**, с. 16—20, и **кристаллы**, с. 21—23).

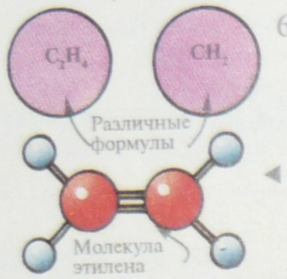


3. Строение атома и его влияние на свойства вещества (см. **атомная структура и радиоактивность**, с.12—15).

4. Измерение самых разнообразных величин и определение соотношений между количествами веществ при их превращениях (см. **измерение атомов**, с. 24—25).



5. Специфические виды химического поведения (см. **кислоты и основания**, с. 36—38, и **соли**, с. 39—41).

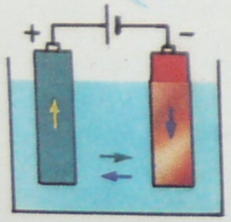


6. Изображение химических веществ и химических реакций (см. **изображение химических веществ**, с. 26—27).

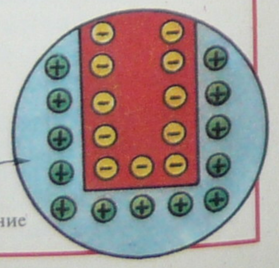
7. Как вещества смешиваются (см. **растворы** и **растворимость**, с. 30—31).

8. Изменения в системе в результате химических реакций (см. **энергия и химические реакции**, с.32—33, и **скорость реакции** с. 46—47) и специфические реакции (см. **окисление и восстановление**, с. 34—35, и **обратимые реакции**, с. 48—49).

9. Действие электричества на вещества и получение электричества в результате химической реакции (см. **электролиз**, с.42—43, и **реакционная способность**, с. 44—45).



10. Различия в химической реакционной способности соединений и причины такого различия (см. **реакционная способность**, с. 44—45).



Свойства и превращения веществ

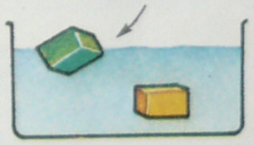
- **Физические свойства**. Все свойства вещества, за исключением тех, которые проявляются в **химических реакциях**. Имеются два основных типа физических свойств — качественные и количественные.

- **Качественные характеристики**. Внешние свойства вещества, которые не могут быть выражены числами, их нельзя пересчитать. К ним относятся запах, вкус, цвет.

Качественные характеристики используются для описания вещества.

- **Количественные характеристики.** Свойства, которые могут быть измерены и представлены в виде чисел, например точка плавления, точка кипения, **масса***, твердость, **плотность***.

Плотность* (зависит от массы частиц и от того, как они упакованы вместе)



Твердость (зависит от типа **связей*** и структуры)

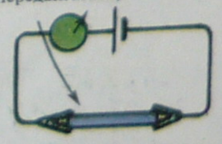
Пластичность*, ковкость* (зависят от типа **связей*** и структуры)

Точка плавления (определяется типом **связей*** и структурой)

Точка кипения (определяется типом **связей*** и структурой)

Растворимость*

Проводимость* (зависит от наличия заряженных частиц, способных передвигаться)

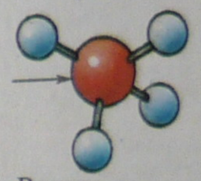


- **Изменение физического состояния**. Изменение, которое происходит, когда одно или более **физических свойств** вещества изменяются. Обычно вещество легко возвращается в первоначальное состояние.

Примером **изменения физического состояния** является переход вещества из жидкого в твердое состояние за счет снижения энергии частиц этого вещества (см. **кинетическая теория**, с. 9).

- **Химические свойства**. Свойства, которые определяют характерное, специфическое поведение соединения в **химических реакциях**.

Химические свойства зависят от **электронной конфигурации***, типа **связей***, структуры вещества, энергии реакции.



- **Химические реакции**. Всякое изменение, в результате которого меняются **химические свойства** вещества и образуются новые соединения. В результате химической реакции из **реагентов** образуются **продукты реакции**.

- **Реагирующие соединения, реагенты**. Вещества, присутствующие в начале **химической реакции**.

- **Продукты реакции**. Вещества, образующиеся в результате **химической реакции**.

Появление **ржавчины*** на железе — это **химическая реакция**.

Ржавчина* — это продукт химической реакции.

Железо, вода и кислород воздуха являются **реагентами**.

Эта реакция идет очень медленно, многие реакции осуществляются быстрее.

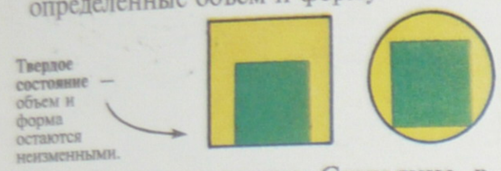
- **Реагент**. Вещество, вступающее в **химическую реакцию**. Это одно из **реагирующих соединений**. Распространенными реагентами в химической лаборатории являются соляная и серная кислоты, гидроксид натрия.

*Ковкость, 115 (Пластичность); Масса, 114; Образование ржавчины, 95 (Коррозия); Плотность, 115; Проводимость, 115 (Проводник); Растворимость, 31; Ржавчина, 60; Связь, 16; Электронная конфигурация, 13.

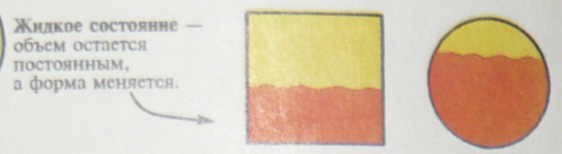
Состояние вещества

Вещество может быть **твердым**, **жидким** или **газообразным**. Это **физическое состояние** вещества (обычно сокращенно **состояние**). Чаще всего вещества могут изменять свое состояние, когда их нагревают или охлаждают, т.е. увеличивают или уменьшают энергию частиц (см. **кинетическая теория**, с. 9).

• **Твердое состояние**. Состояние, в котором вещество имеет строго определенные объем и форму.



• **Жидкое состояние**. Состояние, в котором вещество имеет определенный объем, но может изменять форму.



• **Газообразное состояние**. Состояние, в котором вещество не имеет определенных формы и объема. Это **пар** или **газ**. Пар может превратиться в жидкость при повышении давления, газ можно перевести в жидкость при снижении температуры ниже отметки, называемой **критической температурой**.

• **Фаза**. Однородная часть смеси. Смесь песка и воды содержит две фазы: **твердую** (песок) и **жидкую** (вода).

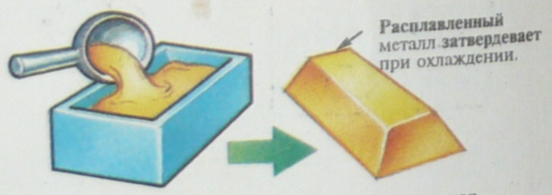
• **Текучесть**. Способность вещества течь. Характерна для **жидкого** и **газообразного** состояний.

Изменения состояния

Изменение состояния есть **физический переход*** вещества из одного **состояния** в другое. Обычно это происходит при изменении энергии частиц, вызванном нагреванием или охлаждением (см. **кинетическая теория**, с. 9).

• **Плавление**. Переход вещества из **твердого** состояния в **жидкое**, обычно вызываемый нагреванием. Температура, при которой твердое вещество переходит в жидкое, т.е. плавится, называется **температурой (точкой) плавления** (см. также с. 98—99). Она равна **температуре замерзания** (см. **замерзание**). В точке плавления вещество находится как в твердом, так и жидком состоянии. Увеличение давления обычно повышает точку плавления. Все чистые образцы вещества при одинаковом давлении имеют одну и ту же точку плавления.

• **Расплав**. **Жидкое** состояние вещества, которое при комнатной температуре является **твердым**.

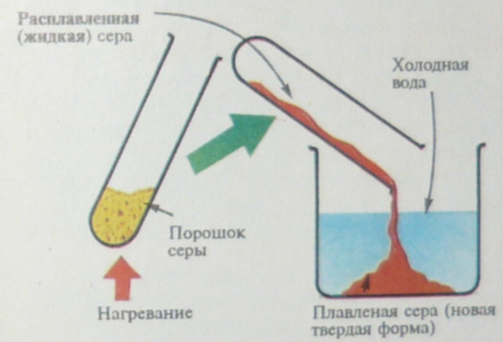


• **Затвердевание**. Переход вещества из **жидкого** состояния в **твердое**, при этом при комнатной температуре и атмосферном давлении вещество находится в твердом состоянии.

*Физическое изменение, 5.

• **Замерзание**. Изменение состояния от **жидкого** до **твердого**, вызванное охлаждением жидкости. Температура, при которой вещество замерзает, называется **точкой замерзания**, она равна **точке плавления**.

• **Плавление**. При плавлении и последующем замерзании вещество совсем не обязательно возвращается к своему прежнему состоянию. При плавлении порошка кристаллической серы и его последующем быстром охлаждении в холодной воде сера замерзает с образованием резиноподобной плавленой серы.



• **Кипение**. Изменение состояния вещества от **жидкого** до **газообразного (парообразного)** при температуре, называемой **точкой кипения** (см. также с. 98—99). Оно характеризуется образованием пузырьков в жидкости. Все чистые образцы конкретного вещества при одинаковом давлении имеют одну и ту же точку кипения. Увеличение давления повышает точку кипения.

• **Испарение**. Изменение состояния вещества от **жидкого** до **газообразного (парообразного)** благодаря отрыву молекул с поверхности жидкости. Жидкость, которая испаряется легко, называется **летучей***.

• **Сжижение**. Изменение состояния вещества от **газообразного** до **жидкого**, причем вещество является газом при комнатной температуре и атмосферном давлении. Оно вызывается охлаждением и/или увеличением давления.

• **Конденсация**. Изменение состояния вещества от **газообразного (газ или пар)** до **жидкого**, причем вещество находится в жидком состоянии при комнатной температуре и атмосферном давлении. Обычно вызывается охлаждением.

• **Возгонка**. Изменение состояния вещества от **твердого** до **газообразного** при нагревании. При этом минуется стадия **жидкого** состояния. См. с. 48.

• **Парообразование**. Любые изменения, приводящие к **газообразному состоянию**, т.е. **кипение**, **испарение** или **возгонка**.

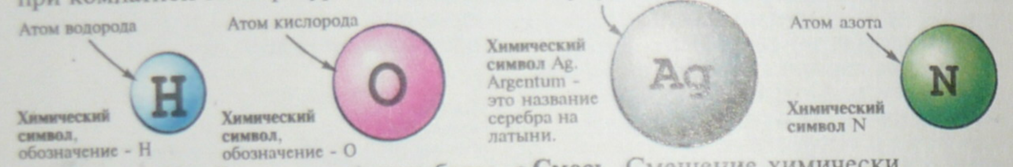
* **Кристаллизация**, 21; **Летучесть**, 115; **Соли**, 39.

Элементы, соединения и смеси

Элементы, **соединения** и **смеси** — три основных типа химических веществ. Все вещества состоят из элементов, и большинство веществ представляют собой комбинацию из двух или более элементов.

• **Элемент**. Вещество, которое не может разделиться (расщепиться) на простейшие вещества в процессе химической реакции. В настоящее время известно более 100 элементов, классифицированных в **периодической таблице** (см. с. 50—51). Элементы являются простейшими частями всех химических соединений, а их комбинации и образуют **соединения**. Большинство элементов находятся в твердом или газообразном состоянии при комнатной температуре.

• **Химические символы**. Обозначение (изображение) **элемента** в **формуле** и **уравнении** (см. с. 26—27). Химический символ изображает атом и обычно содержит первые одну или две буквы, чаще греческого или латинского названия элемента, см. с. 98, где дан перечень элементов и их символов, и с. 116, где указано соответствие символов и элементов.

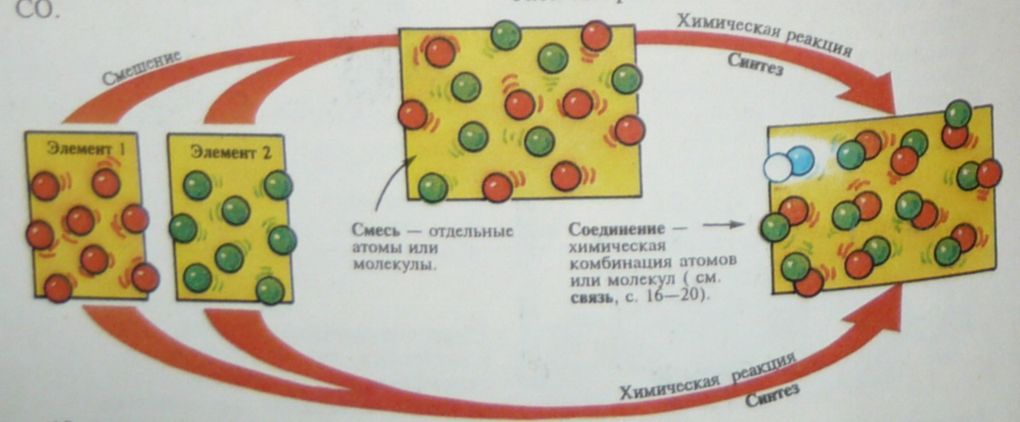


• **Соединение**. Комбинация двух или более **элементов**, связанных вместе определенным образом. Соединения имеют различные физические и химические свойства в зависимости от элементов, составляющих это соединение. Доля каждого элемента в соединении постоянна. Например, вода всегда состоит из двух частей водорода и одной части кислорода. Это хорошо показывает химическая **формула*** — H_2O. Соединение довольно трудно разделить на составляющие его элементы, и это разделение происходит только в результате химической реакции.

• **Бинарный**. Описание **соединения**, состоящего из двух **элементов**, например, монооксид углерода — CO.

• **Смесь**. Смешение химически несвязанных двух или более **элементов** и/или **соединений**. Относительное содержание каждого элемента или соединения не фиксировано. Смесь может содержать любые пропорции каждого составляющего ее элемента и/или соединения. Смесь обычно легко разделяется на составляющие элементы или соединения физическими методами разделения.

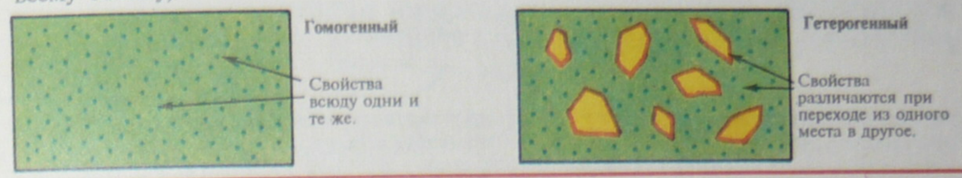
• **Синтез**. Процесс, в результате которого **соединения** образуются из определенных **элементов** путем последовательных химических реакций. Например, хлорид железа(III) получают пропусканием газа хлора над горячим железом.



*Формула, 26.

• **Гомогенный**. Это прилагательное означает, что свойства и состав вещества постоянны во всем его объеме (частицы **растворенного вещества*** и **растворителя***, являющиеся молекулами или ионами, равномерно распределены по всему объему).

• **Гетерогенный**. Это прилагательное означает, что свойства и состав вещества непостоянны, меняются от точки к точке. Пример — **суспензия***, частицы которой состоят из большого числа молекул.



• **Чистый**. Прилагательное, означающее, что вещество содержит только один **элемент** или **соединение**. Если вещество содержит небольшое количество другого соединения (**примеси**), то его называют **грязным**.

Кинетическая теория

Кинетическая теория объясняет поведение твердого тела, жидкости и газа и **изменения** их **состояний*** с точки зрения движения частиц, составляющих эти вещества (см. диаграмму ниже).

• **Броуновское движение**. Случайное, беспорядочное движение небольших частиц в жидкости или газе, например частицы дыма в воздухе. Молекулы жидкости или газа ударяют частицы и тем самым меняют их направление движения.

• **Диффузия**. Процесс, под действием которого молекулы двух веществ (обычно газов или жидкостей) смешиваются без внешнего механического воздействия. Диффузия показывает, что молекулы действительно двигаются, причем в газах быстрее, чем в жидкостях.

* **Изменение состояния**, 6; **Растворенное вещество**, 30; **Растворитель**, 30; **Суспензия**, 31.

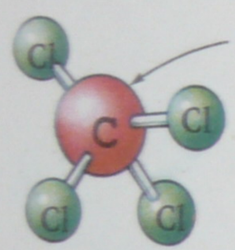
Атомы и молекулы

Около 2000 лет тому назад греки догадались,что все вещества состоят из маленьких частиц, которые они назвали **атомами**. Позднее появилось понятие **молекулы** — атомы, соединенные вместе. **Неорганические*** молекулы обычно содержат несколько атомов, а **органические*** могут состоять из сотен атомов.

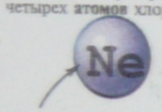
• **Атом**. Мельчайшая частица химического элемента, сохраняющая его свойства. Атомы нескольких элементов, соединенные вместе, образуют частицы, называемые **молекулами** (см. также **ковалентная связь**, с. 18). Атомы состоят из трех типов частиц (см. **строение атома**, с. 12).

• **Молекула**. Микрочастица элемента или соединения, способная к самостоятельному существованию и сохраняющая все свойства этого соединения. Молекула обычно состоит из двух или более атомов, связанных вместе; некоторые молекулы содержат тысячи атомов. **Ионные соединения*** состоят из ионов и не имеют молекул.

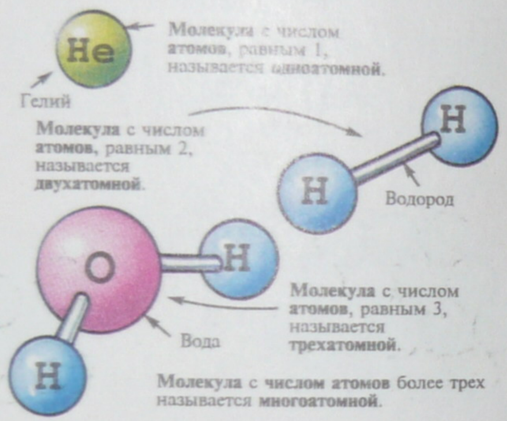
• Число **атомов** в молекуле.Число атомов в молекуле передает **молекулярная формула*** соединения.



Молекула четыреххлористого углерода(CCl_4) состоит из одного атома углерода и четырех **атомов** хлора.



Молекула неона состоит из одного **атома** неона.



Молекула с числом **атомов**, равным 1, называется **одноатомной**.

Молекула с числом **атомов**, равным 2, называется **двухатомной**.

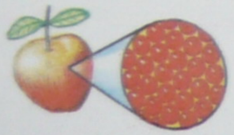
Молекула с числом **атомов**, равным 3, называется **трехатомной**.

Молекула с **числом атомов** более трех называется **многоатомной**.

• **Атомная теория Дальтона**. В теории Джона Дальтона, опубликованной в 1808 г., сделана попытка объяснить поведение **атомов**. Она утверждает, что:

4. **Атомы** различных элементов имеют разные свойства и массы.

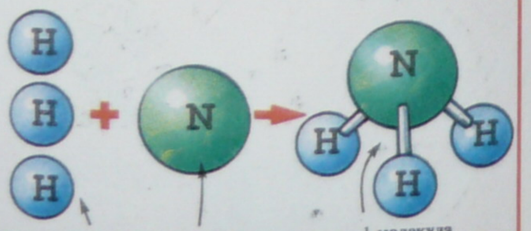
1. Все вещества состоят из микрочастиц, называемых **атомами**.



2. **Атомы** нельзя разрушить или разделить (теперь это положение опровергнуто— см. **радиоактивность**, с. 14).

5. При образовании соединений **атомы** элементов включаются как комбинации небольших целых чисел (в настоящее время это утверждение признано неправильным для больших **органических* молекул**, содержащих сотни атомов).

3. Все **атомы** одного и того же элемента обладают одинаковыми свойствами и массой (теперь это положение опровергнуто — см. **изотопы**, с. 13).



3 **атома** водорода

1 **атом** азота

1 **молекула** аммиака

*Ионные соединения, 17; Молекулярная формула, 26; Неорганическая химия, 52; Органическая химия, 76

• **Димер**. Вещество, молекула которого состоит из двух **молекул мономера*** .

Из двух молекул двуокиси азота (**мономер***) образуется тетраоксид азота (**димер**).

$$NO_2(\text{газ}) + NO_2(\text{газ}) \rightarrow N_2O_4(\text{газ})$$

Двуокись азота — Двуокись азота — Тетраоксид азота

• **Тример**. Вещество, молекула которого состоит из трех **молекул мономера***.

• **Макромолекула**. **Молекула**, состоящая из большого числа **атомов**. Обычно это **органическая*** молекула с высокой **молекулярной массой***.

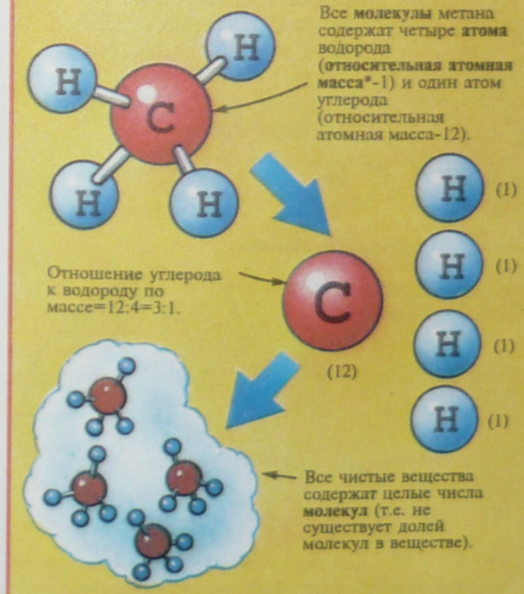
Основные законы химии

Три закона химии были открыты в конце VIII — начале XIX века. Два из них предшествовали **атомной теории Дальтона**, а третий (**закон кратных отношений**) был открыт на ее основе. Эти законы сыграли важную роль в развитии атомной теории.

• **Закон сохранения массы**. В результате химической реакции атомы не исчезают и не возникают, а лишь перегруппировываются. Он был открыт французом Антуаном Лавуазье в 1774 г.

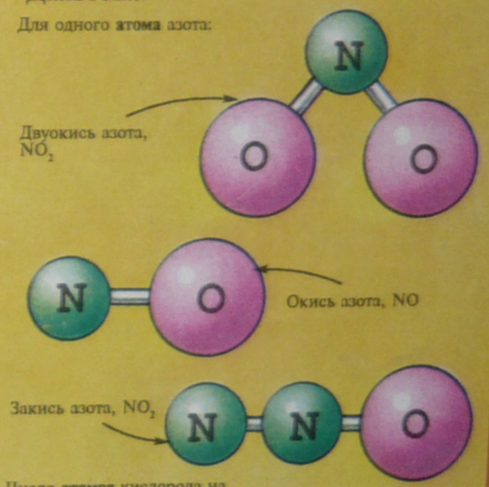
• **Закон постоянства состава вещества**.Каждое химически чистое вещество независимо от места нахождения и способа получения имеет один и тот же постоянный состав. Он был открыт французом Жозефом Прустом в 1799 г.

• **Закон кратных соотношений**. Если два элемента образуют друг с другом несколько химических соединений, то массы одного из элементов, приходящиеся в этих соединениях на одну и ту же массу другого, относятся между собой как небольшие целые числа. Это продолжение **атомной теории Дальтона**.



Так, все образцы метана содержат углерод и водород в соотношении 3:1 по массе.

Для одного **атома** азота:



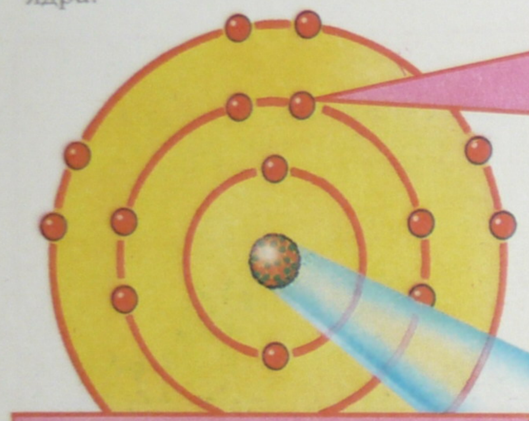
Число **атомов** кислорода на атом азота — 2,1 или 1/2.

Массы кислорода в соотношении—4:2:1

*Мономер,86; Органическая химия,76;Относительная атомная масса, Относительная молекулярная масса,24.

Структура атома

Атомная теория Дальтона (см. с.10) утверждает, что атомы — мельчайшие частицы вещества. Однако эксперимент показал, что атом содержит еще более мелкие частицы, или **субатомные частицы**. Три главные субатомные частицы — **протоны** и **нейтроны**, которые составляют атомное **ядро**, и **электроны**, которые движутся вокруг ядра.



- **Электрон**. **Субатомная частица**, которая движется вокруг атомного **ядра** и образует **электронные оболочки**. Его масса очень мала и составляет 1/1836 массы **протона**. Электрон имеет отрицательный электрический заряд, равный по величине, но противоположный по знаку заряду протона. В атоме одинаковое число электронов и протонов.

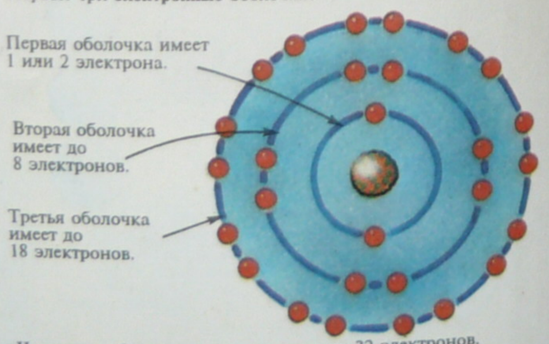
- **Нейтрон**. **Субатомная частица** в ядре атома. Он имеет **относительную атомную массу*** 1 и не имеет электрического заряда. Число нейтронов в атомах одного и того же элемента может меняться (см. **изотопы**).

- **Ядро**, или **атомное ядро**. Положительно заряженная центральная часть атома, состоящая из плотно упакованных **протонов** и **нейтронов** (их число одинаково), вокруг которых движутся **электроны**. В ядре сосредоточена почти вся масса атома, но оно очень мало по отношению к общему размеру атома.

- **Протон**. **Субатомная частица** в ядре атома. Он имеет **относительную атомную массу*** 1 и положительный электрический заряд, равный по величине, но противоположный по знаку заряду электрона. Атом имеет одинаковое число протонов и электронов, что делает его электронейтральным.

- **Электронные оболочки**. Они называются также **энергетическими уровнями**. Область пространства, в котором электроны движутся вокруг ядра в атоме. У атома может быть до семи оболочек, увеличивающихся по радиусу, и каждая может иметь определенное число электронов. Модель справа — упрощенное изображение, на самом деле точное положение электронов не может быть определено в какой-либо момент времени, а каждая оболочка состоит из орбиталей.

Первые три электронные оболочки.



Четвертая оболочка может состоять из 32 электронов.

*Относительная атомная масса, 24.

- **Орбита (орбиталь)**. Пространство, которое могут занимать один или два **электрона**. Каждая **электронная оболочка** содержит одну или более орбиталей различной формы.

- **Внешняя электронная оболочка**. Последняя **электронная оболочка**, на которой еще имеются электроны. Число электронов на внешней оболочке определяет свойства элемента и **группу**, в которой он находится (см. **периодическую таблицу**, с. 50—51).

- **Электронная конфигурация**. Группа чисел, показывающая распределение **электронов** по **электронным оболочкам** атома начиная с самого внутреннего слоя.

Электронная конфигурация атома натрия — 2.8.1

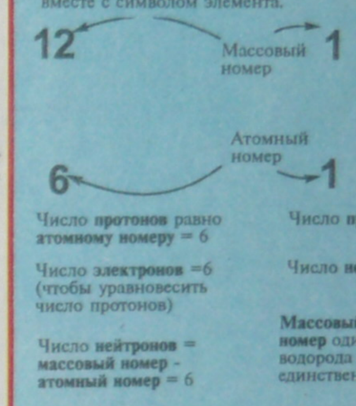
- **Октет**. Группа из восьми **электронов** на одной **электронной оболочке**. Атомы, на **внешней оболочке** которых находится октет, очень стабильны и малореакционноспособны. Все **инертные газы*** (за исключением гелия) имеют такой октет. Атомы могут достигать стабильного октета (и таким образом, принимать **электронную конфигурацию**, подобную конфигурации ближайшего инертного газа) путем обобществления электронов другого атома (см. **ковалентная связь**, с. 18) или присоединения (или отдачи) электронов (см. **ионная связь**, с. 16).

*Инертные газы, 75.

- **Атомный номер**. Число **протонов** в **ядре** атома. Атомный номер определяет химическую природу элемента, т.е. любой атом с шестью протонами — углерод, независимо от числа нейтронов и электронов.

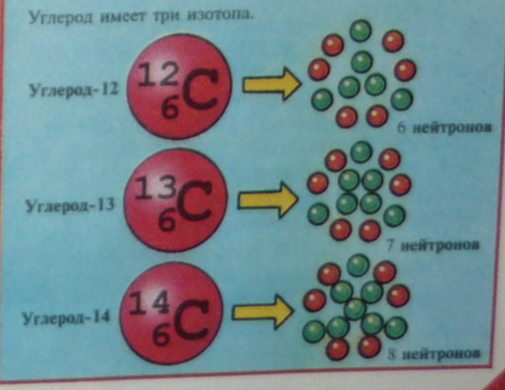
- **Массовый номер**. Общее число **протонов** и **нейтронов** в одном атоме элемента. Массовый номер элемента может изменяться, так как может меняться число нейтронов (см. **изотопы**). Массовый номер обычно близок к удвоенному **атомному номеру**.

Атомный номер и **массовый номер** часто пишутся вместе с символом элемента.



- **Изотопы**. Разновидности атомов одного и того же элемента, отличающиеся числом **нейтронов**. Изотопы имеют одинаковый **атомный номер**, но различный **массовый номер**. Изотопы различаются написанием массового номера около символа элемента.

Углерод имеет три изотопа.

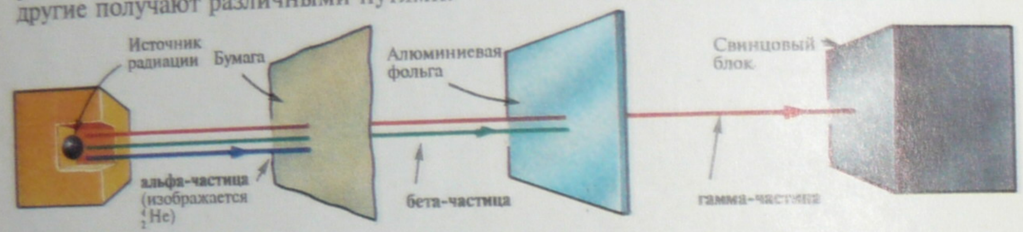


Радиоактивность

Радиоактивностью называют явление, при котором **ядро*** атома расщепляется с образованием частиц или излучения (**радиация**), при этом образуется ядро другого элемента. Радиоактивные элементы — это такие элементы, ядра которых постепенно распадаются. Обычно ядра нестабильны, когда они имеют высокие **массовые номера*** или в них не сбалансировано число **протонов*** и **нейтронов***. Радиация в больших дозах смертельна.

• **Радиоизотопы,** или **радиоактивные изотопы**. Общий термин для радиоактивных веществ, поскольку все они — **изотопы***. Существует несколько видов радиоизотопов природного происхождения, таких, как углерод-14 (см. **радиоуглеродный анализ**, с. 15), другие получают различными путями.

Обозначение урана, который имеет 146 **нейтронов***: Массовый номер, атомный номер, U-238, или уран-238. → $^{238}_{92}U$



• **Альфа-частицы (α-частицы).** Один из видов частиц, испускаемых **ядром*** радиоактивного атома. Это просто ядра атома гелия, содержащего два **протона*** и два **нейтрона***, их **относительная атомная масса*** — 4, а заряд — плюс 2. Они движутся медленно, а их проникающая способность низка.

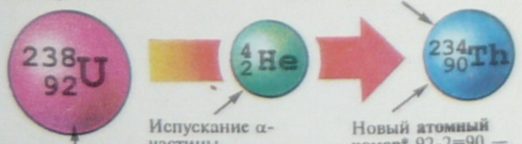
• **Бета-частицы (β-частицы).** Быстро движущиеся частицы, испускаемые радиоактивными **ядрами***. Это может быть **электрон*** или **позитрон** (который похож на электрон, но имеет положительный заряд). Эти частицы могут проникать сквозь объекты с малой плотностью или толщиной, например, через бумагу.

• **Гамма-лучи (γ-лучи).** Электромагнитное излучение, испускаемое радиоактивным ядром. Сходно по природе с рентгеновскими лучами и имеет высокую проникающую способность, проходя сквозь лист алюминиевой фольги. Поглощаются толстым слоем свинца.

• **Радиоактивный распад**. Расщепление нестабильных **ядер*** на две части, обычно другие ядра и α- и β-частицы. **Атомный номер** изменяется, т.е. образуется атом нового элемента. Если это стабильный атом, дальнейшего распада не происходит. Если атом не стабилен, возобновляется процесс распада, как ряд разложения, до момента образования стабильного атома.

Распад урана-238 до тория-234

Новый **массовый номер*** 238-4 = 234



Атом U-238

Испускание α-частицы (**массовый номер***-4, **атомный номер*** -2).

Новый **атомный номер*** 92-2=90 — новый элемент — торий.

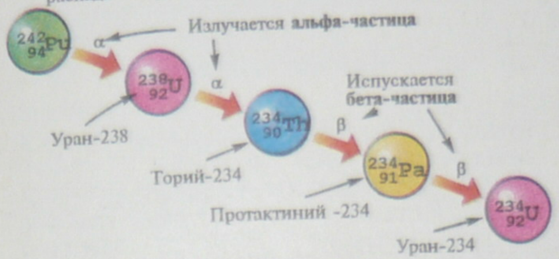
Распад изображается **уравнением ядерной реакции**.

$$^{238}_{92}U \rightarrow ^{234}_{90}Th + ^{4}_{2}He$$

*Атомный номер,13; Изотоп, Массовый номер,13; Нейтрон, Ядро, Протон,12; Относительная атомная масса,24; Электрон,12.

• **Радиоактивные семейства,** или **радиоактивные ряды**. Последовательные процессы **распада**, которые происходят до тех пор, пока в конце концов не образуется стабильное ядро.

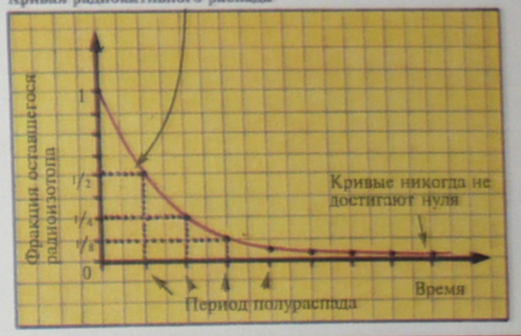
Радиоактивный ряд для плутония-242, в результате распада которого образуется уран-234.



• **Беккерель**. Единица **радиоактивного распада**. Один беккерель соответствует 1 **распаду** в секунду. Один кюри равен $3{,}7\times10^{10}$ беккерелей.

• **Период полураспада**. Время, которое требуется, чтобы половина атомов в радиоактивном образце подверглась **радиоактивному распаду**. За это время интенсивность радиации убывает наполовину. Время полураспада колеблется в широких пределах, например, для урана-238 оно составляет 4,5 миллиарда лет, для радия-221 — 30 секунд.

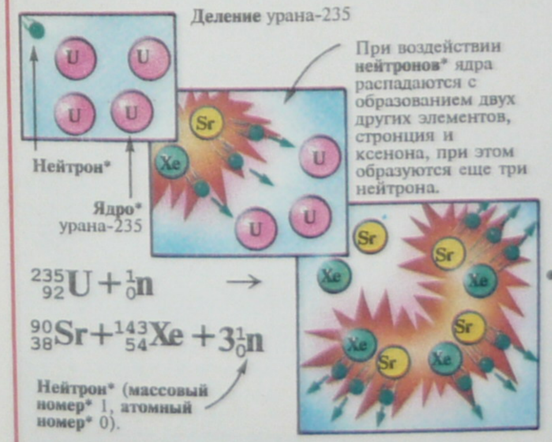
Кривая радиоактивного распада



Использование радиоактивности

• **Деление ядер**. Разрушение **ядер***, вызванное бомбардировкой **нейтронами***. Ядра распадаются с образованием нейтронов и ядер других элементов, при этом высвобождается огромное количество энергии. Освобождение нейтронов вызывает деление других ядер, из которых, в свою очередь, образуются еще и еще нейтроны — возникает **цепная реакция**. Элемент, который подвергается делению, называется **расщепляющимся**. Контролируемый процесс деления ядер используется на атомных электростанциях, а неконтролируемое деление, например, в атомной бомбе, — очень опасно, поскольку приводит к сильнейшему взрыву.

Деление урана-235



$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow$$

$$^{90}_{38}Sr + ^{143}_{54}Xe + 3^{1}_{0}n$$

Нейтрон* (**массовый номер*** 1, **атомный номер*** 0).

• **Ядерный (термоядерный) синтез**. Соединение двух **ядер*** с образованием одного большого ядра. Оно имеет место только при экстремально высоких температурах, сопровождается выделением огромной энергии. Термоядерный синтез протекает в водородной бомбе.

• **Метод меченых атомов**. Метод анализа поведения веществ, основанный на исследовании радиоактивного излучения от **радиоизотопов**, введенных в эти вещества. Использованные изотопы называются **«меткой»**, а вещества — **«мечеными»**.

• **Радиоуглеродный анализ,** или **углеродный анализ**. Метод, используемый для расчета времени, прошедшего с момента гибели живого организма, по количеству радиоактивного излучения, исходящего от него. Все живые тела содержат небольшие количества углерода-14 (**радиоизотопа**), который постепенно распадается после смерти.

Радиоуглеродный анализ органических остатков.

• **Радиология**. Исследование радиоактивности, в особенности с целью ее применения в медицине (**радиотерапия**). Раковые клетки чувствительны к радиации, поэтому их можно уничтожать небольшими дозами радиоактивного излучения.

*Атомный номер, Массовый номер,13; Нейтрон, Ядро,12.

Химическая связь

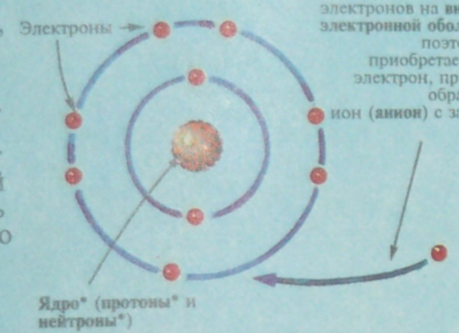
Когда вещества реагируют между собой, их атомы могут получать электроны, терять их или приобретать в общее пользование, при этом атомы проявляют тенденцию к образованию устойчивой конфигурации **внешней электронной оболочки***. При образовании химического соединения атомы связываются друг с другом, их удерживает вместе химическая **связь**. Существует три основных типа химической связи — **ионная**, **ковалентная** (см. с. 18—19) и **металлическая связь** (см. с. 20). Смотри также **межмолекулярные силы**, с. 20.

• **Валентный электрон**. Электрон, находящийся на **внешней оболочке*** и принимающий участие в образовании связи. Если атом теряет валентные электроны, возникают ионные и **металлические связи***; если эти электроны обобществляются между несколькими атомами, возникает **ковалентная связь***.

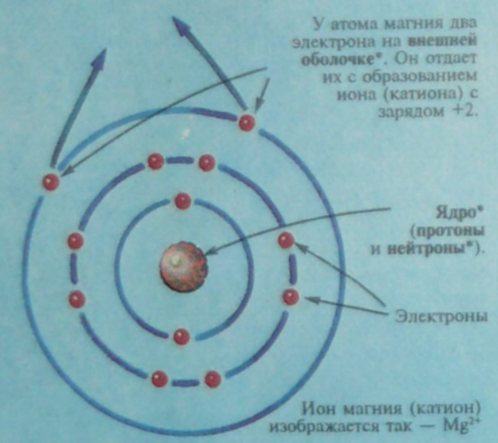
Ионы

Ионы — это заряженные частицы, в которые превращаются атомы в результате потери или присоединения одного или более электронов, при этом образуются стабильные **внешние электронные оболочки***. Ионы делятся на **катионы** и **анионы**.

• **Катион**. Положительно заряженный ион, образующийся, когда атом отдает электроны в ходе реакции (он теперь имеет больше **протонов**, чем электронов). Водород и металлы имеют тенденцию к образованию катионов. Их атомы имеют один, два или три электрона на внешней **электронной оболочке***, и им легче отдать электроны (чтобы образовать стабильную электронную оболочку), чем присоединить их.



Ион фтора (**анион**) записывается так - F^-.



• **Анион**. Отрицательно заряженный ион, образующийся, когда атом получает электроны в ходе реакции (он имеет теперь больше электронов, чем **протонов**). К образованию анионов имеют тенденцию неметаллы. Их атомы имеют пять, шесть или семь электронов на **внешней электронной оболочке***, и им легче приобрести электроны (чтобы образовать стабильный слой), чем отдать их. Некоторые анионы образуются группой атомов, получившей электроны, например **кислотные остатки***.

• **Ионизация**. Процесс образования ионов. Происходит, когда атомы отдают или получают электроны или когда молекула расщепляется на ионы, например при растворении хлористого водорода в воде.

Ионизация хлористого водорода в воде, образуются ионы водорода и ионы хлора.

$$HCl(газ) \rightarrow H^+(водн.) + Cl^-(водн.)$$

Ковалентное соединение* хлористый водород — В растворе присутствуют отдельные ионы

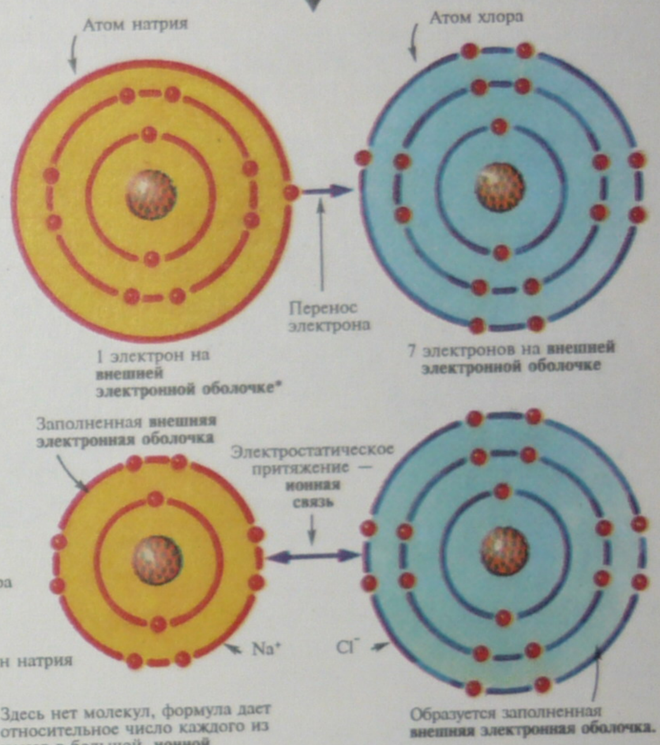
*Внешняя электронная оболочка,13; Кислотный остаток,39; Ковалентная связь, Ковалентное соединение,18; Металлическая связь,20; Нейтрон, Ядро,12; Протон,12.

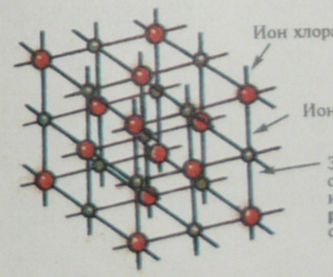
Ионная связь

Если два элемента реагируют между собой с образованием ионов, возникающие противоположно заряженные **катион** и **анион** притягиваются друг к другу. Они остаются вместе благодаря этому притяжению. Химическая связь, возникающая между ионами в результате действия электростатических сил притяжения, называется **ионной связью**. Этот тип связи образуется при взаимодействии атомов элементов, далеко отстоящих друг от друга в периодической таблице, например, натрий и хлор (хлорид натрия) и магний и кислород (окись магния).

• **Ионные соединения**. Соединения, составные части которых удерживаются ионной связью. В них нет молекул, **катионы** и **анионы**, притягиваясь, образуют большую **ионную решетку***. У ионных соединений высокие температуры плавления и кипения (связь прочная и, следовательно, большая энергия требуется, чтобы разрушить ее). В **расплавленном*** состоянии или в **водных растворах*** они проводят электричество, так как содержат заряженные частицы (ионы), которые способны двигаться.

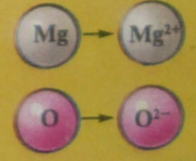
Натрий и хлор реагируют с образованием хлористого натрия **ионного соединения.**



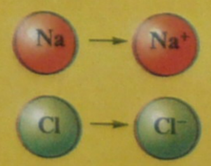


Формула хлористого натрия — NaCl или Na^+Cl^-

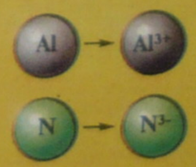
• **Валентность**. Способность иона соединяться с другим посредством ионной связи. Она равна величине заряда иона. Ионы соединяются в таком соотношении, чтобы общий заряд вещества был равен нулю.



2 и 6 группы элементов — **двухвалентны** (имеют **валентность** 2). Их ионы имеют заряд +2 или -2.



1 и 7 группы элементов — **одновалентны** (имеют **валентность** 1). Их ионы имеют заряд +1 или -1.



Некоторые элементы 3 и 5 групп — **трехвалентны** (имеют **валентность** 3). Их ионы имеют заряд +3 или -3.

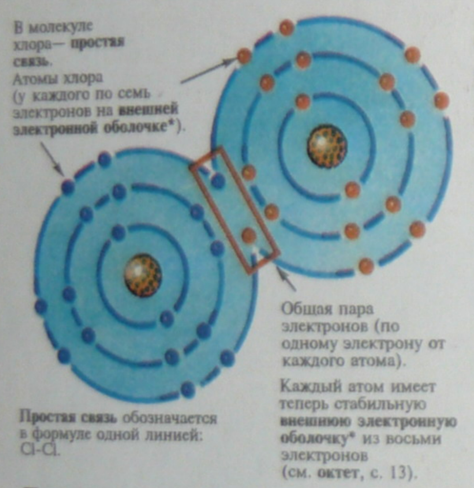
*Водные растворы,30; Ионная решетка,23; Расплав,6; Внешняя электронная оболочка,13.

Ковалентная связь

Ковалентная связь возникает, когда два атома совместно владеют электронами, при этом каждый атом приобретает стабильную конфигурацию **внешней электронной оболочки***. Электроны, объединенные в такие пары, называются **электронными парами** (одна пара образует **ковалентную связь**). Ковалентная связь между атомами достаточно прочная. Однако **ковалентные соединения** (соединения с ковалентной связью) обычно жидкие или газообразные при комнатной температуре (см. также **молекулярная решетка**, с. 23). Температуры плавления и кипения этих соединений низкие, так как притяжение между молекулами мало и, следовательно, небольшая энергия требуется, чтобы его преодолеть. Они не проводят электричество, так как в них нет заряженных частиц (ионов).

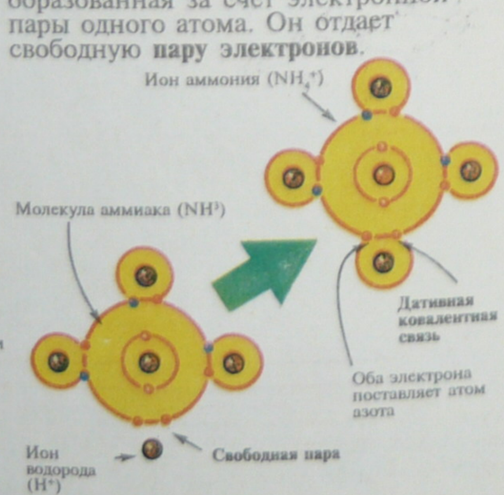
• **Простая связь**. Ковалентная связь, образованная одной общей парой электронов между двумя атомами.

• **Двойная связь**. Ковалентная связь, образованная двумя общими парами электронов между двумя атомами.



• **Тройная связь**. Ковалентная связь, образованная тремя общими парами электронов между двумя атомами.

• **Дативная ковалентная**, донорно-акцепторная или **координационная связь**. Ковалентная связь, образованная за счет электронной пары одного атома. Он отдает свободную **пару электронов**.



*Внешняя электронная оболочка, 13.

• **Валентность**. Максимально возможное число ковалентных связей, которые может образовывать атом. Она равна количеству атомов водорода, которые могут связаться с данным атомом. Валентность большинства элементов постоянна, она меняется у **переходных металлов***.

• **Свободная пара**. Пара электронов на **внешней электронной оболочке***, которая не принимает участия в образовании ковалентной связи (см. структуру аммиака на предыдущей странице).

• **Электроотрицательность**. Способность атома в молекуле притягивать к себе электроны. Если два атома с различной электроотрицательностью соединяются, образуется **полярная связь**. Слабо электроотрицательные атомы, если из них достаточно легко образуются положительно заряженные ионы, иногда называются **электроположительными** (например, натрий).

• **Полярная связь**. Ковалентная связь, в которой электроны расположены ближе к **ядру*** одного из атомов. Этот эффект называется **поляризацией**. Он вызван различной **электроотрицательностью** атомов, электроны притянуты ближе к одному из атомов.

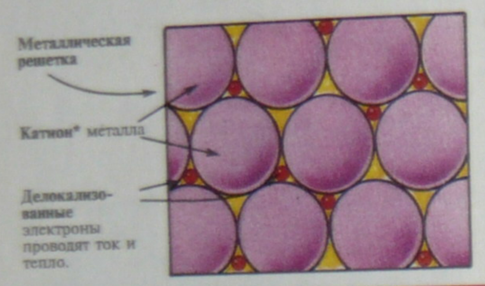
• **Полярная молекула**. Молекула с различным электрическим зарядом на разных ее частях. Это происходит из-за неравномерного распределения **полярных связей** и иногда **свободных электронных пар**. Жидкости с полярными молекулами могут быть **полярными растворителями*** и могут растворять **ионные соединения***. В **неполярных молекулах** нет различия в зарядах в разных ее частях.

• **Изомерия**. Различное расположение одних и тех же атомов по отношению друг к другу в различных молекулах. Такие соединения называются **изомерами***. Они имеют одинаковую **молекулярную формулу***, но различные **структурные формулы***.

*Внешняя электронная оболочка, 13; Изомеры, 76; Ионные соединения, 17; Молекулярная формула, 26; Переходные металлы, 58; Полярный растворитель, 30; Структурная формула, 26; Ядро, 12.

Металлическая связь

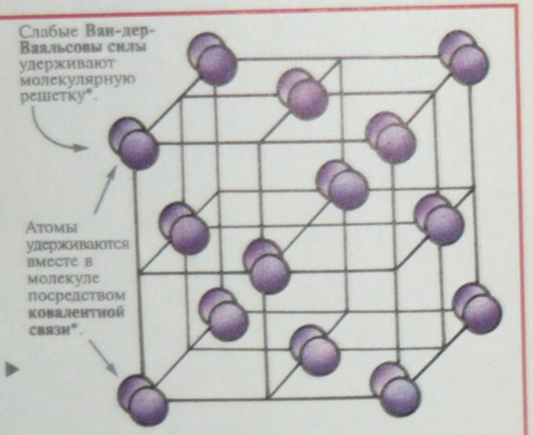
Металлическая связь — это своеобразная связь между двумя частицами в металлах. Решетка металла состоит из положительно заряженных ионов металла с **валентными электронами***, свободно движущимися между ними. Свободные или **делокализованные** электроны образуют связи между атомами металла, и благодаря их движению металл проводит тепло и электричество. Сила взаимодействия между электронами и ионами очень велика. Из-за этого у металлов высокие температуры плавления и кипения, так как для разрыва металлической связи требуется большая энергия. Более подробно о других типах связей см. с. 16—19.

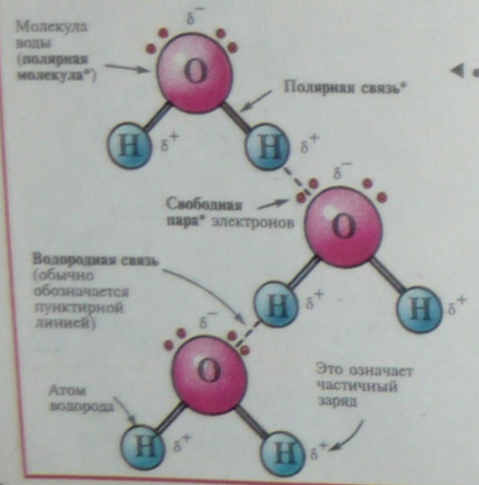


• **Делокализация**. Совместное владение (обобществление) **валентных электронов*** атомами в молекуле или в **металлической решетке***. Делокализованные электроны могут принадлежать любому из атомов решетки и способны двигаться внутри решетки, поэтому металлы проводят электричество и тепло.

Межмолекулярные силы

• **Ван-дер-Ваальсовы силы**. Слабые силы притяжения между молекулами (**межмолекулярные силы**), вызванные распределением и движением электронов в атомах молекул. Сила притяжения примерно в двадцать раз слабее **ионной связи***. За счет этих сил образуется **молекулярная решетка*** в таких соединениях, как, например, иод и твердая двуокись углерода.





• **Водородная связь**. Притяжение между **полярной молекулой***, содержащей водород, и **свободной электронной парой*** другой молекулы. **Полярность связи** означает, что каждый атом водорода имеет небольшой положительный заряд и, следовательно, способен притягивать электроны. Водородная связь является причиной высоких температур кипения и плавления воды, по сравнению с другими веществами, имеющими небольшие, но **неполярные молекулы***. Чтобы разделить молекулы, необходимо преодолеть как водородные, так и **Ван-дер-Ваальсовы связи**.

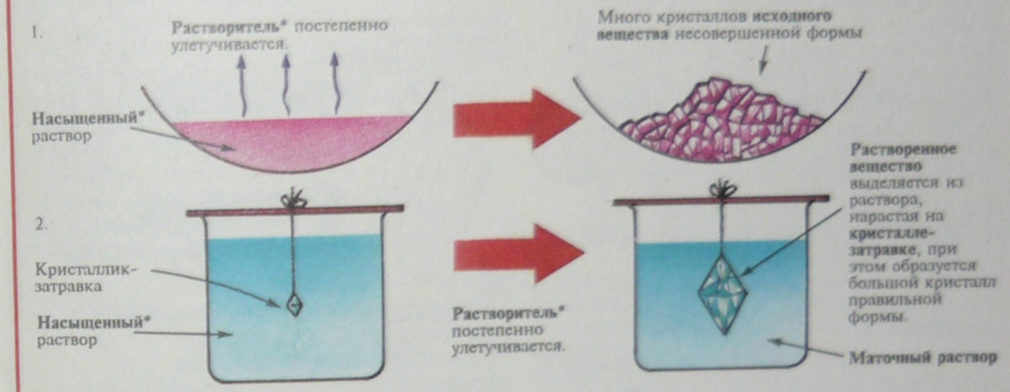
*Валентный электрон, 16; Ионная связь, 17; Катион, 16; Ковалентная связь, 18; Металлическая решетка, 23; Молекулярная решетка, 23; Неполярная молекула, 19 (Полярная молекула); Полярная связь, 19; Свободная пара, 19.

Кристаллы

Кристаллы — твердые вещества, частицы которых образуют упорядоченную периодическую структуру. Эти частицы могут быть атомами, ионами или молекулами, связанными любыми типами связей. Края кристаллов прямые, поверхность плоская. Вещества, которые образуют кристаллы, называются **кристаллическими**. Твердые вещества с неупорядоченным расположением частиц (т.е. которые не образуют кристаллы) называются **аморфными**.

• **Кристаллизация**. Процесс образования кристаллов. Он происходит при охлаждении **расплавов*** твердых веществ при росте кристалла на затравке, помещенной в **насыщенный*** или **перенасыщенный*** раствор, а также при охлаждении или выпаривании растворов. Последний процесс встречается в практике наиболее часто. При этом уменьшается количество растворителя, частицы **растворенного вещества*** выделяются из раствора в виде кристаллов. Кристаллизацию используют для очистки веществ — см. с. 107.

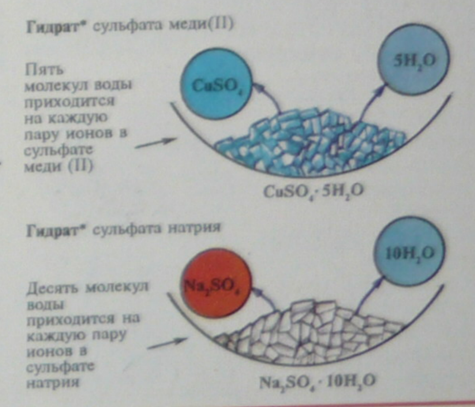
Методы **кристаллизации**



• **Кристалл-затравка**. Небольшой кристалл какого-либо вещества, помещенный в раствор того же вещества. Он служит основой для роста кристаллов в процессе **кристаллизации**. Растущий кристалл будет иметь ту же форму, что и кристалл-затравка.

• **Маточный раствор**. Растворитель, остающийся после **кристаллизации**.

• **Кристаллизационная вода**. Вода, содержащаяся в кристаллах некоторых **солей***. Число молекул воды, соединенных с каждой парой ионов, обычно постоянно и часто вносится в химическую **формулу*** соли. Вода может быть удалена нагреванием. Кристаллы, которые содержат кристаллизационную воду, называются **гидратами***.



*Гидратный, 41 (Гидрат); Насыщенный, Растворенное вещество, Растворитель, 30; Перенасыщенный, 31; Расплав, 6; Соли, 39; Формула, 26.

Кристаллы (продолжение) — форма и структура

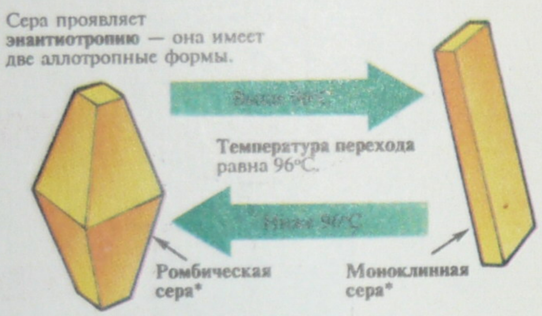
Форма и размер кристаллов (см. с. 21) очень разнообразны. Они зависят от взаимного расположения частиц (атомов, молекул или ионов) в кристалле. Взаиморасположение в пространстве частиц и способ их соединения называется **кристаллической решеткой**. Форма конкретного кристалла зависит от его кристаллической решетки и от того, как эта решетка может быть разрушена вдоль **плоскости спайности**. Основные формы кристаллов приведены ниже.

• **Полиморфизм**. Существование двух или более разновидностей кристаллов одного вещества, отличающихся по форме и структуре. Это явление существует благодаря различному взаимному расположению частиц в кристалле. Превращение одних типов кристаллов в другие часто происходит при определенной температуре, называемой **температурой перехода**. Полиморфизм в элементах называется **аллотропией**.

• **Аллотропия.** Существование некоторых элементов в нескольких кристаллических формах. Это частный случай **полиморфизма**. Различные формы называются **аллотропными**, причиной их возникновения является изменение взаимного расположения атомов в кристалле.

• **Монотропия**. **Полиморфизм**, в котором существует только одна стабильная форма. Другие формы нестабильны. При монотропии нет **переходной температуры**.

• **Энантиотропия**. **Полиморфизм**, в котором существуют две стабильные формы вещества — одна выше **температуры перехода**, а другая ниже.



• **Температура перехода**. Температура, при которой с веществами происходят **энантиотропные** переходы из одной формы в другую.

• **Изоморфизм**. Существование двух или более различных веществ в виде кристаллов, одинаковых по структуре и форме. Они называются **изоморфными**.

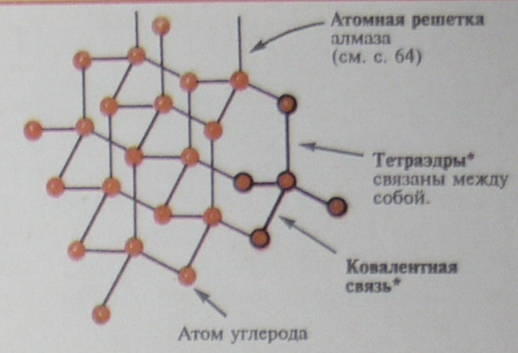
• **Плоскость спайности**. Плоскость, вдоль которой кристаллы можно расколоть с сохранением плоской поверхности. Если кристаллы раскалывать не вдоль плоскости спайности, то образуются неровные поверхности.

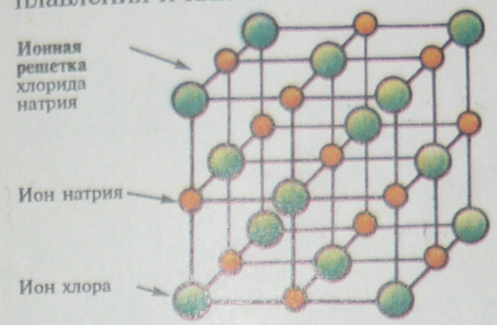
• **Рентгеновская кристаллография**. Использование рентгеновских лучей для исследования структуры кристаллов. Отклоненные рентгеновские лучи дают **дифракционную картину**, которая позволяет судить о структуре вещества (см. ниже).

*Моноклинная сера, Ромбическая сера, 70.

Кристаллические решетки

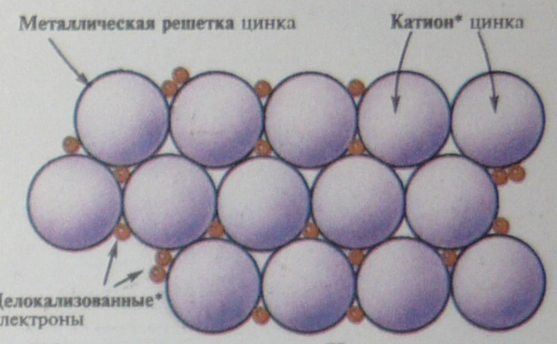
• **Атомная кристаллическая решетка.** ▶ **Кристаллическая решетка**, состоящая из атомов, удерживаемых **ковалентной связью***, например в алмазе. Вещества с атомными кристаллическими решетками чрезвычайно прочны и имеют очень высокие температуры плавления и кипения.

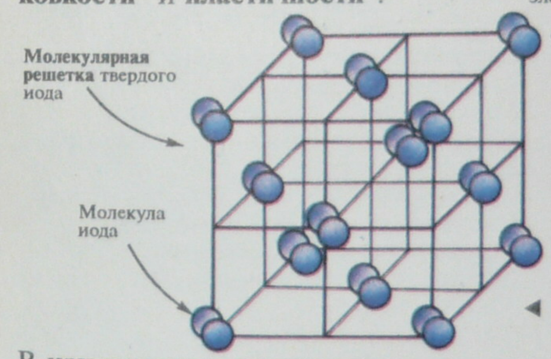




• **Ионная решетка**. **Кристаллическая решетка**, состоящая из ионов, удерживаемых **ионной связью***, например в хлориде натрия. Ионные связи прочные, что означает, что вещество имеет высокие температуры плавления и кипения.

• **Металлическая решетка.** ▶ **Кристаллическая решетка**, состоящая из атомов металла, удерживаемых **металлической связью***, например в цинке. **Делокализованные*** электроны свободно движутся, делая металл хорошим проводником тепла и электричества. Слои атомов могут скользить один вдоль другого, придавая металлам свойства **ковкости*** и **пластичности***.





• **Молекулярная решетка. Кристаллическая решетка**, состоящая из молекул, связанных слабыми **межмолекулярными силами** (см. с. 20), например в иоде. Именно межмолекулярные силы преодолеваются, когда кристалл разрушается. **Ковалентные связи*** в молекуле при этом сохраняются, поэтому такие кристаллы имеют более низкие температуры плавления и кипения по сравнению с **ионными соединениями***.

В кристаллах с частицами одинакового размера, например, для **металлических решеток**, возможно самое разнообразное расположение частиц. Наиболее простые формы показаны здесь.

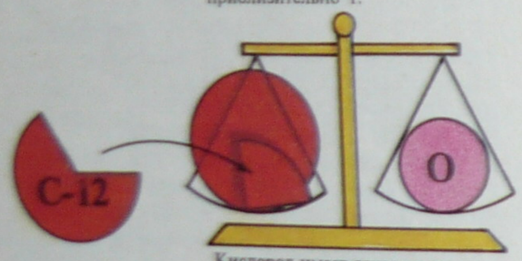
*Делокализация, 20; Ионная связь, Ионное соединение, 17; Катион, 16; Ковалентная связь, 18; Ковкость, 115; Металлическая связь, 20; Пластичность, 115; Тетраэдр, 19.

Измерения в химии

Атомы, имея диаметр около 10^{-7} миллиметра и массу около 10^{-22} грамма, так малы, что их очень трудно измерить. Принято измерять массу атомов в относительных условных единицах. Так как даже небольшой образец какого-нибудь вещества содержит миллионы атомов, то для измерения количества частиц используют **моль**. Массы атомов и молекул измеряются на приборе, который называется **масс-спектрометр**.

• **Относительная масса атома,** или **атомный вес**. Средняя масса атома вещества (с учетом наличия и распространенности изотопов), выраженная в атомных единицах массы. За атомную единицу массы принята 1/12 часть **массы атома изотопа** углерода-12 (см. **изотоп**, с. 13). Это **общепринятая единица** (см. с. 98—99).

Водород имеет **относительную атомную массу**, равную приблизительно 1.



Кислород имеет **относительную атомную массу**, равную приблизительно 16.

Молекула воды содержит один атом кислорода и два атома водорода.

Относительная масса молекулы воды равна 16+1+1=18.

Относительная молекулярная масса применима к **ионным соединениям***, хотя ионы и не молекулы.

Относительная масса молекулы хлорида кальция равна: 40+(2 × 35,5)=111.

Хлорид кальция

• **Относительная молекулярная масса,** или **молекулярный вес**. Масса молекулы элемента или соединения, выраженная в атомных единицах массы, т.е. 1/12 часть массы атома изотопа углерода-12 (см. **изотоп**, с. 13). Это сумма **относительных масс атомов**, составляющих эту молекулу.

• **Относительная масса изотопа**. Масса атома определенного **изотопа***, выраженная в атомных единицах массы, т.е. 1/12 часть массы атома углерода-12. Эта величина почти точно соответствует **массовому номеру*** изотопа.

• **Изотопный состав**. Соотношение числа атомов разных **изотопов*** в образце элемента. Это соотношение используется с **относительными массами изотопов** для вычисления **относительной массы элемента**.

Природный хлор содержит атомов изотопа Cl-35 в три раза больше, чем атомов изотопа Cl-37.

Изотопный состав хлора:75% Cl-35 и 25% Cl-37.

Относительная масса атома хлора равна средней **относительной массе изотопов** и равна (3×35) + (1×37):4=35,5.

*Ионные соединения,17; Изотоп, Массовый номер, 13.

• **Моль. Единица СИ*** для количества вещества. Один моль вещества содержит столько молекул, атомов или других структурных единиц, сколько содержится атомов в 12 граммах **изотопа*** углерода-12.

Каждый **моль** меди содержит число атомов, равное числу **Авогадро (постоянная Авогадро)**

Каждый **моль** кислорода содержит постоянное число молекул, равное **числу Авогадро**

Моль хлористого натрия содержит 1 моль ионов натрия и 1 моль ионов хлора

• **Постоянная Авогадро**. Число частиц в одном моле, равное $6{,}02\times10^{23}$.

• **Молярная масса**. Масса одного **моля** данного вещества. Это **относительная атомная** или **молекулярная масса** вещества, выраженная в граммах.

Относительная атомная масса = 23

Относительная молекулярная масса = 23+35,5=58,5

1 моль натрия

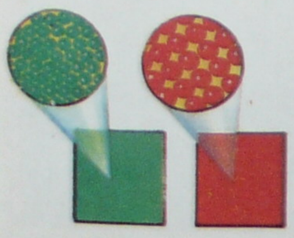
1 моль хлористого натрия

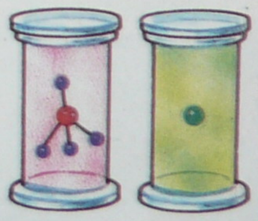
Молярная масса 23 грамма

Молярная масса 58,5 граммов

• **Молярный объем**. Объем одного **моля** любого вещества, измеренный в $дм^3$. Молярные объемы жидкости и твердого вещества различаются, но все газы при равных условиях имеют одинаковый молярный объем. Молярный объем любого газа при стандартной температуре и давлении **(с.т.д.*** условиях) равен 22,4 $дм^3$, а при **комнатной температуре и атмосферном давлении** (к.т.д. условиях), т.е. при 20°C и 101325 **паскалях***, равен 24 $дм^3$.

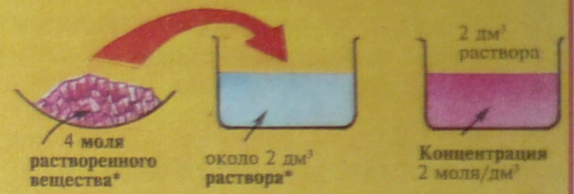
В твердых веществах и жидкостях **молярный объем** зависит от размера и упаковки частиц.





Все газы при одной температуре и давлении имеют одинаковый **молярный объем**, т.е. объем одного моля. Частицы газа не связаны друг с другом.

• **Концентрация**. Количество **растворенного вещества*** в **растворе***, выраженное в молях на $дм^3$(моль/$дм^3$). Массовая концентрация — это масса растворенного вещества в единице объема, т.е. количество граммов на 1$дм^3$(г/$дм^3$).



4 **моля растворенного вещества***

около 2 $дм^3$ **раствора***

Концентрация 2 моля/$дм^3$

Концентрация — число **молей растворенного вещества*** в каждом $дм^3$ **растворителя***.

• **Молярность**. Термин, используемый для выражения **концентрации**: молярность равна количеству **молей растворенного вещества*** на 1 $дм^3$ **раствора***. Молярность обычно обозначается величиной **М**, т.е. раствор с концентрацией 3 моля в $дм^3$ имеет молярность, равную 3, и обозначается — 3**М**.

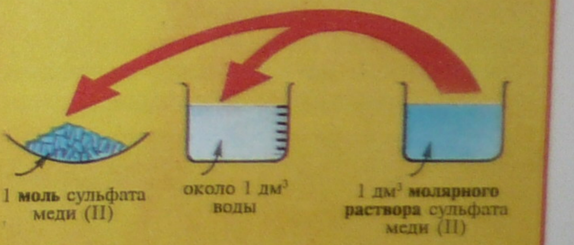
В каждой 1 **моль** $CuSO_4$

около 1 $дм^3$ воды

2**М** раствор

2**М** раствор сульфата меди (II) содержит 2 **моля** сульфата меди (II) в каждом $дм^3$ раствора.

• **Молярный раствор**. Раствор, который содержит один **моль** вещества, растворенный в каждом $дм^3$ раствора. Это 1**М** раствор (см. **молярность**).



1 **моль** сульфата меди (II)

около 1 $дм^3$ воды

1 $дм^3$ **молярного раствора** сульфата меди (II)

1**М** или **молярный раствор** сульфата меди (II) содержит 1 **моль** сульфата меди в каждом $дм^3$.

• **Стандартный раствор**. Раствор, **концентрация** которого известна. Он используется для **объемного анализа***.

*Изотоп,13; Объемный анализ,108; Паскаль, СИ-единицы,112; Раствор, Растворенное вещество, Растворитель,30; с.т.д., 20

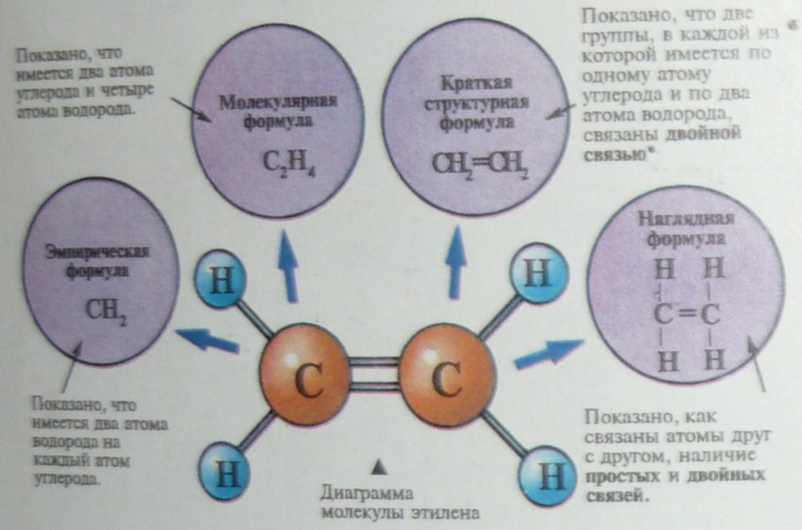
Формулы и названия химических соединений

Большинство химических соединений названы по основным элементам, составляющим эти соединения. Информацию о химическом соединении и структуре этого соединения дает **формула**, в которой используются **химические символы*** элементов. В химическом **уравнении** указываются исходные химические реагенты и продукты химической реакции, т.е. дается информация о протекании реакции.

Формулы

- **Эмпирическая формула.** Формула соединения, показывающая соотношение атомов каждого элемента в этом соединении. Она не показывает общее число атомов каждого элемента в **ковалентном соединении** или характер связи в соединении (см. с. 16—20).

- **Молекулярная формула**. Формула дает состав элементов в молекуле. Она показывает, из каких элементов состоит молекула и их число, но не дает представления о **связях** в молекуле (см. с. 16—20).



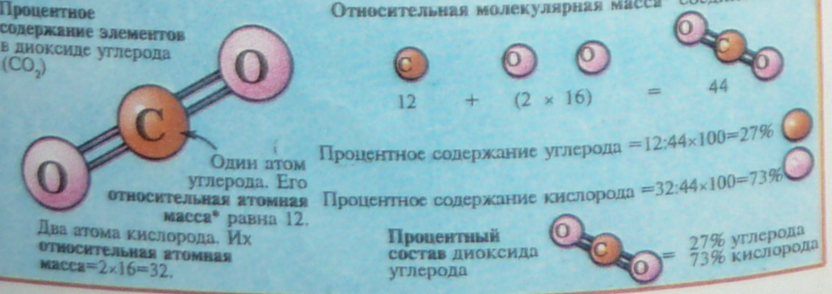
▲ Диаграмма молекулы этилена

- **Стереохимическая формула** или **объемная, пространственная формула**. Формула, в которой показано трехмерное расположение атомов и **связей*** в молекуле. См. с. 76, где показана стереохимическая формула метана.

- **Краткая структурная формула**. Формула, в которой показана последовательность расположения групп атомов (например, **карбоксильная группа***) в молекуле и **связи*** (см. с. 16—20) между группами атомов (показано линиями).

- **Полная структурная формула**. Формула, в которой показано расположение атомов в молекуле относительно друг друга. Показаны также все связи.

- **Процентное содержание, процентный состав**. Содержание каждого элемента, выраженное в процентах по отношению к общей массе соединения.



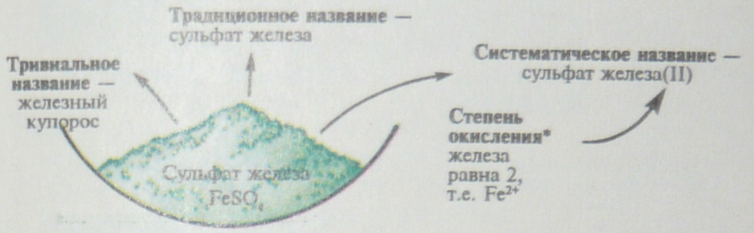
*Карбоксильная группа, 81 (Карбоксильная кислота); Ковалентное соединение, Двойная связь, 18; Относительная атомная масса, 24; Связи, 16; Химический символ, 8.

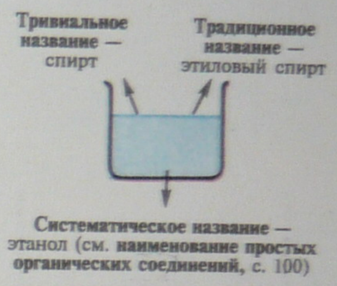
Названия

- **Тривиальное название**. Общепринятое название соединения. Обычно не предоставляет информацию о составе или структуре соединения, например, соль (хлористый натрий), мел (карбонат кальция).

- **Традиционное название**. Наименование, которое дает основные элементы соединения, при этом не всегда указывает количество элементов и структуру. Некоторые традиционные названия совпадают с **систематическими**.

- **Систематическое название**. Название, которое обозначает элементы в соединении, число атомов каждого элемента и **степень окисления*** элементов. О характере **связи** (см. с. 16—20) также можно судить по систематическому названию. В некоторых случаях систематическое название упрощено. Некоторые систематические названия соответствуют традиционным. См. также **название простых органических веществ**, с. 100.





Уравнения

- **Уравнение, выраженное словами**. Уравнение, в котором вещества, вступившие в реакцию, указаны своими названиями, например:

Натрий+вода → гидроокись натрия+водород

Однако слова могут быть заменены **формулами** веществ.

$$Na+H_2O \rightarrow NaOH+H_2$$

- **Балансовое уравнение**. Уравнение, в котором число атомов каждого элемента, вступающих в реакцию, равно числу атомов элементов, образующихся в результате реакции (т.е. выполняется **закон сохранения массы***). Число молекул каждого вещества показано цифрой, стоящей перед формулой, например:

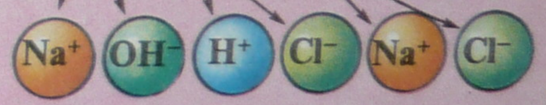
$$2Na+2H_2O \rightarrow 2NaOH+H_2$$

- **Ионное уравнение**. Уравнение, в котором указаны ионы, реально принимающие участие в реакции.

- **Обозначение состояния**. Буквенное обозначение состояния вещества, которое располагается после **формулы**, показывает **физическое состояние*** вещества в реакции.

- **Сторонний ион**. Ион, который не изменяется в результате реакции, присутствует в обеих частях уравнения до и после реакции. Им можно пренебречь при написании уравнения.

В реакции:



Na^+, OH^-, H^+, Cl^- — это все ионы.

Na^+, Cl^- находятся в обеих сторонах уравнения — это **сторонние ионы**.

▶ **Ионное уравнение:**

$$OH^-(водн.) + H^+(водн.) \rightarrow H_2O(жидк.)$$

*Водный раствор, 30; Закон сохранения массы, 11; Степень окисления, 35; Физическое состояние, 6.

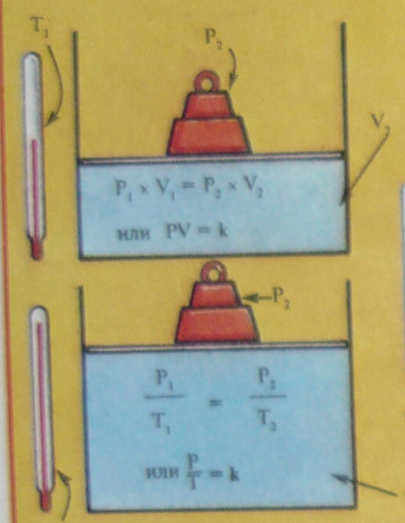
Газовые законы

Молекулы газа далеко удалены друг от друга, быстро и хаотически движутся (см. **кинетическая теория**, с. 9). Общий объем молекул газа намного меньше, чем объем, занимаемый газом, и силы притяжения между молекулами газа очень слабы. Это справедливо для всех газов, и все они ведут себя подобным образом.
Имеется несколько газовых законов, которые описывают общее поведение газа (см. ниже).

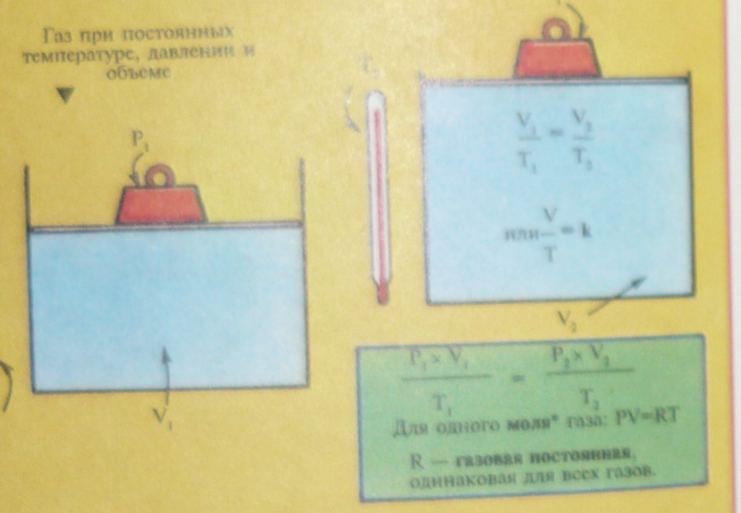
Символы, применяемые в законах газа:

p = давление
T = температура в градусах **Кельвина**
V = объем
k = **константа***

- **Закон Бойля**. Если температура постоянна, то объем газа уменьшается при увеличении давления (изменение объема обратно пропорционально изменению давления).



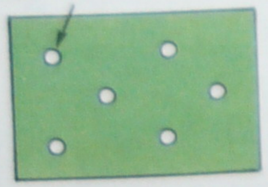
- **Закон Шарля**. Если давление газа постоянно, то газ расширяется при увеличении температуры (изменение объема прямо пропорционально изменению температуры, измеренной в **градусах Кельвина**).



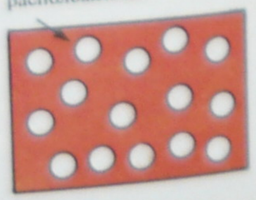
- **Закон давления,** или **Третий газовый закон**. При постоянном объеме газа давление газа растет при увеличении температуры (давление прямо пропорционально температуре, выраженной в градусах **Кельвина**).

- **Уравнение состояния идеального газа**. Уравнение, которое связывает давление, объем и температуру газа.

- **Идеальный газ**. Газ, поведение которого «идеально»: его молекулы не имеют объема, не взаимодействуют друг с другом, движутся быстро, прямолинейно и не теряют энергию при столкновениях. Многие реальные газы ведут себя приблизительно так, как и идеальный газ, при условии, если молекулы газа малы и расположены далеко друг от друга.



Поведение подобно **идеальному газу**.

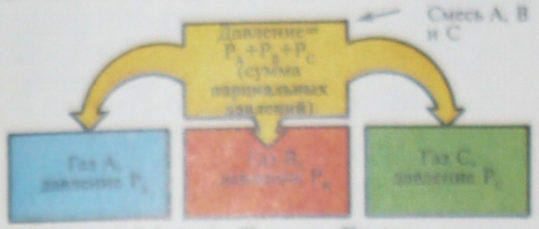


Поведение не соответствует **идеальному газу**.

*Константа,114; Моль,25.

- **Парциальное давление**. Давление, которое создавал бы данный газ (из имеющихся в **смеси***), если бы он один занимал объем, заполненный смесью.

- **Закон Дальтона о парциальном давлении**. Общее давление в **смеси*** газов, химически не взаимодействующих друг с другом, равно сумме **парциальных давлений** каждого газа в смеси.



- **Закон диффузии Грэма**. Если температура и давление постоянны, скорость **диффузии*** газа обратно пропорциональна квадратному корню из его плотности. Плотность газа высокая, если его молекулы тяжелые, и низкая, если они легкие. Легкие молекулы движутся быстрее, чем тяжелые молекулы, и газ с высокой плотностью диффундирует медленнее, чем газ с низкой, малой плотностью.

Молекулы легкого аммиака **диффундируют** намного быстрее, чем молекулы хлористого водорода. Два газа встречаются ближе к правому концу трубки.

$$\text{Скорость диффузии} \propto \frac{1}{\sqrt{\text{плотность газа}}}$$

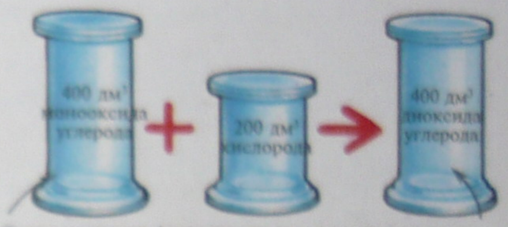
(пропорциональна)

- **Относительная плотность пара**. Плотность газа относительно плотности водорода. Она вычисляется путем деления плотности газа на плотность водорода. Это безразмерная величина.

$$\text{Относительная плотность пара} = \frac{\text{Плотность газа}}{\text{Плотность водорода}}$$

- **Закон Гей-Люссака**. Когда газы реагируют друг с другом с образованием других газов и все объемы измерены при постоянных температуре и давлении, то объемы реагентов и продуктов реакции относятся как целые небольшие числа.

$$2CO(\text{газ}) + O_2(\text{газ}) \rightarrow 2CO_2(\text{газ})$$



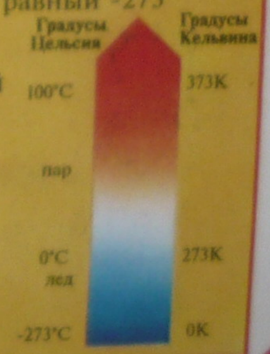
Согласно **закону Авогадро** эти две емкости содержат одинаковое число молекул.

- **Закон Авогадро.** Равные объемы всех газов при одной температуре и давлении содержат одно и то же число молекул.

- **с.т.д.** Сокращенное название стандартных температуры и давления. При этих стандартных условиях принято обычно измерять свойства газов, например, объем и плотность.

с.т.д. = температура: 0°C или 273K (градусы **Кельвина**) и давление: 101325 **паскалей***

- **Градус Кельвина** (K). Единица температуры по **абсолютной температурной шкале**. Градусы Кельвина имеют ту же величину, что и градусы **Цельсия***, но нижней точкой шкалы является ноль Кельвина, или абсолютный ноль. Абсолютный ноль, равный -273 градусам Цельсия, это теоретическая точка, при которой идеальный газ занимает нулевой объем.



*Диффузия,9; Паскаль,112; Смесь,8; Температура по Цельсию,115.

Растворы и растворимость

Когда вещество смешивают с жидкостью, может происходить перемешивание их частиц. Если атомы, молекулы и ионы вещества равномерно распределяются (**растворяются**) в жидкости, то **смесь*** называется **раствором**. Если это не происходит, то смесь становится **коллоидом**, **суспензией**, либо вещество вообще выпадает в **осадок**. Способность к растворению зависит от свойств вещества, растворителя и других факторов, таких, как температура и давление.

- **Растворитель**. Жидкость, в которой **растворяемое вещество** растворяется, образуя раствор.
- **Растворенное вещество**. Вещество, которое растворяется в **растворителе**, образуя раствор.

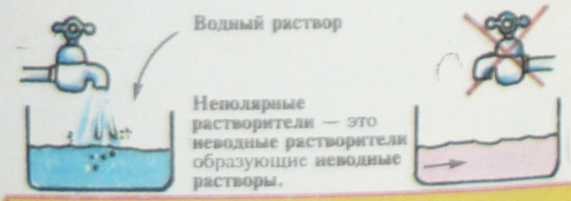
- **Сольватация**. Процесс, при котором молекулы **растворителя** окружают молекулы **растворенного вещества**, в результате чего оно растворяется. Когда растворителем является вода, процесс называется **гидратацией**. Имеет место сольватация или нет, определяется тем, насколько сильно молекулы растворителя и растворенного вещества взаимодействуют друг с другом.

- **Полярные растворители**. Жидкости, **молекулы** которых **полярны***. Полярные растворители обычно растворяют **ионные соединения***. Сольватация в этом случае заключается в притяжении заряженным концом молекулы растворителя ионов решетки (**ионная решетка***). Вода является наиболее распространенным полярным растворителем.

Сольватация в воде (**гидратация**) хлористого натрия

- **Неполярные растворители**. Жидкости с **неполярными молекулами***. Неполярные растворители растворяют **ковалентные соединения***. Молекулы **растворителя** вырывают из **молекулярной решетки*** молекулы **растворенного вещества**, которые **диффундируют** в раствор через растворитель. Многие органические жидкости являются неполярными растворителями.

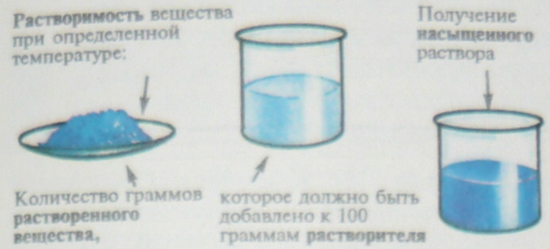
- **Водный раствор**. Раствор, в котором растворителем является вода.



- **Разбавленный**. Раствор с низкой **концентрацией* растворенного соединения**.
- **Концентрированный**. Раствор с высокой **концентрацией* растворенного соединения**.
- **Насыщенный**. Раствор, в котором при данной температуре нельзя растворить дополнительное количество вещества (оно остается в виде кристаллов). При изменении температуры в нужную сторону начнется растворение этих кристаллов, пока раствор вновь не станет насыщенным.

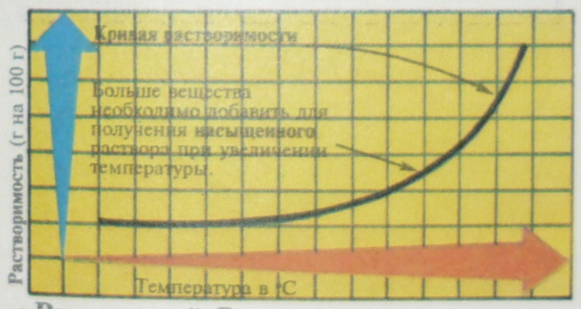
*Анион, Катион,16; Ван-дер-Ваальсовы силы,20; Ковалентные соединения,

- **Растворимость**. Количество **вещества**, которое можно растворить в определенном количестве **растворителя** при определенной температуре.



Растворимость твердого вещества обычно увеличивается с ростом температуры, в то время как растворимость газов падает.

Изменение растворимости с температурой показывает **кривая растворимости**.



- **Растворимый**. Вещество, легко растворимое в **растворителе**. В отличие от растворимых, есть нерастворимые соединения.

- **Перенасыщенный**. Раствор с концентрацией растворенного вещества большей, чем в насыщенном растворе при той же температуре. Перенасыщенный раствор обычно образуется при медленном охлаждении насыщенного раствора. Если при этом нет центров **кристаллизации***, растворенное соединение остается в растворе. Этот раствор очень нестабилен, и, если появятся центры кристаллизации, например пыль, в перенасыщенном растворе моментально выпадают кристаллы.

- **Осадок**. **Нерастворимое** твердое соединение (см. **растворимый**), которое образуется при проведении реакции в растворе.

$AgNO_3$(водн.)+NaCl(водн.)→AgCl(↓)+$NaNO_3$(водн.)

Нитрат серебра — Хлористый натрий — Этот символ обозначает осадок

- **Смешиваемость**. Характеристика жидкостей, которые **диффундируют*** друг в друга. В отличие от смешиваемых, есть **несмешиваемые** жидкости.
- **Суспензия**. Мелкие твердые нерастворимые частицы вещества, распределенные в жидкости.

- **Коллоиды**. **Смесь*** очень маленьких нерастворимых частиц одного вещества, диспергируемого в другом. Размеры частиц меньше, чем в **суспензии**.

*Диффузия,9; Кристаллизация,21; Смесь,8.

Энергия химических реакций

Почти все химические реакции протекают с изменением энергии. Некоторые реакции связаны с электрической (см. с. 44) или световой энергией, но в большинстве случаев реакции протекают с участием тепловой энергии. Изменение энергии в химических реакциях происходит из-за разницы в энергии разрывающихся и вновь образующихся связей. Изучением изменений тепловой энергии в химических реакциях занимается **термохимия**.

- **Изменение энтальпии реакции**, или **теплота реакции** (ΔH произносится «дельта аш»). Количество тепла, выделяемого или поглощаемого в результате реакции. Это разница между общей **энтальпией** исходных реагентов и общей **энтальпией** продуктов реакции.

Изменение энтальпии = общая энтальпия продуктов — общая энтальпия реагентов

Величина изменения энтальпии реакции пишется в конце уравнения реакции и измеряется с помощью **калориметра***. Изменение энтальпии происходит за счет образования и разрыва связей (см. **энергия связей**).

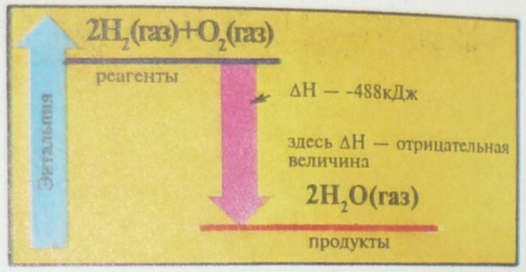
$2H_2$(газ)$+O_2$(газ)$\rightarrow 2H_2O$(газ) $\Delta H=-488$кДж

Эта величина ΔH верна только для указанного числа **молей*** и для данного **физического состояния*** реагентов.

Дж — обозначение единицы энергии джоуля*, кДж —обозначение килоджоуля (1000 Дж).

- **Энтальпия** (H). Количество энергии, которое содержит вещество. Его нельзя определить непосредственно, но можно измерить происходящее при химической реакции изменение энтальпии.

- **Диаграмма уровней энергии**. Диаграмма, которая показывает **изменение энтальпии** при **реакции**.



- **Изменение стандартной энтальпии реакции** (ΔH^o). **Изменение энтальпии реакции** при стандартных условиях, т.е. стандартных температуре и давлении (**с.т.д.***). Если исследуется раствор, то **концентрация*** равна 1М*.

Изменения энтальпии специфических реакций

- **Изменение энтальпии горения**, или **теплоты реакции горения**. Количество тепловой энергии, выделяющейся при полном сгорании 1 **моля*** вещества в кислороде. Теплота сгорания вещества измеряется в **калориметрической бомбе**.

- **Изменение энтальпии нейтрализации**, или **теплота реакции нейтрализации**. Количество тепла, выделяемое при **нейтрализации*** одного **моля*** ионов водорода (H^+) одним молем гидроксид-ионов (OH^-). Если кислота и щелочь полностью **ионизированы***, то теплота нейтрализации всегда равна 57кДж. **Ионное уравнение*** для нейтрализации

H^+(водн.)+OH^-(водн.) $\rightarrow H_2O$(жидк.) $\Delta H=-57$кДж
ион водорода — ион гидроксида — молекула воды

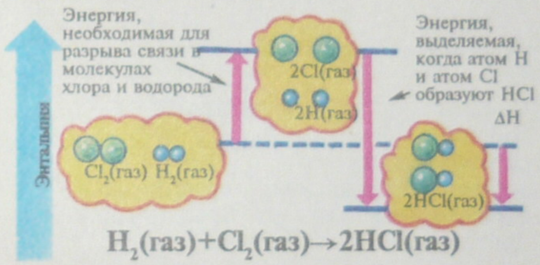
Когда реагируют **слабые кислота*** и **щелочь***, теплота нейтрализации мала. Некоторое количество энергии необходимо затратить на полную ионизацию кислоты.

*Джоуль,112; Ионизация,16; Ионное уравнение,27; Калориметр,114; Концентрация,25; М, 25(Молярность); Моль,25; Слабая кислота, Слабая щелочь, 38; Физическое состояние, 6.

- **Экзотермическая реакция**. Химическая реакция, которая протекает с выделением тепла.

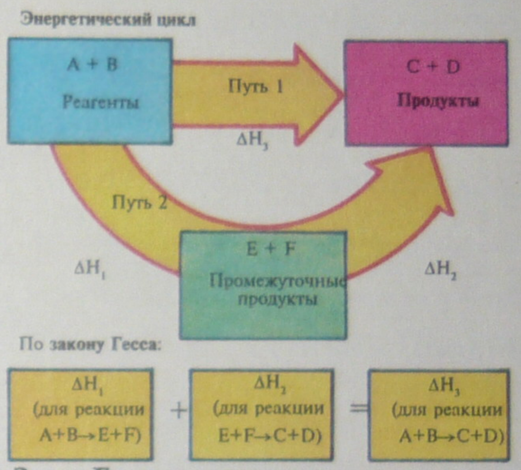
- **Эндотермическая реакция**. Химическая реакция, которая протекает с поглощением тепла.

- **Энергия связи**. Мера силы **ковалентной связи*** между двумя атомами. При образовании связей энергия выделяется, а при разрыве — затрачивается. Разница в энергии разорванных и вновь образовавшихся связей и есть энергия реакции.



- **Закон сохранения энергии**. Энергия в химической реакции не создается и не исчезает. В **замкнутой системе*** количество энергии постоянно.

- **Закон Гесса**. **Тепловой эффект реакции** (изменение энтальпии реакции) зависит только от начального и конечного состояния вещества и не зависит от промежуточных стадий процесса, от пути перехода. Закон Гесса иллюстрируется **энергетическим циклом**.

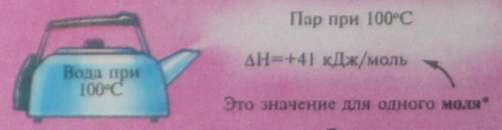


Закон Гесса используется при определении **изменения энтальпии реакции**, которое нельзя измерить прямым методом, например изменения энтальпии при образовании метана.

- **Изменение энтальпии растворения**, или **теплота растворения**. Количество теплоты, выделяемое или поглощаемое 1 **молем*** вещества, которое растворяется в таком большом количестве **растворителя***, что дальнейшее разбавление не приводит к изменению теплоты.

- **Изменение молярной энтальпии плавления**, или **молярная теплота** плавления. Количество теплоты, необходимое для перевода 1 **моля*** твердого вещества в жидкость при точке плавления. Энергия должна обеспечить разрыв связей в **кристаллической решетке*** твердого тела.

- **Изменение молярной энтальпии испарения**, или **молярная теплота** испарения. Теплота, необходимая для перевода 1 **моля*** жидкости в пар при точке кипения.



- **Изменение энтальпии образования**, или **теплота образования**. Теплота, выделяемая или поглощаемая, когда один **моль*** вещества образуется из элементов.

C(графит)+O_2(газ)$\rightarrow CO_2$(газ) ΔH =-394 кДж
Углерод — Кислород — Диоксид углерода

*Замкнутая система,48; Ковалентная связь,18; Кристаллическая решетка,22; Моль,25; Растворитель,30.

Окисление и восстановление

Термины **окисление** и **восстановление** первоначально относились к образованию или разрыву связи атома вещества с кислородом. По современным же понятиям главное в реакциях окисления и восстановления — это переход электронов от одного атома к другому, так что **степень окисления** одного или нескольких элементов изменяется.

• **Окисление**. Химическая реакция, в которой происходит что-то из нижеследующего:

1. Возникает связь атома с кислородом

$$2CuO(тв.)+C(тв.)\rightarrow CO_2(газ)+2Cu(тв.)$$

Окислитель — **Окисляемый элемент** — Углерод приобретает кислород

2. Разрывается связь атома с водородом

$$Cl_2(газ)+H_2S(газ)\rightarrow 2HCl(газ)+S(тв.)$$

Окислитель — **Окисляемое соединение** — Натрий теряет электрон

3. Атом или ион теряют электроны

$$Cl_2(газ)+2Na(тв.)\rightarrow 2Na^+Cl^-(тв.)$$

Окислитель — **Окисляемое соединение** — Натрий теряет электрон

Вещество, которое подвергается окислению, называется **окисляемым, окисляющимся**, его **степень окисления** возрастает. Окисление противоположно **восстановлению.**

• **Окислитель**. Вещество, которое приобретает электроны и вызывает **окисление** других веществ. Окислитель всегда **восстанавливается** в реакции.

• **Восстановление**. Химическая реакция, в которой происходит что-то из нижеследующего:

1. Разрывается связь атома с кислородом

$$2CuO(тв.)+C(тв.)\rightarrow CO_2(газ)+2Cu(тв.)$$

Восстанавливаемое соединение — **Восстановитель** — Оксид меди(II) теряет кислород

2. Возникает связь атома с водородом

$$Cl_2(газ)+H_2S(газ)\rightarrow 2HCl(газ)+S(тв.)$$

Восстанавливаемый элемент — **Восстановитель** — Хлор приобретает водород

3. Атом или ион приобретает электрон

$$Cl_2(газ)+2Na(тв.)\rightarrow 2Na^+Cl^-(тв.)$$

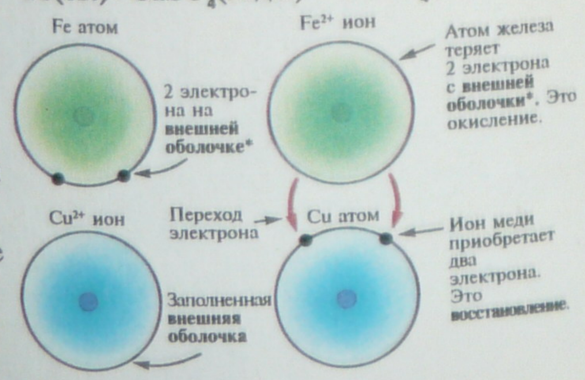
Восстанавливаемый атом — **Восстановитель** — Хлор приобретает электрон

Вещество, которое подвергается восстановлению, называется **восстанавливаемым, восстанавливающимся,** и его **степень окисления** уменьшается. Восстановлению противоположно **окисление**.

• **Восстановитель**. Вещество, которое отдает электроны и вызывает **восстановление** других веществ. Восстановитель в реакциях всегда **окисляется**.

• **Редокс-система**. Химическая реакция, включающая **окисление** и **восстановление**. Два процесса всегда протекают одновременно, так как **окислитель** всегда восстанавливается при окислении, а **восстановитель** всегда окисляется при восстановлении. Одновременное окисление и восстановление одного и того же элемента в реакции называется **диспропорционированием**.

$$Fe(тв.)+CuSO_4(водн.)\rightarrow FeSO_4(водн.)+Cu(тв.)$$



*Внешняя оболочка, 13.

• **Степень окисления**. Число электронов, которое удаляется или добавляется к нейтральному атому, когда он образует соединение. Степень окисления элемента обычно равна заряду его иона. Степень окисления элемента увеличивается, когда он **окисляется**, и уменьшается, когда он **восстанавливается**.

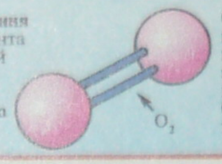
Кислород **восстанавливается** — **Степень окисления** уменьшается: 0 → -2

$$2Mg(тв.)+O_2(газ)\rightarrow 2MgO(тв.)$$

0 → +2 — Магний **окисляется** — **Степень окисления** увеличивается

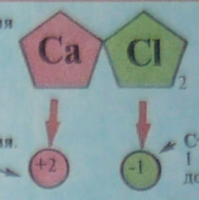
Эти правила помогают определить степень окисления элемента:

1. **Степень окисления** свободного элемента (элемент, который не участвует в образовании соединения) равна нулю.



Степень окисления кислорода равна нулю. Нет электронов, которые должны быть удалены или присоединены.

2. **Степень окисления** элемента в **ионном соединении*** равна заряду его иона.

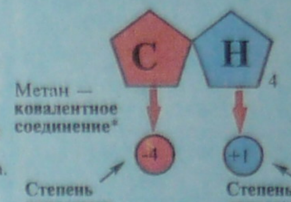


Хлорид кальция образует **ионную решетку***.

Степень окисления. 2 электрона удаляются. +2

Степень окисления. 1 электрон добавляется. -1

Степень окисления элементов в **ковалентных соединениях*** определяют путем предположения, что соединение **ионное*** и степень окисления равна заряду элемента.



Метан — **ковалентное соединение***

-4 **Степень окисления** +1 **Степень окисления**

3. **Суммарная степень окисления** всех элементов в соединении равна нулю.

Сульфат железа(II), его суммарная **степень окисления** равна нулю: (+2)+(+6)+(4×-2)=0

4. **Степень окисления** кислорода в соединениях обычно равна -2, но в **перекисях**, например в перекиси водорода, она равна -1.

5. **Степень окисления** водорода обычно равна +1, за исключением гидридов металлов, в которых она равна -1.

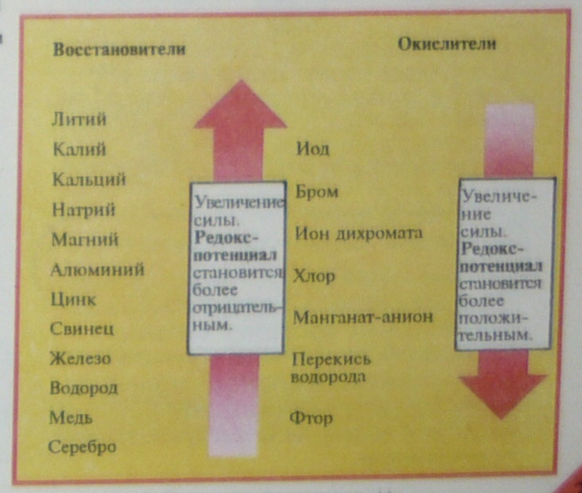
• **Окислительное число**. Число, которое показывает **степень окисления** в соединении. Записывается римскими цифрами и помещается сбоку, после названия элемента. Оно включается в название соединения только в том случае, когда элемент имеет более чем одну степень окисления.

Хлорид железа (III) — **Окислительное число** 3 и степень окисления +3

Оксид свинца (IV) — **Окислительное число** 4 и степень окисления +4

• **Редокс-ряды**. Список соединений, расположенных по величинам их **редокс-потенциалов**, вещества с наиболее отрицательным потенциалом помещены наверху. Вещество **окисляет** все те соединения, которые стоят выше этого вещества в редокс-ряду, и **восстанавливает** те, которые стоят ниже. Редокс-ряды — это расширенный вариант **электрохимических рядов***.

• **Редокс-потенциал**. Характеризует способность вещества приобретать электроны в растворе. Сильный **восстановитель**, который легко теряет электроны (отдавая их другим веществам), будет иметь высокий отрицательный редокс-потенциал. Сильный **окислитель** легко принимает электроны и будет иметь высокий положительный потенциал. Редокс-потенциал — это то же, что и **электродный потенциал***.



*Ионная решетка, 23; Ионное соединение, 17; Ковалентное соединение, 18; Электродный потенциал, 44; Электрохимические ряды, 45.

Кислоты и основания

Все химические реагенты относятся либо к **кислотам**, либо к **основаниям**, либо к **нейтральным соединениям**. В чистой воде небольшое количество молекул воды **ионизированы***, они образуют ион водорода (**протон***) и гидроксид-ион. Число водородных и гидроксидных ионов равно, и вода **нейтральна**. Некоторые соединения растворяются в воде или реагируют с ней, образуя ионы водорода или гидроксидные ионы, что нарушает баланс. Эти соединения — **кислоты** и **основания**.

• **Кислоты**. Соединения, содержащие водород, при растворении в воде образующие водородные ионы — **протоны***, H^+. Водородные ионы не существуют сами по себе в растворе и соединяются с молекулой воды с образованием **иона гидроксония**. Эти ионы могут существовать только в растворе, и кислота будет проявлять свои свойства только в растворе.

• **Кислый**. Характеристика любого соединения со свойствами **кислоты**.

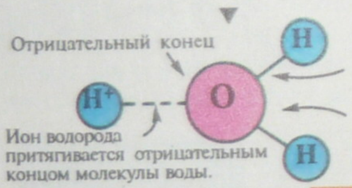
Разбавленные растворы кислот действительно имеют кислый вкус, **pH*** менее 7 и меняют синий цвет **лакмуса*** на красный. Кислоты реагируют с металлами, расположенными выше водорода в **электрохимическом ряду***, с образованием водорода.

$$H_2SO_4(\text{водн.}) + Mg(\text{тв.}) \rightarrow MgSO_4(\text{водн.}) + H_2(\text{газ})$$

Кислота — Металл — Соль* — Водород

Разбавленные растворы **сильных кислот*** реагируют с карбонатами или гидрокарбонатами с образованием газообразной двуокиси углерода и **нейтрализуются основаниями**.

• **Ион гидроксония** (H_3O^+). Ион, образующийся при взаимодействии иона водорода с молекулой воды (см. **кислота**). Когда реакция проходит в растворе, содержащем ион гидроксония, только ион водорода принимает в ней участие. Следовательно, обычно ион гидроксония можно рассматривать как ион водорода.



• **Минеральная кислота**. Кислота, которую получают с помощью химической реакции из минералов, например, соляную кислоту (хлористоводородную) получают из хлористого натрия, а серную — из серы.

Кислота	Формула
Соляная	HCl
Серная	H_2SO_4
Сернистая	H_2SO_3
Азотная	HNO_3
Азотистая	HNO_2
Фосфорная	H_3PO_4

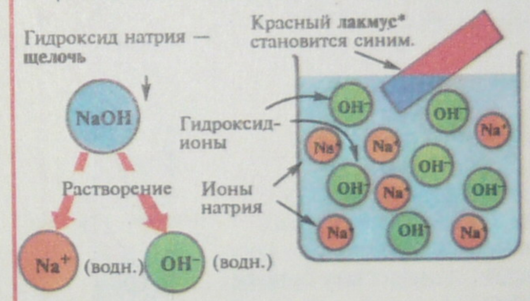
Этандиовая (щавелевая)	$(COOH)_2$
Метановая (муравьиная)	$HCOOH$
Уксусная (этановая)	CH_3COOH

• **Органические кислоты. Органические соединения*** с **кислотными** свойствами. В основном органические кислоты — это **карбоновые кислоты***.

*Ионизация, 16; Карбоновые кислоты, 81; Лакмус, 38; Органические соединения, 76; Полярная молекула, 19; Протон, 12; pH, 38; Свинцово-кислотный аккумулятор, 45; Сильная кислота, 38; Соли, 39; Электрохимический ряд, 45.

• **Основание**. Соединение, которое **нейтрализуется кислотой** за счет присоединения ионов водорода. Основание противоположно кислоте по химическим свойствам. Основания обычно образуют металлы, хотя аммиак также образует основание. Основания, растворимые в воде, называются **щелочами**. Аммиак образуется при нагревании **соли*** аммония и основания.

• **Щелочи. Основания**, обычно гидроксиды металлов 1 и 2 групп, растворимые в воде и содержащие в растворе ионы гидроксида (OH^-), за счет которых растворы приобретают **щелочные** свойства.



• **Щелочной**. Раствор, образующийся при растворении **основания** в воде и содержащий гидроксид-ионов больше, чем ионов водорода. Щелочные растворы имеют **pH*** больше 7, превращают красный раствор **лакмуса** в синий и на ощупь мыльные. Растворы щелочи, образующиеся из **сильных оснований***, реагируют с некоторыми металлами, например цинком и алюминием, с выделением водорода.

$$2Al(\text{тв.}) + 2NaOH(\text{водн.}) + 6H_2O(\text{жидк.}) \rightarrow 2NaAl(OH)_4(\text{водн.}) + 3H_2(\text{газ})$$

Алюминий — Гидроксид натрия — Вода — Алюминат натрия — Водород

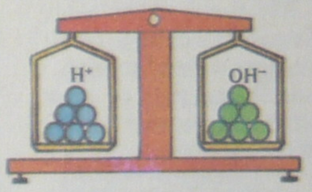
• **Амфотерный**. Характеристика соединения, которое в одних реакциях выступает в качестве **кислоты**, а в других — **основания**, например гидроксид цинка.

• **Ангидрид**. Вещество, которое реагирует с водой с образованием либо **кислого**, либо **щелочного** раствора (см. **гидролиз**, с. 41). Обычно это оксиды.

$$SO_2(\text{газ}) + H_2O(\text{жидк.}) \rightarrow H_2SO_3(\text{водн.})$$

Диоксид серы (ангидрид) — Вода — Сернистая кислота

• **Нейтральный**. Характеристика соединения, которое не имеет свойств ни **кислоты**, ни **основания**. Нейтральный раствор имеет равное число ионов водорода и гидроксида, величина **pH*** равна 7 и раствор не меняет цвет **лакмуса***.



Нейтральный раствор содержит равное число ионов водорода и ионов гидроксида.

• **Нейтрализация**. Реакция между **кислотой** и **основанием** с образованием **соли*** и воды. Равное количество ионов водорода и OH^- реагируют друг с другом с образованием **нейтрального** раствора. **Кислотный остаток*** и **катион*** основания образуют соль.

Нейтрализация:

КИСЛОТА + ОСНОВАНИЕ → СОЛЬ* + ВОДА

• **Теория Бренстеда-Лоури**. Другой способ описания **кислот** и **оснований**. Эта теория определяет кислоту как донор протонов, а основание — как акцептор протонов.

Щавелевая кислота — донор протонов* — это кислота.
Вода — акцептор протонов* — это основание.

$$CH_3COOH(\text{водн.}) + H_2O = H_3O^+(\text{водн.}) + CH_3COO^-(\text{водн.})$$

Ион гидроксония — донор протонов* — это кислота.
Ацетат-ион — акцептор протонов* — это основание.

*Катион, 16; Кислотный остаток, 39; Лакмус, pH, 38; Нейтрализующий, 114; Протон, 12; Сильное основание, 38; Соли, 39.

Кислоты и основания (продолжение) — их сила и концентрация

Концентрация* кислот и **оснований** зависит от того, сколько **молей*** кислоты или основания находится в растворе, а их сила определяется свойствами молекул, их способностью к **ионизации***, т.е. способностью образовывать **ионы гидроксония***, или гидроксидные ионы. Разбавленная **сильная кислота** создает концентрацию ионов водорода выше, чем концентрированная **слабая.**

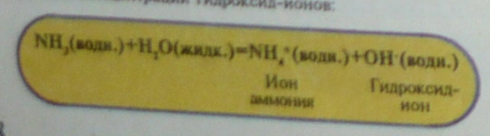
- **Сильная кислота**. Кислота, которая полностью **ионизирована*** в воде, дает большое число ионов водорода в растворе.

- **Слабая кислота**. Кислота, которая только частично **ионизирована*** в воде, т.е. только небольшой процент от всех молекул расщепляется на ионы водорода и кислотные остатки.

- **Сильное основание**. Основание, которое полностью **ионизировано*** в воде. В растворе присутствует большое число гидроксид-ионов, что и создает сильнощелочной раствор.

- **Слабое основание**. Основание, которое частично **ионизировано*** в воде. Только некоторая часть молекул основания участвует в образовании гидроксид-ионов, давая слабый раствор щелочи.

Аммиак медленно реагирует с водой с образованием низкой концентрации гидроксид-ионов:

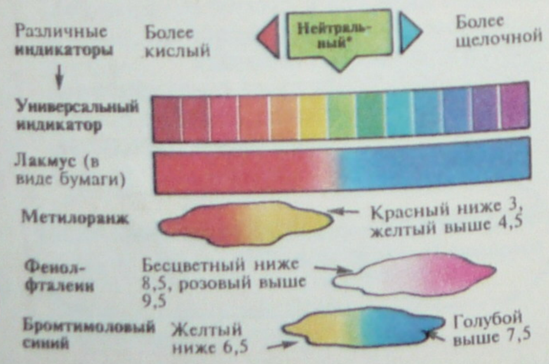


- **pH**. Величина, показывающая **концентрацию* ионов водорода** в растворе.

- **Индикатор**. Вещество, чей цвет зависит от **pH** раствора. Существуют как жидкие, так и твердые индикаторы.

- **Лакмус**. **Индикатор**, который показывает, является ли данный раствор кислым или щелочным. В кислотах синяя лакмусовая бумага краснеет, а в щелочах красная лакмусовая бумага синеет.

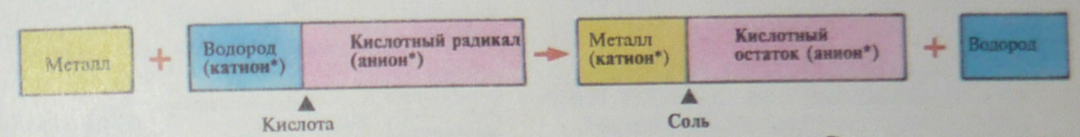
- **Универсальный индикатор**. **Индикатор** сделан в виде бумаги либо в виде раствора и показывает **pH** раствора по изменению цвета.



*Величина M, 25 (**Молярность**); **Ион гидроксония**, 36; **Ионизация**, 16; **Концентрация**, 25; **Моль**, 25; **Нейтральный**, 37.

Соли

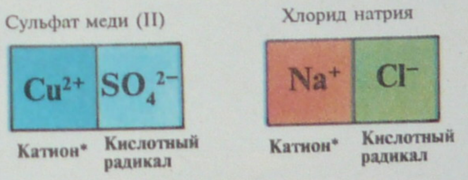
Все **соли** являются **ионными соединениями*** и содержат по крайней мере один **катион*** и один **анион*** (который называют **кислотным остатком**). Теоретически все они могут образовываться путем замещения одного или более ионов водорода кислоты на катион (один или более), например ион металла (см. ниже) или ион аммония. Соли широко применяются в быту и в промышленности.



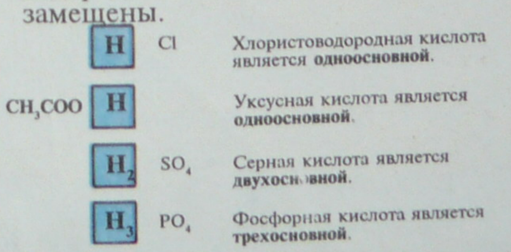
- **Кислотный остаток**. **Анион***, который остается после удаления ионов водорода от молекулы кислоты. Смотри таблицу ниже.

Кислота	Остаток	Название остатка
Хлористоводородная (соляная)	Cl^-	Хлорид
Серная	SO_4^{2-}	Сульфат
Сернистая	SO_3^{2-}	Сульфит
Азотная	NO_3^-	Нитрат
Азотистая	NO_2^-	Нитрит
Угольная	CO_3^{2-}	Карбонат
Уксусная	CH_3COO^-	Ацетат
Фосфорная	PO_4^{3-}	Фосфат

Название **остатка** переходит на название соли.

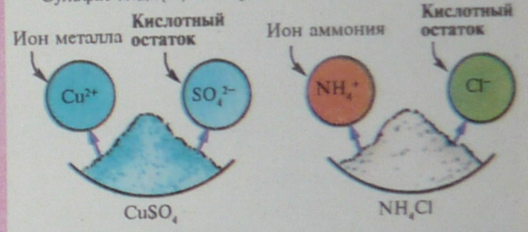


- **Основность**. Число ионов водорода в кислоте, которое можно заменить при образовании соли. Не все ионы водорода обязательно должны быть замещены.



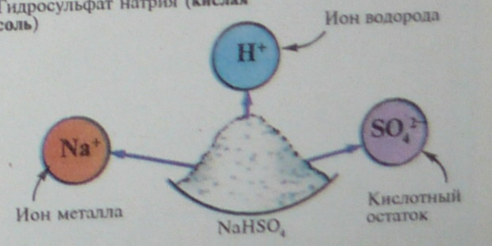
- **Нормальные соли**. Соли, содержащие только ионы металла (или ионы аммония) и **кислотный остаток**. Соль образуется, когда все ионы водорода замещены на ионы металла (или ионы аммония).

Сульфат меди(II) и хлорид аммония (**нормальные соли**)



- **Кислые соли**. Соли, содержащие ионы водорода, а также ионы металла (или ионы аммония) и **кислотный остаток**. Образуются, когда не все ионы водорода в кислоте замещены на ионы металла (или ионы аммония). Только кислоты с **основностью** два и более образуют кислые соли. Большинство кислых солей дают кислую реакцию, но некоторые образуют и щелочные растворы.

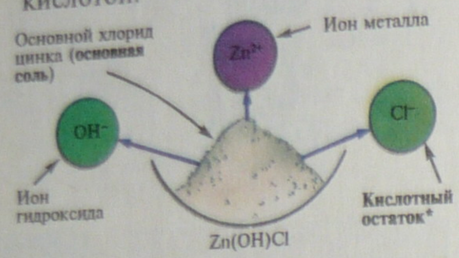
Гидросульфат натрия (**кислая соль**)



*Анион, Катион, 16; **Ионное соединение**, 17.

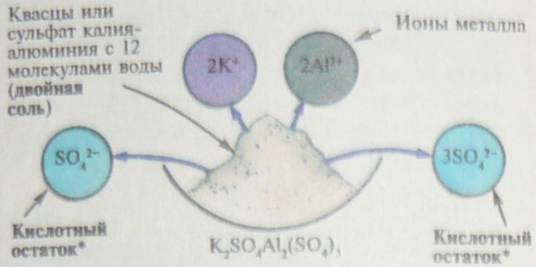
Соли (продолжение)

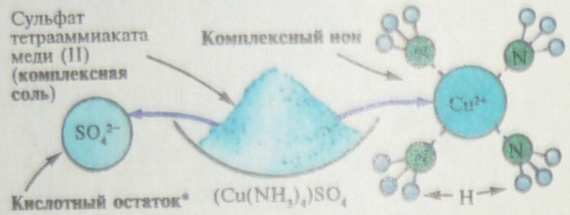
• **Основные соли**. Соли, содержащие оксид металла, или гидроксид, ионы металла и **кислотный остаток***. Они образуются, когда **основание*** не полностью **нейтрализовано*** кислотой.



• **Комплексная соль**. Соль, в которой есть **комплексный ион**. В состав этого иона входит центральный **катион***, связывающий (часто за счет **дативных ковалентных связей***) несколько небольших молекул (обычно **полярных молекул***) или ионов.

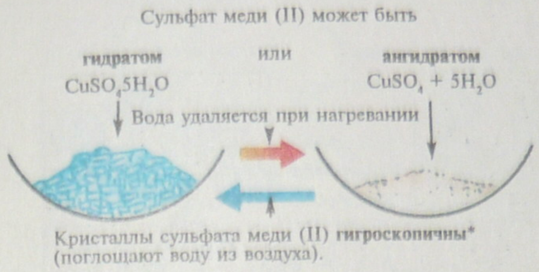
• **Двойная соль**. Когда раствор содержит смесь двух **нормальных солей***, могут образовываться двойные соли. Они содержат два различных **катиона*** (либо два различных иона металла, либо ион металла и ион аммония) и один или более **кислотных остатков***.





• **Гидраты**. Соли, которые содержат **кристаллизационную воду***. Соль превращается в **ангидрат** (безводную соль), если воду удалить.

• **Ангидраты** (безводные соли). Соли, которые не содержат **кристаллизационную воду***. Соли превращаются в **гидраты** при поглощении воды.

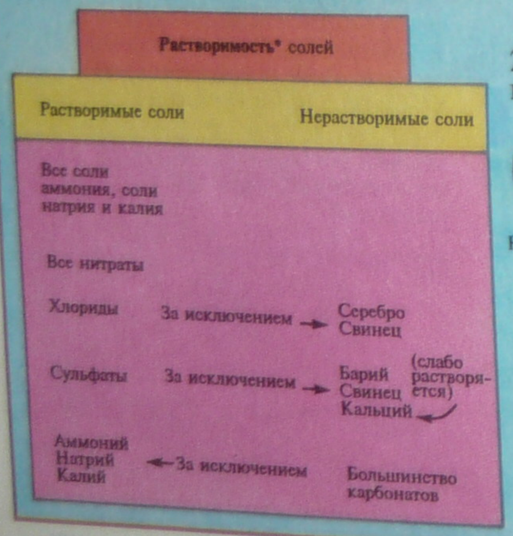


• **Дегидратация**. Удаление воды из вещества. При этом удаляются атомы водорода и кислорода в соотношении, дающем воду, либо удаляется непосредственно вода из **гидрата** с образованием **ангидрата**.

• **Гидролиз**. Реакция соли с водой. Ионы соли реагируют с молекулами воды, нарушая баланс водородных и гидроксидных ионов, при этом раствор становится либо кислым, либо щелочным. Соль, которая образуется по реакции между **слабой кислотой*** и **сильным основанием***, при растворении дает щелочной раствор. В случае взаимодействия **сильной кислоты*** со **слабым основанием*** образующаяся соль при растворении дает кислый раствор.

Получение солей

Соли можно получить несколькими способами, метод зависит от того, растворима или нерастворима в воде соль (см. ниже). Растворимые соли **кристаллизуются*** из раствора соли (способы получения которых представлены справа).
Нерастворимые соли выделяются в виде **осадка***.



Растворимые соли можно получать одним из перечисленных способов (с последующим выпариванием и **кристаллизацией***).

1. **Нейтрализация***, при которой кислота нейтрализуется щелочью.

$$2NaOH(водн.)+H_2SO_4(водн.)\rightarrow Na_2SO_4(водн.)+2H_2O(жидк.)$$

Гидроксид — Серная кислота — Сульфат натрия — Вода

Щелочь — Кислота — Соль — Вода

2. Действие кислоты на нерастворимый карбонат.

$$MgCO_3(тв.)+2HCl(водн.)\rightarrow MgCl_2(водн.)+H_2O(жидк.)+CO_2(газ)$$

Карбонат магния — Соляная кислота — Хлорид магния — Вода — Диоксид углерода

Нерастворимый карбонат — Кислота — Соль — Вода — Диоксид углерода

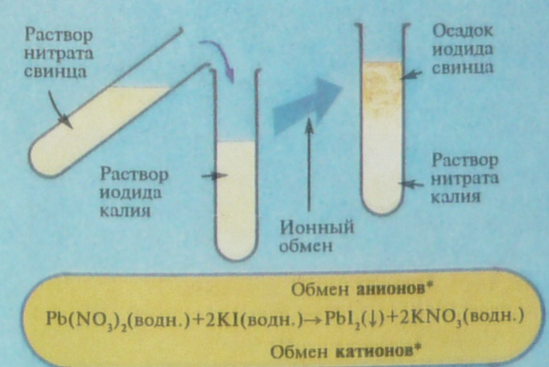
3. Действие кислоты на нерастворимое основание.

$$CuO(тв.)+H_2SO_4(водн.)\rightarrow CuSO_4(водн.)+H_2O(жидк.)$$

Окись меди (II) — Серная кислота — Сульфат меди (II) — Вода

Нерастворимое основание — Кислота — Соль — Вода

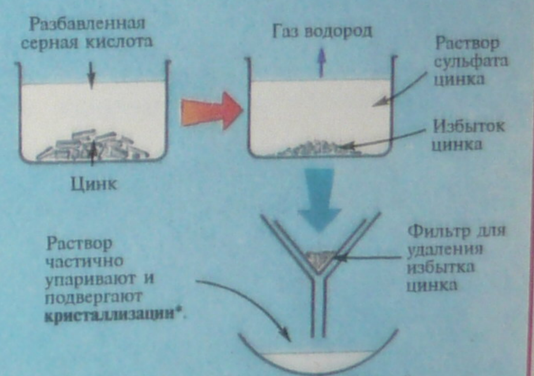
• **Реакция обмена**. Химическая реакция между растворами двух или более **ионных соединений***, в которой происходит обмен ионов. Одним из новых соединений обычно является нерастворимая соль, которая выпадает в **осадок***. Большинство нерастворимых солей и гидроксидов выделяют путем фильтрации и промывки осадка.



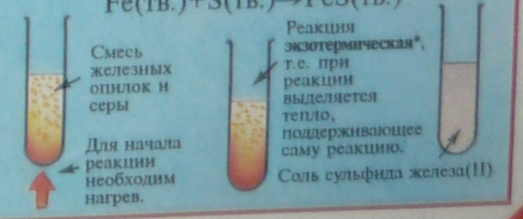
• **Прямой синтез**. Химическая реакция, в которой соль синтезирована из элементов. Этот метод используется для получения тех солей, которые реагируют с водой и, следовательно, не могут быть получены в растворе.

• **Прямое замещение**. Реакция, в которой весь водород или некоторая часть его в кислоте замещается другим элементом, обычно металлом. Эта реакция используется для приготовления растворимых солей, кроме солей натрия и калия, которые очень интенсивно реагируют с кислотой.

$$Zn(тв.)+H_2SO_4(водн.)\rightarrow ZnSO_4(водн.)+H_2(газ)$$



$$Fe(тв.)+S(тв.)\rightarrow FeS(тв.)$$

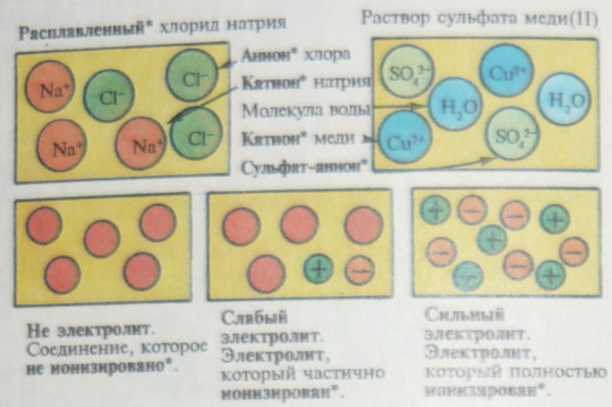


*Дативная ковалентная связь, 18; Катион, 16; Кислотный остаток, 39; Кристаллизация, 21; Нейтрализация, 37; Нормальная соль, 39; Осадок, 31; Основание, 37; Полярная молекула, 19; Растворимость, 31.

*Анион, Катион, 16; Гигроскопичный, 92; Ионное соединение, 17; Кристаллизационная вода, 21; Кристаллизация, 21; Обратимая реакция, 48; Осадок, 31; Сильная кислота, Сильное основание, 38; Слабое основание, Слабая кислота 38; Экзотермическая реакция, 33.

Электролиз

Электролиз — это химическая реакция, которая протекает, когда **электрический ток*** проходит через жидкость, содержащую ионы. Металлы и графит проводят электрический ток, так как имеют электроны, свободно передвигающиеся через **кристаллическую решетку***, а **расплавленные* ионные соединения*** или соединения, которые **ионизированы*** в растворе, проводят ток за счет движения ионов.

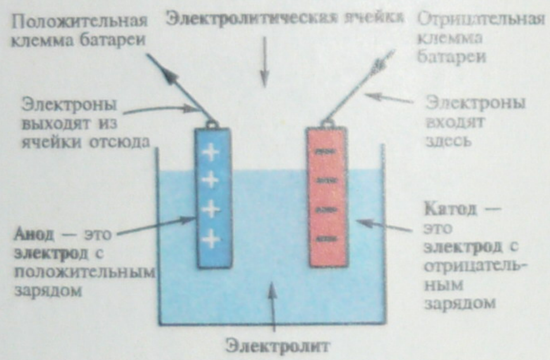


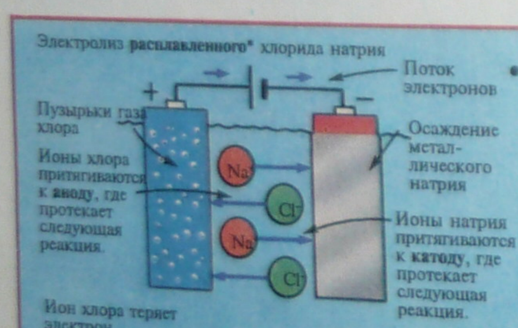
- **Электролиты**. Соединения, которые проводят электричество, находясь в **расплавленном*** состоянии или в **водном растворе***, и распадаются в результате электролиза. Все **ионные соединения*** являются электролитами. Они проводят электричество, так как, находясь в **расплаве*** или растворе, их ионы свободно передвигаются. **Катионы*** переносят положительные заряды, а **анионы*** — отрицательные. Число ионов определяет силу тока в электролите.

- **Электрод**. Металлический или графитовый стержень, помещенный в **электролит**, через который проходит **ток**. Имеются два электрода, **анод** и **катод**.

- **Инертный электрод**. **Электрод**, который не изменяется под действием электролиза, например, платина. Некоторые инертные электроды используются для выделения веществ.
- **Активный электрод**. **Электрод**, обычно металл, который при электролизе подвергается химическому изменению.

- **Электролитическая ячейка**. Сосуд, содержащий электролит (**расплав*** либо **водный раствор***) и электроды.

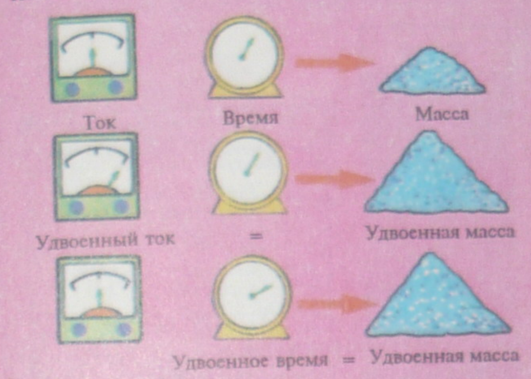




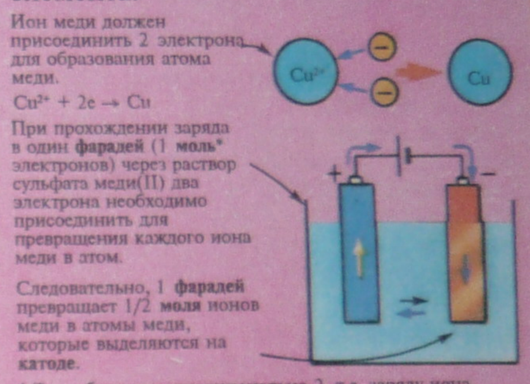
- **Ионная теория электролиза**. Теория, которая объясняет, что происходит в **электролитической ячейке**, когда она присоединена к источнику электрического тока. **Анионы*** в электролите притягиваются к **аноду** (см. **электрод**), где теряют электроны. **Катионы*** притягиваются к **катоду**, где приобретают электроны. Ионы, которые взаимодействуют с электродами, **разряжаются**. Электроны перетекают из анода к батарее и из батареи к катоду.

*Анион, 16; Водный раствор, 30; Ионизация, 16; Ионное соединение, 17; Катион, 16; Кристаллическая решетка, 22; Расплав, 6; Электрический ток, 45.

- **Первый закон электролиза Фарадея**. Масса вещества, полученного в результате химической реакции на **электродах** в результате электролиза, пропорциональна количеству электричества, прошедшего через **электролит**.



- **Второй закон электролиза Фарадея**. При прохождении одинакового количества электричества через различные **электролиты** число **молей*** каждого элемента, выделенного на **электродах**, обратно пропорционально заряду иона этого элемента.



Другие примеры:

1 фарадей (F) производит один моль* атомов натрия из ионов натрия (Na^+).	1 фарадей (F) производит 1/3 моля* атомов алюминия из его ионов (Al^{3+}).

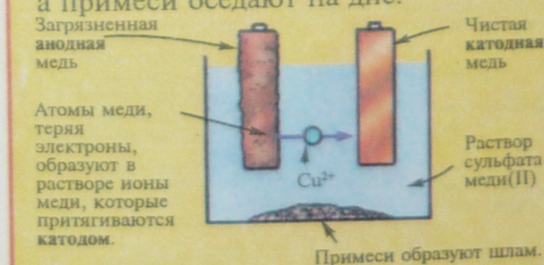
- **Кулонометр**. **Электролитическая ячейка**, используемая для измерения количества вещества, выделившегося в результате электролиза.

- **Кулон (Кл)**. Единица **СИ*** электрического заряда. Один кулон электричества проходит в цепи, если ток в один **ампер*** течет в течение секунды.

- **Фарадей (F)**. Единица электрического заряда, равная 965 000 **кулонов**. Фарадей содержит один **моль*** электронов и может превратить в атомы один моль однозарядных ионов.

Применение электролиза в промышленности

- **Электроочистка**. Метод получения чистых металлов с помощью электролиза. Только ионы металла переносятся с электрода на электрод, а примеси оседают на дне.



- **Электрометаллургия**. Процесс получения металлов из **расплава*** соли или окисла с помощью электролиза. Таким способом получают металлы, расположенные в верхней части **ряда активности*** (см. **алюминий**, с. 62, и **натрий**, с. 54).

- **Гальваностегия**. Покрытие металлического изделия тонким слоем другого металла. Изделие представляет собой **катод**, на котором осаждаются ионы металла **электролита**.

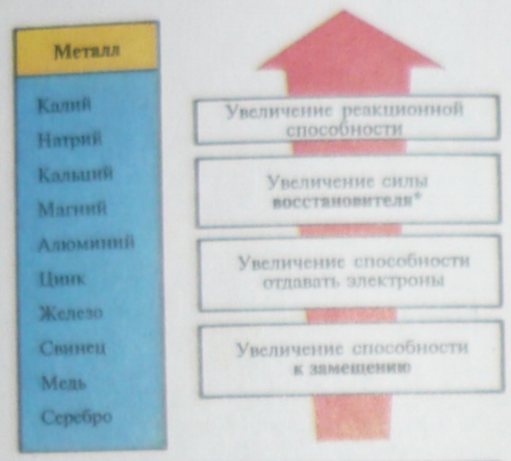
- **Анодирование**. Покрытие металлического изделия тонким слоем его окисла. При электролизе разбавленной серной кислоты ионы гидроксида **окисляются*** на металлическом аноде, образуют воду и кислород, который окисляет металл.

*Ампер, 112; Коррозия, 95; Моль, 25; Окисление, 34; Расплав, 6; Ряд активности, 44; СИ, 112.

Реакционная способность элементов

Реакционная способность элементов зависит от способности принимать или отдавать электроны, участвующие в образовании **связи** (см. с. 16–20). Большая реакционная способность элемента предопределяет легкое взаимодействие с другими элементами. Некоторые элементы очень активны, другие — очень неактивны. Это различие может быть использовано для получения электричества и защиты металлов от **коррозии***.

- **Ряд реакционной способности** или **ряд активности**. Порядок расположения элементов (обычно металлов) согласно их реакционной способности. Ряд создается путем сравнения реакций металлов с другими соединениями, например, с кислотами или кислородом (см. с. 97).
- **Замещение**. Реакция, в которой один элемент в соединении заменяется другим. Элемент будет замещать только тот элемент, который расположен ниже в **ряду активности**.



Цинк замещает медь из раствора сульфата меди (II).

$$CuSO_4(\text{водн.}) + Zn(\text{тв.}) \rightarrow ZnSO_4(\text{водн.}) + Cu(\text{тв.})$$

- **Полуячейка, полуэлемент**. Элемент, который находится в контакте с водой или **водным раствором*** одного из своих соединений. Атомы на поверхности образуют **катионы***, которые переходят в раствор, оставляя на поверхности электроны. Так как раствор имеет положительный заряд, а металл — отрицательный заряд, создается **разность потенциалов** между ними.
- **Электродный потенциал (E). Разность потенциалов в полуячейке**. Поскольку ее нельзя измерить прямо, ее измеряют относительно электродного потенциала другой полуячейки, обычно **водородного электрода** (см. диаграмму). Электродные потенциалы отражают способность элемента **ионизоваться** в **водном растворе*** и используются для составления **электрохимических рядов**.

*Величина М, 25(Молярность); Водный раствор, 30; Восстановитель, 34; Ионизация, 16; Катион, 16; Коррозия, 95; Паскаль, 112; Электрод, 42.

- **Электрохимический ряд**. Порядок расположения элементов согласно величинам их **электродного потенциала**. Элемент с наибольшим отрицательным электродным потенциалом помещен наверху. Положение элемента в ряду показывает, насколько легко он образует ионы в **водном растворе***, т.е. его реакционную способность.

- **Электрохимическая ячейка**. Состоит из двух **полуячеек** различных элементов. Полуячейка с более отрицательным электродным потенциалом образует **отрицательную клемму**, а другая образует **положительную клемму**. Когда они соединяются, ток течет между ними. Имеется два типа ячеек — **первичная ячейка**, которая не может быть перезаряжена, и **вторичная ячейка**, которую можно перезаряжать. **Батарея** — это определенное число соединенных ячеек.

ЭДС — разница между **электродными потенциалами** цинка и меди равна 1,1 вольт (В).

Автомобильная батарея содержит 6 **вторичных ячеек**, называемых **свинцово-кислотными аккумуляторами**.

- **Разность потенциалов** или **напряжение**. Разница в электрическом заряде между двумя точками, измеренная в **вольтах** (В) с помощью прибора — вольтметра. Если две точки с разными потенциалами соединить, то между ними потечет **ток**, сила которого пропорциональна разнице потенциалов.
- **Ток**. Поток заряженных частиц, электронов или ионов (отрицательных или положительных). Сила тока измеряется в **амперах*** (А) с помощью прибора — **амперметра**. Ток будет течь по цепи между двумя точками, если имеется **разность потенциалов** между ними.

- **Электродвижущая сила (ЭДС)**. Разница между **электродными потенциалами** в **электрохимической ячейке**. Это **разность потенциалов** между двумя клеммами ячейки.
- **Электрохимическая защита**. Также известна как катодная защита. Метод предохранения железа от **ржавчины*** созданием контакта с металлом, расположенным выше в **электрохимическом ряду**. Именно этот металл и корродирует.

Железная труба защищена алюминием.

Если железо отдает электроны кислороду, то алюминий отдает свои электроны железу.

Алюминий теряет электроны легче (он стоит выше в **электрохимическом ряду**).

Гальваническое покрытие металлом — это тоже способ защиты. См. с. 60.

*Ампер, 112; Величина М, 25(Молярность); Водный раствор, 30; Ржавчина, 95(Коррозия).

Скорость реакции

Время, за которое протекает химическая реакция, изменяется в широких пределах: от миллионной доли секунды до нескольких недель и даже лет. Можно заранее предсказать, как долго будет протекать та или иная реакция и как изменить ее скорость, меняя внешние условия. Эффективность многих промышленных процессов возрастает при увеличении **скорости реакции**, что достигается, например, повышением температуры, давления или применением катализатора.

- **Скорость реакции**. Характеристика быстроты протекания реакции. Может быть вычислена по темпу убывания реагентов или по темпу прироста продуктов. Выбор экспериментального метода измерения скорости реакции зависит от **физического состояния*** исходных реагентов и конечных продуктов. Данные таких экспериментов изображаются графически с помощью **кинетической кривой**. По ходу реакции ее скорость изменяется. Скорость в конкретный момент времени есть **мгновенная скорость**. Мгновенная скорость в начале реакции есть **начальная скорость**. **Средняя скорость** вычисляется путем деления общего количества образующегося продукта или прореагировавших реагентов на все время реакции.

- **Теория столкновений**. Объясняет влияние внешних условий на **скорость реакции**. Для того чтобы между двумя частицами произошла реакция, они должны столкнуться, и чем больше столкновений, тем выше скорость реакции. Однако только некоторые столкновения вызывают реакцию, так как не все частицы имеют достаточную энергию (см. **энергия активации**).

- **Фотохимические реакции**. Реакции, скорость которых зависит от интенсивности света, например, **фотосинтез***. Свет дает реагирующим частицам энергию и тем самым увеличивает **скорость реакции**.

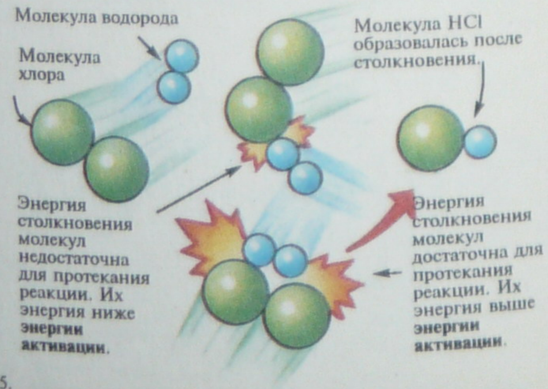
Фотохимическая реакция протекает в фотографии.

$$2AgCl(тв.) \rightarrow 2Ag(тв.) + Cl_2(газ)$$

Кристаллы серебра образуются на том месте пленки, куда попал свет.

- **Энергия активации** (E). Минимальная энергия, которой должны обладать частицы, чтобы при их столкновении произошла реакция (см. **теорию столкновений**). **Скорость реакции** зависит от количества реагирующих частиц, имеющих по крайней мере такую минимальную энергию. Во многих реакциях энергии теплового движения вполне достаточно и частицы реагируют сразу. В других случаях энергию необходимо дополнительно подвести, чтобы достичь энергии активации.

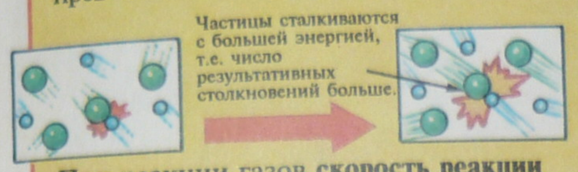
При трении выделяется тепло, которое дает частицам необходимую энергию.



*Концентрация,25; Физическое состояние,6; Фотосинтез,95.

Изменение скорости реакции

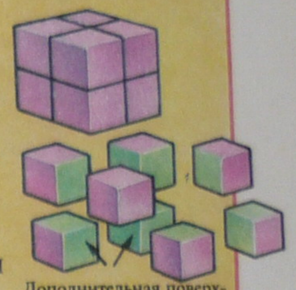
Скорость реакции растет при увеличении температуры. Тепловая энергия дает большинству частиц энергию, превосходящую **энергию активации**.



При реакции газов **скорость реакции** увеличивается с ростом давления. При увеличении давления растет температура газа и уменьшается его объем (т.е. увеличивается **концентрация***, см. также **газовые законы**, с. 28). Частицы сталкиваются чаще и с большей энергией.

Скорость реакции увеличивается с ростом **концентрации*** реагентов.

Скорость реакции растет, если площадь поверхности твердого реагента увеличивается. Реакция, в которой один реагент — твердое вещество, может протекать только на поверхности твердого вещества.



Дополнительная поверхность после разрушения

- **Катализатор**. Вещество, которое увеличивает скорость химической реакции, но само не изменяется в результате этой реакции. Такой процесс называется **каталитическим**. Катализаторы обеспечивают понижение **энергии активации**. Катализатор, используемый в реакции, обозначается над стрелкой в уравнении (см. с. 68). Катализатор, который увеличивает скорость одной реакции, может быть не эффективен в другой реакции.

Катализатор направляет химическую реакцию по новому, энергетически более выгодному пути.

- **Автокатализ**. Процесс, в котором один из продуктов реакции действует как **катализатор** для этой реакции.

- **Поверхностный катализатор**. **Катализатор**, который удерживает реагенты на своей поверхности, близко друг от друга, где они легко реагируют.

- **Промотор**. Вещество, которое увеличивает силу **катализатора** и тем самым повышает скорость реакции.

- **Ингибитор**. Вещество, которое замедляет реакцию. Некоторые ингибиторы понижают силу **катализатора**.

- **Фермент**. **Катализатор**, встречающийся в живых организмах, увеличивает **скорость реакции** в природных химических процессах.

- **Гомогенный катализатор**. **Катализатор**, который находится в том же **физическом состоянии***, что и реагенты.

- **Гетерогенный катализатор**. **Катализатор**, который находится в ином **физическом состоянии***, чем реагенты.

*Концентрация,25; Физическое состояние,6.

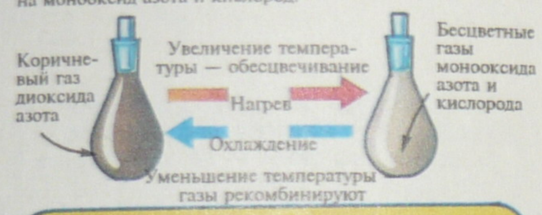
Обратимые реакции

Многие химические реакции продолжаются до тех пор, пока не израсходуется один или более реагентов, а продукты реакции не взаимодействуют друг с другом. Эти реакции называются **необратимые**. Другие реакции, однако, никогда не достигают этой стадии. Они называются **обратимыми**.

• **Обратимые реакции**. Химическая реакция, в которой продукты реагируют друг с другом, вновь образуя исходные реагенты. Две реакции протекают одновременно, и процесс не завершится полностью, если реакция протекает в **закрытой системе**. На определенной стадии достигается **химическое равновесие**.

• **Диссоциация**. Тип обратимой реакции, в которой соединение разделяется на составные части или элементы. **Термическая диссоциация** — это диссоциация, вызванная нагреванием (продукты образуются рекомбинацией при охлаждении). Диссоциацию нельзя смешивать с **разложением**, при котором соединение необратимо разрушается.

Диоксид азота подвергается **термической диссоциации** на монооксид азота и кислород.



$$2NO_2(\text{газ}) \rightleftharpoons 2NO(\text{газ}) + O_2(\text{газ})$$

• **Замкнутая система**. Система*, из которой не удаляются и в которую не поступают химические реагенты. Если продукты **обратимой реакции** удалять, например, в атмосферу, то обратная реакция не будет идти. Система, из которой химические соединения могут удаляться, называется **открытой системой**.

• **Равновесие**. Наложение двух движений в противоположные стороны с равной скоростью. **Химическое равновесие** — пример такой системы. Оно наблюдается, когда **прямая** и **обратная реакции** одновременно протекают с равной скоростью и тем самым друг друга компенсируют.

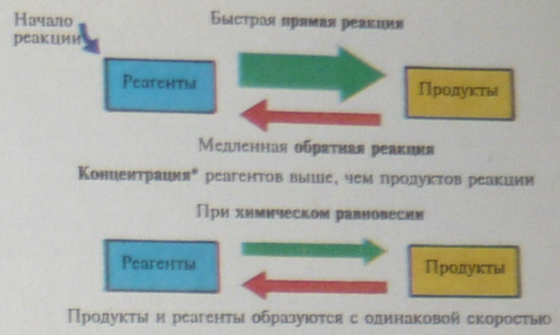
Человек идет по эскалатору вверх с той же скоростью, с какой эскалатор движется вниз, — это и есть **равновесие**.

• **Прямая реакция**. Реакция, в которой продукты образуются из исходных реагентов. В уравнении реакция идет слева направо.

• **Обратная реакция**. Реакция, в которой исходные компоненты служат продуктами реакции. Реакция в уравнении идет справа налево.

*Система, 115; Сублимация, 7.

• **Химическое равновесие**. Это состояние достигается в **обратимой реакции**, в **замкнутой системе**, когда протекают **прямая** и **обратная реакции** и скорости их равны. Их эффекты компенсируют друг друга, а **концентрации*** реагентов и продуктов реакции не меняются. Химическое равновесие — один из видов равновесия.



Смещение химического равновесия

Любые изменения условий реакции (температуры, **концентрации*** или давления) меняют скорость как **прямой**, так и **обратной реакции**, нарушая **химическое равновесие**. Оно со временем восстанавливается, но с другим соотношением реагентов и продуктов. В этом случае говорят о **смещении химического равновесия**.

Первое равновесное состояние

Реагенты ⇌ Продукты

Изменение условий в пользу **прямой реакции** — равновесие сдвигается вправо.

Образуется больше конечного продукта

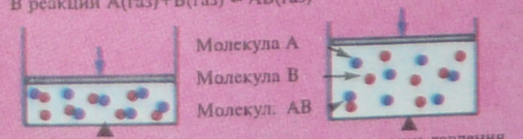
Изменение условий в пользу **обратной реакции** — равновесие сдвигается влево.

Образуется больше исходных реагентов

• **Принцип Ле Шателье**. Если в равновесной **системе*** произвести изменения, то система сама стремится уменьшить эффект, вызывающий такие изменения.

Изменяя давление участвующих в **обратимой реакции** газов, можно изменить равновесное состояние.

В реакции A(газ)+B(газ) ⇌ AB(газ)



При повышении давления равновесие сдвигается вправо, образуется больше AB, т.е. число молекул уменьшается, что приводит к понижению давления.

При понижении давления равновесие сдвигается влево, образуется больше A и B, т.е. число молекул увеличивается и давление повышается.

Изменение температуры также сдвигает равновесие **обратимой реакции**. Это зависит от того, является ли реакция **экзотермической*** или **эндотермической***. Обратимая реакция является экзотермической в одном направлении и эндотермической — в другом.

Аммиак синтезируют по **реакции Габера***

Экзотермическая реакция*

$$N_2(\text{газ}) + 3H_2(\text{газ}) \rightleftharpoons 2NH_3(\text{газ})$$

Азот, Водород — **Эндотермическая реакция*** — Аммиак

При повышении температуры скорость **эндотермической* обратной реакции** повышается. Образуется меньше аммиака, и равновесие сдвигается влево.

При понижении температуры скорость **экзотермической* прямой реакции** увеличивается, образуется больше аммиака — равновесие сдвигается вправо.

Изменение **концентрации*** реагентов или продуктов **обратимой реакции** также изменяет равновесное состояние.

Увеличение **концентрации*** реагентов увеличивает скорость **прямой реакции**

или

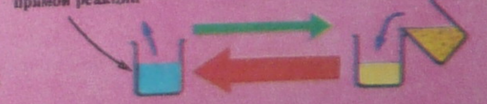
Понижение **концентрации** продуктов снижает скорость **обратной реакции**

Равновесие сдвигается вправо

Понижение **концентрации** реагентов приводит к уменьшению скорости **прямой реакции**

или

Повышение **концентрации** продуктов повышает скорость **обратной реакции**



Равновесие сдвигается влево

*Концентрация, 25; Реакция Габера, 66; Система, 115; Эндотермическая реакция, Экзотермическая реакция, 33.

Периодическая таблица

В течение XIX века многие химики старались расположить элементы в определенном порядке, который выявил бы взаимосвязь размера атомов с их свойствами и показывал повторяемость этих свойств. Наиболее успешная попытка была осуществлена в России Дмитрием Ивановичем Менделеевым в 1869 году. До сих пор его система является основой современной **периодической таблицы**.

Периодическая таблица

• **Периодическая таблица**. Расположение элементов в соответствии с их **атомными числами***. Как физические, так и химические свойства элементов и их соединений связаны с положением элемента в периодической таблице. Эта таблица подразделяется на **группы** и **периоды**. Расположение элементов начинается слева с периода 1, где расположен водород, и продолжается в порядке увеличения атомного числа слева направо (см. рис. справа).

• **Период**. Горизонтальный ряд элементов в **периодической таблице**. Имеется семь периодов. Период 1 имеет только два элемента — водород и гелий. Периоды 2 и 3 содержат каждый по восемь элементов и называются **короткими периодами**. Периоды 4,5,6 и 7 содержат 18 или 32 элемента. Они называются **длинными периодами**. При переходе от одного элемента к следующему элементу при движении слева направо вдоль периода увеличивается **атомное число*** элемента. Каждый последующий элемент имеет на один электрон больше на **внешней оболочке***. Все элементы одного периода имеют одинаковое число оболочек, и регулярное изменение в числе электронов при переходе от одного элемента к другому приводит к последовательному изменению химических свойств элементов вдоль периода. Пример такого изменения в свойствах указан ниже.

Электронная конфигурация* элементов **периода** 2

Все элементы имеют одинаковое **число оболочек***, но каждый последующий элемент при движении слева направо имеет на внешней орбитали на один электрон больше.

Сильные **восстановители*** ⟶ Слабые **восстановители** ⟶ Сильные **окислители***

Показано регулярное изменение способности элементов к **восстановлению*** и **окислению*** вдоль **периода** 2 (см. с. 52). Неон является исключением, он инертен, неактивен.

*Атомное число, 13; Окисление, Окислитель, Восстановление, Восстановитель, 34; Относительная атомная масса, 24; Химический символ, 8; Электронная конфигурация, Внешняя оболочка, 13.

• **Группа**. Вертикальная колонка элементов в **периодической таблице**. Все группы пронумерованы (кроме **переходных металлов***) римскими цифрами и некоторые имеют название. Элементы одной группы имеют одно и то же число электронов на **внешней оболочке*** и схожие свойства.

Группы с соответствующим названием

Номер группы	Название группы
Группа I	Щелочные металлы (см. с. 54—55).
Группа II	Щелочноземельные металлы (см. с. 56—57).
Группа VII	Галогены (см. с. 72—74)
Группа VIII или группа 0	Благородные газы (см. с. 75).

Цветные коды, используемые в таблице: Металлы · Металлоиды · Неметаллы

Переходные металлы (см. с. 58—61)

Внутренние ряды переходных металлов

Период	Группа I	Группа II	Группа III	Группа IV	Группа V	Группа VI	Группа VII	Группа VIII
1	1 H 1							2 He 4
2	3 Li 7	4 Be 9	5 B 11	6 C 12	7 N 14	8 O 16	9 F 19	10 Ne 20
3	11 Na 23	12 Mg 24	13 Al 27	14 Si 28	15 P 31	16 S 32	17 Cl 35,5	18 Ar 40
4	19 K 39	20 Ca 40	21 Sc 45	22 Ti 48	23 V 51	24 Cr 52	25 Mn 55	26 Fe 56
	27 Co 59	28 Ni 59	29 Cu 64	30 Zn 65	31 Ga 70	32 Ge 73	33 As 75	34 Se 79
	35 Br 80	36 Kr 84						
5	37 Rb 85	38 Sr 88	39 Y 89	40 Zr 91	41 Nb 93	42 Mo 96	43 Tc 99	44 Ru 101
	45 Rh 103	46 Pd 106	47 Ag 108	48 Cd 112	49 In 115	50 Sn 119	51 Sb 122	52 Te 128
	53 I 127	54 Xe 131						
6	55 Cs 133	56 Ba 137	57 La 139	58 Ce 140	59 Pr 141	60 Nd 144	61 Pm 147	62 Sm 150
	63 Eu 152	64 Gd 157	65 Tb 159	66 Dy 162	67 Ho 165	68 Er 167	69 Tm 169	70 Yb 173
	71 Lu 175	72 Hf 178,5	73 Ta 181	74 W 184	75 Re 186	76 Os 190	77 Ir 192	78 Pt 195
	79 Au 197	80 Hg 201	81 Tl 204	82 Pb 207	83 Bi 209	84 Po 210	85 At 210	86 Rn 222
7	87 Fr 223	88 Ra 226	89 Ac 227	90 Th 232	91 Pa 231	92 U 238	93 Np 237	94 Pu 242
	95 Am 243	96 Cm 247	97 Bk 249	98 Cf 251	99 Es 254	100 Fm 253	101 Md 256	102 No 253
	103 Lr 257							

Металлы и неметаллы

• **Металл** — элемент, обладающий характерными физическими свойствами, отличающими его от **неметалла**. Элементы в левой части **периода** имеют металлические свойства. При движении направо элементы постепенно теряют металлические свойства. Элементы, которые занимают промежуточное положение между металлами и неметаллами, называются **металлоидами**. Элементы, находящиеся справа от металлоидов, являются неметаллами.

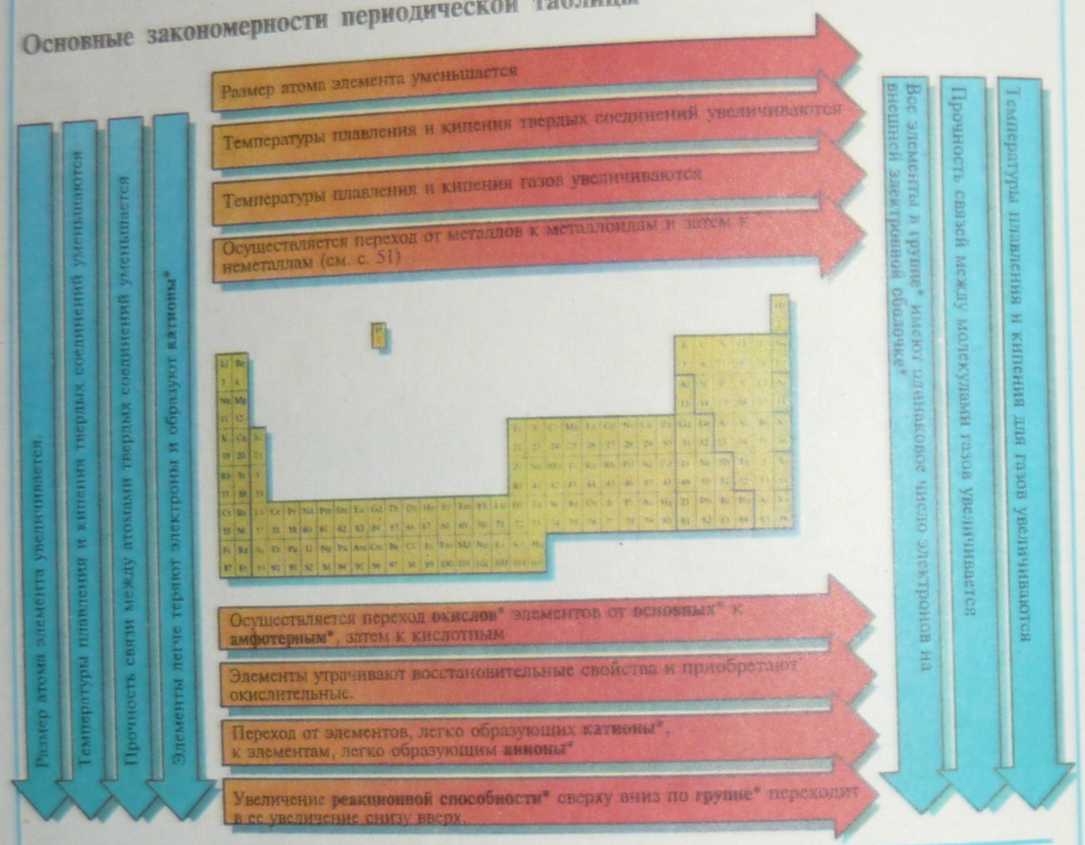
Свойства	Металл	Неметалл
Физическое состояние*	Твердые вещества (за исключением ртути)	Твердые, жидкие или газообразные (только бром — жидкость)
Внешний вид	Блестящий	В основном не блестящие (йод — исключение)
Проводимость*	Хорошая	Плохая (исключая графит)
Пластичность*	Хорошая	Плохая
Температура плавления	Обычно высокая	Обычно низкая
Температура кипения	Обычно высокая	Обычно низкая

*Внешняя оболочка, 13; Переходные металлы, 58; Пластичность, 115; Проводимость, 115; Физическое состояние, 6.

Неорганическая химия

Неорганическая химия включает изучение всех элементов и их соединений, за исключением соединений, содержащих цепочки углеродных атомов (см. **органическая химия**, с. 76—91). Свойства и реакции элементов и их соединений подчиняются определенным закономерностям, что отражено в периодической таблице. Зная положение элементов в **группах*** и **периодах***, можно предсказать их свойства.

Основные закономерности периодической таблицы



Предсказание свойств

По разделу неорганической химии этой книги описание каждой **группы*** элементов начинается с введения и таблицы, суммирующей некоторые свойства элементов в группе. В синих квадратах содержится информация о тенденциях изменения свойств в группе. Затем дается информация о наиболее характерных элементах группы. Сведения о других членах группы могут быть получены из анализа тенденций изменения **реакционной способности*** элементов.

Следующий пример показывает, как предсказать **реакционную способность*** цезия по отношению к холодной воде. Цезий находится в I группе (см. с. 54—55).

1. Из таблицы видно, что активность элементов I группы увеличивается сверху вниз в группе.

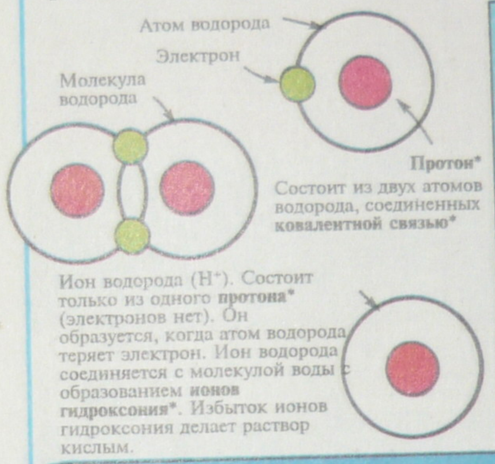
2. Из свойств лития, натрия и калия следует, что все три элемента реагируют с водой с возрастающей силой сверху вниз в группе: литий реагирует мягко, натрий — сильнее, калий реагирует очень бурно.

Можно предсказать, что цезий, расположенный ниже калия в группе, будет реагировать с водой чрезвычайно бурно.

*Амфотерный, 37; Анион, 16; Внешняя электронная оболочка, 13; Восстановитель, 34; Группа, 51; Катион, 16; Окиси, 69; Окислитель, 34; Основные, 37 (Основание); Период, 50; Реакционная способность, 44.

Водород

Водород (H) с атомным номером* 1 — самый первый и самый легкий элемент в периодической таблице, он наиболее распространен во Вселенной. При обычных условиях это **двухатомный*** газ (H_2), не имеющий запаха и легковоспламеняющийся. На Земле он присутствует только в виде соединений. Он может быть получен по реакции природного газа и пара при высоких температурах или по реакции **водяного газа*** и пара под действием **катализатора***. Водород — **восстановитель***, горит на воздухе светло-синим пламенем и при нагревании реагирует со многими веществами — например, с натрием он образует **гидрид** натрия (соединения водорода с другими элементами называются **гидридами**). Водород используется, например, для производства маргарина (см. **гидрогенизация**, с. 79) и аммиака (см. **процесс Габера**, с. 66), а также в качестве ракетного топлива. Смотри также с. 103 и 105.



- **Вода** (H_2O). Окись водорода и одно из наиболее распространенных соединений на Земле. Эта жидкость без цвета, запаха, замерзает при 0°C, кипит при 100°C, ее плотность 1 г см$^{-3}$ при 4°C, она является лучшим из известных растворителей. Вода состоит из **полярных молекул***, связанных **водородной связью***, и образуется, когда водород сгорает в кислороде. Смотри также с. 92 и 104.

Лед (замерзшая вода) плавает на поверхности жидкой воды, будучи менее плотным (см. также с. 92).

Водород реагирует с натрием с образованием гидрида натрия

$$2Na\ (тв.) + H_2\ (газ) \rightarrow 2NaH\ (тв.)$$

Натрий — Водород — Гидрид натрия

Водород — **восстановитель***

$$CuO\ (тв.) + H_2 (газ) \rightarrow Cu\ (тв.) + H_2O\ (жидк.)$$

Окись меди (II) — Водород — Медь — Вода

- **Гидроксид.** Соединение, состоящее из **гидроксид-иона** (OH^-) и **катиона***. Растворы, содержащие больше OH^- ионов, чем H^+ ионов, являются щелочными. Многие гидроксиды нерастворимы в воде, например, гидроксид свинца (II) ($Pb(OH)_2$). Однако гидроксиды I группы элементов и некоторые другие являются водорастворимыми.

- **Дейтерий** (D или ^2_1H). **Изотоп*** водорода с одним **протоном*** и одним **нейтроном***. Он составляет 0,0156% природного водорода. Молекулы воды, содержащие дейтерий, называются окисью дейтерия (D_2O), или тяжелой водой. **Тяжелая вода** используется в ядерных реакторах для замедления движения нейтронов.

- **Перекись водорода** (H_2O_2). Густая жидкость. Это окись водорода и сильный **окислитель**. В водном растворе используется для дезинфекции и отбеливания.

- **Тритий** (T или ^3_1H). **Изотоп*** водорода с одним **протоном*** и двумя **нейтронами***. Он производится в ядерных реакторах. Тритий **радиоактивен**, испускает **бета-частицы** (см. с. 14—15).

Тритиевая вода содержит некоторые молекулы воды, в которых атом водорода замещен **тритием**. Она используется врачами, чтобы помочь определить, сколько жидкости прошло «сквозь» пациента.

*Атомный номер, 13; Водяной газ, 65; Водородная связь, 20; Восстановитель, 34; Двухатомный, 10; Изотоп, 13; Ион гидроксония, 36; Катализатор, 47; Катион, 16; Ковалентная связь, 18; Окислитель, 34; Полярная молекула, 19; Протон, Нейтрон, 12.

I группа, щелочные металлы

Элементы **I группы** периодической таблицы называются **щелочными металлами**, так как они реагируют с водой с образованием щелочных растворов. У них похожие химические и физические свойства, некоторые из которых приведены в таблице.

Некоторые свойства элементов I группы

Название элемента	Химический символ	Относительная атомная масса*	Электронная конфигурация*	Реакционная способность	Внешние признаки	Применение
Литий	Li	6,94	2,1	УСИЛИВАЕТСЯ ↓	Серебристо-белый металл	См. ниже
Натрий	Na	22,99	2,8,1		Мягкий серебристо-белый металл	См. ниже
Калий	K	39,10	2,8,8,1		Мягкий серебристо-белый металл	См. с. 55
Рубидий	Rb	85,47	Сложная конфигурация, но на внешнем электронном слое — один электрон.		Мягкий серебристо-белый металл	Для производства особого стекла
Цезий	Cs	132,90			Мягкий металл с золотистым блеском	В фотоэлементах* и как катализатор*
Франций	Fr	Неизвестен стабильный изотоп*				

У атомов элементов I группы на внешнем **электронном слое*** находится один электрон, следовательно, они сильные **восстановители***, поскольку этот электрон легко отдается в ходе реакции. Получающийся ион имеет заряд +1 и является более стабильным, поскольку его внешний электронный слой имеет завершенную структуру (см. **октет**, с. 13). Все элементы I группы участвуют в реакциях подобным образом с образованием **ионных соединений***.

В направлении сверху вниз в группе реакция элемента с водой становится все более энергичной. Первые три покрываются пленкой окисла на воздухе, а **рубидий** и **цезий** возгораются. Все эти вещества хранятся под слоем керосина из-за своей высокой реакционной способности.

Эти две страницы содержат более подробную информацию о **литии**, **натрии**, **калии** и их соединениях. Это типичные элементы I группы.

- **Литий (Li)**. Наименее реакционноспособный элемент I группы периодической таблицы и самый легкий твердый элемент. Литий — редкий элемент и присутствует на Земле лишь в немногих минералах, из которых его извлекают **электролизом***. Он горит на воздухе ярко-розовым пламенем. Кусочек лития, помещенный в воду, скользит по ее поверхности с легким шипением.

$$2Li(\text{тв.}) + 2H_2O(\text{жидк.}) \rightarrow 2LiOH(\text{водн.}) + H_2(\text{газ})$$

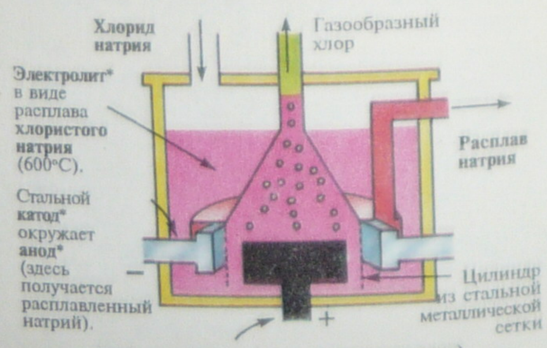
Литий — Вода — Гидроксид лития — Водород

После реакции раствор становится сильнощелочным благодаря образованию **гидроксида лития**.

Литий энергично реагирует с хлором с образованием **хлорида лития (LiCl)**, который используется в сварочных флюсах и воздушных кондиционерах.

- **Натрий (Na)**. Элемент I группы периодической таблицы, существует в виде разнообразных соединений. В природе распространен, главным образом, в виде **каменной соли** (содержащей **хлористый натрий**, см. также **калий**). Его получают из расплава хлористого натрия **электролизом***, используя **камеру Дауна**. Натрий горит на воздухе оранжевым пламенем и бурно реагирует с неметаллами и водой (см. уравнение для **лития**, замени Li на Na). Его применяют в натриевых матовых лампах и в качестве теплоносителя в ядерных реакторах.

Камера Дауна. Используется для извлечения **натрия** из расплава **хлористого натрия электролизом***.



Графитовый анод (здесь получается хлор)

*Анод, 42 (Электрод); Восстановитель, 34; Изотоп, Внешний электронный слой, 13; Ионные соединения, 17; Катализатор, 47; Катод, 42 (Электрод); Относительная атомная масса, 24; Фотоэлемент, 115; Электролиз, Электролит, 42; Электронная конфигурация, 13.

- **Гидроксид натрия (NaOH)**, или **каустическая сода.** Это белое **гигроскопичное*** вещество, хорошо растворимое в воде, которое получают **электролизом*** соляного раствора. Гидроксид натрия — **сильное основание***, которое реагирует с кислотами с образованием **солей*** натрия и воды. Его используют в производстве мыла и бумаги.
- **Карбонат натрия (Na_2CO_3).** Белое твердое вещество, которое растворяется в воде с образованием щелочного раствора. Его **гидрат — сода для стирки ($Na_2CO_3 \cdot 10\ H_2O$**; см. также с. 93). Это белые **выветривающиеся*** кристаллы. Получают карбонат натрия при взаимодействии аммиака, воды и **хлорида натрия** с двуокисью углерода **по методу Сольве**.

Сода применяется в производстве стекла, мыла, а также как вещество, снижающее **жесткость воды***.

- **Гидрокарбонат натрия ($NaHCO_3$).** Называется также бикарбонатом натрия, **питьевой,** или **пищевой, содой**. Белое твердое вещество, получаемое по **методу Сольве** (см. **карбонат натрия**). В воде образует слабощелочной раствор.

Гидрокарбонат натрия используется при выпечке мучных изделий. При его нагревании образуется газообразная двуокись углерода, которая разрыхляет тесто. Это вещество применяется также как **нейтрализующий агент*** для облегчения пищеварения.

$$2NaHCO_3(\text{тв.}) \rightarrow Na_2CO_3(\text{тв.}) + H_2O(\text{жидк.}) + CO_2(\text{газ})$$

Гидрокарбонат натрия — Карбонат натрия — Вода — Двуокись углерода

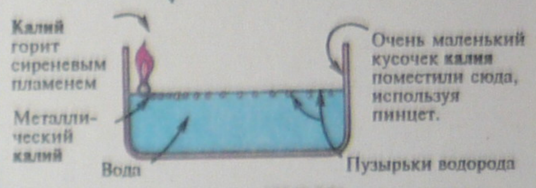
- **Хлористый натрий (NaCl)** или **соль**. Белое твердое вещество, содержится в морской воде и **каменной соли** (см. **натрий**). Он образует солевые растворы при растворении в воде, и его используют в производстве **гидроксида натрия** и **карбоната натрия**.

Хлористый натрий используется для консервирования и придания вкуса пище.

- **Нитрат натрия ($NaNO_3$)**, или **натриевая селитра**. Белое твердое вещество, используется в качестве удобрения и как консервант мясных продуктов.

- **Калий (K)**. Элемент I группы периодической таблицы. Соединения калия содержатся в морской воде, **каменной соли** (содержащей **хлорид калия**, см. также **натрий**). Калий извлекают из расплава хлорида калия **электролизом***. Это очень реакционноспособное вещество, бурно реагирующее с хлором и водой (см. уравнение для **Li** и замени Li на K). Он не слишком широко применяется, но несколько его соединений по-настоящему важны.

Калий взаимодействует с водой. Он с шипением быстро скользит по поверхности воды, образуя при этом столько тепла, что выделяющийся водород воспламеняется.



- **Гидроокись калия (KOH)** или **едкое кали**. Белое **гигроскопичное*** твердое вещество. **Сильное основание,** которое реагирует с кислотами с образованием **соли*** калия и воды. Используется в производстве туалетного мыла (см. с. 88).

- **Карбонат калия (K_2CO_3).** Белое твердое вещество, очень хорошо растворяется в воде с образованием щелочного раствора. Он используется в производстве стекла, красителей и мыла.
- **Хлорид калия (KCl)**. Белое водорастворимое твердое вещество. Большие количества его содержатся в морской воде и **каменной соли** (см. **калий**). Он используется как удобрение и для производства **гидроксида калия**.
- **Нитрат калия (KNO_3)**, калийная селитра. Белое твердое вещество, которое растворяется в воде с образованием **нейтрального*** раствора.

Нитрат калия используется:

- **Сульфат калия (K_2SO_4).** Белое твердое вещество, образующее **нейтральный*** раствор в воде. Имеет важное значение для производства удобрений.

*Гигроскопичный (Расплывающийся), Выветривающийся, 92; Гидраты, 41; Жесткость воды, 93; Нейтрализующий агент, 114; Нейтральный, 37; Сильное основание, 38; Соли, 39; Электролиз, 42.

II группа, щелочноземельные металлы

Элементы **II группы** периодической таблицы называются **щелочноземельными металлами**. Физические свойства элементов II группы изменяются особым образом, и, за исключением **бериллия**, у них сходные химические свойства. Они очень реакционноспособны, хотя и в меньшей степени, чем элементы I группы. В таблице ниже представлены их свойства.

Некоторые свойства элементов II группы

Название элемента	Химический символ	Относительная атомная масса*	Электронная конфигурация*	Реакционная способность	Внешние признаки	Применение
Бериллий	Be	9,01	2,2	УСИЛИВАЕТСЯ ↓	Твердый белый металл	В электротехнике, антикоррозионная добавка в сплавах*
Магний	Mg	24,31	2,8,2		Серебристо-белый металл	См. ниже
Кальций	Ca	40,31	2,8,8,2		Мягкий серебристо-белый металл	См. ниже
Стронций	Sr	87,62	Конфигурация сложная, на внешнем электронном слое 2 электрона		Мягкий серебристо-белый металл	В производстве фейерверков
Барий	Ba	137,34			Мягкий серебристо-белый металл	В производстве фейерверков в медицине
Радий	Ra	Редкий радиоактивный* металл			Мягкий серебристо-белый металл	[illegible]

Атомы элементов II группы имеют два электрона на **внешней электронной оболочке***, следовательно, эти элементы являются хорошими **восстановителями***, поскольку эти электроны легко отдаются в ходе реакции. Образующиеся ионы имеют заряд +2 и являются более стабильными, так как структура их внешнего электронного слоя завершена (см. **октет**, с.13). Все элементы этой группы участвуют в реакциях с образованием **ионных соединений***, хотя некоторые соединения **бериллия** имеют **ковалентные*** свойства.

При движении по группе сверху вниз элементы реагируют с водой и кислородом все более и более энергично (см. **магний**, **кальций**). Все они **тускнеют*** (окисляются) на воздухе, а **барий** реагирует так бурно с водой и кислородом, что его хранят под слоем керосина.

Эти две страницы содержат более подробную информацию о **магнии**, **кальции** и их соединениях. Эти металлы — типичные для элементов II группы.

- **Магний** (**Mg**). Элемент II группы периодической таблицы. Он встречается в природе только в виде соединений, главным образом, в виде **доломита** ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$ — минерала, содержащего **карбонаты магния** и **кальция**) или **хлорида магния** ($MgCl_2$), содержащегося в морской воде. Магний получают **электролизом*** расплава хлорида магния. Он горит на воздухе ярким белым пламенем.

$$Mg(\text{тв.}) + Cl_2(\text{газ}) \rightarrow MgCl_2(\text{тв.})$$

Магний, Хлор, Хлорид магния

Магний бурно горит в хлоре (см. выше), слабо взаимодействует с холодной водой и активно реагирует с паром (см. ниже).

$$Mg(\text{тв.}) + H_2O(\text{газ}) \rightarrow MgO(\text{тв.}) + H_2(\text{газ})$$

Магний, Пар, Окись магния, Водород

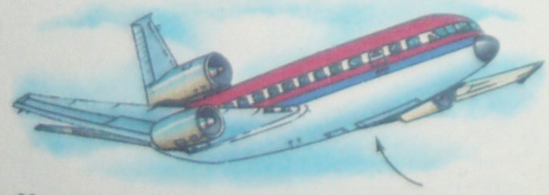
$$2Mg(\text{тв.}) + O_2(\text{газ}) \rightarrow 2MgO(\text{тв.})$$

Магний, Кислород, Окись магния

Магний реагирует с разбавленными кислотами:

$$Mg(\text{тв.}) + 2HCl(\text{водн.}) \rightarrow MgCl_2(\text{водн.}) + H_2(\text{газ})$$

Магний, Соляная кислота, Хлорид магния, Водород



Магний используется в производстве **сплавов***, например, в самолетостроении. Он необходим для процесса **фотосинтеза***, протекающего в растениях (он содержится в **хлорофилле** — пигменте листьев, которые поглощают световую энергию).

*Восстановитель,34; Изотоп, Внешняя электронная оболочка,13; Ионное соединение,17; Ковалентные соединения,18; Относительная атомная масса,25; Радиоактивность,14; Сплав,115; Тусклость,115; Фотосинтез,95; Электролиз,42; Электронная конфигурация,13.

- **Гидроксид магния** ($Mg(OH)_2$). Белое твердое вещество, малорастворимое в воде. Это **основание***, и, следовательно, оно **нейтрализует*** кислоты.

Гидроксид магния применяется как **нейтрализующее средство** при желудочных расстройствах.

- **Сульфат магния** ($MgSO_4$). Белое твердое вещество, используется в медицине как слабительное средство, применяется также в кожевенной промышленности и производстве огнеупорных материалов.

- **Окись магния** (**MgO**). Белое твердое вещество, малорастворимое в воде. Это **основание***, образующее **соли*** магния при взаимодействии с кислотами. Оно имеет очень высокую температуру плавления и применяется как огнеупорное покрытие.

Окись магния добавляется в какао-порошок для предотвращения слипания частиц.

$$MgO(\text{тв.}) + 2HCl(\text{водн.}) \rightarrow MgCl_2(\text{водн.}) + H_2O(\text{жидк.})$$

Окись магния, Соляная кислота, Хлорид магния, Вода

- **Кальций** (**Ca**). Элемент II группы периодической таблицы. В природе существует в виде разнообразных соединений: он содержится в земной коре, молоке и костях. Кальций извлекают из его соединений **электролизом***. Он горит в кислороде красным пламенем и активно реагирует с разбавленными кислотами (см. уравнение для магния). Кальций используется в производстве высококачественной стали и урана.

- **Гидроксид кальция** ($Ca(OH)_2$) или **гашеная известь**. Это белое твердое вещество, слабо растворяется в воде с образованием **известковой воды**. Это слабая щелочь, ее используют для обнаружения двуокиси углерода (см. с. 105). Гидроксид кальция применяется в строительных растворах и для устранения избыточной кислотности почв.

- **Сульфат кальция**. Белое твердое вещество, существует как в виде безводного сульфата кальция ($CaSO_4$), так и в виде гипса ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$). После нагревания гипс превращается в обезвоженный порошок, который используется для изготовления гипсовых слепков и повязок.

Сульфат кальция используется:

- **Окись кальция** (**CaO**) или **негашеная известь**. Белое твердое вещество. Это **основание***, которое получают при нагревании карбоната кальция в печи для обжига.

$$CaCO_3(\text{тв.}) \rightleftharpoons CaO(\text{тв.}) + CO_2(\text{газ})$$

Карбонат кальция, Окись кальция, Двуокись углерода

Окись кальция, карбонат кальция и гидроокись кальция используются для устранения избыточной кислотности почв.

- **Карбонат кальция** ($CaCO_3$). Белое нерастворимое твердое вещество, существует в виде **известняка**, **мела**, **мрамора** и **кальцита**. Он растворяется в разбавленных кислотах.

Известняковые породы вымываются, потому что дождевая вода, содержащая растворенную двуокись углерода, взаимодействует с известняком с образованием **гидрокарбоната кальция**, который слаборастворим в воде.

$$CaCO_3(\text{тв.}) + H_2O(\text{жидк.}) + CO_2(\text{газ}) \rightarrow Ca(HCO_3)_2(\text{водн.})$$

Карбонат кальция, Вода, Двуокись углерода, Гидрокарбонат кальция

Гидрокарбонат кальция образуется, когда известняк растворяется в воде, при этом у воды появляется временная **жесткость***

Карбонат кальция используется для получения **оксида кальция**, применяемого в производстве цемента и других строительных материалов.

- **Хлорид кальция** ($CaCl_2$). Белое **растворяющееся***, водорастворимое твердое соединение, используемое как **осушающий агент***.

*Временная жесткость,93; Нейтрализация,37; Нейтрализующий агент,114; Основание,37; Осушающий агент,114; Растворяющийся,92; Соли,39; Электролиз,42.

Переходные металлы

Переходные металлы объединяются рядом общих свойств — они твердые, прочные, блестящие, **ковкие***. Они **проводят*** тепло и электричество, у них высокие температуры плавления и кипения, достаточно большая плотность. Переходные металлы часто образуют **комплексные ионы***, окрашенные в растворе. Их ионы могут иметь различные заряды — например, Fe^{2+} и Fe^{3+}.

Переходные металлы широко используются; некоторые примеры их применения приведены ниже. Более подробная информация о железе, меди и цинке дана на с. 60—61. Элементы **внутренних рядов переходных металлов** (см. с. 51) не представлены ниже, поскольку они очень редко встречаются и часто нестабильны.

- **Ванадий**. Редкий твердый, белый металл, который используется для увеличения прочности и твердости стальных **сплавов***, например, тех марок, из которых изготовляют инструменты. **Пятиокись ванадия** — **катализатор***, используемый в **контактном способе*** производства серной кислоты.

- **Хром**. Твердый, белый металл, содержится в **железо-хромовой руде**. Используется как антикоррозионное покрытие на стальных предметах и в высококачественных сталях.

Хромирование необходимо при изготовлении деталей автомобилей, велосипедных рулей, ножей.

- **Марганец**. Твердый, хрупкий красновато-белый металл. Он содержится в минерале **пиролюзите** (MnO_2) и используется во многих **сплавах***, таких, как сталь и бронза.

- **Титан**. Металл, используемый для получения прочных, легких, нержавеющих **сплавов*** с высокой температурой плавления — например, при создании крыльев самолета, в искусственных протезах, сердечных клапанах, для изготовления клюшек для гольфа и ювелирных изделий.

- **Скандий**. Очень редкий металл.

- **Иттрий**. Металл, используемый в кристаллах для лазеров и как добавка к алюминию в высоковольтных линиях электропередач для увеличения **проводимости***.

- **Цирконий**. Редкий металл, используемый в **сплавах***, **абразивах***, жароупорных материалах и как поглотитель **нейтронов*** в ядерных реакторах.

- **Лантан**. Подобен по свойствам алюминию, один из элементов семейства **лантаноидов** (**атомные номера*** 57—71). Оптические стекла содержат **оксид лантана** (La_2O_3).

- **Гафний**. Металл, используемый для поглощения **нейтронов*** в **регулирующих стержнях*** ядерных реакторов и в **сплавах*** для изготовления режущих инструментов.

- **Тантал**. Редкий светло-серый металл, используемый для изготовления нитей накаливания в электрических лампах и в **сплавах***.

Тантал используется также в хирургии для замены частей тела, например, в черепных пластинках, и для изготовления проволоки, соединяющей концы нервов.

- **Ниобий**. Редкий серый металл. Небольшие количества его используют для получения высококачественных сталей, не ржавеющих при высоких температурах. Его **сплавы*** применяют при изготовлении деталей ракет и реактивных двигателей.

- **Молибден**. Твердый, белый металл, используемый в **сплавах***, например в особой стали. Он используется для изготовления шарикоподшипников и нитей в лампах накаливания.

- **Вольфрам**. Твердый серый металл, стоек к коррозии. Он используется в **сплавах***, для изготовления инструментов и нитей ламп накаливания.

- **Рений**. Твердый, тяжелый, серый металл, используемый при изготовлении термопар и в качестве **катализаторов***. Он используется для получения **бензина*** с высоким **октановым числом*** и не содержащего свинца. **Сплавы*** рения и **вольфрама** используются в лампах-вспышках.

Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg

- **Технеций**. Металл, который существует только в виде нестабильного **изотопа***, получаемого при **распаде*** урана. Он используется в медицине для локализации опухолей.

Железо. См. с. 60

- **Кобальт**. Твердый, серебристо-белый металл, обладающий магнитными свойствами, существует в природе в виде соединений с серой и мышьяком. Используется в **сплавах***, например, с **железом** для получения магнитов. Его **радиоизотоп*** применяют для обработки опухолей. **Хлорид кобальта (II)** ($CoCl_2$) используется для теста на воду (см. с. 104).

Кобальт придает синий оттенок изделиям из стекла и керамики.

Медь. См. с. 61.

Цинк. См. с. 61.

- **Родий**. Твердый, серебристо-белый металл, часто обнаруживается вместе с **платиной**. Он используется в качестве **катализатора***, в **сплавах*** и в тонких пленках для получения высококачественных зеркал.

- **Никель**. Металл, обладающий магнитными свойствами, в природе существует в виде **сульфида никеля** (NiS). Используется в качестве **катализатора***, в **сплавах***, в **гальваностегии*** и при изготовлении аккумуляторов.

Сплавы* никеля используются в производстве монет и высококачественной нержавеющей стали.

- **Кадмий**. Мягкий, серебристо-белый металл, встречается вместе с **цинком** и используется для получения **сплавов*** с низкой температурой плавления. Он используется для изготовления **регулирующих стержней*** в ядерных реакторах, а также в никель-кадмиевых аккумуляторах. Кадмиевые соединения используются как желтый, оранжевый и красный пигменты в производстве пластмасс, красок и керамики.

- **Серебро**. Мягкий белый металл, встречающийся иногда в соединениях с другими элементами, например с серой. Используется чаще всего в **сплавах***, для изготовления ювелирных изделий и монет, в **гальваностегии***. **Галогениды*** серебра применяются в фотографии.

- **Золото**. Мягкий, блестящий, желтый металл. Малореакционноспособен и обычно не встречается в виде соединений. Наибольшие залежи золота находятся в Южной Африке и России. Золото реагирует только с очень сильными **окислителями*** (такими, как хлор) и некоторыми кислотами, например **царской водкой***. Для увеличения прочности оно часто используется в **сплавах*** с **серебром** или **медью**. Эти сплавы используются при изготовлении ювелирных изделий, монет и в стоматологии. Чистое золото (24-каратное) также используется для изготовления ювелирных изделий.

- **Ртуть**. Ядовитый серебристо-белый жидкий металл, встречающийся главным образом в виде **киновари** (HgS). Ртуть используется при изготовлении термометров, барометров, ламп и **амальгам***, применяемых в стоматологии.

- **Рутений**. Твердый, хрупкий металл. Используется в **сплавах*** и в качестве **катализатора***

- **Палладий**. Серебристо-белый металл, используемый в **сплавах***, телефонных реле и при изготовлении хирургических инструментов. **Катализаторы***, полученные из **палладия** и платины, уменьшают количество окиси углерода и **углеводородов*** в выхлопной трубе автомобилей.

- **Осмий**. Твердый, белый кристаллический металл, обладает самой высокой плотностью из всех известных элементов. В природе встречается вместе с **платиной** и используется в **сплавах*** с платиной и **иридием**, например, при изготовлении электрических контактов. **Тетраоксид осмия** (OsO_4) применяется при лечении артритов.

- **Иридий**. Редкий твердый химически инертный металл, который выглядит как **платина** и встречается в природе вместе с нею. Его **радиоактивный*** изотоп используется в медицине для сдерживания роста опухолей. В виде **сплавов*** он используется для изготовления перьев для авторучек, сердечных стимуляторов.

- **Платина**. Твердый серебристо-белый металл, используемый в качестве **катализатора*** и для изготовления электрических контактов, ювелирных изделий, различных булавок, шарнирных устройств для протезов. Вместе с иридием он используется при изготовлении проволоки, которая применяется в качестве **электродов*** в сердечных стимуляторах.

*Абразив, 114; Атомный номер, 13; Бензин, 85; Катализатор, 47; Ковкость, 115 (Пластичность); Комплексный ион, 40 (Комплексная соль); Контактный способ, 71; Нейтрон, 12; Октановое число, 85; Проводимость, 115 (Проводник); Регулирующие стержни, 115; Сплав, 115.

*Амальгама, 114; Галогениды, 72; Гальваностегия, 43; Изотоп, 13; Катализатор, 47; Нейтрон, 12; Окислитель, 34; Радиоактивность, Радиоизотоп, 14; Регулирующие стержни, 115; Сплав, 115; Углеводороды, 77; Царская водка, 68 (Азотная кислота); Электрод, 42; Ядерный распад, 15.

Железо, медь и цинк

• **Железо (Fe). Переходный металл** 4-го периода периодической таблицы. Это весьма мягкий белый металл, обладающий магнитными свойствами, встречается только в виде соединений. Самый распространенный минерал — **гематит** (Fe_2O_3), или **оксид железа** (III), из которого его извлекают в **доменной печи**. Железо образует как **ионные**, так и **ковалентные соединения***; взаимодействует с влагой воздуха с образованием **ржавчины**. Железные опилки горят на воздухе, само железо реагирует с разбавленными кислотами. Оно стоит выше водорода в **электрохимическом ряду***.

• **Сталь. Сплав*** **железа с углеродом**, который обычно содержит не более 1,5% углерода. Углерод придает сплаву прочность и твердость, но уменьшает **ковкость*** и **пластичность***. Небольшие количества одного или нескольких элементов **переходных металлов*** часто добавляются к стали для придания ей особых свойств, таких, как устойчивость к коррозии (**нержавеющая сталь** содержит 11—14% хрома). Сталь часто получают **кислородно-конверторным способом**, по которому стальной лом, расплавленное железо и известь помещают в печь и продувают кислородом для **окисления*** примесей.

Получение железа в **доменной печи**.

Шихта загружается здесь: железная руда (Fe_2O_3), кокс (C) и гашеная известь ($CaCO_3$).

Вагонетка

Выпускное отверстие для газа

Термоупорное покрытие

Доменная печь

Зона плавления

Горн

Расплавленное железо выгружается отсюда

Реакции в печи:

Нагретая гашеная известь образует оксид кальция, при этом выделяется двуокись углерода. Кислород из горячего воздуха реагирует с коксом и также дает двуокись углерода.

Двуокись углерода реагирует с коксом с образованием окиси углерода

$CO_2 + C \rightarrow 2CO$

Железная руда **восстанавливается*** в железо окисью углерода

$Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$

Шлак (примеси плюс окись кальция) удаляется

Сталь используют для изготовления многих предметов, например:

• **Соединения двухвалентного железа (II)**. Эти соединения содержат ионы Fe^{2+}, например хлорид железа (II), $FeCl_2$. Растворы этих соединений зеленого цвета.

• **Соединения трехвалентного железа (III)**. Эти соединения содержат ионы Fe^{3+}, например хлорид железа (III), $FeCl_3$. Растворы этих соединений желтого или оранжевого цвета.

Железо, получаемое в доменной печи, называется **чугуном**. Он содержит около 5% углерода и 4% других примесей, таких, как сера. Большую часть чугуна превращают в **сталь**, некоторую долю — в **ковкий чугун** (**окислением*** примесей), другую часть сплавляют снова со стальным ломом и получают **литейный чугун**.

Ковкий чугун используется для изготовления крючков кранов и якорных цепей.

Литейный чугун используется для изготовления решеток для стока воды.

Железо — жизненно необходимый элемент в питании человека, оно необходимо для дыхания.

Ржавчина

Ржавчина ($Fe_2O_3 \cdot H_2O$) или **гидратированная окись железа** (III). Коричневое твердое соединение, образующееся при взаимодействии железа, воды и воздуха (см. **коррозия**, с. 95). Знак «x» в формуле показывает, что количество молекул воды может меняться. Изделия из железа защищают покрытиями, чтобы предотвратить **ржавление**, например, автомобили окрашивают, а детали механических конструкций покрывают смазкой. Если автомобиль заржавел, для остановки коррозии можно применить **фосфорную кислоту***.

Железо и **сталь** можно предохранить от **ржавления гальванизацией** — покрытием слоем цинка. Поверхностная пленка **окиси** цинка останавливает дальнейшее окисление на воздухе цинка и железа. Даже когда цинковое покрытие повреждается, обнажая железо, цинк реагирует с кислородом и водой, предохраняя железо. Гальванизированные детали автомобилей не ржавеют гораздо дольше, чем незащищенные.

*Восстановление, 34; Ионные соединения, 17; Ковалентные соединения, 18; Ковкость, 115 (Ковкий); Окисление, 34; Переходные металлы, 58; Пластичность, 115 (Пластичный); Сплав, 115; Фосфорная кислота, 68 (Пятиокись фосфора); Электрохимические ряды, 45.

• **Медь (Cu). Переходный металл*** 4-го периода периодической таблицы. Это красно-коричневый, мягкий, но прочный металл. В виде соединений медь входит в состав природных руд. Основные минералы, в которые входит медь: **медный колчедан** ($(CuFe)S_2$) и **малахит** ($CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$). Из колчедана медь получают путем дробления, удаления песка и прокаливания с кремнеземом при ограниченном доступе воздуха. Железо соединяется с кремнеземом и дает **шлак**, а сера сгорает до двуокиси серы. Полученную медь в дальнейшем подвергают **электроочистке***. Медь очень инертный металл, медленно **окисляется*** на воздухе с образованием тонкой зеленой поверхностной пленки основного сульфата меди ($CuSO_4 \cdot 3Cu(OH)_2$). Медь находится ниже водорода в **электрохимическом ряду***. Она не взаимодействует с водой, разбавленными кислотами или щелочами. Однако она реагирует с концентрированной азотной или серной кислотой (см. также с. 104).

Медь — очень хороший проводник электричества (хотя серебро — лучше), поэтому из нее делают провода для электрической сети.

Она используется в **сплавах***, таких, как **латунь** (медь плюс цинк) и **бронза** (медь плюс олово) для изготовления «медных» монет и в сплаве с никелем — для «серебряных» монет.

Благодаря своей мягкости, но вместе с тем прочности, она используется для изготовления водопроводных труб и систем центрального отопления.

Сплав* меди и золота применяется для изготовления ювелирных украшений. Чем больше меди, тем ниже проба золота.

Сульфат меди (II) ($CuSO_4$) находит широкое применение, например, при крашении или в **гальваностегии***. Он входит в состав **бордоской жидкости**, применяемой для борьбы с вредителями овощей и фруктов (см. также тест для воды, с. 104).

Хлорид меди (II) ($CuCl_2$) используется для фейерверков, дает зеленый цвет. Он используется также, чтобы удалить из **нефти*** серу.

Оксид меди (I) (Cu_2O) используется для изготовления стекла и красок.

• **Соединения меди (I). Соединения, содержащие ионы Cu^+**, например, **оксид меди** (I) (см. слева) и **хлорид меди (I)** (**CuCl**). Соединения меди (I) нерастворимы в воде.

• **Соединения меди (II). Соединения, содержащие ионы Cu^{2+}**, например, **сульфат меди (II)** и **хлорид меди (II)** (см.слева). Соединения меди (II) растворимы в воде с образованием светло-голубых растворов и гораздо более распространены, чем соединения меди (I).

• **Цинк (Zn)**. Элемент 4-го периода периодической таблицы. Серебристый мягкий металл, который **окисляется (тускнеет*)** на воздухе. Он слишком реакционноспособен, чтобы существовать в природе в свободном состоянии, поэтому распространен в виде **минералов — цинковой обманки (сфалерит) (ZnS), каламина ($ZnCO_3$) и цинкита (ZnO)**. Цинк получают при обжиге руды, при этом образуется **окись цинка (ZnO)**, затем ее **восстанавливают*** при нагревании с коксом. Цинк находится выше водорода в **электрохимическом*** ряду. Он реагирует с кислородом, с горячим паром, с кислотами. Его используют для покрытия железа и стали, чтобы предохранить от ржавчины (**гальваниостегия** — см. также с. 60). Цинк используют в **сплавах***, особенно много его идет на производство латуни (медь плюс цинк).

Окись цинка используется в кремах, она предохраняет от кожных воспалений и применяется в производстве детских пеленок. **Цинк** используется при изготовлении батареек.

*Восстановление, 34; Гальваностегия, Электроочистка, 43; Нефть, 84; Переходные металлы, 58; Сплав, 115; Тусклость, 115; Электрохимический ряд, 45.

III группа элементов

Элементы **III группы** периодической таблицы в целом не так реакционноспособны, как элементы I и II групп. В отличие от последних, у них нет тенденции к усилению реакционноспособности в группе и первый элемент в группе — неметалл. В таблице ниже приведены некоторые их свойства.

Некоторые свойства элементов III группы

Название элемента	Химический символ	Относительная атомная масса*	Электронная конфигурация*	Реакционная способность	Внешние признаки	Применение
Бор	B	10,81	2, 3	Тенденции нет ↓	Коричневый порошок или желтые кристаллы	В регулирующих стержнях*, в производстве стекла и прочной стали
Алюминий	Al	26,98	2, 8, 3		Белый металл	См. ниже
Галлий	Ga	69,72	Конфигурация сложная, на внешнем электронном слое 3 электрона		Серебристо-белый металл	В полупроводниках*
Индий	In	114,82			Мягкий серебристо-белый металл	В регулирующих стержнях* и прозрачных электродах
Таллий	Tl	204,37			Мягкий серебристо-белый металл	В красиновом яде

Хотя все атомы элементов III группы имеют три электрона на внешней электронной оболочке, они реагируют с образованием различных типов соединений. Соединения **бора** и некоторые соединения **алюминия — ковалентные***. Другие элементы группы образуют, главным образом, **ионные соединения***.

Оксид бора (B_2O_3) добавляется к стеклу для изготовления особой стеклянной посуды, которую можно быстро нагревать или охлаждать без разрушения.

Более подробная информация об **алюминии** дана ниже. Алюминий наиболее распространенный элемент этой группы.

- **Алюминий (Al)**. Элемент III группы периодической таблицы. Самый распространенный металл на земле и встречается в природе в виде разнообразных соединений, например, **бокситов** (см. **окись алюминия**), из которых его получают **электролизом***. Это твердый, светлый, **пластичный***, **ковкий*** металл, хорошо проводящий тепло и электричество. Он реагирует с кислородом воздуха с образованием на поверхности слоя **окиси алюминия**, которая останавливает дальнейшую коррозию. Он реагирует также с хлором, разбавленными кислотами и щелочами.

Некоторые области применения **алюминия** и его **сплавов***.

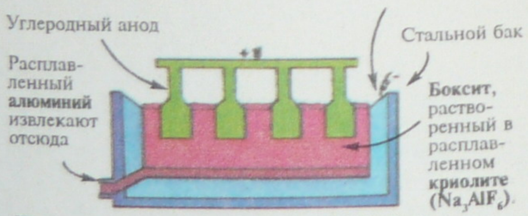
Линии электропередач делают из алюминия, так как алюминий значительно легче меди.

Тонкая алюминиевая фольга применяется при упаковке пищевых продуктов, например, шоколада. Его используют также для изготовления банок для шипучих напитков.

Легкость делает алюминий идеальным материалом для изготовления многих предметов, от самолетов до лестниц.

- **Окись алюминия (Al_2O_3)** или **глинозем**. **Амфотерное*** белое твердое вещество, практически нерастворимое в воде. В природе встречается в виде **боксита** ($Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ — см. также **алюминий**) и **корунда** (Al_2O_3) — чрезвычайно твердого кристаллического вещества. Его используют для получения некоторых марок цемента и для обработки поверхностей.

Получение **алюминия** из **боксита электролизом***.



- **Гидроксид алюминия ($Al(OH)_3$)**. Белое твердое, слабо растворимое **амфотерное*** соединение, которое используется при крашении тканей, изготовлении керамики и как **нейтрализующий агент***.
- **Сульфат алюминия ($Al_2(SO_4)_3$)**. Белое водорастворимое кристаллическое твердое вещество, используемое для очистки воды и изготовления бумаги.

*Амфотерный, 37; Ионное соединение, 17; Ковалентное соединение, 18; Ковкость, 115; Нейтрализующий агент, 114; Относительная атомная масса, 24; Пластичность, 115; Полупроводник, 115; Регулирующие стержни, 115; Сплав, 115; Электролиз, 42; Электронная конфигурация, 13.

IV группа элементов

Элементы **IV группы** периодической таблицы в целом не слишком реакционноспособны и проявляют усиление металлических свойств сверху вниз в группе. Более подробно о свойствах этих элементов см. таблицу ниже, информацию о **кремнии** и **свинце** см. на этой странице, об **углероде** — на с. 64—65.

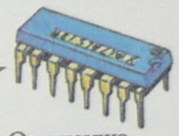
Некоторые свойства элементов IV группы

Название элемента	Символ элемента	Относительная атомная масса*	Электронная конфигурация*	Реакционная способность	Внешние признаки	Применение
Углерод	C	12,01	2, 4	Тенденции нет ↓	Твердый неметалл (см. с. 64—65).	См. с. 64
Кремний	Si	20,09	2, 8, 4		Блестящий, серый **металлоид***	См. ниже
Германий	Ge	72,59	Сложная конфигурация, на внешнем электронном слое 4 электрона.		Серовато-белый твердый **металлоид***	В транзисторах
Олово	Sn	118,69			Мягкий серебристо-белый металл	Защитные покрытия, например в консервных банках
Свинец	Pb	207,19			Мягкий серебристо-серый металл	См. ниже

Хотя все элементы IV группы имеют 4 электрона на внешнем электронном слое, они реагируют с образованием соединений различных типов. Все они образуют **ковалентные соединения***, но **олово** и **свинец** дают также **ионные соединения***.

- **Кремний (Si)**. Элемент IV группы периодической таблицы. Это твердый серебристо-серый **металлоид*** с высокой температурой плавления. Кремний — второй по распространенности элемент земной коры. Он встречается в виде песка и различных пород, таких, как **двуокись кремния** и **силикаты**. Если его растереть в порошок, он реагирует с некоторыми щелочами и элементами, в противном случае он инертен.

Кремний — полупроводник* и применяется для изготовления кремниевых микроэлектронных систем.



- **Двуокись кремния (SiO_2)**. Она также называется **оксидом кремния (IV)** или **кремнеземом**. Нерастворимое белое кристаллическое твердое вещество. Существует во многих разновидностях, таких, как **кремень** и **кварц**. Она проявляет кислотные свойства и реагирует с концентрированными щелочами.

Двуокись кремния широко используется, например, для изготовления стекла и керамики.

Кварцевые кристаллы используются в часах.

Кварц входит в состав **песка**.

- **Силикаты**. Кремниевые соединения, которые содержат металл и кислород, например, **метасиликат кальция ($CaSiO_3$)**, и составляют большую часть земной коры. Они используются для изготовления стекла и керамики.

- **Силиконы**. Сложные искусственные соединения, содержащие очень длинные цепи из атомов **кремния** и кислорода.

Силиконы используются в высококачественных маслах и жирах, герметиках. Они также используются в полировочных восках и для лакировки, так как проявляют водоотталкивающие свойства.

- **Свинец (Pb)**. Элемент IV группы периодической таблицы. Мягкий, **ковкий*** металл, получаемый из **галенита** (**свинцовый блеск, PbS**). Он не очень активен, хотя **окисляется** (**тускнеет***) на воздухе, слегка реагирует с **мягкой водой*** и медленно с соляной и азотной кислотами. Он образует **ионные соединения***, называемые **соединениями свинца (II)**, например, **окись свинца (II), PbO**, и **ковалентные соединения***, называемые **соединениями свинца (IV)**, например, **оксид свинца (IV), PbO_2**.

Свинец имеет много применений, например, в автомобильных аккумуляторах и при изготовлении крыш. Он используется в больницах для предохранения людей от вредного действия рентгеновских лучей.

*Ионные соединения, 17; Ковалентные соединения, 18; Ковкость, 115; Металлоиды, 51(Металл); Мягкая вода, 93 (Жесткая вода); Относительная атомная масса, 24; Полупроводник, 115; Тусклость, 115; Электронная конфигурация, 13.

Углерод

Углерод (C) входит в состав IV группы периодической таблицы (см. также таблицу на с. 63). Это неметалл, образующий две **аллотропные* модификации — алмаз** и **графит**, а также **аморфное*** соединение **—древесный уголь**. Углерод не очень активен. Он реагирует с паром при нагревании и с горячими **концентрированными*** серной или азотной кислотами (см. уравнение ниже).

$$C + 4HNO_3 \rightarrow CO_2 + 4NO_3 + 2H_2O$$

Углерод — Азотная кислота — Диоксид углерода — Диоксид азота — Вода

Углерод горит на воздухе при нагревании. ▼

$$C(тв.) + O_2(газ) \rightarrow CO_2(газ)$$

Углерод — Кислород — Диоксид углерода

Если горение осуществляется при недостатке воздуха, образуется **монооксид углерода**.

Углерод — **восстановитель***. Он восстанавливает **оксиды*** всех металлов, расположенных ниже цинка в **реакционном ряду**, до металла:

▼

$$C + 2PbO \rightarrow CO_2 + 2Pb$$

Углерод — Оксид свинца(II) — Диоксид углерода — Свинец

Углерод используется в промышленности для восстановления оксидов металлов руды до свободных металлов (см. **железо**, с. 60).

С атомом углерода могут образовывать связи до четырех других атомов, включая и другие атомы углерода. В результате образуется огромное число углеродосодержащих соединений (**органические соединения**, с. 76), из которых состоят биологические ткани живых организмов. Животные расщепляют эти соединения с высвобождением энергии (см. **круговорот углерода**, с. 95).

Кристаллическая структура **алмаза**

Каждый атом углерода связан **ковалентной связью*** с четырьмя другими атомами углерода, которые располагаются таким образом, что образуют тетраэдр.

Атомная решетка*

Ковалентные связи*

Алмаз тверже и прочнее **графита**.

Кристаллическая структура **графита**

Слои атомов углерода

Ковалентная связь*

Ван-дер-Ваальсовы силы связывают слои.

Каждый углеродный атом связан тремя **ковалентными связями*** с другими атомами углерода того же слоя.

Алмаз и графит имеют высокие температуры плавления.

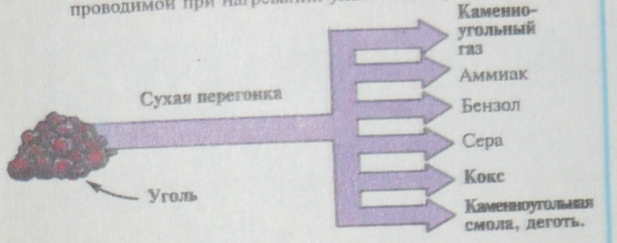
- **Алмаз**. Кристаллическое, прозрачное соединение углерода. Он самый твердый из минералов. Все углеродные атомы соединены **ковалентными связями***, предопределяя высокую твердость и высокую температуру плавления (3750°C). Алмазы используются в иглах проигрывателей, как **абразивы***, резцы по стеклу, ювелирные изделия и в режущих краях инструментов. Производство **синтетических алмазов** из графита под действием высокого давления и температуры является достаточно дорогостоящим процессом.

- **Графит**. Серое, кристаллическое соединение углерода. Он имеет слоистую решетку. Атомы в каждом слое соединены **ковалентными связями***, но слои соединены друг с другом слабыми **Ван-дер-Ваальсовыми силами***, что позволяет слоям легко скользить относительно друг друга и делает графит мягким веществом. Графит — единственный неметалл, который хорошо проводит электрический ток. Он также проводит тепло. Графит используется в качестве смазки, контактов в электромоторах, грифелей в карандашах, при **электролизе*** (в качестве **инертного электрода***).

*Абразив, 114; Аллотропный, 22 (Аллотропия); Аморфный, 21; Атомная решетка, 23; Ван-дер-Ваальсовы силы, 20; Восстановитель, 34; Инертный электрод, 42; Ковалентная связь, 18; Концентрированный, 30; Оксиды, 69; Ряд реакционной способности, 44; Электролиз, 42.

- **Уголь**. Черное, твердое вещество, образовавшееся за миллионы лет из окаменелых остатков растений. Он состоит главным образом из углерода, но содержит также водород, кислород, азот и серу. Существует три вида углей: **бурый**, **антрацит** и **битумный**. Уголь используется в качестве топлива на тепловых станциях, для промышленности и жилья. Он также используется в качестве сырья при производстве химических реагентов (см. ниже **сухая перегонка угля**), хотя теперь они производятся главным образом из **нефти***.

На рисунке представлен процесс **сухой перегонки угля**, проводимой при нагревании угля без доступа воздуха.



- **Углеродные волокна**. Черные шелковистые нити чистого углерода получены из органических текстильных волокон. Они прочнее и жестче других материалов того же веса и используются в различных областях техники.

- **Кокс**. Сероватое, пористое, хрупкое твердое вещество, содержащее около 80% углерода. Он получается путем нагрева **угля** без доступа воздуха в коксовых печах или в качестве побочного продукта при синтезе **каменноугольного газа** (см. **монооксид углерода**). Кокс — это бездымное топливо.

- **Древесный уголь**. Пористое, черное, **аморфное*** соединение, неочищенная форма углерода. Его получают при нагревании органических соединений без доступа воздуха.

Некоторые области применения **древесного угля**

Древесный уголь используется художниками для рисования.

Активированный древесный уголь адсорбирует своей поверхностью небольшие молекулы. Он используется в обувных стельках для поглощения запаха.

Древесный уголь используется в качестве бездымного топлива.

- **Диоксид углерода** (CO_2). Газ, без цвета и запаха, присутствует в атмосфере (см. **круговорот углерода**, с. 95). Его получают в промышленности при обжиге известняка (карбоната кальция, см. также с. 102). Он растворяется в воде с образованием **угольной кислоты** (H_2CO_3).

$$CO_2(водн.) + H_2O(жидк.) \rightleftarrows 2H^+(водн.) + CO_3^{2-}(водн.)$$

Диоксид углерода — Вода — Угольная кислота

Диоксид углерода мало активен, хотя реагирует с гидроксидом натрия и кальция (см.с. 104), лента магния горит в нем.

Диоксид углерода имеет широкое применение

Он используется для приготовления шипучих напитков. Когда банку открывают и давление падает, диоксид углерода выделяется.

Он используется в огнетушителях. Он образует тяжелое облако, туман над пламенем и препятствует проникновению кислорода для поддержания огня.

- **Монооксид углерода (CO)**. Ядовитый газ без цвета и запаха, образуется при пропускании **диоксида углерода** над горячим углеродом, а также при горении углерода при ограниченном подводе воздуха. Он не растворим в воде, горит голубым пламенем и является **восстановителем*** (используется для восстановления оксидов металлов руды в металлы, см. **железо**, с. 60). Его используют при смешении с другими газами в качестве топлива, например, смесь его с водородом образует **водяной газ**, с азотом — **генераторный газ**, с водородом(50%), метаном и другими газами — **каменноугольный газ**.

При недостатке кислорода **монооксид углерода** образуется при неполном сгорании топлива. Когда двигатель работает в закрытом помещении, монооксид углерода накапливается.

- **Карбонаты**. Соединения, которые содержат **катион*** металла и **карбонатный анион*** (CO_3^{2-}), например, **карбонат кальция** ($CaCO_3$). За исключением элементов группы 1 карбонаты нерастворимы в воде и разлагаются при нагревании. Все они реагируют с кислотами с образованием **диоксида углерода**.

*Аморфный, 21; Анион, 16; Восстановитель, 34; Катион, 16; Нефть, 84.

V группа элементов

Металлические свойства у элементов **V группы** периодической таблицы нарастают сверху вниз (см. таблицу).

Некоторые свойства элементов V группы

Название элемента	Символ элемента	Относительная атомная масса*	Электронная конфигурация*	Реакционная способность	Внешние признаки	Применение
Азот	N	14,00	2, 5	Тенденции нет ↓	Бесцветный газ	См. ниже
Фосфор	P	30,97	2, 8, 5		Твердое вещество, неметалл	См. с. 68
Мышьяк	As	74,92	Комплексная конфигурация с участием 5 внешних электронов.		3 **аллотропные модификации***	**Полупроводники***
Сурьма	Sb	121,75			Серебристо-белый металл	Типографские и другие сплавы
Висмут	Bi	208,98			Белый металл с красным отливом	Легкоплавкие сплавы, медицина

Информацию об **азоте** и **фосфоре** можно найти ниже и на с. 67—68; это наиболее распространенные элементы V группы.

Все атомы элементов V группы имеют на **внешней оболочке*** пять электронов. При образовании **ковалентных соединений*** участвуют три электрона элемента и три электрона другого атома или атомов (см. **октет**, с. 13). **Сурьма, висмут** и **азот** также могут образовывать **ионные соединения***.

- **Азот**. Член V группы периодической таблицы. В свободном состоянии — **двухатомный*** газ (N_2), без цвета и запаха. Воздух содержит 78% азота. Его получают **фракционной перегонкой жидкого воздуха*** (см. с. 103). **Степень окисления*** в соединениях колеблется от −3 до +5. Азот реагирует с некоторыми активными металлами с образованием **нитридов**.

$$6Li(тв.) + N_2(газ) \rightarrow 2Li_3N(тв.)$$

Литий — Азот — Нитрид лития

Азот содержится во многих органических соединениях, он присутствует в молекулах, составляющих живую ткань, например в белках. См. также **круговорот азота** в природе, с. 95. Азот используется при производстве **аммиака** (см. **процесс Габера**) и азотной кислоты. Азот сжижается при температуре −196°C и в таком состоянии находит множество применений, включая замораживание продуктов.

Для длительного хранения продуктов их запаковывают в пакеты, которые заполняют **азотом** (в присутствии воздуха продукты портятся). Вдобавок газ в пакете, подобно подушке, предохраняет продукты от повреждения при транспортировке.

- **Процесс Габера**. Этот процесс используется для получения **аммиака** из **азота** и водорода, которые реагируют в соотношении 1:3 соответственно. Для достижения максимальной эффективности процесса подбираются нужные температура, давление и **катализатор*** (см. ниже). Реакция **экзотермическая*** и **обратимая***.

Катализатор — железо

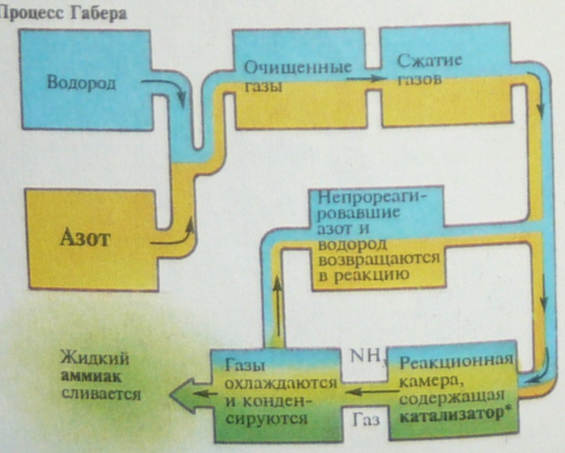
$$N_2(газ) + 3H_2(газ) \rightleftharpoons 2NH_3(газ)$$

Азот — Водород — Аммиак

400°C
250 атмосфер

(При этих условиях образуется **аммиак**)

Процесс Габера



*Аллотропия, 22 (Аллотропный); Внешние оболочки, 13; Двухатомный, 10; Ионное соединение, 17; Катализатор, 47; Ковалентные соединения, 18; Обратимая реакция, 48; Относительная атомная масса, 24; Полупроводник, 115; Сплав, 115; Степень окисления, 35; Фракционная перегонка жидкого воздуха, 69; Экзотермическая реакция, 33; Электронная конфигурация, 13.

- **Аммиак** (NH_3). Бесцветный газ с резким запахом, имеет плотность меньше плотности воздуха, **ковалентное соединение***, получается в **процессе Габера**. Это **восстановитель***, растворяется в воде с образованием щелочного раствора, который называется **раствором аммиака** (NH_4OH) или **гидроксидом аммония** (нашатырный спирт). Аммиак горит в чистом кислороде с образованием азота и воды, реагирует с хлором с образованием **хлористого аммония**.

Аммиак используется для производства азотной кислоты, удобрений, пластиков, взрывчатых веществ и бытовых очистителей.

- **Хлорид аммония** (NH_4Cl). Белое водорастворимое кристаллическое твердое вещество, образующееся при взаимодействии **раствора аммиака** с соляной кислотой. При нагревании хлористый аммоний **возгоняется*** и **диссоциирует*** (см. уравнение ниже и с. 48). Используется в гальванических элементах.

Нагрев

$$NH_4Cl(газ) \rightleftharpoons NH_3(газ) + HCl(газ)$$

Хлористый аммоний — Аммоний — Хлористый водород

Охлаждение

- **Сульфат аммония** ($(NH_4)_2SO_4$). Белое, водорастворимое, кристаллическое твердое вещество, образуется при взаимодействии аммиака с серной кислотой. Применяется в качестве удобрения.
- **Нитрат аммония** (NH_4NO_3). Белое, водорастворимое, кристаллическое твердое вещество, образуется при взаимодействии **раствора аммиака** с разбавленной азотной кислотой (см. **аммиак**). При нагревании образует закись азота — N_2O.

Нитрат аммония входит в состав взрывчатых веществ, удобрений, питательной смеси для растений.

- **Закись азота** (N_2O). Ее также называют **веселящим газом**. Бесцветный газ со слабым сладковатым запахом, растворяется в воде. Это **ковалентное соединение***, образуется при осторожном нагревании **нитрата аммония**. Он поддерживает горение некоторых реакционноспособных веществ.

Закись азота используется в качестве болеутоляющего средства дантистами (см. **галотан***) и при анестезии в больнице.

- **Монооксид азота** (NO). Также называется **окисью азота**. Бесцветный газ, не растворяется в воде. Это **ковалентное соединение*** образуется при взаимодействии меди с 50%-ной азотной кислотой. Он реагирует с кислородом, образуя **диоксид азота,** и поддерживает горение реакционноспособных элементов.
- **Диоксид азота** (NO_2). Бурый, удушливый газ. Это **ковалентное соединение***.

$$Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2H_2O + 2NO_2$$

Медь — Концентрированная азотная кислота — Нитрат меди (II) — Вода — Диоксид азота

Диоксид азота получают при взаимодействии меди с концентрированной азотной кислотой или при нагревании некоторых **нитратов***. Он поддерживает горение и растворяется в воде с образованием смеси азотной и **азотистой кислот**. Используется в качестве **окислителя***.

При **димеризации диоксида азота** (две молекулы одного и того же вещества соединяются вместе) ниже 21,5°C образуется **тетраоксид азота** — N_2O_4, бесцветный газ.

*Возгонка, 7; Галотан, 81; Диссоциация, 48; Ковалентное соединение, 18; Нитраты, 68; Обратимая реакция, 48; Окислитель, Восстановитель, 34.

V группа (продолжение)

• **Азотная кислота (HNO_3)**. Светло-желтая, маслянистая жидкость, хорошо растворяется в воде. Это **ковалентное соединение***, содержит азот, **степень окисления** которого равна +5. Это очень сильная кислота, вызывает быструю коррозию металлов; получается в промышленности путем трехступенчатого **процесса Оствальда**.

Стадия 1. Аммиак реагирует с кислородом.

$$4NO_3 + 5O_2 \xrightarrow[900°C]{\text{Платино-родиевый катализатор*}} 4NO + 6H_2O$$

Аммиак, Кислород, Монооксид азота, Вода

Стадия 2. Охлажденный монооксид азота реагирует с избытком кислорода с образованием **диоксида азота**.
Стадия 3. Диоксид азота растворяется в воде, образуя **азотную кислоту**.

$$4NO_2 + 2H_2O + O_2 \rightarrow 4HNO_3$$

Диоксид азота, Вода, Кислород, Азотная кислота

Концентрированная азотная кислота — смесь 70% азотной кислоты и 30% воды. Это сильный **окислитель***. **Разбавленная азотная кислота** — это 10%-ный раствор азотной кислоты в воде. Она реагирует с **основаниями*** с образованием **солей*** — **нитратов** и воды. Азотная кислота используется для получения удобрений и взрывчатых веществ.

Смесь **концентрированной соляной** (хлористоводородной) и **концентрированной азотной кислот** называется **царской водкой**, она растворяет золото.

• **Нитраты**. Твердые **ионные соединения***, содержащие **нитрат-анион*** (NO_3^-) и **катион*** металла (см. тест для нитрат-ионов, с. 104). Азот в нитрат-ионе имеет **степень окисления*** +5. Нитраты — это **соли* азотной кислоты**. Они получаются при добавлении оксида, гидроксида или карбоната металла к **разбавленной азотной кислоте**. Все нитраты водорастворимы и большинство выделяют диоксид азота и кислород при нагревании (исключение составляют нитраты натрия, калия и аммония).

Нитрат натрия ($NaNO_3$) используется в производстве пороха.

Нитраты натрия и **аммония** используются в качестве удобрения.

• **Нитриты**. Твердые **ионные соединения***, содержащие **нитрит-анион*** (NO_2^-) и **катион*** металла. Они обычно являются **восстановителями***.

Нитрит натрия ($NaNO_2$) используется при консервации мясных и других пищевых продуктов.

• **Фосфор (P)**. Элемент V группы, неметалл (см. таблицу, с. 66). Фосфор в природе встречается только в виде соединений. Основной фосфорсодержащий минерал — **апатит** ($3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$). Фосфор имеет две аллотропные модификации. **Белый фосфор**, белое твердое вещество, наиболее реакционная форма, очень ядовит, самовозгорается на воздухе. **Красный фосфор** — темно-красный порошок, не ядовит и не так легко загорается.

Красный фосфор используется для изготовления спичек.

Живые организмы содержат **фосфорные соединения**, например, кости в основном состоят из **фосфата кальция**.

• **Пятиокись фосфора** (P_2O_5). Белое твердое вещество, способное активно поглощать воду, **осушающий агент***, получают при нагревании фосфора на воздухе. Он активно реагирует с водой с образованием **фосфорной кислоты** (H_3PO_4) и используется в качестве средства против **ржавчины***.

*Анион, 16; Ионное соединение, 17; Катализатор, 47; Катион, 16; Ковалентное соединение, 18; Окислитель, Восстановитель, 34; Основание, 37; Осушающий агент, 114; Ржавчина, 60; Соли, 39; Степень окисления, 35.

VI группа элементов

Элементы в **VI группе** периодической таблицы демонстрируют усиление металлических свойств при движении вниз по группе. В таблице представлены некоторые свойства этих элементов.

Некоторые свойства элементов VI группы

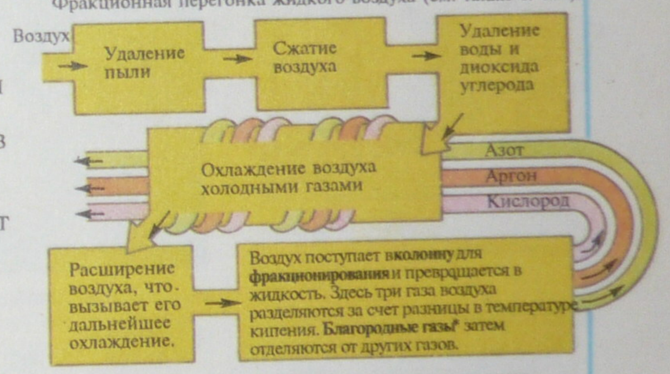
Название элемента	Символ элемента	Относительная атомная масса*	Электронная конфигурация*	Реакционная способность	Внешние признаки	Применение
Кислород	O	15,99	2, 6	Уменьшается ↓	Бесцветный газ, см. ниже	См. ниже
Сера	S	32,06	2, 8, 6		Желтое, твердое вещество, неметалл, см. с. 70	См. с. 70
Селен	Se	78,96	Комплексная конфигурация с участием 6 внешних электронов		Несколько металлических и неметаллических форм	В **фотоэлементах***
Теллур	Te	127,60			Серебристо-белое твердое вещество, **металлоид***	В **сплавах***, для окрашивания стекол, в **полупроводниках***
Полоний	Po	Радиоактивный* элемент			Металл	

Атомы всех элементов этой группы имеют на **внешней оболочке*** шесть электронов. Им необходимо два электрона для ее полного заполнения (см. **октет**, с. 13). Они реагируют с другими соединениями, образуя как **ионные***, так и **ковалентные* соединения**. Элементы группы с меньшими номерами более реакционноспособны, атомы проявляют большее стремление к притягиванию недостающих двух электронов и заполнению внешней оболочки.

Дополнительная информация о **кислороде** и **сере** содержится ниже и на с. 70—71. Эти элементы широко распространены и находят разнообразное применение.

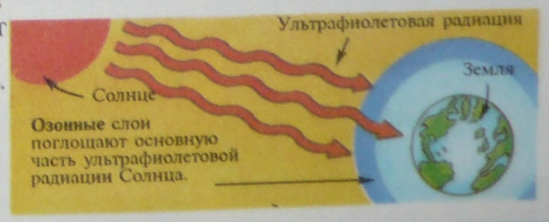
• **Кислород (O_2)**. Бесцветный, без запаха, **двухатомный*** газ. Это самый распространенный элемент земной коры, необходим для жизни (см. **дыхание**, с.95). Он поддерживает горение, растворим в воде с образованием **нейтральных*** растворов и очень активен как **окислитель***, например, он окисляет железо до оксида железа (III). Растения выделяют кислород при фотосинтезе, а в промышленности его получают путем **фракционной перегонки жидкого воздуха**. Кислород имеет широкое применение, например, в больницах и для очистки сточных вод. См. также с. 103 и 104 — тест на кислород и получение кислорода.

Фракционная перегонка жидкого воздуха (см. также с. 106).



• **Озон (O_3)**. Ядовитый, голубоватый газ, молекула которого содержит три атома **кислорода**. Озон — **аллотропная модификация*** кислорода, присутствует в верхних слоях атмосферы, где поглощает вредную для живых организмов ультрафиолетовую солнечную радиацию. Он образуется при электрическом разряде в воздухе — например, во время грозы. Озон — сильный **окислитель*** и иногда используется для обеззараживания воды.

• **Оксиды**. Соединения кислорода с другим элементом. Оксиды металлов, главным образом, являются **ионными соединениями*** и обладают **основными*** свойствами, например, **оксид кальция (CaO)**. Некоторые оксиды металлов и **металлоидов* амфотерны***, например **оксид алюминия (Al_2O_3)**. Оксиды неметаллов являются **ковалентными соединениями*** и обладают **кислотными*** свойствами, например **диоксид углерода (CO_2)**.



*Аллотропия, 22 (Аллотропный); Амфотерный, Основание, 37; Благородные газы, 75; Внешняя орбиталь, 13; Двухатомный, 10; Ионное соединение, 17; Кислый, 36; Ковалентное соединение, 18; Металлоиды, 51 (Металл); Нейтральный, 37; Окислитель, 34; Относительная атомная масса, 24; Полупроводник, 115; Радиоактивность, 14; Сплав, 115; Фотоэлемент, 115; Электронная конфигурация, 13.

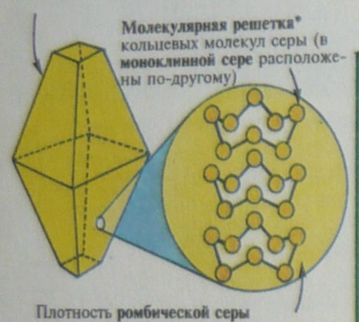
Сера

Сера (S) является членом **VI группы** периодической таблицы (см. таблицу, с. 69). Это желтое, твердое вещество, неметалл, нерастворимое в воде. Сера — **полиморфное*** соединение и образует две **аллотропные* модификации — ромбическую** и **моноклинную**. Существуют месторождения самородной серы (см. **процесс Фреша**), ее также выделяют из **нефти*** и **сульфидов** металлов (соединений серы с другими элементами), например из **сульфида железа** (**FeS**). Она горит на воздухе голубым пламенем с образованием **диоксида серы** и реагирует со многими металлами с образованием сульфидов. Сера используется для **вулканизации*** резины и производства **серной кислоты**, медикаментов, **фунгицидов***.

- **Ромбическая сера**. Называется также **альфа-сера (α-сера)** или **орторомбическая сера**. Кристаллическое бледно-желтое соединение, **аллотропная* модификация** серы, основное стабильное состояние серы при комнатной температуре.

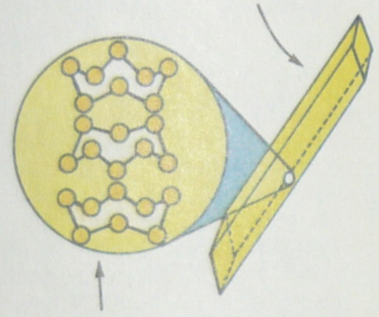
- **Моноклинная сера,** или **бета-сера (β-сера)**. Желтое, кристаллическое соединение, **аллотропная* модификация** серы. Более стабильна, чем **ромбическая сера**, при температурах выше 96°С.

Кристалл **ромбической серы** (см. также с. 22).



Плотность **ромбической серы** выше, чем **моноклинной**, за счет более плотной упаковки кольцевых молекул серы.

Кристалл **моноклинной серы** (длинный, тонкий, игольчатый)



Кольцевые молекулы серы образуют **кристаллическую решетку***, отличающуюся от решетки **ромбической серы**.

- **Пластическая сера**. Образуется, когда горячую жидкую серу быстро выливают в холодную воду. Это мягкая, резиноподобная масса, растягивающаяся в нити. Она не стабильна и застывает, при этом вновь образуются кольцевые восьмиатомные молекулы.

- **Серный цвет**. Мелкодисперсный желтый порошок, образуется при быстром охлаждении паров серы. Молекулы имеют кольцевое строение из восьми атомов.

- **Процесс Фреша**. Метод извлечения самородной серы из породы путем подземной выплавки серы. Сера, полученная таким способом, имеет чистоту 99,5%.

*Аллотропный, 22 (Аллотропия); Вулканизация, 114; Ковалентная связь, 18; Молекулярная решетка, 23; Нефть, 84; Перегретый пар, 115; Полиморфизм, 22; Фунгицид, 115.

- **Диоксид серы (SO_2)** или **оксид серы(IV)**. Ядовитый, удушливый газ, образует **сернистую кислоту** при растворении в воде. Это **ковалентное соединение*** получается при сжигании серы на воздухе или путем добавления разбавленной кислоты к **сульфиту**. Диоксид серы является типичным **восстановителем***, используется для синтеза **серной кислоты**, при **фумигации*** и в качестве **отбеливателя***.

Диоксид серы используется для предохранения некоторых видов пищевых продуктов, например фруктов.

- **Триоксид серы (SO_3)** или **оксид серы (VI)**. Твердое, белое, **летучее*** соединение, образуется в **контактном процессе**. Энергично реагирует с водой с образованием **серной кислоты**.

- **Сернистая кислота (H_2SO_3)**. Бесцветная, **слабая кислота***, образуется при растворении **диоксида серы** в воде.

- **Сульфид водорода (H_2S)** или **сероводород**. Бесцветный ядовитый газ с запахом гниющего белка. Растворим в воде с образованием **слабой кислоты***. Он выделяется при гниении органических веществ и при взаимодействии разбавленной кислоты и сульфида металла.

- **Сульфаты**. Твердые **ионные соединения***, которые содержат **сульфат-ион (SO_4^{2-})** и **катион***. Многие сульфатные соединения встречаются в природе, например **сульфат кальция ($CaSO_4$)**. Это **соли* серной кислоты,** получающиеся при добавлении **основания*** к разбавленной серной кислоте.

Раствор **сульфита натрия** используется в качестве закрепителя в фотографии. Этот процесс предохраняет отпечатки от полной засветки при попадании на них света.

- **Сульфиты**. **Ионные соединения***, содержат **сульфит-ион (SO_3^{2-})** и **катион*** металла, например, **сульфит натрия (Na_2SO_3)**. Это **соли* сернистой кислоты**. Они реагируют с разбавленной кислотой с образованием **диоксида серы**.

- **Серная кислота (H_2SO_4)**. Маслянистая, бесцветная жидкость с сильной коррозионной способностью. Это **двухосновная*** кислота, получается **контактным способом**. **Концентрированная серная кислота** содержит около 2% воды и очень **гигроскопична***, является сильнейшим **окислителем*** и **дегидратирующим агентом***. **Разбавленная серная кислота — сильная кислота***, содержит около 90% воды. Она реагирует с металлами, расположенными выше водорода в **электрохимическом ряду**, образуя **сульфат** металла и водород.

$$Cu + 2H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$

Медь; Концентрированная серная кислота; Сульфат меди(II); Диоксид; Вода

▲ **Концентрированная серная кислота** является **окислителем***.

$$CuO(тв.) + H_2SO_4(водн.) \rightarrow CuSO_4(водн.) + H_2O(жидк.)$$

Оксид меди (II); Разбавленная серная кислота; Сульфат меди(II); Вода

▲ **Разбавленная серная кислота** реагирует с **основаниями**, давая сульфаты.

Серная кислота широко применяется, при производстве удобрений, искусственных тканей, моющих средств и красок.

Взаимодействие между концентрированной серной кислотой и водой протекает очень энергично. Необходимо избегать несчастного случая при смешении этих соединений: кислоту всегда медленно добавляют к воде, а не наоборот!!!

- **Контактный процесс**. Промышленный метод получения серной кислоты.

Контактный процесс

Сухой и чистый **диоксид серы** и воздух пропускаются над **катализатором*** — пятиокисью ванадия при 450°С.

$$2SO_2(газ)+O_2(газ)\rightarrow 2SO_3(газ)$$

Диоксид серы; Кислород; Триоксид серы

Получение **триоксида серы**

При поглощении **концентрированной серной кислотой триоксида серы** образуется **дымящая серная кислота** или **олеум**.

$$SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow H_2S_2O_7$$

Диоксид серы; Концентрированная серная кислота; Дымящая серная кислота

При разбавлении **дымящей серной кислоты** образуется обычная серная кислота.

$$H_2S_2O_7+H_2O\rightarrow 2H_2SO_4$$

Дымящая серная кислота; Вода; Серная кислота

*Гигроскопичный, 92; Двухосновная, 39; Дегидратирующий агент, 114; Ионное соединение, 17; Катализатор, 47; Катион, 16; Ковалентное соединение, 18; Летучий, 114; Окислитель, Восстановитель, 34; Основание, 37; Отбеливатель, 114; Сильная кислота, 38; Слабая кислота, 38; Соли, 39; Фумигация, 115; Электрохимический ряд,

VII группа, галогены

Элементы **VII группы** периодической таблицы называются **галогенами**, а их соединения и ионы — **галидами** (**галогенидами**). Элементы VII группы — неметаллы, и их реакционная способность уменьшается при переходе вниз по группе. В таблице представлены некоторые свойства. Информация об элементах группы помещена ниже и на с. 73—74.

Некоторые свойства элементов VII группы

Название элемента	Химический символ	Относительная атомная масса*	Электронная конфигурация	Окисляющая способность	Реакционная способность	Внешний вид
Фтор	F	18,99	2, 7	Уменьшается ↓	Уменьшается ↓	Светлый желто-зеленый газ
Хлор	Cl	35,45	2, 8, 7			Светлый желто-зеленый газ
Бром	Br	79,91	2, 8, 18, 7			Темно-красная дымящаяся жидкость
Иод	I	126,90	2, 8, 18, 18, 7			Неметалл, твердое черно-серое вещество
Астат	At	Нестабильный изотоп*				

Атомы всех элементов VII группы содержат семь **электронов** на **внешней оболочке***, и все они образуют как **ионные**, так и **ковалентные соединения***. Элементы, расположенные в верхней части группы, более склонны к образованию ионных соединений, чем элементы, расположенные внизу.

Фтор никогда не используется в школьных лабораториях, так как он очень ядовит и реагирует со стеклянной посудой. **Хлор**, **бром** и **иод** не реагируют со стеклом, но их пары также очень ядовиты.

Окислительные свойства* элементов VII группы уменьшаются сверху вниз. Каждый из них может окислять ионы элементов, расположенных ниже. Например, **хлор** замещает **анионы*** как **брома**, так и **иода** в растворе путем окисления их до свободных молекул брома и иода. **Бром** замещает только **анион* иода**, а **иод** не может замещать ни один галоид в растворе.

$$2KI(\text{водн.})+Br_2(\text{жидк.})\rightarrow 2KBr(\text{водн.})+I_2(\text{тв.})$$

◀ **Бром** замещает **анион иода*** в иодистом калии. При этом анион иода теряет электрон (т.е. **окисляется***).

• **Фтор**. Элемент VII группы периодической таблицы. В свободном состоянии — **двухатомный газ*** (F_2), его выделяют из плавикого шпата (CaF_2) и криолита (Na_3AlF_6). Он наиболее активный элемент группы и является очень сильным **окислителем***. Фтор реагирует почти со всеми элементами. На рисунках представлены некоторые примеры его использования.

Реагируя с углеродом, **фтор** образует устойчивые **органические соединения***, которые называются **фторуглеродами**, например **политетрафторэтилен** (**ПТФЭ**) или **тефлон** (см. с. 81) Кастрюли, сковороды покрывают ПТФЭ для предотвращения прилипания продуктов, лыжи покрывают ПТФЭ для уменьшения трения.

Некоторые **фториды** (неорганические соединения фтора) добавляют к зубной пасте, а в некоторых странах и в питьевую воду — для уменьшения разрушения зубов.

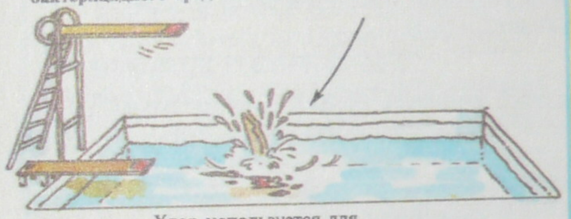
*Анион брома, 74 (Бромиды); Анион иода, 74 (Иодиды); Внешняя оболочка, 13; Двухатомный, 10; Изотоп, 13; Ионные соединения, 17; Ковалентное соединение, 18; Окисление, Окислитель, 34; Органические соединения, 76; Относительная атомная масса, 24; Электронная конфигурация, 13.

• **Хлор**. Элемент VII группы периодической таблицы. Ядовитый, удушливый **двухатомный*** газ (Cl_2), очень реакционноспособный, встречается в природе только в соединениях. **Хлористый натрий** (**NaCl**) — основное соединение хлора, он содержится в каменной соли, морской воде. Хлор выделяется из морской воды путем **электролиза*** с использованием **ячейки Дауна** (см. **натрий** — с. 54, **хлор** — с. 102). Хлор — сильный **окислитель***. Многие элементы реагируют с хлором с образованием **хлоридов** (см. уравнение ниже).

$$\underset{\text{Водород}}{H_2(\text{газ})}+\underset{\text{Хлор}}{Cl_2(\text{газ})}\rightarrow \underset{\text{Хлористый водород}}{2HCl(\text{газ})}$$

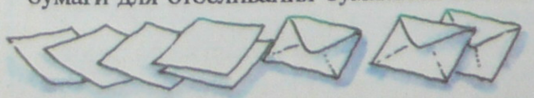
▲ На свету эта реакция идет со взрывом

Хлор используется для получения **хлористоводородной (соляной) кислоты** (см. **хлористый водород**), некоторых органических растворителей, а также в качестве **бактерицидного средства** в плавательных бассейнах.



Хлор используется для обеззараживания питьевой воды и как дезинфицирующее средство.

• **Гипохлорит натрия** (**NaOCl**), или **хлорноватистокислый натрий** Кристаллическое, белое, твердое вещество, в большом количестве растворяется в воде и образуется при добавлении **хлора** в холодный раствор гидроксида натрия. Гипохлорит натрия используется в домашних условиях для **отбеливания*** тканей и при производстве бумаги для отбеливания бумажной массы.



• **Хлориды**. Соединения **хлора** с другими элементами. Хлориды неметаллов (см. **хлористый водород**) являются **ковалентными соединениями***, обычно это жидкости или газы. Хлориды металлов (например, **хлорид натрия**, NaCl) — твердые вещества, растворимые в воде, **ионные соединения***, состоящие из **аниона* хлора** (Cl^-) и **катиона*** металла. См. с. 104.

• **Хлористый водород** (**HCl**). Бесцветный газ, **ковалентное соединение***, образует ионы при растворении в **полярных растворителях***. Получается при горении водорода в **хлоре.** Реагирует с аммиаком, растворяется в воде с образованием **хлористоводородной (соляной) кислоты**, которая является **сильной кислотой***. **Концентрированная соляная кислота** содержит 35% хлористого водорода и 65% воды, это бесцветная жидкость с резким запахом и большой коррозийной способностью. **Разбавленная соляная кислота** содержит около 7% хлористого водорода и 93% воды, это бесцветный раствор, реагирующий с **основаниями*** и с металлами, расположенными выше водорода в **электрохимическом ряду*** элементов. Концентрированная соляная кислота используется в промышленности для удаления ржавчины со стальных щитов перед их **гальванической обработкой***.

Концентрированная соляная кислота используется при травлении металла.

Кислота разъедает незащищенный металл и оставляет углубления. При печати рисунка эти углубления заполняются краской.

• **Хлорат натрия** (**$NaClO_3$**), или **хлорноватокислый натрий**. Белое, кристаллическое, твердое вещество, образуется при пропускании **хлора** через нагретый концентрированный раствор **гидроксида натрия** или при нагревании **гипохлорита натрия**.

Хлорат натрия применяют для уничтожения сорняков.

* Анион, 16; Гальваническая обработка, гальваника, 60; Двухатомный, 10; Ионное соединение, 17; Катион, 16; Ковалентные соединения, 18; Окислитель, 34; Основание, 37; Отбеливатель, 115; Полярный растворитель, 30; Сильная кислота, 38; Смолы, 115; Электролиз, 42; Электрохимический ряд, 45.

Галогены (продолжение)

• **Бром**. Элемент VII группы периодической таблицы (**галогены**, см. таблицу, с. 72). Это **летучая*** **двухатомная*** жидкость (Br_2), которая образует ядовитые, удушливые пары. Бром очень реакционноспособен, в природе встречается только в виде соединений, например, в морских организмах, горных породах, морской воде и внутренних озерах. Его выделяют из **бромида натрия** (**NaBr**) при добавлении хлора. Бром — сильный **окислитель***, реагирует с большинством элементов, образуя **бромиды**, и медленно растворяется в воде, давая **бромную воду**. Соединения брома применяются в медицине, в фотографии, в качестве дезинфицирующих средств. Он используется для синтеза **1,2-дибромэтана** (CH_2BrCH_2Br), который добавляют к бензину для предотвращения накопления свинца в моторах.

• **Бромиды**. Соединения брома с другими элементами. Бромиды неметаллов — **ковалентные соединения*** (см. **бромистый водород**). Бромиды металлов обычно **ионные соединения***, состоящие из **аниона*** брома (Br^-) и **катиона*** металла. За исключением **бромида серебра** (**AgBr**), все бромиды хорошо растворяются в воде (см. также с. 104).

• **Бромистый водород** (**HBr**). Бесцветный, с резким запахом газ, образуется при взаимодействии **брома** и водорода. Его химические свойства подобны свойствам хлористого водорода.

• **Иод**. Элемент VII группы периодической таблицы (**галогены**, см. таблицу, с. 72). Твердое, кристаллическое, **двухатомное*** (I_2), реакционноспособное соединение. Иод получают из **натриевой соли иодноватой кислоты** ($NaIO_3$) и морских водорослей. Это **сильный окислитель***, реагирует со многими элементами, образуя иодиды. При нагревании иод **сублимируется*** (возгоняется) с образованием фиолетового пара иода. Он слабо растворяется в воде, однако хорошо растворяется в растворе **иодида калия** (**KI**), а также в некоторых органических растворителях.

Недостаток **иода** в пище приводит к тому, что щитовидная железа не может производить достаточное количество гормона **тироксина**. Этот гормон необходим для регулирования обмена веществ. Люди с дефицитом тироксина страдают базедовой болезнью.

Основной источник иода — это продукты моря, рыбий жир, печень трески, фрукты и овощи. В некоторые сорта столовой соли специально добавляют иод.

Морские водоросли содержат до 0,5% **иода** (по весу).

Настойка иода (**иод**, растворенный в этиловом спирте) используется в качестве антисептика при порезах.

• **Иодиды**. Соединения иода с другими элементами. Иодиды неметаллов — **ковалентные соединения*** (см. **иодистый водород**). Иодиды металлов обычно **ионные соединения***, содержащие **анион иода*** (I^-) и **катион*** металла. Кроме **иодида серебра** (**AgI**), ионные иодиды растворяются в воде (см. с. 104).

• **Иодистый водород** (**HI**). Бесцветный газ с резким запахом. Это **ковалентное соединение***, получается при взаимодействии водорода и иода. Он растворяется в воде с образованием сильной **кислоты***, которая называется **иодоводородной** (ее химические свойства похожи на свойства соляной кислоты).

*Анион, Катион, 16; Двухатомный, 10; Ионное соединение, 17; Кислоты, 36; Ковалентное соединение, 18; Летучий, 114; Окислитель, 34; Сублимация, Возгонка, 7.

VIII группа, инертные газы

Инертные газы составляют **VIII группу** периодической таблицы. Все они **одноатомные*** газы, получаются при **фракционной перегонке жидкого воздуха***. Воздух содержит 0,9% **аргона**, а других инертных газов еще меньше. Эти газы почти не вступают реакции, так как **электронная конфигурация*** их атомов очень стабильна (они все имеют заполненную **внешнюю оболочку***). Легкие элементы группы не образуют химических соединений, а более тяжелые образуют несколько соединений.

• **Гелий** (**He**). Первый элемент VIII группы периодической таблицы. Это бесцветный газ, без запаха, **одноатомный***, присутствует в атмосфере (одна часть на 200 000) и в некоторых природных газах. Его получают при **фракционной перегонке жидкого воздуха***. Инертный газ, соединения его не известны. Он используется в аэростатах и дирижаблях, так как гелий легче воздуха в восемь раз и не горюч, а также при проведении глубоководных водолазных работ в водолазных костюмах для предотвращения кессонной болезни.

• **Неон** (**Ne**). Элемент VIII группы периодической таблицы. **Одноатомный*** газ, без цвета и запаха, находится в воздухе (одна часть на 55 000). Он получается при **фракционной перегонке жидкого воздуха***, инертен, соединения неона не известны. Применяется для заполнения ламп накаливания, в газоразрядных трубках, так как при прохождении через него электрического разряда при низком давлении неон испускает оранжевое свечение.

• **Радон** (**Rn**). Последний член группы VIII периодической таблицы. Он **радиоактивен***, получается в результате **радиоактивного распада*** радия.

• **Аргон** (**Ar**). Наиболее распространенный элемент VIII группы периодической таблицы. Это бесцветный газ, без запаха, **одноатомный***, в воздухе его содержится 0,9 %. Получается **фракционной перегонкой жидкого воздуха***, инертен, соединения аргона не известны. Он используется для заполнения электрических ламп и в газоразрядных трубках.

• **Криптон** (**Kr**). Элемент VIII группы периодической таблицы. Это **одноатомный*** газ, без цвета и запаха, содержится в атмосфере (одна часть на 670 000). Криптон получают при **фракционной перегонке жидкого воздуха***, он неактивен, известно только одно соединение криптона — **фтористый криптон** (KrF_2). Криптон используется в некоторых видах лазеров и в газоразрядных трубках.

Криптон используется в лампах на шахтерских касках.

• **Ксенон** (**Xe**). Элемент VIII группы периодической таблицы. Без цвета и запаха, **одноатомный*** газ, содержится в атмосфере (0,006 частей на миллион). Получается из **жидкого воздуха** путем **фракционной перегонки***. Неактивен, образует несколько соединений, например, **тетрафторксенон** (XeF_4). Он используется для заполнения газоразрядных трубок и ламп.

Ксенон используется в газоразрядных трубках и в лампах маяка.

*Внешняя орбиталь, 13; Одноатомный, 10; Радиоактивный распад, Радиоактивность, 14; Фракционная перегонка жидкого воздуха, 69; Электронная конфигурация, 13.

Органическая химия

Первоначально **органическая химия** занималась исследованием химических соединений в живых организмах. Теперь эта наука изучает все углеродсодержащие соединения, за исключением самых простых. Сейчас известно более двух миллионов таких соединений (**органических соединений**), больше, чем всех других химических соединений, вместе взятых. Это огромное число **ковалентных соединений*** существует благодаря тому, что у атомов углерода есть возможность связываться друг с другом, образуя самые разнообразные **цепи** и **кольца**.

• **Алифатические соединения**
Органические соединения, молекулы которых содержат в **основной цепи** атомы углерода. Цепь может быть **прямой, разветвленной, кольцеобразной** (но только это не **бензольные кольца** — см. **ароматические соединения**).

Прямая цепь атомов углерода в молекуле бутанола-1. В ней нет атомов углерода, связанных более чем с двумя другими атомами.

Боковая цепь — более короткая цепь атомов углерода, примыкающая к основной цепи.

Основная цепь — самая длинная цепь атомов углерода в молекуле.

Разветвленная цепь углеродных атомов в молекуле 3-метилпентана. В разветвленной цепи атом углерода может быть связан более чем с двумя другими атомами углерода.

Молекула **циклогексана**. Пример молекулы, в которой атомы углерода образуют кольцо.

• **Ароматические соединения**.
Органические соединения, молекулы которых содержат **бензольные кольца**. В бензольном кольце шесть атомов углерода, но оно отличается от **алифатического** кольца, так как между углеродными атомами существует не **простая***, не **двойная***, а промежуточная связь, как по длине, так и по реакционной способности.

Бензольное кольцо можно представить двумя способами

Или

Связь между атомами углерода — промежуточная между **простой** и **двойной связью***, поскольку часть электронов свободно передвигается вдоль всего кольца.

• **Стереохимия**. Изучает пространственное строение молекул. Соединения с одинаковой последовательностью связей, но различным расположением атомов в пространстве называются **стереоизомерами**. Пространственную структуру молекул часто представляют **стереохимической формулой*** — формулой, которая показывает, как атомы расположены в пространстве.

Структурная формула* метана. Это упрощенное изображение молекулы не отражает пространственного расположения атомов.

Стереохимическая формула* метана.

Обозначение связи, направленной перпендикулярно к плоскости страницы от читателя.

Обозначение связи, расположенной в плоскости страницы.

Обозначение связи, направленной перпендикулярно от плоскости страницы к читателю.

• **Изомеры**. Два или более соединений с одинаковой **молекулярной формулой***, но различным расположением атомов в молекулах. В результате соединения проявляют различные свойства. Существует два типа основных изомеров — **структурные изомеры** и **стереоизомеры**.

*Двойная связь, Ковалентные соединения, 18; Молекулярная формула, 26; Простая связь, 18; Стереохимическая формула, Структурная формула, 26.

• **Углеводороды**.
Органические соединения, которые содержат только атомы углерода и водорода.

Метан

Два примера молекул **углеводорода**

Этилен

• **Функциональная группа**. Атомы или группа атомов, которые придают молекуле наиболее характерные свойства. Органические молекулы могут иметь несколько таких групп (см. также с. 80—81).

Большинство **функциональных групп** содержит, по крайней мере, один атом, отличный от углерода и водорода.

Функциональная группа спиртов* называется гидроксильной группой (-OH).

Молекула этанола

Молекула этилена

Два атома углерода, соединенных **двойной** или **тройной связью***, также являются функциональными группами.

• **Гомологические ряды**. Группа органических соединений, размер которых увеличивается при добавлении $-CH_2-$ группы. Все ряды (за исключением **алканов***) также имеют **функциональные группы**, например, **спиртовую* гидроксильную группу (-OH)**. Члены рядов проявляют похожие химические свойства, но их физические свойства изменяются при увеличении размера. Гомологические ряды имеют **общую формулу** для всех своих членов.

• **Насыщенные соединения**.
Органические соединения, в молекулах которых есть только **простые связи*** между атомами.

Только **простые связи***

Насыщенная часть молекулы, содержащейся в масле.

• **Ненасыщенные соединения**.
Органические соединения, в молекулах которых есть, по крайней мере, одна **двойная** или **тройная*** связь.

• **Полиненасыщенные соединения** Этот термин используется для соединений, в молекулах которых много **двойных** или **тройных связей***, например, таких соединений, которые содержатся в маргарине.

Маргарин содержит **полиненасыщенные соединения.** Часть молекулы одного из соединений маргарина.

Двойные связи*

Первые два члена **гомологического ряда спиртов***

Структурная формула* метанола (CH_3OH)

Добавляется новая $-CH_2-$ группа

Гидроксильная функциональная группа

Структурная формула* этанола (CH_3CH_2OH)

Общая формула спиртов* — $C_nH_{2n+1}OH$ (где n - число атомов углерода).

• **Структурные изомеры**. Соединения с одинаковой **молекулярной***, но различной **структурной* формулами**, т.е. атомы в них связаны по-разному.

Молекулярная формула* C_2H_6O соответствует двум различным **структурным формулам***.

CH_3CH_2OH

CH_3OCH_3

Этанол

Два **структурных изомера**

Метоксиметан

• **Стереоизомеры**. Соединения с одинаковой **молекулярной формулой*** и одинаковым взаимным сочетанием атомов, но различным пространственным их расположением.

У молекулы C_4H_8 — две различные **стереохимические формулы***

Цис-бутен-2

Два **стереоизомера**

Транс-бутен-2

*Алканы, 78; Двойная связь, 18; Молекулярная формула, 26; Простая связь, 18; Спирты, 82; Стереохимическая формула, Структурная формула, 26; Тройная связь, 18.

Алканы

Алканы или **парафины — насыщенные* углеводороды*** и **алифатические соединения***. Они образуют **гомологические ряды***, которые имеют **общую формулу*** C_nH_{2n+2}. С увеличением размера молекул в ряду, физические свойства соединений изменяются (см. ниже).

Некоторые свойства алканов

Название соединения	Молекулярная формула*	Структурная формула*	Физическое состояние при 25°C	Температура кипения (°C)
Метан	CH_4	CH_4	Газ	-161,5
Этан	C_2H_6	CH_3CH_3	Газ	-88,0
Пропан	C_3H_8	$CH_3CH_2CH_3$	Газ	-42,2
Бутан	C_4H_{10}	$CH_3CH_2CH_2CH_3$	Газ	-0,5
Пентан	C_5H_{12}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$	Жидкость	36,0
Гексан	C_6H_{14}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	Жидкость	69,0

Первая часть названия указывает число атомов углерода в молекуле. Окончание -ан обозначает отношение молекулы к группе алканов (см. с. 100).

Следующая молекула в ряду всегда длиннее на группу $-CH_2-$.

С увеличением длины молекулы постепенно меняется физическое состояние вещества.

Температура кипения алканов постепенно увеличивается с ростом длины молекулы. Температура плавления и плотность имеют ту же тенденцию, т.е. возрастают с увеличением размера молекулы вещества.

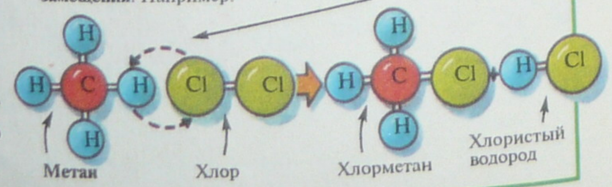
Алканы — **неполярные молекулы***. Они горят на воздухе с образованием двуокиси углерода и воды, взаимодействуют с **галогенами***, в остальном они достаточно инертны. Их получают из **нефти*** (за исключением **метана**) и используют как топливо и для получения других органических соединений, например пластмасс.

- **Метан (CH_4)**. Это бесцветное, легковоспламеняющееся вещество, не имеет запаха, реагирует с **галогенами*** (см. рисунок ниже) и является источником для получения водорода. **Природный газ** на 99% состоит из метана.
- **Этан (C_2H_6)**. Соединение ряда алканов. Газ, в небольших количествах содержащийся в **природном газе** (см. **метан**), в основном его получают из **нефти***. Свойства этана похожи на свойства метана. Из этана получают другие химические соединения.
- **Пропан (C_3H_8)**. Соединение ряда алканов. Газ, который обычно получают из **нефти***. Его свойства схожи со свойствами **этана**. Пропан в баллонах используется как топливо для приготовления пищи и обогрева.

- **Циклоалканы**. Молекулы, атомы углерода в которых соединены в кольцо, например **циклогексан** (см. рисунок, с. 76). Его свойства подобны свойствам других алканов.

- **Реакции замещения**. Реакции, в которых атом или **функциональная группа*** молекулы замещаются на другой атом или функциональную группу. Молекулы **насыщенных соединений***, например, алканов, могут участвовать в реакциях замещения, но не в **реакциях присоединения**.

Алканы взаимодействуют с **галогенами*** по **реакции замещения**. Например:



*Алифатические соединения, 76; Галогены, 72; Молекулярная формула, 26; Насыщенные соединения, 77; Неполярная молекула, 19; Нефть, 84; Структурная формула, 26; Углеводороды, 77; Функциональная группа; Общая формула, 77 (Гомологические ряды).

Алкены

Алкены или **олефины — ненасыщенные* углеводороды*** и **алифатические соединения***. Молекулы алкенов содержат одну или более **двойную связь*** между атомами углерода. Соединения только с одной двойной связью в молекуле образуют **гомологический ряд*** с **общей формулой*** C_nH_{2n}. По мере увеличения размера молекулы физические свойства соединений постепенно меняются (см. ниже).

Некоторые свойства алкенов

Название соединения	Молекулярная формула*	Структурная формула*	Физическое состояние при 25°C	Температура кипения (°C)
Этилен (этен)	C_2H_4	$CH_2=CH_2$	Газ	-104,0
Пропилен (пропен)	C_3H_6	$CH_3CH=CH_2$	Газ	-47,0
Бутилен-1 (бутен-1)	C_4H_8	$CH_3CH_2CH=CH_2$	Газ	-6,0
Пентен-1	C_5H_{10}	$CH_3CH_2CH_2CH=CH_2$	Жидкость	30,0

Число означает положение **двойной связи*** в молекуле. Названия **алкенов** образуются так же, как алканов, но окончание -ан заменяется на -ен (см. с. 100).

Каждая молекула на $-CH_2-$группу длиннее. Показано расположение **двойной связи***.

При увеличении длины цепи происходит постепенный переход от газообразного состояния веществ к жидкому.

По мере увеличения длины молекулы температура кипения алкенов возрастает. Температура плавления и плотность имеют ту же тенденцию.

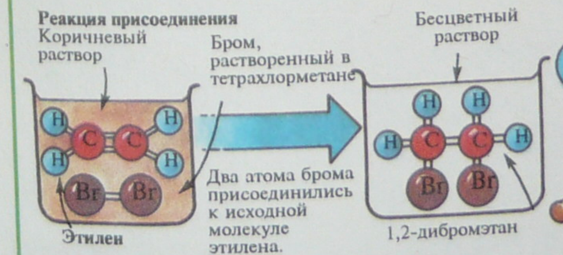
Алкены — **неполярные молекулы***. Они горят дымящим пламенем и в присутствии избытка кислорода полностью **окисляются*** до двуокиси углерода и воды. Алкены более реакционноспособны, чем **алканы**. Из-за наличия в них двойной связи они могут участвовать в **реакциях присоединения**, при этом иногда образуются **полимеры***. Алкены получают **крекингом*** алканов и используют для получения разнообразных продуктов, включая пластмассы и антифризы.

- **Этилен (C_2H_4)**, или **этен**. Простейший алкен (см. таблицу выше). Это бесцветный газ с неприятным запахом, который по **реакции присоединения** образует полимер — **полиэтилен**. Этилен используется для получения пластмасс, этанола и многих других органических соединений.
- **Пропилен (C_3H_6)**, или **пропен**. Соединение ряда алкенов. Этот бесцветный газ используется для получения **полипропилена**.

Некоторые кухонные принадлежности делают из **полипропилена**.

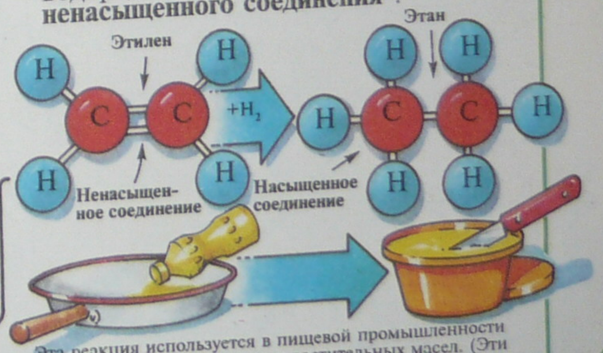
- **Реакции присоединения**. Реакция, в ходе которой взаимодействуют две молекулы с образованием одной большей молекулы. Одна из молекул должна быть **ненасыщенной*** (иметь **двойную** или **тройную связь***).

Реакция присоединения



Изменение окраски используется как тест на **ненасыщенные соединения***, такие, как алкены.

- **Гидрогенизация. Реакция присоединения**, в которой атомы водорода присоединяются к молекуле **ненасыщенного соединения***.



Эта реакция используется в пищевой промышленности для отверждения животных и растительных масел. (Эти масла — **ненасыщенные соединения***, но не алкены.)

*Алифатические соединения, 76; Двойная связь, 18; Крекинг, 84; Молекулярная формула, 26; Насыщенные соединения, 77; Неполярная молекула, 19 (Полярная молекула); Общая формула, 77 (Гомологический ряд); Окисление, 34; Полимеры, 86; Структурная формула, 26; Тройная связь, 18; Углеводороды, 77.

Алкины

Алкины или **ацетилены** — **ненасыщенные* алифатические соединения*** (каждая молекула содержит **тройную связь*** углерод-углерод). Это **углеводороды***, они образуют **гомологический ряд* общей формулы*** C_nH_{2n-2}. Названия алкинов образуются так же, как названия **алканов***, но окончание -ан заменяется на -ин (см. с. 100). Это — **неполярные молекулы*** с химическими свойствами, подобными **алкенам***. Они горят коптящим пламенем на воздухе и очень горячим пламенем в чистом кислороде. Алкины получают **крекингом***. Они используются для получения пластмасс и растворителей.

Структурные формулы* некоторых алкинов

Название соединения	Структурная формула*
Ацетилен (этин)	$CH{\equiv}CH$
Метилацетилен (пропин)	$CH_3C{\equiv}CH$
	$CH_3CH_2C{\equiv}CH$

• **Ацетилен (C_2H_2)**, или **этин**. Простейший алкин. Бесцветный газ, менее плотный, чем воздух, со слегка сладковатым запахом. Это единственный распространенный алкин. Ацетилен может участвовать в тех же реакциях, что и другие алкины, но более энергично, например, он со взрывом взаимодействует с хлором. Его получают **крекингом*** и используют в производстве поливинилхлорида (ПВХ) и других винильных соединений.

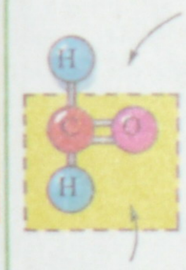
Молекула ацетилена

Ацетилен используют в кислородно-ацетиленовой газовой сварке, так как он горит пламенем высокой температуры.

Другие гомологические ряды

Следующие группы органических соединений образуют **гомологические ряды* алифатических соединений***. Каждый ряд имеет особую **функциональную группу***, а его члены — похожие химические свойства.

• **Альдегиды**. Соединения, которые содержат **функциональную группу* -CHO**. Они образуют гомологический ряд* с **общей формулой*** $C_nH_{2n+1}CHO$ и называются они как **алканы***, только окончание -ан заменяется на -аналь (см. с. 101). Это бесцветные жидкости (за исключением **метаналя** (формальдегида)), они являются **восстановителями*** и участвуют в **реакциях присоединения***, **конденсации*** и **реакциях полимеризации***. Когда они **окисляются***, получаются **карбоновые кислоты**.

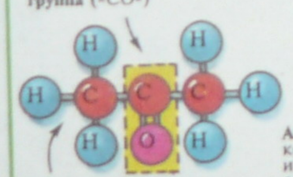


Молекула **формальдегида** (**метаналя**) (HCHO) — простейшего **альдегида**. Это бесцветный ядовитый газ с резким запахом. Он растворяется в воде с образованием **формалина**, используемого для хранения биологических материалов. Используется также для получения **полимеров*** и адгезивов.

функциональная группа -CHO

• **Кетоны**. Соединения, которые содержат **карбонильную группу** (**функциональную группу*** -CO-). Кетоны образуют **гомологический ряд*** со сложной **общей формулой***. Они называются так же, как **алканы***, но окончание -ан заменяется на -анон. Большая часть кетонов — бесцветные жидкости, как и **альдегиды**, но они не являются **восстановителями***.

Карбонильная группа (-CO-)



Молекула **ацетона** (CH_3COCH_3) или **пропанона** — простейшего из **кетонов**

Ацетон — бесцветная жидкость, которая смешивается с водой. Он используется для получения **акриловых** соединений и в качестве органического растворителя, например, для удаления лака с ногтей.

* **Алифатические соединения**, 76; **Алканы**, 78; **Алкены**, 79; **Восстановитель**, 34; **Крекинг**, 84; **Ненасыщенные соединения**, 77; **Неполярная молекула**, 19 (**Полярная молекула**); **Общая формула**, 77 (**Гомологический ряд**); **Окисление**, 34; **Реакция конденсации**, 83; **Реакция полимеризации**; **Полимеры**, 86; **Реакция присоединения**, 79; **Структурная формула**, 26; **Тройная связь**, 18; **Углеводороды**, 77; **Функциональная группа**, 77.

• **Карбоновые кислоты.** Соединения, которые содержат **карбоксильную группу (функциональную группу*** -COOH-) и образуют **гомологический ряд*** соединений **общей формулы** $C_nH_{2n+1}COOH$. Едкие бесцветные **слабые кислоты***, они реагируют со **спиртами*** с образованием **эфиров** (см. **реакция конденсации**, с. 83).

Метановая кислота (HCOOH) или **муравьиная кислота** — простейшая **карбоновая кислота**, жидкость, содержащаяся в муравьях и крапиве.

Карбоксильная группа

Карбоксильная группа (-COOH)

Молекула **уксусной кислоты** (CH_3COOH) или **этановой**. Это бесцветная жидкость, используемая вместе с водой и сахаром для изготовления уксуса.

• **Дикарбоновые кислоты** Соединения, содержащие две **карбоксильные группы** в каждой молекуле (см. **карбоновые кислоты**).

Молекула **щавелевой** (**этандиовой**) **кислоты** ($(COOH)_2$), ядовитая **дикарбоновая кислота**, найденная в листьях щавеля и ревеня.

Две **карбоксильные группы**

• **Сложные эфиры. Гомологический ряд*** соединений, содержащих **-COO-функциональную группу*** в молекуле. Это инертные, бесцветные жидкости, получаемые по реакции **карбоновых кислот** и **спиртов*** (см. **реакцию конденсации**, с. 83). Они найдены в растительных маслах и животных жирах, придают фруктам и цветам специфические запахи. Они используются в парфюмерной промышленности и при изготовлении приправ.

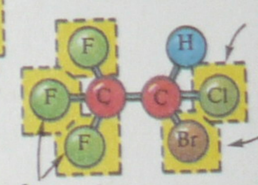
Молекула этилового **эфира уксусной кислоты**, или **уксусноэтилового эфира**, или **этилацетата** ($CH_3COOCH_2CH_3$). Некоторые эфиры, имеющие запах, сходный с запахом груши, используются в производстве конфет.

• **Галогеналканы** или **алкилгалогениды**. **Гомологический ряд*** соединений, который содержит один или более атомов галогенов (см. также с. 101). Большинство галогеналканов — бесцветные, **легколетучие*** жидкости, которые не смешиваются с водой. Они могут участвовать в **реакциях замещения***. Наиболее активные содержат иод, наименее — фтор.

Молекула **хлорэтана** (CH_3CH_2Cl), **галогеналкана**. Используется для получения охлаждающих агентов (см. с. 115)

Атом хлора — **галогенсодержащая функциональная группа*** (см. с. 101)

Некоторые важные органические соединения имеют более чем один атом **галогена*** в молекулах.

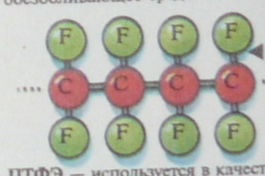


Хлор

Бром

Фтор

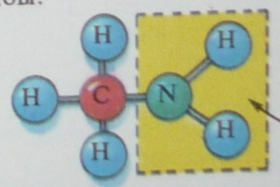
Молекула **галотана**, или **1-бром-1-хлор-2,2,2-трифторэтана**. Используется вместе с закисью азота как обезболивающее средство.



Молекула **политетрафторэтилена** (ПТФЭ) (см. также с. 72)

ПТФЭ — используется в качестве непригорающего покрытия в кастрюлях.

• **Первичные амины** — соединения, которые содержат **аминогруппу** (**функциональную группу*** NH_2-). Это **слабые основания***, они имеют запах рыбы.



Метиламин (CH_3NH_2), **первичный амин**

Аминогруппа

• **Диамины.** Соединения, содержащие две **аминогруппы** в каждой молекуле.

***Галогены**, 72; **Летучесть**, 114; **Общая формула**, 77 (**Гомологический ряд**); **Реакция замещения**, 78; **Слабая кислота**, **Слабое основание**, 38; **Спирты**, 82; **Функциональная группа**, 77.

Спирты

Спирты — органические соединения, которые содержат одну или несколько **гидроксильных групп (функциональные группы*** **-OH-**) в молекуле. Спирты, приведенные в таблице ниже, — члены **гомологического ряда*** спиртов, которые являются **алифатическими соединениями*** с **общей формулой*** $C_nH_{2n+1}OH$. По мере увеличения размеров молекул их физические свойства постепенно изменяются. Некоторые тенденции свойств этих соединений показаны ниже:

Некоторые свойства спиртов

Название соединения	Структурная формула*	Физическое состояние при 25°C	Температура кипения(°C)
Метанол	CH_3OH	Жидкость	65,6
Этанол	CH_3CH_2OH	Жидкость	78,5
Пропанол-1	$CH_3CH_2CH_2OH$	Жидкость	97,2
Бутанол-1	$CH_3CH_2CH_2CH_2OH$	Жидкость	117,5

Спирты называются так же, как **алканы***, но с окончанием -анол. Число в названии указывает, к какому атому углерода присоединена **гидроксильная группа** (см. с. 100).

Каждое последующее соединение ряда на одну $-CH_2-$ группу длиннее.

С ростом длины молекулы происходит переход от жидкого к твердому состоянию.

Температура кипения спиртов возрастает при увеличении длины молекулы. У них высокие температуры кипения по отношению к их **относительной молекулярной массе*** из-за **водородной связи***.

Благодаря наличию **гидроксильной группы**, спирты являются **полярными*** молекулами и имеют **водородную связь***. Спирты с короткой цепью смешиваются с водой полностью, но высшие спирты не смешиваются, так как молекула имеет достаточно много CH_2-групп, что делает ее менее полярной. Спирты не **ионизованы*** в воде, и их реакция **нейтральна***. Они горят, образуя двуокись углерода и воду.

Спирты реагируют с натрием

$$2CH_3CH_2OH + 2Na \rightarrow 2CH_3CH_2ONa + H_2$$

Этанол — Натрий — Этилат натрия — Водород

Спирты взаимодействуют с галоидными соединениями фосфора с образованием **галогеналканов** (см. с. 81) и с **карбоновыми кислотами** с образованием **сложных эфиров** (см. **реакция конденсации** и с. 81).

Первичные спирты окисляются* сначала до **альдегидов***, а затем до **карбоновых кислот***.

Перманганат калия в кислой среде вызывает окисление

$$CH_3CH_2CH_2OH \rightarrow CH_3CH_2CHO \rightarrow CH_3CH_2COOH$$

Пропанол-1 — Пропаналь — Пропионовая кислота

Вторичные спирты окисляются* до **кетонов** (см. с. 80).

Перманганат калия в кислой среде вызывает окисление

$$CH_3CHOHCH_3 \rightarrow CH_3COCH_3$$

Пропанол-2 — Пропанон (ацетон)

• **Этанол** (CH_3CH_2OH, часто записывается как C_2H_5OH) также называется **этиловым спиртом** или просто **спиртом**. Спирт, имеющий слабый запах, — водорастворимая жидкость с относительно высокой температурой кипения. Он горит почти бесцветным пламенем, получают его при взаимодействии этилена с паром. Он образуется также при **спиртовом брожении**.

Этанол используется как растворитель. Некоторые другие области его применения показаны ниже.

Анализатор дыхания используется, если человек выпил много алкоголя и это опасно для вождения машины. Этот прибор имеет электронное устройство для измерения количества алкоголя в выдыхаемом воздухе.

*Алифатические соединения, 76; Алканы, 78; Альдегиды, 80; Водородная связь, 20; Ионизация, 16; Карбоновые кислоты, 81; Нейтральный, 37; Общая формула, 77 (Гомологический ряд); Окисление, 34; Относительная молекулярная масса, 24; Полярная молекула, 19; Структурная формула, 26; Функциональная группа, 77.

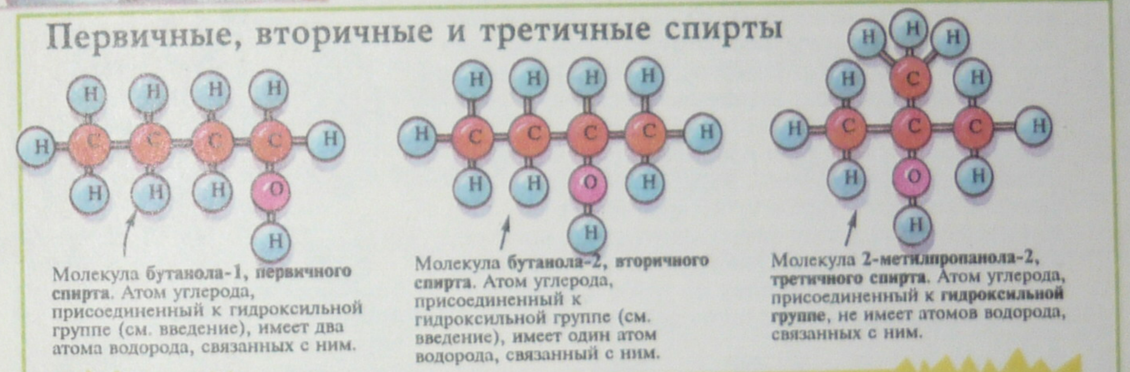
• **Алкогольное брожение**. Процесс, получения **этанола** (который и придает алкогольным напиткам их свойства) из фруктов или зерна. **Глюкоза*** из фруктов или зерна превращается в этанол с помощью **ферментов*** (**катализаторов*** реакций в живых клетках).
В алкогольном брожении используются **дрожжи**, так как в них содержится дрожжевой фермент брожения (**зимаза**), который катализирует превращение глюкозы в этанол.

Дрожжи погибают, если **этанол** становится слишком концентрированным. Более крепкие алкогольные напитки, например виски, получают **перегонкой*** раствора этанола, при этом удаляется вода и этанол концентрируется, что делает напиток очень крепким.

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{Фермент*}} 2CH_3CH_2OH + 2CO_2$$

Раствор глюкозы из фруктов или ячменя — Этанол — Двуокись углерода

Первичные, вторичные и третичные спирты



Молекула **бутанола-1, первичного спирта**. Атом углерода, присоединенный к гидроксильной группе (см. введение), имеет два атома водорода, связанных с ним.

Молекула **бутанола-2, вторичного спирта**. Атом углерода, присоединенный к гидроксильной группе (см. введение), имеет один атом водорода, связанный с ним.

Молекула **2-метилпропанола-2, третичного спирта**. Атом углерода, присоединенный к **гидроксильной группе**, не имеет атомов водорода, связанных с ним.

Цифра в названии спирта указывает на положение атома углерода, с которым связана **гидроксильная группа** (см. с. 100 для более подробного ознакомления с названиями спиртов).

• **Многоатомные спирты**. Спирты, молекулы которых содержат более чем одну **гидроксильную группу** (см. введение).

Этандиол-1,2 или этиленгликоль — двухатомный спирт-диол (содержит две **гидроксильные группы**). Используется в качестве антифриза.

Пропантриол-1,2,3, глицерин или глицерол — **трехатомный спирт-триол** (содержит три **гидроксильные группы**). Используется в производстве взрывчатых веществ.

• **Реакция конденсации**. Реакция, в которой две молекулы реагируют между собой с образованием одной, с выделением малой молекулы, например, воды (см. также **поликонденсация**, с. 86).

Пример реакции **конденсации**:

$$CH_3CH_2OH \rightarrow CH_3COOH \rightarrow CH_3COOCH_2CH_3 + H_2O$$

Этанол — Уксусная кислота — Этиловый эфир уксусной кислоты — Выделяется молекула воды

Эта реакция является также **реакцией этерификации**, так как в результате реакции получается **сложный эфир***. Спирт и органическая кислота всегда взаимодействуют с образованием сложного эфира.

*Глюкоза, 90; Катализатор, 47; Окисление, 34; Перегонка, 106; Сложный эфир, 81; Фермент, 47.

Нефть

Нефть представляет собой темную вязкую жидкость. Залежи нефти обычно располагаются глубоко под землей или под дном моря. Часто вместе с нефтью залегает и **природный газ***, состоящий в основном из **метана***. Нефть образуется в течение миллионов лет из разложившихся животных и растений под действием давления. Нефть — это смесь **алканов***, различных по размеру и структуре. Много полезных продуктов можно получить **при переработке** нефти.

- **Переработка нефти**. Ряд процессов, которые превращают нефть в полезные продукты. Переработка состоит из трех основных процессов: **первичная перегонка**, **крекинг (расщепление)** и **риформинг**.

- **Первичная перегонка** или **фракционная перегонка** нефти. Процесс, используемый для разделения нефти на фракции, различающиеся температурой кипения (см. также с. 106). В нижней части **ректификационной колонны** (см. рисунок) поддерживается очень высокая температура, которая снижается по мере приближения к вершине колонны. Пары кипящей нефти поднимаются вверх, теряя тепло. Когда **фракция** достигает тарелки, которая имеет температуру ниже, чем температура кипения фракции, последняя конденсируется на этой тарелке. Затем эта фракция отводится по трубе. Повторная перегонка фракции дает лучшее разделение.

- **Фракция**. Смесь жидкостей с близкими температурами кипения, полученная в результате **первичной перегонки**. **Легкие фракции** имеют низкую температуру кипения и короткие углеводородные цепи. **Тяжелые фракции** имеют более высокую температуру кипения и длинные цепи.

- **Крекинг**. Реакция, при которой разрываются длинные цепи **алканов*** и образуются более легкие алканы и **алкены***. Легкие алканы используют как **бензин**. Крекинг проводится при высокой температуре (**термический крекинг**) или в присутствии **катализатора*** (**каталитический крекинг**).

$$C_9H_{20} \rightarrow C_7H_{16} + C_2H_4$$

Алкан (нонан) → Алкан (гептан) + Алкен (этилен*)

Нефть

- **Риформинг**. Процесс облагораживания **бензинов**, процесс, в котором бензин получается из **легких фракций** путем разрыва **прямой цепи*** молекул **алканов*** и преобразования их в молекулы с **разветвленными цепями***.

*Алканы, 78; Алкены, 79; Катализатор, 47; Природный газ, 78 (Метан); Прямые цепи, 76; Разветвленные цепи, 76; Углеводороды, 77; Этилен, 79.

- **Крекинг-газ.** Газ, который содержит главным образом **метан***. Другие **легкие фракции** содержат **пропан** и **бутан** (оба **алканы***) и образуют так называемый **сжижаемый крекинг-газ**.

Сжиженный крекинг-газ используется в качестве топлива.

- **Нефтехимическое сырье**. **Фракции** нефти, которые используются для производства органических соединений. Главным образом это **газ, образующийся при переработке нефти**, и **лигроин** — часть **газолиновой** фракции.

Нефтехимическое сырье

Крекинг-газ

- **Бензин**. Жидкая фракция, полученная при первичной перегонке. Она содержит **алканы*** с 5—12 атомами углерода в молекуле и имеет температуру кипения в области 40—150°С (см. также **крекинг** и **риформинг**).

- **Октановое число**. Показывает качество **бензина**. Оно изменяется от 0 до 100 и увеличивается при использовании антидетонаторов, таких, как тетраэтилсвинец ($Pb(OC_2H_5)_4$).

Бензин в качестве топлива используется в автомобилях и имеет **октановое число** около 90. Он содержит, главным образом, **разветвленные* цепи алканов***.

Бензин

- **Керосин**. Жидкая **фракция**, полученная при **первичной перегонке**. Керосин содержит **алканы*** с 9—15 атомами углерода в молекулах. Эта фракция имеет температуру кипения в пределах 150—250°С.

Керосин используется в качестве **топлива*** в реактивных двигателях и бытовых обогревателях.

Керосин

- **Дизельное топливо**. Жидкая **фракция**, полученная при **первичной перегонке нефти**. Содержит **алканы*** с 12—25 углеродными атомами в молекулах. Эта фракция имеет температуру кипения 250°С и выше.

Дизельное топливо используется в дизельных двигателях.

Дизельное масло

- **Мазут**. Масло, оставшееся после **первичной перегонки нефти**. Состоит из **углеводородов*** очень высокой **относительной молекулярной массы***, их молекулы содержат до 40 атомов углерода. Температура кипения мазута выше 350°С. Он используется в качестве **топлива**. При повторной перегонке мазута образуются вещества, указанные справа.

- **Смазочные масла**. Смесь **нелетучих*** жидкостей, полученных при перегонке **мазута** в вакууме.

- **Углеводородный воск** или **парафиновый воск**. Мягкое твердое вещество, которое отделяют от **смазочного масла** после перегонки **мазута** в вакууме.

Свечи и мастика

- **Битум** или **асфальт**. Жидкость, которая остается после перегонки **мазута** в вакууме. Это деготь, черное, полутвердое при комнатной температуре вещество.

Покрытие шоссе, кровли

Мазут

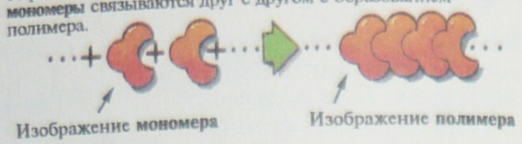
*Алканы, 78; Летучий, 114; Метан, 78; Относительная молекулярная масса, 24; Разветвленные цепи, 76; Топливо, 94; Углеводороды, 77.

Полимеры и пластики

Полимеры — это соединения, которые содержат большое число последовательно повторяющихся **мономеров** (небольших молекул), связанных друг с другом. Полимеры имеют очень длинные молекулы с высокой **относительной молекулярной массой***. Полимеры встречаются в природе — например, **белки***. Имеется большое число **синтетических полимеров**, например **пластики**.

• **Мономеры**. Относительно небольшие молекулы, которые реагируют с образованием полимеров. Например, молекулы **этилена***, являясь мономерами, реагируют друг с другом с образованием **полиэтилена** (см. также уравнение для **гомополимера**).

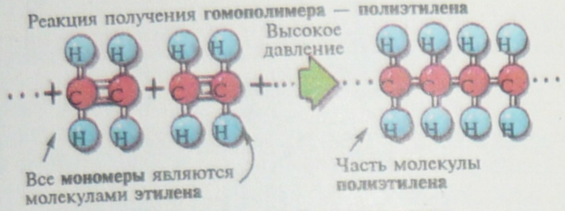
Упрощенная картина **полимеризации** — реакции, в которой **мономеры** связываются друг с другом с образованием полимера.



• **Присоединительная полимеризация**. Реакция полимеризации, в которой **мономеры** присоединяются друг к другу без потери каких-либо атомов. Продуктом реакции является только полимер, и он имеет ту же **эмпирическую формулу***, что и мономер. См. также **реакции присоединения**, с. 79.

• **Гомополимер**. Полимер, содержащий один мономер.

Реакция получения **гомополимера** — **полиэтилена**



Это реакция **присоединительной полимеризации**

Пример **присоединительной полимеризации**

• **Сополимер**. Полимер, содержащий два или более различных **мономера**. См. пример **поликонденсации** ниже.

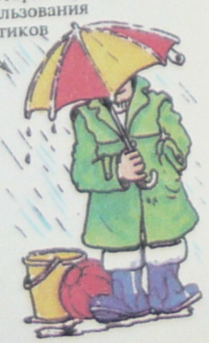
• **Поликонденсация**. Реакция полимеризации, в которой мономеры образуют полимер с выделением небольших низкомолекулярных соединений, таких, как вода (см. **реакция конденсации**, с. 83).

• **Деполимеризация**. Разложение полимера до **мономера**. Например, при нагревании **акрилатов**.

• **Синтетические полимеры**. Полимеры, полученные в лабораториях или на заводах (не природные полимеры), например нейлон.

• **Пластики**. **Синтетические полимеры**, которые легко формуются. Их синтезируют из химических веществ, полученных из **нефти***, и обычно это прочные, легкие, твердые вещества, которые являются термическими и электрическими изоляторами. Как правило, они не подвергаются **биоразложению***, т.е. не гниют, а при горении образуют ядовитый дым. Имеется два типа пластиков — **термопластики**, которые размягчаются или плавятся при нагревании (например, **полиэтилен**), и **термореактивные пластики**, которые устойчивы к нагреванию и не плавятся (например, пластики, из которых изготовляют детали электрооборудования).

Некоторые примеры использования пластиков



*Белок, 91; Биоразложение, 96; Нефть, 84; Относительная молекулярная масса, 24; Эмпирическая формула, 26; Этилен, 79.

• **Полиэфиры**. **Сополимеры**, образованные при **поликонденсации мономеров — диолов*** и **дикарбоновых кислот***. Мономеры, связанные друг с другом сложноэфирной **функциональной группой*** **COO**.

На яхтах устанавливают паруса, сделанные из **полиэфиров**.

Некоторые **полиэфиры** выпускают в виде волокон, которые используются в тканях для изготовления одежды и др.

• **Полиамиды**. **Сополимеры**, синтезированные путем **поликонденсации** мономеров — **дикарбоновых кислот*** и **диаминов***, например, **нейлон**.

Полистирол используется для изготовления одноразовых ножей, вилок и чашек, упаковочного материала, тары и изоляторов.

• **Поливинилхлорид (ПВХ)**, или **полихлорэтен**. Износостойкий гомополимер, используется для приготовления различных изделий. (См. также рисунки для **присоединительной полимеризации**).

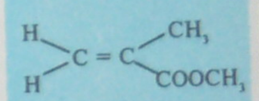
• **Полистирол**, или **полифенилэтилен**. **Гомополимер**, образованный при **присоединительной полимеризации стирола (фенилэтилена)**.

Нейлон используется для изготовления многих вещей, например, парашютов, снаряжения альпинистов.

• **Нейлон**. Разновидность **полиамидов**. Это прочные, износостойкие полимеры, которые можно вытянуть в виде волокон, они не адсорбируют воду, не гниют. Полиамиды используются в качестве волокон, которые часто смешивают с другими волокнами. См. **поликонденсация**, производство нейлона 66.

• **Полиакрилаты**. Полимеры на основе полиметилметакрилата, или поли-1-метоксикарбонил-1-метилэтена. Гомополимеры, образованные при **присоединительной полимеризации**. Часто используются в качестве заменителя стекла (оргстекло).

Метилметакрилат — акриловый мономер



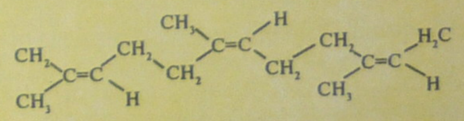
Полиакрилаты используются для уличной рекламы, вывесок.

• **Полиэтилен**. **Гомополимер**, образованный при **присоединительной полимеризации этена (этилена)***. Полиэтилен производится в двух формах в зависимости от используемого метода — мягкий материал низкой плотности и прочный, более жесткий материал высокой плотности. Полиэтилен имеет **относительную молекулярную массу*** 10 000 — 40 000 и используется для получения различных изделий.

Полиэтилен используется для изготовления кухонной посуды, например тазов.

• **Природные полимеры**, или **биополимеры**. Полимеры, которые встречаются в природе, например, **крахмал**, **натуральный каучук**. Крахмал состоит из **мономеров глюкозы***. Рисунок фрагмента молекулы **крахмала** см. на с. 90.

Часть полимерной молекулы каучука



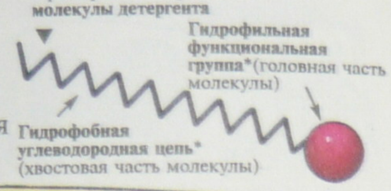
Натуральный каучук получают из **латекса***, который выделяют из каучукового дерева. Каучук затем **вулканизируют*** и получают резину, использующуюся в качестве шлангов, шин и т.д.

*Вулканизация, 114; Глюкоза, 90; Диамины, Дикарбоновые кислоты, 81; Диолы, 83 (Многоатомные спирты); Карбоксильная группа, 81(Карбоновые кислоты); Латекс, 114; Относительная молекулярная масса, 24; Функциональная группа, 77; Этен, 79; Эфиры, 81.

Моющие средства (детергенты)

Моющие средства (детергенты) — вещества, которые при добавлении к воде облегчают удаление грязи. Это может происходить в результате понижения **поверхностного натяжения*** воды таким образом, что вода равномерно распределяется по поверхности материала вместо того, чтобы собираться в капли, в результате увеличения растворимости молекул жира в воде и в результате удерживания удаленной грязи в виде суспензии в воде. **Мыло** — один из детергентов, но имеются также моющие средства, **не содержащие мыла**.

• **Молекула детергента**. Большая молекула, содержащая длинную **углеводородную*** цепь с небольшой **функциональной группой*** на одном конце (делая этот конец молекулы **полярным***). **Неполярная*** цепь — это **гидрофобная** (отталкивающая воду) часть молекулы, а полярный конец — это **гидрофильная** (притягивающая воду) часть молекулы. В воде эти молекулы образуют **мицеллы**.



• **Мыло** — типичный детергент. Это **натриевая** или **калиевая соль*** длинноцепной **карбоновой кислоты***, например, стеариновой кислоты (см. уравнение). Синтез проводят при взаимодействии животного жира или растительного масла (сложный **эфир***) с гидроксидом натрия и калия (мыло на основе гидроксида калия мягче). Процесс приготовления мыла — это реакция омыления. Молекулы мыла образует в воде **мицеллы**. В **жесткой воде*** мыло образует пленку на поверхности, в то время как безмыльный детергент такой пленки не образует.

Реакция омыления ▼

$$C_{17}H_{35}COOCH_2 - C_{17}H_{35}COOCH - C_{17}H_{35}COOCH_2 + 3NaOH \xrightarrow{\text{Реакция омыления}} 3C_{17}H_{35}COO^-Na^+ + CH_2OH - CHOH - CH_2OH$$

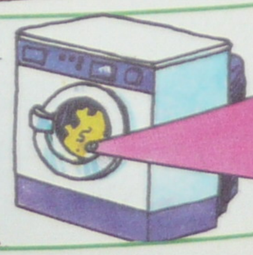
Сложный эфир (животный жир) + Гидроксид натрия → Октадеканат натрия (стеарат натрия) + Глицерин

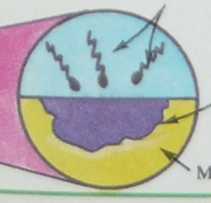
Все молекулы **мыла** — это натриевые или калиевые **соли*** натриевой или калиевой длинноцепной **карбоновой кислоты***. Например, в данном случае соль стеариновой кислоты.

• **Мицелла**. Сферическая частица из **молекул детергента** в воде. Масла и жиры растворяются в **гидрофобной** части мицеллы. На рисунке справа показано, как мицеллы удаляют грязь.

Жирное пятно

Стиральный порошок — один из детергентов, используемый для удаления жира.





Мицелла образовалась, и жир удаляется из материала

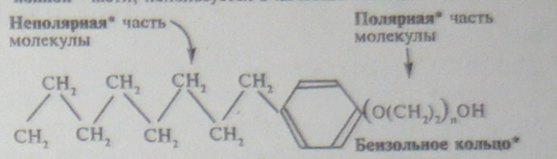
При постоянном перемешивании в стиральной машине притяжение головной части **молекулы детергента** к воде улучшается, за счет чего происходит удаление детергента вместе с жиром.

Мицеллы обеспечивают образование суспензии жира в растворе.

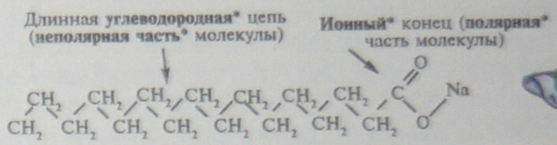
*Жесткая вода, 93; Жиры, 90 (Липиды); Карбоновые кислоты, 81; Нейтрализация, 31; Неполярная молекула, 19 (Полярная молекула); Поверхностное натяжение, 115; Соли, 39; Углеводороды, 77; Функциональная группа, 77; Эфиры, 80.

• **Безмыльные детергенты или синтетические детергенты** Этот тип моющих средств получают как побочные продукты при **переработке** сырой нефти. Это сырье используется для синтеза многих продуктов, в том числе **стиральных порошков**, шампуней и бальзамов для волос, которые относятся к детергентам (моющим средствам). Не содержащие мыло детергенты не образуют пленку на поверхности **жесткой воды***, и в этом отношении их пена лучше, чем пена **мыла**. Если они не подвергаются **биоразложению**, то они загрязняют реки.

Безмыльный детергент, молекула которого не имеет **ионной*** части, используется в качестве моющей жидкости.



Пример **ионной*** молекулы **безмыльного детергента**, используемого в хозяйственном мыле.



• **Стиральные порошки**. **Мыла** или **безмыльные детергенты**, которые используются для стирки одежды. Они лучше, чем простая вода, так как с ними легче удаляется грязь. Имеется два основных вида стиральных порошков — для ручной стирки одежды (обычно мылосодержащие порошки) и для машинной стирки. В качестве последних главным образом используются **безмыльные детергенты** с добавками веществ, стабилизирующих мыльную пену и придающих блеск тканям. Когда они содержат **ферменты***, то это **биологически активные стиральные порошки** или **ферментные детергенты**. Ферменты помогают разрушить **белки*** и удалить грязь.

• **Биоразлагающиеся детергенты**. **Безмыльные детергенты**, разрушающиеся под действием бактерий (см. **биоразложение**, с. 96). Пена **биостойких** моющих средств не разрушается, она покрывает воду и прекращает подачу в нее кислорода.

Биостойкие пены убивают живые существа, обитающие в воде, так как препятствуют растворению кислорода в воде.

• **Поверхностно-активные вещества** (ПАВ). Вещества, которые понижают **поверхностное натяжение*** воды. Благодаря этому свойству детергенты, помимо удаления грязи, имеют и другое применение. Они используются:

В красках для обеспечения равномерного смешения пигментов и образования гладкой поверхности.

Для улучшения свойств смазочных масел.

В косметике, для обеспечивания равномерного распределения и хорошего смешения косметических кремов с водой и получения необходимой консистенции.

*Белки, 91; Бензольное кольцо, 76; Жесткая вода, 93; Ионные соединения, 17; Неполярная молекула, 19 (Полярная молекула); Переработка, 84; Поверхностное натяжение, 115; Углеводороды, 77; Ферменты, 47.

Пища

Для того чтобы живой организм мог существовать и расти, он должен потреблять различные вещества. Эти вещества включают воду, минералы и **микроэлементы***, необходимые как растениям, так и животным. Различные **органические*** питательные вещества необходимы только животным (растения сами производят их путем **фотозинтеза***), **грубые корма** нужны многим животным для улучшения пищеварения. Различным животным необходимо разное количество веществ для нормального питания (неправильное количество употребляемых веществ вызывает болезни). Информацию о витаминах и органических питательных веществах — **белках**, **жирах** и **углеводах** — можно найти на следующих страницах.

• **Углеводы**. **Органические соединения***, которые содержат атомы углерода, водорода и кислорода. Все они имеют **общую формулу*** $C_x(H_2O)_y$. Почти все живые организмы используют простейший углевод — глюкозу для выработки энергии. Если **глюкозы** недостаточно, она образуется за счет **метаболизма*** из более сложных углеводов, жиров или белков.

• **Сахароза**. **Углевод** с **молекулярной формулой*** $C_{12}H_{22}O_{11}$. Этот дисахарид при гидролизе распадается на **моносахариды — глюкозу** и **фруктозу**. Он имеет сладкий вкус и часто используется для подслащивания пищи, известен как сахар. Получается из сахарной свеклы или сахарного тростника.

Упрощенное уравнение показывает, как вырабатывается энергия при разрушении **глюкозы** в организме человека.

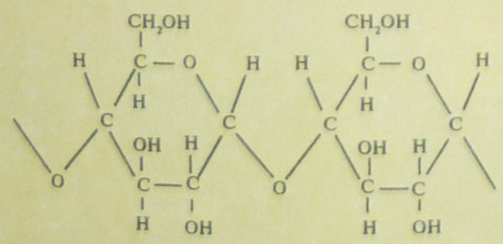
$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 2830\ кДж$$

Глюкоза; Кислород поступает при **дыхании***; Диоксид углерода; Вода; Энергия, выделяющаяся при реакции

• **Глюкоза**. **Углевод** с **молекулярной формулой*** $C_6H_{12}O_6$. Это **моносахарид**. Зеленые растения вырабатывают глюкозу при **фотосинтезе***. Как растения, так и животные используют глюкозу для выработки энергии. Эта энергия выделяется в результате сложной последовательности реакций распада глюкозы. Растения накапливают глюкозу в виде **крахмала**, а животные — в виде **гликогена**.

• **Крахмал**. **Полисахарид** (сахар, содержащий тысячи углеводных единиц — **моносахаридов глюкозы**). Это **природный полимер*** (содержит большое число **мономеров*** — звеньев глюкозы). Растения в результате фотосинтеза образуют крахмал, который накапливается в них в качестве резерва питания. Когда животные съедают эти растения, крахмал превращается в **глюкозу**, а дальнейшее превращение глюкозы приводит к выделению энергии.

Часть молекулы **крахмала** ▼



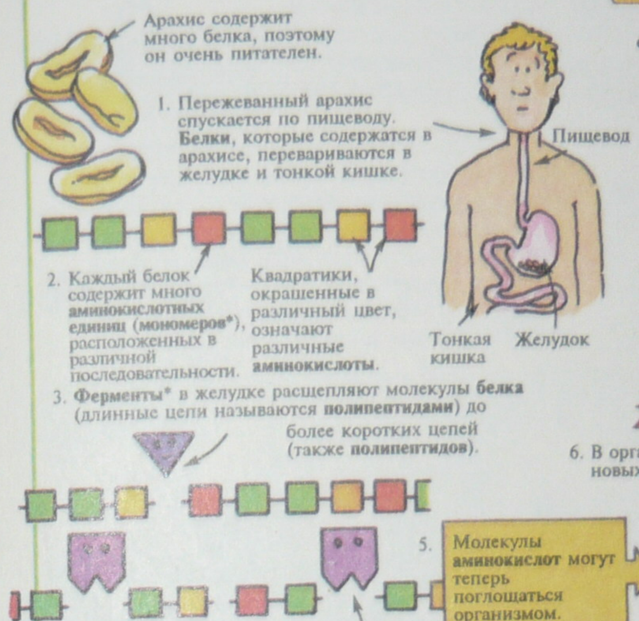
*Дыхание, 95; Метаболизм, 114; Микроэлементы, 114; Молекулярная формула, 26; Мономеры, 86; Общая формула, 77 (Гомологические ряды); Органические соединения, 76; Полимер, 86; Природный полимер, 87; Фотосинтез, 95.

• **Аминокислоты**. Соединения, молекулы которых содержат **карбоксильную группу*** (-COOH) и **аминогруппу*** ($-NH_2$). **Белки** состоят из аминокислот.

В белках содержится около 20 видов различных **аминокислот**. Все они содержат **аминную группу*** и **карбоксильную группу***.

Глицин (аминокислота)

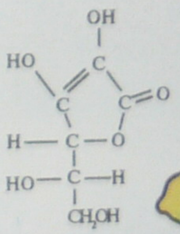
NH_2 ← **Аминная группа**
H—C—COOH
H — **Карбоксильная группа**



• **Белки**. **Природные полимеры***, состоящие из большого числа аминокислотных **мономеров***, соединенных вместе. **Относительная молекулярная масса*** белков колеблется от 20 000 до нескольких миллионов. Белки содержатся главным образом в мясе, сыре, яйцах, зерне, орехах и бобах. Животным необходимы белки для образования новых тканей и восстановления поврежденных.

Ферменты — это катализаторы, которые ускоряют реакции в организме.

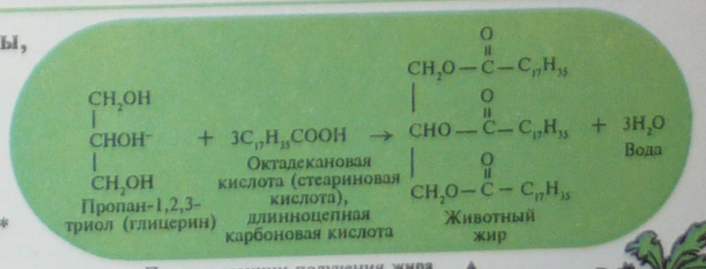
• **Витамины**. **Органические соединения***, содержащиеся в небольших количествах в пище. Они являются необходимой частью пищи животных. Они входят в состав **ферментов*** имеющихся в организме. Недостаток в витаминах приводит к болезни.



◀ Пример **витаминов** — **витамин С**, **аскорбиновая кислота**

Люди, которые не употребляют достаточное количество витамина С, страдают цингой. Цитрусовые и овощи — главный источник этого витамина.

• **Липиды (жиры)**. **Сложные эфиры**, находящиеся в животных жирах и растительных маслах. Нерастворимы в воде, но растворимы в **органических растворителях***. Жиры — это твердые или полутвердые липиды на основе **насыщенных* карбоновых кислот***. Масла — жидкие липиды, на основе, главным образом, **ненасыщенных карбоновых кислот***. Организм использует жиры как резервный источник энергии.



Пример реакции получения **жира** ▲

Кокосовое **масло** используется для приготовления прекрасных продуктов

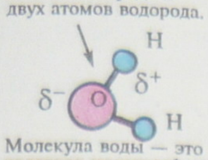
Пальмовое **масло** используется в мылах

*Аминогруппа, 81; Карбоксильная группа, 81 (Карбоновая кислота); Мономеры, 86; Насыщенные соединения, Ненасыщенные соединения, 77; Органический растворитель, 114; Органические соединения, 76; Относительная молекулярная масса, 24; Природные полимеры, 87; Сложный эфир, 81; Ферменты, 47.

Вода

Вода (H_2O) — это наиболее важное соединение на Земле. Она присутствует на поверхности Земли, в атмосфере, а также в телах животных и растений. Громадное количество воды используется ежедневно в быту и в промышленности, например в текстильном производстве, для охлаждения на химических заводах. Вода обычно содержит растворенные газы, **соли*** и **загрязняющие вещества***. См. также с. 53.

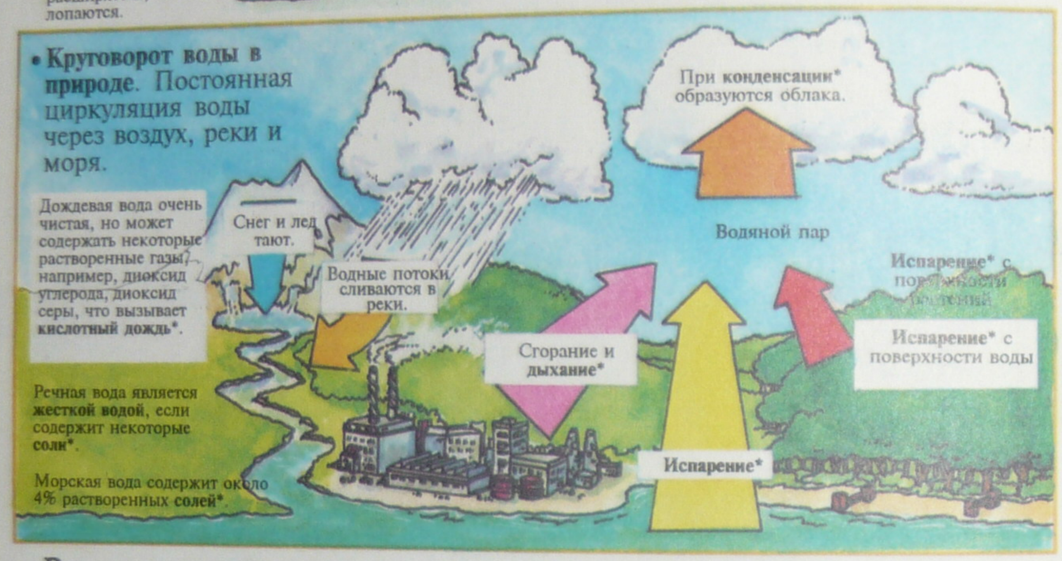
Молекула воды состоит из одного атома кислорода и двух атомов водорода.



Молекула воды — это **полярная молекула***, что делает воду хорошим **полярным растворителем***.

Когда вода в трубах замерзает и расширяется, они лопаются.

- **Лед**. Твердая форма воды. Он имеет **молекулярную решетку***, в которой молекулы более отдалены друг от друга, чем в воде. Причиной этого являются **водородные связи***, а следствием — тот факт, что у льда меньше плотность, чем у воды, и что вода при замерзании расширяется.



- **Круговорот воды в природе**. Постоянная циркуляция воды через воздух, реки и моря.

Вода в атмосфере

- **Влажность**. Мера количества водяного пара в воздухе. Она зависит от температуры, и выше в теплом воздухе (до 4%), чем в холодном.
- **Гигроскопичный**. Вещество, которое может поглощать водяной пар в количестве до 70% от собственной массы. Такое вещество становится сырым, влажным, но оно не растворяется.

Хлорид натрия поглощает воду в сырой атмосфере

- **Растворяющийся**. Вещество, которое поглощает водяные пары и растворяется в них с образованием **концентрированного*** раствора.

Хлорид кальция, помещенный на открытом воздухе, образует **концентрированный*** раствор

- **Выветривающийся**. Кристалл, который теряет часть своей **кристаллизационной воды***. Поверхность кристалла покрывает мелкодисперсный порошок.

Белый порошок образуется на кристаллах карбоната натрия.

*Водородные связи, 20; Дыхание, 95; Загрязняющие вещества, 96; Кислотный дождь, 96; Конденсация, Испарение, 7; Концентрированный, 30; Кристаллизационная вода, 21; Молекулярная решетка, 23; Полярная молекула, 19; Полярный растворитель, 30; Соли, 39.

Водоснабжение

- **Дистиллированная вода**. Вода, из которой удалены все **соли*** с помощью **перегонки***. Однако она все же содержит растворенные газы.
- **Опреснение**. Обработка морской воды с целью удаления **солей***. Это достигается путем **перегонки*** или **ионного обмена**.
- **Очистка**. Обработка воды с целью удаления бактерий и других вредных веществ и получения чистой воды.

- **Жесткая вода**. Вода, которая содержит **соли*** кальция и магния, попадающие в нее при прохождении воды сквозь горные породы (см. **кальций**, с. 57). Вода, которая не содержит этих солей, называется **мягкой водой**. Есть два типа жесткости — **временная жесткость** (от которой можно сравнительно легко освободиться) и **постоянная жесткость** (от которой трудно освободиться).

В **жесткой воде** мыло не дает обильной пены, а образует **пленку на поверхности**.

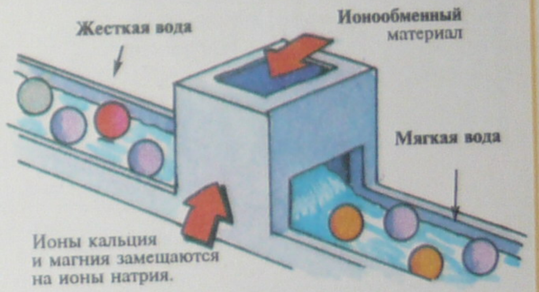
Ионы кальция и магния (в жесткой воде) + Мыло (стеарат натрия) → Пленка (стеарат кальция и магния) + Ионы натрия

В **мягкой воде** мыло легко образует пену, **пленка** не образуется.

- **Временная жесткость**. Один из видов жесткости, вызванной наличием растворенной в воде **соли*** — гидрокарбоната кальция. Она может быть удалена путем кипячения воды, в результате чего образуется нерастворимый в воде белый осадок (карбонат кальция или «накипь»).

«Накипь» образуется в котлах при кипячении **жесткой воды**

- **Постоянная жесткость**. Жесткость воды, вызванная растворимыми **солями*** кальция и магния (сульфаты или хлориды). Их нельзя удалить путем кипячения, но от них можно освободиться при **перегонке*** (получение **дистиллированной воды**) или при **умягчении воды** (путем **ионного обмена** или использования **умягчителей воды**).
- **Ионный обмен**. Метод получения **мягкой воды** (см. **постоянная жесткость**). Вода проходит через **цеолиты** (алюмосиликаты натрия), которые удаляют ионы кальция и магния за счет обмена их на ионы натрия. Некоторые органические **полимеры*** также используются в качестве ионообменных материалов.



- **Умягчители воды**. Вещества, используемые для удаления **постоянной жесткости воды**. Они реагируют с **солями*** кальция и магния с образованием соединений, которые не взаимодействуют с мылом.
- **Сода для стирки**. Общее название **гидрата*** карбоната натрия (см. также с. 55). Она используется в качестве **умягчителя воды**.

Сода для стирки

*Гидрат, 41; Перегонка, 106; Полимеры, 86; Соли, 39.

Воздух и горение

Воздух — это смесь газов; он включает кислород, двуокись углерода, азот. Воздух окружает землю и необходим для всех форм жизни. Газы воздуха могут быть разделены путем **фракционной перегонки жидкого воздуха*** и используются в качестве сырья в промышленности. Воздух также содержит водяные пары, а в некоторых регионах может содержать **загрязняющие вещества***.

Состав воздуха

- **Сжигание** или **горение**. **Экзотермическая реакция*** между веществом и газом. Сжигание обычно имеет место на воздухе, так как горение вещества поддерживает кислород. Вещества могут гореть и в других газах, например, в хлоре. Горение не возникает спонтанно. Оно начинается при нагревании. (см. **энергия активации**, с. 46).

Природный газ* (главным образом, **метан***) сгорает в газовых плитах с образованием тепла, необходимого для приготовления пищи.

CH_4 (газ) + O_2 (газ) → CO_2 (газ) + 2 H_2O (газ) + энергия

Метан; Кислород воздуха; Диоксид углерода; Водяной пар; для приготовления пищи

- **Быстрое горение**. Горение, при котором выделяется большое количество тепловой и световой энергии.

Наряду с теплом **быстрое горение** может сопровождаться образованием большого объема газа. Это вызывает взрыв.

- **Медленное горение**. Форма горения без существенного повышения температуры. Это горение без **пламени**. **Дыхание** — медленное горение.

- **Пламя**. Потоки горячих светящихся газов, образующихся при **быстром горении.**

Несветящееся пламя образуется, когда имеется достаточное количество кислорода для полного сгорания вещества.

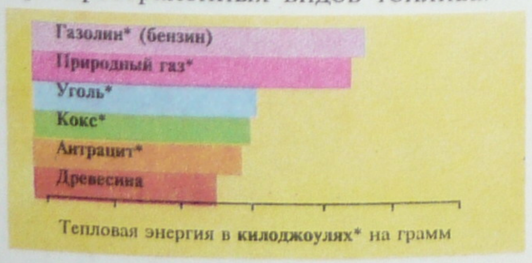
Светящееся (коптящее) пламя образуется, когда кислорода недостаточно для полного сгорания.

- **Топливо**. Вещество, которое горит с выделением тепловой энергии. Основное топливо, используемое сегодня, это **ископаемое топливо**, образующееся из остатков доисторических животных и растений.

Древесина — самое древнее известное **топливо**.

Ископаемое топливо добывают глубоко под землей.

- **Теплотворная способность**. Измерение количества тепловой энергии, выделяющейся при сгорании определенного количества **топлива**. В таблице ниже указаны различные величины для наиболее распространенных видов топлива.



*Антрацит, 65 (Уголь); Благородные газы, 75; Газолин, 85; Загрязняющие вещества, 96; Килоджоуль, 32; Кокс, 65; Нефть, 84; Природный газ, 78 (Метан); Фракционная перегонка жидкого воздуха, 69; Экзотермическая реакция, 33.

- **Коррозия**. Реакция между металлом и газами на воздухе. Металлы **окисляются*** с образованием на поверхности металла оксидных слоев, обычно ослабляющих этот металл. Иногда образующиеся защитные слои предохраняют металл от дальнейшей коррозии. Коррозия может быть устранена, если преградить доступ кислорода к металлу или путем предотвращения перехода электронов из металла (см. с. 45). Коррозия железа называется **ржавлением** (см. также **ржавчина**, с. 60).

- **Дыхание**. Форма медленного горения в организмах животных. При окислении **глюкозы*** в организме выделяется энергия. Эта реакция противоположна **фотосинтезу.**

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ + энергия

Энергия производится при реакции глюкозы и кислорода

- **Фотосинтез**. **Фотохимическая реакция*** в зеленых растениях. При фотосинтезе образуется **глюкоза*** из диоксида углерода и воды с использованием солнечной энергии. Фотосинтез противоположен **дыханию**.

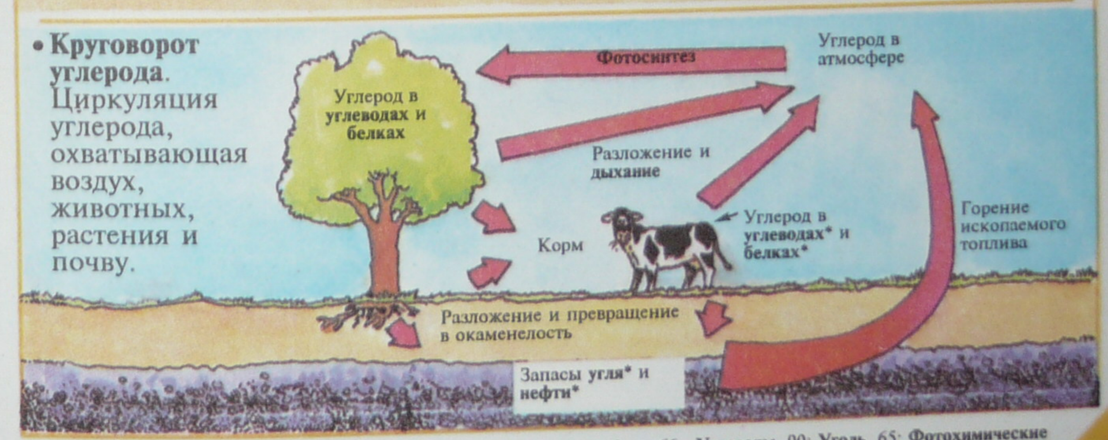
Солнечная энергия

$6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

При реакции диоксида углерода с водой образуется глюкоза.

- **Круговорот азота**. Постоянная циркуляция азота, охватывающая воздух, животных, растения и почву.

- **Круговорот углерода**. Циркуляция углерода, охватывающая воздух, животных, растения и почву.



*Белки, 91; Глюкоза, 90; Нефть, 84; Окисление, 34; Процесс Габера, 66; Углеводы, 90; Уголь, 65; Фотохимические реакции, 46.

Загрязнение

Загрязнение поверхности земли, атмосферы, рек и океанов вредными веществами, нарушающими естественные процессы Земли. Эти вещества известны как **загрязняющие вещества**. Основные источники и виды загрязнения перечислены ниже.

- **Способность к биоразложению**. Свойство веществ превращаться в простейшие соединения под действием бактерий. Многие **пластики*** не способны к биоразложению (см. также **детергенты, способные к биоразложению**, с. 89).

- **Смог**. Туман, смешанный с пылью и сажей. Он приобретает кислые свойства за счет наличия диоксида серы, которую производят промышленные предприятия города при сжигании **топлива***.

- **Кислотные дожди**. Дождевая вода более кислая, чем обычная вода. Дождевая вода обычно имеет **pH*** между 5 и 6, благодаря растворению диоксида углерода и образованию растворимой угольной кислоты. Диоксид серы и оксиды азота, являющиеся продуктами горения **топлива***, реагируют с водой в атмосфере и образуют более сильные кислоты — серную и азотную с pH около 3.

- **Эвтрофикация**. Чрезмерно быстрый рост растений за счет избытка нитратов, нитритов и фосфатов, попадающих в реки при растворении удобрений. Это вызывает недостаток кислорода в воде, что приводит к гибели рыбы.

- **Парниковый эффект**. Повышение температуры воздуха за счет поглощения солнечной энергии диоксидом углерода, присутствующим в атмосфере. При сгорании **топлива*** образуется много диоксида углерода, что усугубляет проблему.

- **Термическое загрязнение**. Действие теплой воды, попадающей в реки и озера с заводов, электростанций. Это приводит к уменьшению концентрации растворенного в воде кислорода и влияет на жизнь в водоемах.

*Антидетонатор, 85 (Октановое число); Нефть, 84; Озон, 69; Пластики, 86; Радиоактивность, 14; pH, 38; Топливо, 94.

Ряд реакционной способности (представлено десять металлов, см. также с. 44)

Металл	Символ	Реакция с воздухом	Реакция с водой	Реакция с разбавленной сильной кислотой*	Реакция замещения*	Реакция углерода с оксидом	Реакция водорода с оксидом	Нагревание оксида	Нагревание карбоната	Нагревание нитрата	Символ
Калий	K	Интенсивно горят с образованием оксидов	Реагируют с холодной водой с образованием газа водорода и гидроксида. Гидроксид растворяется в воде с образованием щелочного раствора. Скорость реакции снижается в ряду металлов сверху вниз.	Реакция с образованием газа водорода и соли* протекает в растворе со взрывом.	Металл замещает в растворе ионы тех металлов, которые стоят в ряду ниже этого металла.	Нет реакции	Нет реакции	Нет реакции	Нет реакции	Разложение с образованием нитрита и кислорода.	K
Натрий	Na										Na
Кальций	Ca	Горят при нагревании с образованием оксидов. Интенсивность горения уменьшается в ряду металлов сверху вниз.		Реакция с образованием газа водорода и соли*. Скорость снижается в ряду металлов сверху вниз.					Разложение с образованием оксида металла и диоксида углерода. Скорость увеличивается в ряду металлов сверху вниз	Разложение с образованием оксида и диоксида азота, скорость реакции увеличивается в ряду металлов сверху вниз.	Ca
Магний	Mg										Mg
Алюминий	Al		Не реагируют с холодной водой. Реагируют с паром с образованием газа водорода и оксида. Скорость реакции снижается в ряду металлов сверху вниз.								Al
Цинк	Zn					Оксид **восстанавливается*** до металла, скорость реакции возрастает в ряду металлов сверху вниз. Образуется диоксид углерода.					Zn
Железо	Fe										Fe
Свинец	Pb	Не горят при нагревании, но образуют оксидный слой на поверхности	Нет реакции				Оксид **восстанавливается*** до металла, скорость реакции возрастает в ряду металлов сверху вниз. Образуется вода.				Pb
Медь	Cu			Нет реакции				Разложение с образованием металла и кислорода только	и диоксида углерода	и диоксида азота	Cu
Серебро	Ag	Нет реакции									Ag

*Восстановление, 34; Замещение, 44; Сильная кислота, 38; Соли, 39.

Свойства элементов

Ниже приведена таблица, в которой представлены физические свойства элементов периодической таблицы (см. с. 50–51). Последние восемь элементов (**атомные номера*** 96–103) не приведены, поскольку о них очень мало сведений — их получают в специальных лабораториях, и они существуют в течение долей секунды.
Плотность соединений, представленных ниже, измерена при комнатной температуре, за исключением газов (помечено значком +), плотность которых измерена при температуре кипения. Тире (—) в некоторых местах таблицы указывает, что значение параметра неизвестно.

Элемент	Символ	Атомный номер*	Приблизительная относительная атомная масса*	Плотность* (г /см³)	Температура плавления (°C)	Температура кипения (°C)
					(Значения в скобках — приблизительные)	
Актиний	Ac	89	227	10,1	1050	3200
Алюминий	Al	13	27	2,7	660	2470
Америций	Am	95	243	11,7	(1200)	(2600)
Сурьма	Sb	51	122	6,62	630	1380
Аргон	Ar	18	40	1,4+	-189	-186
Мышьяк	As	33	75	5,72	—	613 (сублимируется*)
Астат	At	85	210	—	(302)	—
Барий	Ba	56	137	3,51	714	1640
Бериллий	Be	4	9	1,85	1280	2477
Висмут	Bi	83	209	9,8	271	1560
Бор	B	5	11	2,34	2300	3930
Бром	Br	35	80	3,12	-7,2	58,8
Кадмий	Cd	48	112	8,64	321	765
Цезий	Cs	55	133	1,9	28,7	690
Кальций	Ca	20	40	1,54	850	1487
Углерод	C	6	12	2,25 (графит*)	3730 (сублимируется*)	4830
				3,51 (алмаз*)	3750	—
Церий	Ce	58	140	6,78	795	3470
Хлор	Cl	17	35,5	1,56+	-101	-34,7
Хром	Cr	24	52	7,19	1890	2482
Кобальт	Co	27	59	8,9	1492	2900
Медь	Cu	29	64	8,92	1083	2595
Диспрозий	Dy	66	162	8,56	1410	2600
Эрбий	Er	68	167	9,16	1500	2900
Европий	Eu	63	152	5,24	826	1440
Фтор	F	9	19	1,11+	-220	-188
Франций	Fr	87	223	—	(27)	—
Гадолиний	Gd	64	157	7,95	1310	3000
Галлий	Ga	31	70	5,91	29,8	2400
Германий	Ge	32	73	5,35	937	2830
Золото	Au	79	197	19,3	1063	2970
Гафний	Hf	72	178,5	13,3	2220	5400
Гелий	He	2	4	0,147+	-270	-269
Гольмий	Ho	67	165	8,8	1460	2600
Водород	H	1	1	0,07+	-259	-252
Индий	In	49	115	7,3	157	2000
Иод	I	53	127	4,93	114	184
Иридий	Ir	77	192	22,5	2440	5300
Железо	Fe	26	56	7,86	1535	3000
Криптон	Kr	36	84	2,16+	-157	-152
Лантан	La	57	139	6,19	920	3470
Свинец	Pb	82	207	11,3	327	1744
Литий	Li	3	7	0,53	180	1330
Лютеций	Lu	71	175	9,84	1650	3330

*Алмаз, Графит, 64; Атомный номер, 13; Относительная атомная масса, 24; Плотность, 115; Сублимация, 7.

Элемент	Символ	Атомный номер*	Приблизительная относительная атомная масса*	Плотность* (г /см³)	Температура плавления (°C)	Температура кипения (°C)
Магний	Mg	12	24	1,74	650	1110
Марганец	Mn	25	55	7,2	1240	2100
Ртуть	Hg	80	201	13,6	-38,9	357
Молибден	Mo	42	96	10,2	2610	5560
Неодим	Nd	60	144	7,0	1020	3030
Неон	Ne	10	20	1,2+	-249	-246
Нептуний	Np	93	237	20,4	640	—
Никель	Ni	28	59	8,9	1453	2730
Ниобий	Nb	41	93	8,57	2470	3300
Азот	N	7	14	0,808+	-210	-196
Осмий	Os	76	190	22,5	3000	5000
Кислород	O	8	16	1,15+	-218	-183
Палладий	Pd	46	106	12	1550	3980
Фосфор	P	15	31	1,82 (белый*)	44,2 (белый)	280 (белый)
				2,34 (красный*)	590 (красный)	—
Платина	Pt	78	195	21,4	1769	4530
Плутоний	Pu	94	242	19,8	640	3240
Полоний	Po	84	210	9,4	254	960
Калий	K	19	39	0,86	63,7	774
Празеодим	Pr	59	141	6,78	935	3130
Прометий	Pm	61	147	—	1030	2730
Протактиний	Pa	91	231	15,4	1230	—
Радий	Ra	88	226	5	700	1140
Радон	Rn	86	222	4,4+	-71	-61,8
Рений	Re	75	186	20,5	3180	5630
Родий	Rh	45	103	12,4	1970	4500
Рубидий	Rb	37	85	1,53	38,9	688
Рутений	Ru	44	101	12,3	2500	4900
Самарий	Sm	62	150	7,54	1070	1900
Скандий	Sc	21	45	2,99	1540	2730
Селен	Se	34	79	4,81	217	685
Кремний	Si	14	28	2,33	1410	2360
Серебро	Ag	47	108	10,5	961	2210
Натрий	Na	11	23	0,97	97,8	890
Стронций	Sr	38	88	2,62	768	1380
Сера	S	16	32	2,07 (ромбическая*)	113 (ромбическая)	444
				1,96 (моноклинная*)	119 (моноклинная)	5420
Тантал	Ta	73	181	16,6	3000	3500
Технеций	Tc	43	99	11,5	2200	990
Теллур	Te	52	128	6,25	450	2800
Тербий	Tb	65	159	8,27	1360	1460
Таллий	Tl	81	204	11,8	304	3850
Торий	Th	90	232	11,7	1750	1730
Тулий	Tm	69	169	9,33	1540	2270
Олово	Sn	50	119	7,28	232	3260
Титан	Ti	22	48	4,54	1675	5930
Вольфрам	W	74	184	19,4	3410	3820
Уран	U	92	238	19,1	1130	3000
Ванадий	V	23	51	5,96	1900	-108
Ксенон	Xe	54	131	3,52+	-112	1430
Иттербий	Yb	70	173	6,98	824	2930
Иттрий	Y	39	89	4,34	1500	907
Цинк	Zn	30	65	7,14	420	3580
Цирконий	Zr	40	91	6,49	1850	

*Атомный номер, 13; Белый фосфор, 68 (Фосфор); Красный фосфор, 68 (Фосфор); Моноклинная сера, 70; Относительная атомная масса, 24; Плотность, 115; Ромбическая сера, 70.

Названия простых органических соединений

Простым **органическим соединениям*** (не более чем с одной **функциональной группой***) можно дать название, используя постадийный принцип (стадии 1 и 2).

Стадия 1 Выберите предложение от пункта а) до пункта и), которое описывает идентифицируемую вами молекулу, затем переходите к стадии 2, используя цифровые указатели.

а) Молекула содержит только атомы углерода и водорода и **простую связь***. — Искать под N1

б) Молекула содержит только атомы углерода и водорода и **двойную связь***. — Искать под N2

в) Молекула содержит только атомы углерода и водорода и **тройную связь***. — Искать под N3

г) Молекула содержит углерод, водород и **гидроксильную группу (-OH)**. — Искать под N4

д) Молекула содержит углерод, водород и **-CHO-группу** на одном конце. — Искать под N5

е) Молекула содержит углерод, водород и **карбонильную группу (-CO)**. — Искать под N6

ж) Молекула содержит углерод, водород и **карбоксильную группу (-COOH)**. — Искать под N7

з) Молекула содержит только углерод и водород, но имеет **боковую цепь***. — Искать под N8

и) Молекула содержит углерод, водород и один или более атомов **галогенов***. — Искать под N9

Обозначение атомов

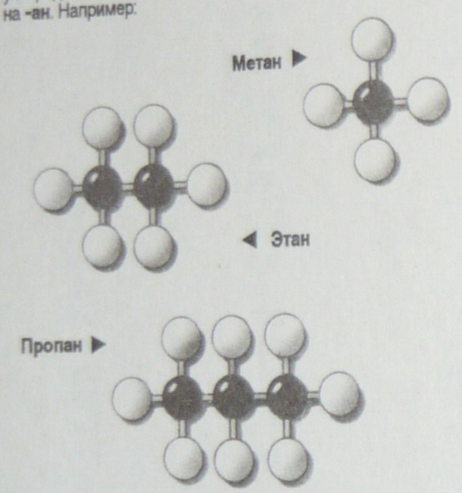
Атом углерода

Атом водорода

Название указано в кружке.

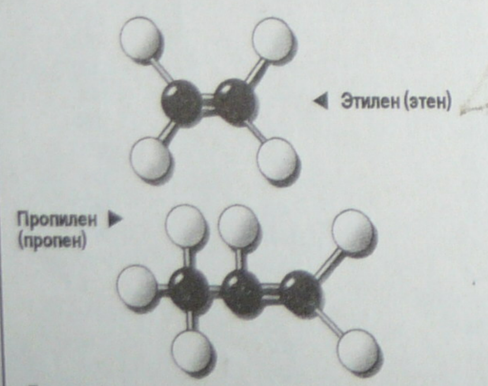
Стадия 2

1 Название молекулы, которая содержит только атомы углерода и водорода, соединенные **простой связью***, начинается с префикса,обозначающего число атомов углерода (см. таблицу префиксов, с.101), и оканчивается на **-ан**. Например:



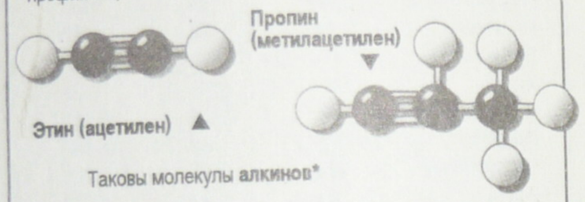
Таковы молекулы **алканов***

2 Название молекулы, которая содержит только атомы углерода и водорода и имеет одну **двойную связь***, начинается с префикса, указывающего число атомов углерода (см. таблицу префиксов, с. 101), и оканчивается на **-ен**. Например:



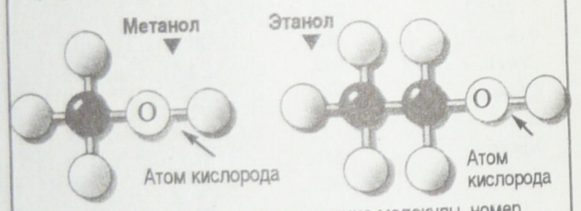
Таковы молекулы **алкенов***

3 Название молекулы, которая содержит только атомы углерода и водорода и имеет одну **тройную связь***, начинается с префикса, указывающего число атомов углерода (см. таблицу префиксов, с.101), и оканчивается на **-ин**. Например:

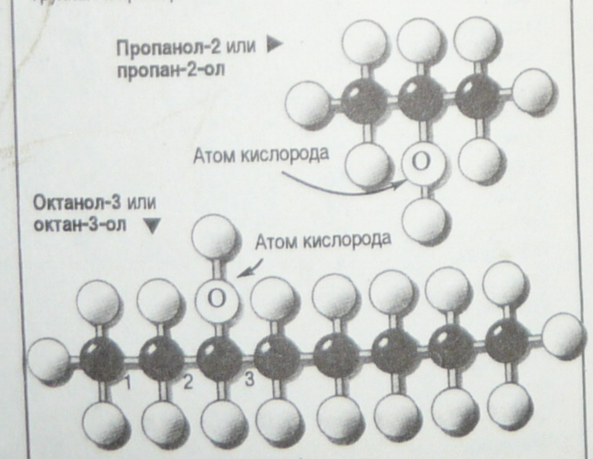


Таковы молекулы **алкинов***

4 Название молекулы, которая содержит атомы углерода и водорода и одну **гидроксильную группу (-OH)**, начинается с префикса, указывающего число атомов углерода (см. таблицу префиксов, с.101), и оканчивается на **-ол**. Например:



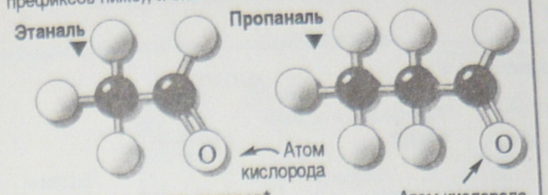
Если **-OH-группа** находится не на конце молекулы, номер атома углерода, к которому она присоединена, дается в названии. Атомы углерода нумеруются начиная с того конца молекулы, к которому ближе расположена гидроксильная группа. Например:



Таковы молекулы **спиртов***

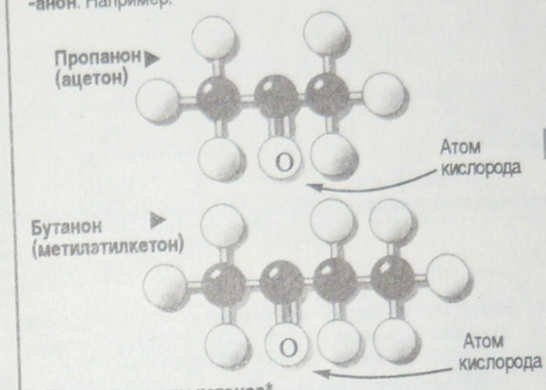
*Алканы, 78; Алкены, 79; Алкины, 80; Галогены, 72; Двойная связь, 18; Органические соединения, Боковая цепь, 76; Простая связь, Тройная связь, 18; Спирты, 82; Функциональная группа, 77.

5 Название молекулы, которая содержит атомы углерода и водорода и имеет **(-CHO) группу** на конце цепи, начинается с префикса, указывающего число атомов углерода (см. таблицу префиксов ниже), и оканчивается на **-аналь**. Например:



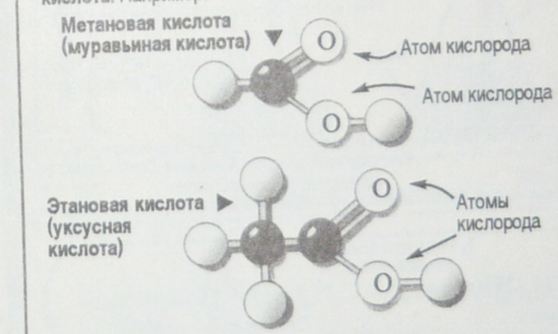
Таковы молекулы **альдегидов***

6 Название молекулы, которая содержит атомы углерода, водорода и имеет **карбонильную группу (-CO-)**, начинается с префикса, указывающего число атомов углерода (см. таблицу префиксов ниже), и оканчивается на **-анон**. Например:



Таковы молекулы **кетонов***

7 Название молекулы, которая содержит атомы углерода, водорода и одну **карбоксильную группу (-COOH)**, начинается с префикса, указывающего число атомов углерода (см. таблицу префиксов ниже), и оканчивается на **-ановая кислота**. Например:

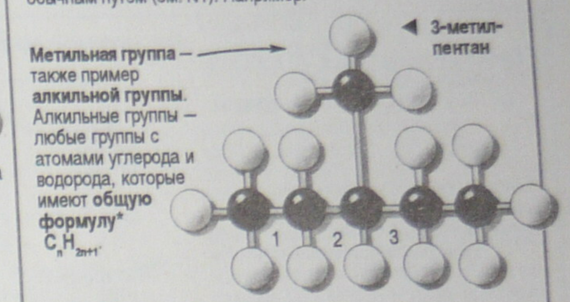


Таковы молекулы **карбоновых кислот***

Таблица префиксов, используемых для указания числа атомов углерода в цепи

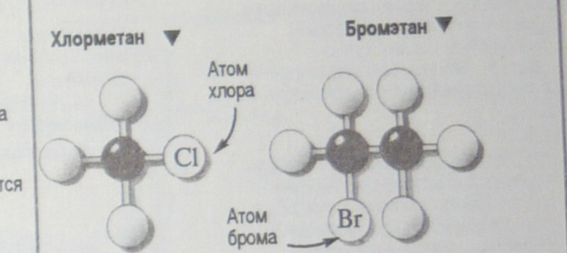
Число атомов углерода в цепи	Префикс
Один	мет
Два	эт
Три	проп
Четыре	бут
Пять	пент
Шесть	гекс
Семь	гепт
Восемь	окт

8 Название разветвленной молекулы начинается с названия **боковой цепи***. Если она содержит только атомы углерода и водорода, ее название начинается с префикса для числа атомов углерода в ней (см. таблицу префиксов ниже) и оканчивается на **-ил**. Название основной цепи образуется обычным путем (см. N1). Например:



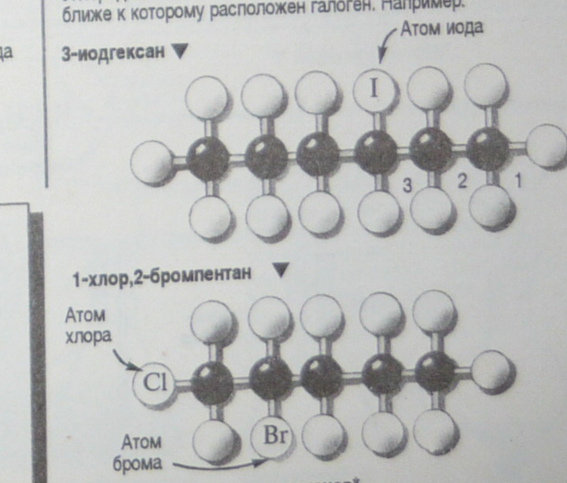
Цифра в начале названия указывает номер атома углерода, к которому присоединена боковая цепь. Атомы углерода всегда нумеруются, начиная с того конца цепи, ближе к которому расположена боковая цепь.

9 Название молекулы, которая содержит атомы углерода и водорода и один или несколько атомов **галогенов***, начинается с названия галогена – **фтор, хлор, бром** и **иод** соответственно.
Например:



Окончание названия молекулы такое, которое она имела бы, если бы все атомы галогенов были заменены на атомы водорода (см. N1).

Если галоген располагается не на конце молекулы, название включает номер атома углерода, к которому он присоединен.
Углеродные атомы всегда нумеруются с того конца цепи, ближе к которому расположен галоген. Например:



Таковы молекулы **галогеналканов***

*Альдегиды, 80; Боковая цепь, 76; Галогеналканы, 81; Галогены, 72; Карбоновые кислоты, 81; Кетоны, 80; Общая формула, 77 (Гомологический ряд).

Лабораторное получение шести газов

Методы получения шести газов – **диоксида углерода, хлора, азота, водорода, этилена и кислорода** – описаны ниже.

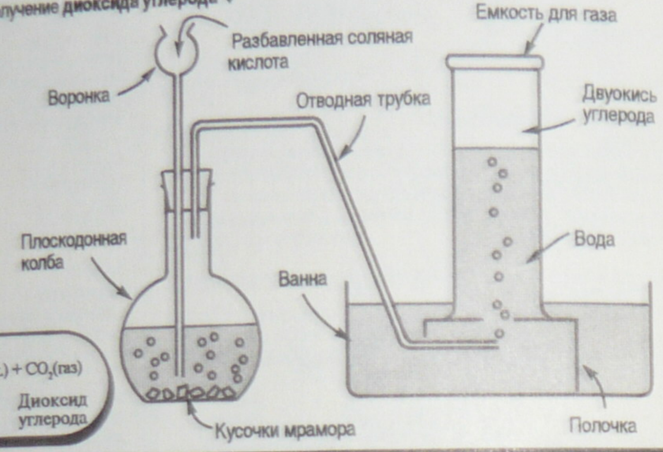
Получение **диоксида углерода** ▼

Диоксид углерода (см. с. 65) получают по реакции соляной кислоты с карбонатом кальция (кусочки мрамора).

Емкость для газа, заполненная водой, помещается на подставку над выходом отводной трубки. Полученный по реакции газ выходит из отводной трубки и вытесняет воду в газовой емкости. Этот метод сбора газа называется **собиранием газа над водой.**

$$CaCO_3(тв.) + 2HCl(водн.) \rightarrow CaCl_2(водн.) + H_2O(жидк.) + CO_2(газ)$$

Карбонат кальция · Соляная кислота · Хлорид кальция · Вода · Диоксид углерода



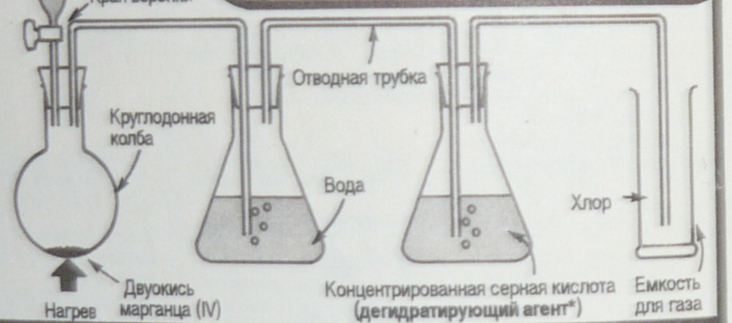
Получение **хлора** ▼

Хлор (см. с. 73) получают по **реакции окисления*** концентрированной соляной кислоты двуокисью марганца (IV). Эту реакцию всегда проводят в вытяжном шкафу.

$$MnO_2(тв.) + 4HCl(водн.) \rightarrow MnCl_2(водн.) + Cl_2(газ) + H_2O(жидк.)$$

Двуокись марганца (IV) · Соляная кислота · Хлорид марганца (II) · Хлор · Вода

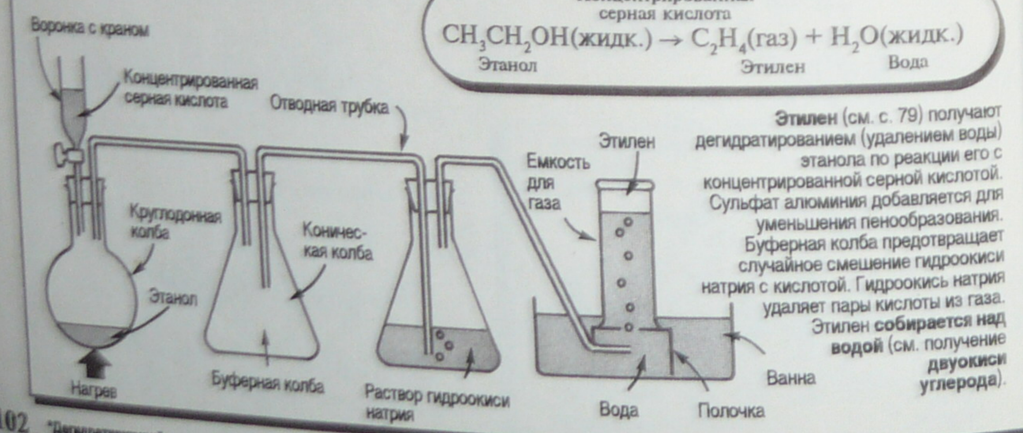
Газ, полученный в результате реакции, содержит небольшое количество соляной кислоты и воды. Соляная кислота удаляется при прохождении паров газа через воду, а вода удаляется при прохождении газа через концентрированную серную кислоту. Окончательно хлор собирается в емкость для газа. Он вытесняет воздух из емкости, поскольку хлор тяжелее воздуха. Этот метод сбора газа называется **сбором газа путем вытеснения воздуха.**



Получение **этилена** ▼

$$CH_3CH_2OH(жидк.) \xrightarrow{\text{Концентрированная серная кислота}} C_2H_4(газ) + H_2O(жидк.)$$

Этанол · Этилен · Вода



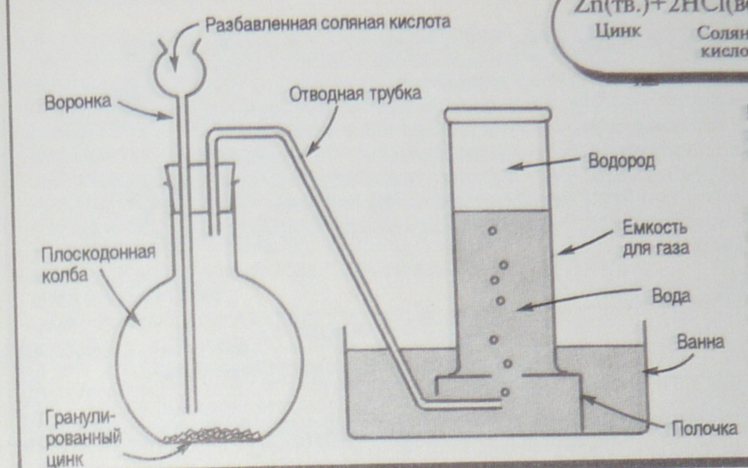
Этилен (см. с. 79) получают дегидратированием (удалением воды) этанола по реакции его с концентрированной серной кислотой. Сульфат алюминия добавляется для уменьшения пенообразования. Буферная колба предотвращает случайное смешение гидроокиси натрия с кислотой. Гидроокись натрия удаляет пары кислоты из газа. Этилен **собирается над водой** (см. получение **двуокиси углерода**).

*Дегидратирующий агент, 114; Окисление, 34.

Получение **водорода** ▼

$$Zn(тв.) + 2HCl(водн.) \rightarrow ZnCl_2(водн.) + H_2(газ)$$

Цинк · Соляная кислота · Хлорид цинка · Водород



Водород (см. с. 53) получают по реакции соляной кислоты с гранулированным цинком.

Небольшое количество сульфата меди (II) обычно добавляют, чтобы ускорить реакцию. Водород собирают над водой (см. **диоксид углерода**, с. 102). Если же необходимо получить сухой водород, его пропускают через концентрированную серную кислоту и собирают по **способу вытеснения воздуха** (он вытесняет воздух вниз в газовой емкости, так как он легче воздуха).

▼ Получение **азота**

Азот (см. с. 66) получают, удаляя диоксид углерода и кислород из воздуха. Оставшийся химически **инертный газ*** – азот. Диоксид углерода устраняется при прохождении воздуха через раствор гидроксида натрия.

$$CO_2(газ) + 2NaOH(водн.) \rightarrow Na_2CO_3(водн.) + H_2O(жидк.)$$

Диоксид углерода · Гидроксид натрия · Карбонат натрия · Вода

Кислород удаляется при пропускании воздуха над нагретой медью.

$$O_2(газ) + 2Cu(тв.) \rightarrow 2CuO(тв.)$$

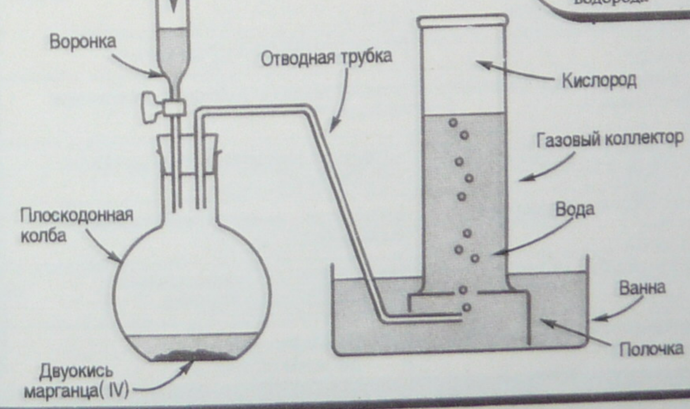
Кислород · Медь · Окись меди (II)

Азот собирают **над водой** (см. **диоксид углерода**, с. 102).

Получение **кислорода** ▼

$$2H_2O_2(водн.) \xrightarrow{\text{Двуокись марганца (IV)}} 2H_2O(жидк.) + O_2(газ)$$

Перекись водорода · Вода · Кислород



Кислород (см. с. 69) получают при разложении перекиси водорода. Двуокись марганца (IV) используется в качестве **катализатора***, чтобы ускорить реакцию. Газ собирают **над водой** (см. **диоксид углерода**, с. 102). Если же необходимо получить сухой кислород, его пропускают через концентрированную серную кислоту и собирают методом **вытеснения воздуха** (см. **хлор**, с. 102).

*Инертный газ, 75; Катализатор, 47.

Лабораторные тесты

Для идентификации веществ используются разнообразные тесты. Для некоторых необходимо сложное оборудование, другие – достаточно простые лабораторные опыты, и все они известны под названием **качественного анализа**. Некоторые, наиболее часто используемые тесты, приведены на с. 108. Эти две страницы посвящены лабораторным тестам, с помощью которых можно идентифицировать воду, простые газы, отдельные **анионы*** и **катионы*** (т.е. составные части соединений) и некоторые металлы. Появление окраски или запах вещества часто помогают его идентифицировать – это может быть использовано при тестировании. Если таких признаков нет, вещество определяют по методу исключения (часто полезно начинать идентификацию с опытов по реакции в пламени, при сжигании). Часто, чтобы идентифицировать ион (анион или катион), требуется не один опыт, а комбинация тестов (см. тесты и результаты для **свинца, цинка** и **магния**).

Тесты на воду (H_2O)

Тест	Результаты
Добавить к **безводному*** сульфату меди (II).	Белый порошок сульфата меди становится голубым.
Добавить к **безводному*** хлориду кобальта (II).	Голубой хлорид кобальта (II) становится розовым.

Тесты для идентификации газов

Газ	Символ	Тест	Результаты
Диоксид углерода	CO_2	Пропустить через **известковую воду** (раствор гидроокиси кальция).	Известковая вода мутнеет.
Водород	H_2	Поместить горящую лучину в образец газа.	Горит со взрывом.
Кислород	O_2	Поместить тлеющую лучину в образец газа.	Лучина загорается.

Тесты на анионы*

Тесты, использующиеся для идентификации некоторых **анионов***.

Анион	Символ	Тест	Результаты
Бромид	Br^-	Добавить раствор нитрата серебра в раствор вещества в разбавленной азотной кислоте.	Светло-желтый осадок, слабо растворяется в растворе аммиака.
Карбонат	CO_3^{2-}	Добавить разбавленную соляную кислоту к веществу. Попытаться растворить вещество в воде, содержащей раствор **универсального индикатора***.	Выделяется газ – диоксид углерода. Растворяется и окрашивает индикатор в фиолетовый цвет (сравни с тестом на **гидрокарбонат**).
Хлорид	Cl^-	Добавить раствор нитрата серебра к раствору вещества в разбавленной азотной кислоте.	Мелкий белый осадок, растворяется в растворе аммиака.
Гидро-карбонат	HCO_3^-	Добавить разбавленную соляную кислоту к веществу. Попытаться растворить вещество в воде, содержащей раствор **универсального индикатора***.	Выделяется газ – диоксид углерода. Растворяется, и зеленый раствор индикатора становится фиолетовым при кипении.
Иодид	I^-	Добавить нитрат серебра к раствору вещества в разбавленной азотной кислоте.	Желтый осадок, не растворяется в растворе аммиака.
Нитрат	NO_3^-	Добавить раствор сульфата железа (II), а затем концентрированную серную кислоту.	Образуется коричневое кольцо на границе двух жидкостей.
Сульфат	SO_4^{2-}	Добавить раствор хлорида бария к раствору.	Белый осадок, не растворяется в разбавленной соляной кислоте.
Сульфит	SO_3^{2-}	Добавить раствор хлорида бария к раствору.	Белый осадок, который растворяется в разбавленной соляной кислоте.
Сульфид	S^{2-}	Добавить раствор ацетата свинца (II) к раствору.	Черный осадок.

* **Анион**, **Катион**, 16; **Безводный**, 41 (**Ангидраты**); **Универсальный индикатор**, 38.

Тесты на катионы*

Большинство **катионов*** может быть определено тестами на окрашивание пламени, которые используются для идентификации чистых металлов (см. с. 108 для того, чтобы знать, как провести тест на окрашивание пламени). Таблица справа дает информацию о результатах этих тестов. Катионы могут быть определены по результатам специфических реакций. Ряд таких реакций приведен в таблице ниже. Они не могут быть использованы для идентификации чистых металлов, так как многие металлы нерастворимы в воде и, следовательно, не образуют растворов.

Тесты на окрашивание пламени

Металл	Символ	Цвет пламени
Барий	**Ba**	Желто-зеленый
Кальций	**Ca**	Красный
Медь	**Cu**	Зеленый
Свинец	**Pb**	Голубой
Литий	**Li**	Розовый
Калий	**K**	Сиреневый
Натрий	**Na**	Оранжевый

Катион	Символ	Тест	Результат реакции
Алюминий	Al^{3+}	а) Добавить разбавленный раствор гидроксида натрия к раствору вещества. б) Добавить разбавленный раствор аммиака к раствору вещества. в) Сравнить со **свинцом** (см. тест ниже).	Белый осадок, который растворяется при дальнейшем добавлении гидроксида натрия. Белый осадок, который не растворяется при дальнейшем добавлении раствора аммиака. _____
Аммоний	NH_4^+	Добавить раствор гидроксида натрия к раствору вещества и медленно нагреть.	Выделяется газообразный аммиак, у него характерный резкий запах.
Кальций	Ca^{2+}	а) См. тест на окрашивание пламени. б) Добавить разбавленную серную кислоту к раствору вещества.	_____ Образуется белый осадок.
Медь (II)	Cu^{2+}	а) См. тест на окрашивание пламени. б) Добавить разбавленный раствор гидроокиси натрия к раствору вещества. в) Добавить разбавленный раствор аммиака к раствору вещества.	_____ Светло-голубой осадок, который растворяется при дальнейшем добавлении гидроксида натрия. Светло-голубой осадок, растворяющийся с образованием темно-голубого раствора при дальнейшем добавлении аммиака.
Железо (II)	Fe^{2+}	а) Добавить разбавленный раствор гидроокиси натрия к раствору вещества. б) Добавить разбавленный раствор аммиака к раствору вещества.	Образуется светло-зеленый осадок. Образуется светло-зеленый осадок.
Железо (III)	Fe^{3+}	а) Добавить разбавленный раствор гидроокиси натрия к раствору вещества. б) Добавить разбавленный раствор аммиака к раствору вещества.	Образуется красно-коричневый осадок. Образуется красно-коричневый осадок.
Свинец (II)	Pb^{2+}	а) Добавить разбавленный раствор гидроокиси натрия к раствору вещества. б) Добавить разбавленный раствор аммиака к раствору вещества. в) См. также тесты на окрашивание пламени, чтобы различить свинец и **алюминий.**	Образуется белый осадок, который растворяется при дальнейшем добавлении гидроксида натрия. Белый осадок, который не растворяется при дальнейшем добавлении раствора аммиака. _____
Магний	Mg^{2+}	а) Добавить разбавленный раствор гидроксида натрия к раствору вещества. б) Добавить разбавленный раствор аммиака к раствору вещества.	Белый осадок, который не растворяется при дальнейшем добавлении раствора гидроксида натрия. Белый осадок, который не растворяется при дальнейшем добавлении раствора аммиака.
Цинк	Zn^{2+}	а) Добавить разбавленный раствор гидроксида натрия к раствору вещества. б) Добавить разбавленный раствор аммиака к раствору вещества.	Белый осадок, который растворяется при дальнейшем добавлении гидроксида натрия. Белый осадок, который растворяется при дальнейшем добавлении раствора аммиака.

*Катион, 16.

Исследование веществ

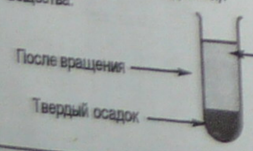
Исследование химических веществ подразумевает комплекс различных методов. Первой стадией часто является получение чистого вещества (наличие примесей влияет на результаты эксперимента). Некоторые способы разделения и очистки веществ представлены на этих двух страницах. Множество разнообразных методов используется, чтобы определить состав химического соединения, его химические и физические свойства (**качественный анализ**), а также какое количество вещества присутствует (**количественный анализ**). См. также информацию на с. 104–105 и 108.

- **Декантация.** Процесс отделения жидкости от твердого осевшего осадка путем осторожного выливания жидкости из стакана.

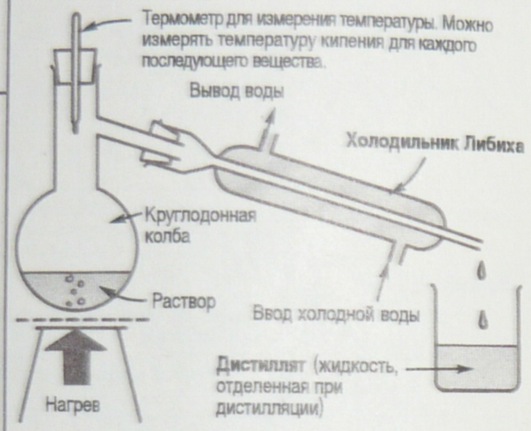
- **Фильтрация.** Процесс разделения жидкости и твердого вещества путем пропускания смеси через тонкое сито. Сито (обычно это фильтровальная бумага) пропускает только жидкость.

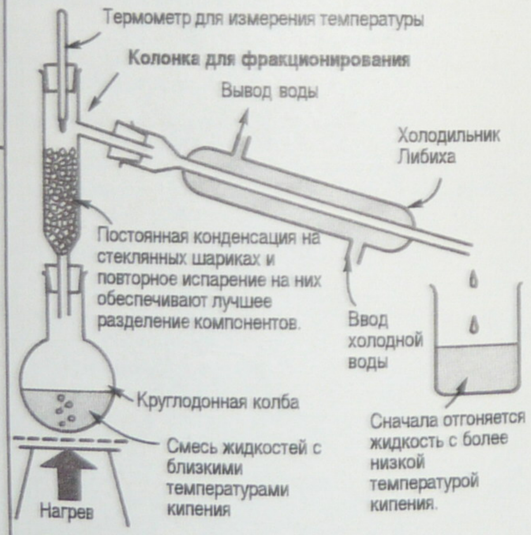
Фильтрация через воронку Бюхнера – более быстрый метод. При более низком давлении в колбе жидкость быстрее проходит через фильтровальную бумагу.

- **Центрифугирование.** Процесс разделения различных веществ, смешанных в жидкости путем вращения пробирок, содержащих жидкость, с высокой скоростью в **центрифуге** (см. рис.). Частицы различной массы собираются на различных уровнях в трубке, более тяжелые частицы оседают на дне.



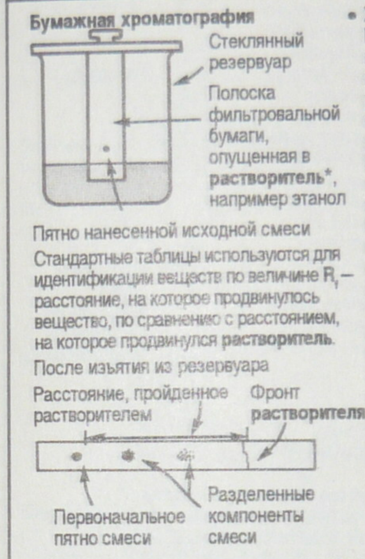
- **Перегонка (дистилляция).** Процесс разделения смеси жидкостей или отделение жидкости от примесей при нагревании. Пары жидкости с более низкой температурой кипения отгоняются первыми, они снова конденсируются в жидкость в **холодильнике Либиха** (см. рис.).





- **Фракционная (дробная) перегонка.** Процесс **перегонки**, который разделяет две или более жидкости с близкими температурами кипения, при этом используется **колонка для фракционирования.** Пары жидкости с более низкой температурой кипения попадают в колонку раньше. Небольшие колонки используются в лаборатории (см. рис.). Существуют и гораздо большие колонны, которые конденсируют и собирают жидкости с различными температурами кипения (см.также с. 69 и 84).

- **Экстракция растворителем.** Процесс получения **растворенного вещества*** переносом его из исходного растворителя в **растворитель***, в котором оно более растворимо и из которого оно может быть легко выделено. Этот метод часто используют, когда растворенное вещество нельзя нагревать, но можно воспользоваться специфическими свойствами растворителей – их **полярностью*** или **неполярностью***. Примером является процесс **экстракции эфиром**.



Стандартные таблицы используются для идентификации веществ по величине R_f – расстояние, на которое продвинулось вещество, по сравнению с расстоянием, на которое продвинулся **растворитель**.

После изъятия из резервуара

- **Хроматография.** Процесс разделения небольших количеств веществ из смеси по различиям в скоростях, с которыми они движутся через среду (стационарную фазу, например фильтровальную бумагу). Большинство методов хроматографии включают растворение смеси в **растворителе*** (элюенте); **в газовой хроматографии** используется испарение. Вещества движутся с различной скоростью благодаря разнице в их **растворимости*** и их притяжению к неподвижной фазе.

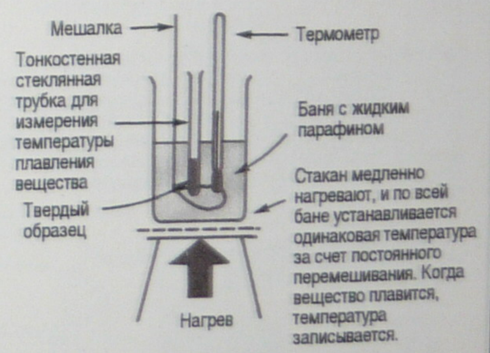
Существует несколько методов хроматографии, включающих **колоночную хроматографию** (компоненты смеси разделяются в колонке, содержащей растворитель и материал, способный адсорбировать молекулы) и **газовую хроматографию** (смесь в виде паров разделяется, проходя вдоль нагретой колонки в потоке газа).

- **Кристаллизация.** Процесс образования кристаллов из раствора, который используется для получения чистых образцов вещества, так как примеси не образуют кристаллы. Чтобы получить кристаллы, нагретый **насыщенный*** раствор вещества охлаждают и образовавшиеся при охлаждении кристаллы извлекают **фильтрацией**. См. также с. 21.

Осушающий агент* не находится в контакте с твердым веществом. Он поглощает влагу из воздуха в эксикаторе, тем самым вызывая испарение воды из твердого вещества.

- **Сушка.** Процесс удаления влаги или **кристаллизационной воды*** из вещества. Твердое вещество часто сушат в больших стеклянных эксикаторах, которые содержат **осушающий агент***, такой, как силикагель. Вода удаляется из большинства газов и жидкостей приведением их в прямой контакт с **осушающими агентами***, например **безводным*** хлоридом кальция (который поглощает воду).

Измерение температуры плавления



Стакан медленно нагревают, и по всей бане устанавливается одинаковая температура за счет постоянного перемешивания. Когда вещество плавится, температура записывается.

- **Определение температур плавления и кипения.** В опытах необходимо использовать чистые образцы. Для чистых веществ характерны определенные температуры кипения и плавления, любые примеси будут менять эти величины.

* **Безводный**, 41 (**Ангидраты**); **Кристаллизационная вода**, 21; **Летучий**, 114; **Неполярная молекула**, **Полярная молекула**, 19; **Неполярный растворитель**, **Полярный растворитель**, **Насыщенный** 30; **Осушающий агент**, 114; **Растворенное вещество**, **Растворитель**, 30; **Растворимость**, 31

Качественный и количественный анализ

Существуют два метода анализа, используемые для исследования веществ. **Качественный анализ** — метод, используемый для изучения химического состава, и **количественный анализ** — метод, используемый для определения количества вещества в образце. Ниже приводятся некоторые примеры обоих типов анализа.

Качественный анализ

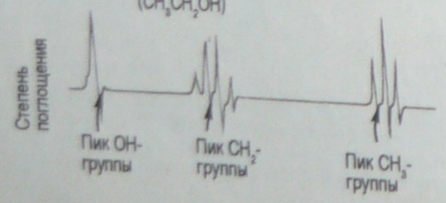
Ниже приводятся некоторые примеры качественного анализа. Тест **на окрашивание пламени** и тесты на с. 104 – 105 — примеры качественного анализа, используемого в школах. Другие описанные методы более мощные.

- **Тест на окрашивание пламени**. Используется для идентификации металлов. Вещество собирают на конце чистой платиновой или нихромовой проволоки. Ее держат в пламени и наблюдают за цветом, который сопровождает сгорание (см. также с. 105). Между тестами проволоку очищают погружением ее в концентрированную соляную кислоту и затем прокаливают.

- **Масс-спектрометрия**. Метод изучения состава вещества, в частности **изотопов***, из которых оно состоит. Он также используется как метод количественного анализа, когда включает измерения отношений изотопов или молекул в веществе. Используемый прибор называется **масс-спектрометром**.

- **Ядерный магнитный резонанс (ЯМР-спектроскопия)**. Метод, используемый для изучения положения атомов в молекуле. Радиоволны пропускают через образец вещества, находящегося между полюсами магнита. Поглощающая способность вещества указывает на положение атома внутри молекулы. Такая информация представлена на рисунке, называемом **спектром ядерного магнитного резонанса (ЯМР)**.

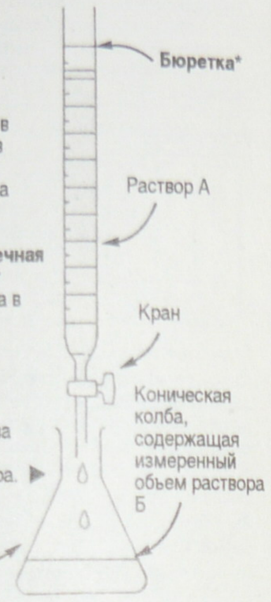
Спектр ядерного магнитного резонанса **этанола*** (CH_3CH_2OH)



Количественный анализ

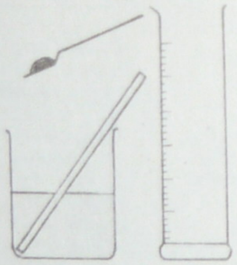
Ниже приведены примеры количественного анализа. См. также **масс-спектрометрия.**

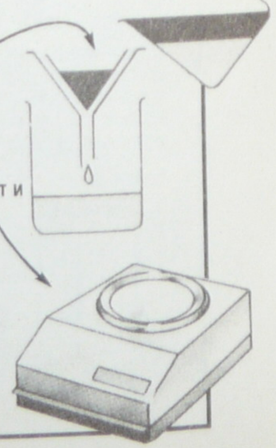
- **Объемный анализ.** Метод определения концентрации раствора, использующий **титрование**. Он заключается в добавлении одного раствора в другой с помощью **бюретки***. Концентрация одного раствора известна. Первый раствор добавляется из бюретки до определенного момента (**конечная точка**), который соответствует полному вступлению вещества в реакцию. Объем раствора в бюретке, необходимый для достижения этого момента, называется **титром**. Объем раствора в колбе и известная концентрация одного вещества используются для расчета концентрации второго раствора.



- **Гравиметрический анализ**. Метод определения количества вещества путем превращения его в другое вещество известного химического состава, которое легко очистить и взвесить.

Гравиметрический анализ может быть использован для измерения количества свинца в образце воды, содержащей соли свинца.





Осадок затем промывают, высушивают и тщательно взвешивают.

Концентрацию свинца в образце воды рассчитывают из объема воды, веса хромата свинца и **относительной атомной массы*** свинца.

*Бюретка, 109; Изотоп, 13; Ионизация, 16; Осадок, 31; Относительная атомная масса, 24; Фильтрация, 106; Этанол, 82.

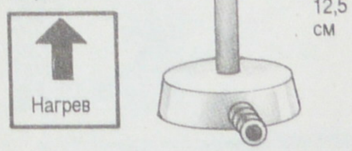
Аппаратура

Аппаратура — химическое оборудование. Наиболее часто используемые предметы описаны и показаны ниже и на с. 110 – 111. Представлены их рисунки и графическое обозначение, приведены их примерные размеры.

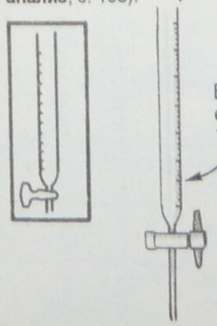
- **Стакан**. Используется для хранения жидкостей. Показан приблизительный объем.

- **Полочка (подставка)**. Используется как подставка в **емкости для газа*** при условии, что газ собирается замещением воды. Примеры ее использования см. с. 102 – 103.

- **Бунзеновская горелка**. Используется для нагревания в процессах химических реакций. Ее регулируемое отверстие для воздуха позволяет в некоторой степени контролировать температуру пламени. Если отверстие закрыто, пламя — желтое и более холодное, чем синее пламя, получаемое, когда отверстие открыто. См. рис. на с. 94.

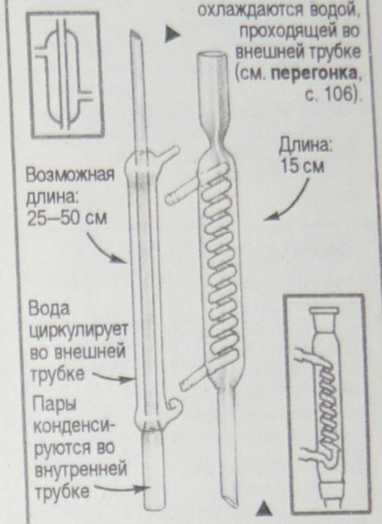


- **Бюретка.** Используется для добавления точных объемов жидкостей при **титровании** (см. **объемный анализ**, с. 108).



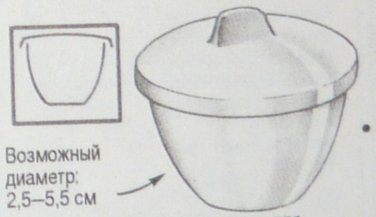
Холодильники

- **Холодильник Либиха**. Используется для конденсации паров. Пары проходят через центральный канал и охлаждаются водой, проходящей во внешней трубке (см. **перегонка**, с. 106).

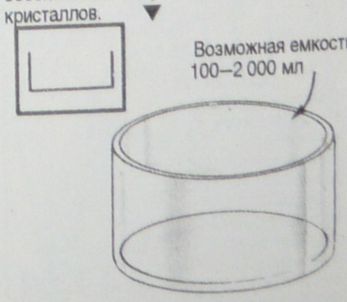


- **Обратный холодильник** используется для возврата паров жидкости, чтобы предотвратить потери при выпаривании.

- **Тигель**. Он служит для прокаливания в печи или на **бунзеновской горелке** небольших количеств твердого вещества. Их делают из фарфора, кремния, огнеупорной глины, никеля и стали.

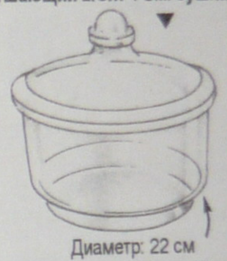


- **Кристаллизатор.** Используется для хранения растворов, которые предназначены для выпаривания с целью образования кристаллов. Плоское дно обеспечивает получение ровного слоя кристаллов.

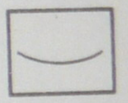


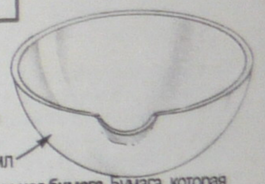
- **Газоотводная трубка**. Трубка служит для отвода газов.

- **Эксикатор**. Стеклянная емкость, предназначенная для высушивания твердых веществ. В нем находится **осушающий агент***. См. **сушка**, с. 107.

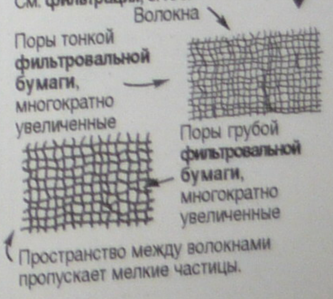


- **Чашка для выпаривания**. Используется для хранения раствора, **растворитель*** из которого отделяется от **растворенного вещества*** путем испарения (чаще всего используют нагревание).





- **Фильтровальная бумага**. Бумага, которая действует как сито, пропуская только жидкие, но не твердые вещества. Различают несколько сортов фильтровальной бумаги в соответствии с размером пор. Соответственно и размер частиц, которые она пропускает, будет отличаться. Фильтровальную бумагу помещают на **фильтр** или **воронку Бюхнера*** для создания подложки для оседания твердого вещества, после того как жидкость пройдет сквозь фильтровальную бумагу. См. **фильтрация**, с.106.



*Воронка Бюхнера, 110; Осушающий агент, 114; Растворенное вещество, Растворитель, 30; Фильтровальная воронка, Емкость для газа, 110.

Колбы

- **Колба Бюхнера**. Используется при фильтровании жидкости под вакуумом. См. **фильтрация**, с. 106.

Возможные емкости: 25–1000 мл

- **Коническая колба**. Используется как емкость для жидкостей при проведении реакций и для приготовления растворов известной концентрации. Такая колба оказывается предпочтительнее стакана, когда возникает необходимость иметь закрывающуюся емкость. На колбе есть метки объемов, но они не такие точные, как на **пипетках** и **бюретках***.

Возможные емкости: 25–2000мл

- **Плоскодонная колба**. Используется как емкость для жидкостей при проведении реакций, не требующих нагревания (она ставится на стол).

Возможная емкость: 100–2000 мл

- **Круглодонная колба.** Используется как емкость для жидкостей, если по ходу реакции требуется нагревание. На ней обозначены приблизительные объемы. Она держится над пламенем с помощью зажима.

Возможная емкость: 100–2000 мл

- **Мерная колба**. Используется при приготовлении растворов с точными концентрациями. На каждой колбе сделана отметка точного объема и имеется притертая пробка, чтобы можно было встряхивать колбу и перемешивать ее содержимое.

Возможные объемы: 10–2000 мл

- **Дефлегматор** (колонка для фракционирования). Используется для разделения компонентов смеси при кипении. Он заполнен стеклянными шариками или кольцами, которые создают большую площадь поверхности и способствуют конденсации и повторному испарению (см. **фракционная перегонка**, с. 106).

Возможная длина: 15–36 см

- **Вытяжной шкаф**. Застекленный шкаф, который имеет вытяжную вентиляцию и ограждает рабочее место. Опасные эксперименты проводят в вытяжном шкафу.

Воронки

- **Воронка Бюхнера**. Используется для фильтрования жидкости под вакуумом. Она имеет дно с отверстиями, на которое помещается **фильтровальная бумага**. См. **фильтрация**, с. 106.

Возможные емкости: 50–500 мл

- **Воронка с краном**. Для добавления жидкости по каплям в реакционную смесь. См. с.102–103.

- **Фильтровальная воронка**. Используется для отделения твердого вещества от жидкостей при **фильтровании** (см. с.106). Внутрь воронки помещается **фильтровальная бумага***.

Длина: 30 см

- **Воронка**. Используется при добавлении жидкости в реакционную смесь.

Возможные объемы: 50–500мл

- **Делительная воронка**. Используется при разделении **несмешивающихся*** жидкостей. Сначала из воронки выливается жидкость с большей плотностью, затем – с меньшей. См. **экстракция растворителем**, с. 107.

- **Емкость для газа**. Используется для хранения и собирания газов. Она может быть закрыта стеклянной крышкой, смазанной по краям смазкой. См. с. 102–103.

Возможная высота: 15–30 см

- **Газовый шприц**. Используется для измерения объема газа. Его применяют как для накопления газа, так и для введения газа в реакционный сосуд.

Емкость: 100 мл

- **Сетка**. Используется для равномерного распределения нагрева от пламени горелки по поверхности основания нагреваемого объекта. Делается из железа, стали, меди или керамики.

Длина: 12,5 см

- **Мерный цилиндр**. Используется для измерения приблизительных объемов жидкостей.

Возможная емкость: 5–2000 мл

*Бюретка, Фильтровальная бумага, 109; Несмешивающиеся жидкости, 31 (Смешивающиеся жидкости).

- **Керамический треугольный держатель**. Используется для поддержки **тиглей*** на штативе при нагревании. Делается из железной или хромоникелевой проволоки, заключенной в керамические трубки.

Длина: 21 см

Пипетки

- **Пипетка** используется для точной дозировки жидкости. Для различных объемов подбирают различные пипетки. Количество вылившейся жидкости определяют по меткам на пипетке.

Возможные емкости: 1–100 мл

Возможные емкости: 1–2 мл

- **Капельная пипетка.** Используется для дозировки малых объемов или добавления жидкости по каплям. Она не обеспечивает большую точность измерения.

- **Штативы и зажимы.** Используются для поддерживания оборудования в определенном положении, например, **круглодонных колб.**

Возможная длина: 50–100 см

- **Шпатели.** Используются для отбора (взятия) небольших количеств веществ.

Возможная длина: 10–20 см

- **Держатели пробирок**. Используются для поддерживания пробирок, например, при нагревании в пламени для проведения химических реакций, или перенесения пробирок с одного места на другое.

- **Подставка для пробирок**. Используется для хранения большого числа пробирок в вертикальном положении.

- **Термометр**. Используется для измерения температуры. Заполняется или спиртом, или ртутью, в зависимости от того температурного интервала, для которого предназначен.

Небольшой температурный интервал: от -10 до 50°С

Большой температурный интервал: от -10 до 400°С

- **Щипцы**. Предназначены для удерживания горячих предметов.

- **Весы.** Применяются для быстрого, точного взвешивания.

- **Лоток (ванна)**. Используется при сборе газа над водой (см. **диоксид углерода**, с. 102). Вода, находящаяся в емкости для газа, поставленной вверх дном в лотке, вытесняется в лоток. Лоток используется также при проведении реакции с такими веществами, как калий (см. рис. на с. 55).

Возможный диаметр: 20–30 см

- **Треножник.** Используется наряду с **керамическим треугольным держателем** или **сеткой** при нагревании **тиглей***, **колб** и т.д.

Длина: 21 см

Пробирки

- **Пробирки для кипячения.** Толстостенные пробирки, используемые для нагревания веществ.

Возможная длина: 12,5 см

- **Пробирки лабораторные.** Сосуды, используемые для проведения в них простых химических реакций, не включающих сильное нагревание.

Возможная длина: 7,5 см

- **Пробирки для прокаливания.** Используются для кипячения и плавления небольших количеств веществ.

Возможная длина: 5 см

- **Часовые стекла**. Используются для выпаривания небольших количеств вещества.

Возможный диаметр: 5 – 15 см

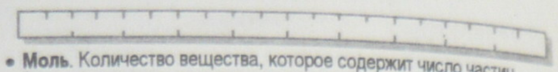
*Тигель, 109.

Единицы измерения

Единица измерения – мера, используемая в качестве стандарта измерения чего-либо; например, стандартная единица массы – **килограмм** (масса выражается в килограммах или в единицах, производных от килограмма). Ниже приведены семь основных единиц **Международной системы единиц (СИ)**. Эти определения достаточно сложные, но они показывают, как именно определяется одна стандартная единица.

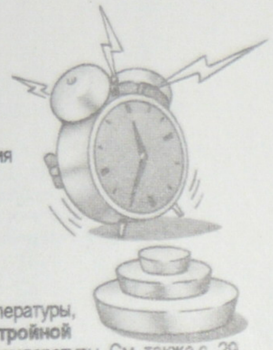
- **Ампер (А).** Интенсивность постоянного электрического тока, проходящего через параллельные прямые провода (бесконечно длинные и с пренебрежимо малым поперечным сечением) в вакууме, который создает силу между проволоками - 2×10^{-7} Нм$^{-1}$. Эта единица используется для измерения электрического тока.

- **Метр (м)**. Длина, равная 1 650 763,73 длины волны определенного типа излучения атома криптона-86. Эта единица используется для измерения длины.



- **Моль**. Количество вещества, которое содержит число частиц (атомов, молекул, электронов или ионов), равное числу Авогадро ($6{,}02\times10^{23}$). См.также с. 25. Эта единица используется для измерения количества вещества.

- **Кандела (свеча)(кд).** Сила света, исходящего с поверхности черного тела, площадь которой составляет 1/600 000 квадратного метра при температуре затвердевания платины под давлением 101 325 Нм$^{-2}$. Эта единица используется для измерения интенсивности света.



- **Секунда (с)**. Секунда равна 9 192 631 770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133. Эта единица используется для измерения времени.

- **Килограмм (кг)**. Масса международного образца килограмма, хранящегося в Севре, под Парижем. Эта единица используется для измерения массы.

- **Градус Кельвина (К)**. Единица термодинамической температуры, равная 1/273,16 части термодинамической температуры **тройной точки*** воды. Эта единица используется для измерения температуры. См. также с. 29.

• Производные единицы

Система **СИ-единиц** является основой для образования некоторых других единиц измерений. Там, где единица измерения достаточно сложная, дается название и обозначение единицы.

Наименование величины	Единицы измерения (единицы, название единицы, обозначение единицы)			Производные
Скорость	м с$^{-1}$			расстояние/время
Ускорение	м с$^{-2}$			скорость/время
Сила	кг м с$^{-2}$	ньютон	Н	масса × ускорение
Энергия	кг м^2 с$^{-2}$	джоуль	Дж	сила × расстояние
Давление	кг м$^{-1}$ с$^{-2}$	паскаль	Па	сила/единица площади
Объем	дм^3			кубический дециметр
Плотность	кг м$^{-3}$			килограмм / кубический метр
Концентрация	моль дм$^{-3}$		М	моль / кубический дециметр
Электрический заряд	Ас	кулон	Кл	ампер × время
Электрический потенциал	кг м^{2}с$^{-3}$А$^{-1}$	вольт	В	джоуль/кулон

Префиксы (приставки) для образования кратных единиц

Десять префиксов и величин, чаще всего используемых для более удобного написания, например, 8000 м может быть записано : 8×10^3м или 8 км.

Величины	Написание	Префиксы	Обозначение
10^9	1,000,000,000	Гига	Г
10^6	1,000,000	Мега	М
10^3	1,000	Кило	к
10^2	100	Гекто	г
10^1	10	Дека	да
10^{-1}	1	Деци	д
10^{-2}	0.1	Санти	с
10^{-3}	.001	Милли	м
10^{-6}	.000 001	Микро	мк
10^{-9}	.000 000 001	Нано	н

*Тройная точка, 115.

Известные химики

Первые химические эксперименты, известные под названием алхимия, начинались в Греции около 2000 лет назад. Целью алхимии было нахождение пути превращения металлов в золото. Как предполагали древние греки, существует четыре элемента – земля, огонь, воздух и вода. Хотя алхимики и не достигли успеха в решении своей задачи, но они внесли огромный вклад в науку химию, поскольку их действия основывались на эксперименте, наблюдении и заключении. В XVII веке старая идея о четырех элементах была отвергнута, и началась новая эра в химии. Ниже приведены имена некоторых химиков прошлого, вклад которых в развитие химии особенно велик.

- **Роберт Бойль** (1627–1691). Ирландец Роберт Бойль, основатель современной химии, – выходец из аристократической семьи. После того как переехал в Англию, он опубликовал свою книгу «Скептический химик». В ней он предложил использовать научные методы эксперимента, наблюдения и заключения и разрушил старые представления о четырех элементах (см.также **законы Бойля**, с. 28).

- **Генри Кавендиш** (1731–1810). Генри Кавендиш получил образование в Кембриджском университете в Англии, но он не получил степени и посвятил свою жизнь науке. Он был один из первых химиков, исследовавших реакции газов. Среди его важнейших работ – открытие, что вода не элемент, а соединение. Он был эксцентричным затворником, и многие из его работ были опубликованы только после его смерти.

- **Джозеф Пристли** (1733–1804). Джозеф Пристли не имел специального научного образования, но, когда он был ребенком, он жил около пивоваренного завода в Лидсе, в Англии. Наблюдения за процессом пивоварения пробудили в нем энтузиазм экспериментатора. Он идентифицировал большинство простых газов, открыл кислород в 1774 году. Наряду с занятиями химией, Пристли был министром, учителем, писателем и политиком. Его радикальные взгляды на Французскую революцию не одобрялись в Англии, поэтому он эмигрировал в Америку и жил в Пенсильвании до самой смерти.

- **Антуан Лавуазье** (1743–1794). Этот французский ученый и реформатор внес огромный вклад в исследование многих элементов и в понимание различий между физическими и химическими превращениями (см. с. 5, а также **закон сохранения массы вещества**, с. 11). Юрист по образованию, он одно время был откупщиком. В 1775 году назначен директором французских пороховых заводов. Во время Французской революции он был обвинен в сотрудничестве с правительством и гильотинирован.

- **Джон Дальтон** (1766–1844). Джон Дальтон был сыном ткача-квакера. Он был учителем в Кумбрии (Англия) до тех пор, пока не решил полностью посвятить себя науке. Самое большое его достижение – доказательство существования **атомов**, основы современной химии. Он работал также над исследованием поведения газов (см. **закон парциального давления Дальтона**, с. 29), помог развитию науки о погоде и описал дефект зрения (неразличение цветов), которым страдал сам.

- **Иоганн Вольфганг Деберейнер** (1780–1849). Иоганн Деберейнер родился в Германии, был сыном кучера. Он не получил систематического образования, но начал работать ассистентом аптекаря в 14 лет. Самостоятельно изучил химию и был назначен ассистентом профессора химии в Иенском университете. Его наблюдения о связи изменения атомного веса и свойств элементов были первыми шагами на пути к **периодической таблице Менделеева** (см. с. 50–51).

- **Дмитрий Иванович Менделеев** (1834 – 1907). Этот русский ученый – младший ребенок в большой сибирской семье. Его отец был слепым, и управление фабрикой по изготовлению стекла было предоставлено матери. Молодой Менделеев сначала учился наукам у мужа сестры. Затем он уехал в Санкт-Петербург учиться и в конечном итоге стал там профессором университета. В 1869 году он опубликовал свою периодическую таблицу (см. с. 50–51). 101-й элемент периодической таблицы назван **менделевием** в его честь.

- **Антуан Беккерель** (1852–1908). Антуан Беккерель происходил из известной семьи французских ученых. В 1896 году он открыл явление испускания некоторыми материалами невидимых лучей – **радиоактивность** (см. с. 14–15). Он завернул кусок фотографической бумаги в черную бумагу, а затем в алюминиевую фольгу и закрыл все это в ящике с ураном. Когда пленку проявили, на ней явно были видны следы радиоактивного излучения урана.

- **Джозеф Джон Томсон** (1856–1940). Д.Д.Томсон учился в Манчестерском университете и стал профессором Кембриджского университета в возрасте 28 лет. Его блестящая экспериментальная работа привела к открытию **электрона** (см. с. 12). Он также открыл электропроводность газов и тем самым подготовил почву для будущей работы в области радио, телевидения, радарных установок. Он был великолепным педагогом, и некоторые его ученики стали Нобелевскими лауреатами.

- **Мария Кюри** (**Мария Склодовская**) (1867 – 1934). Мария Кюри родилась в Варшаве, в Польше. Польским девушкам не разрешалось иметь высшего образования в то время, поэтому она решила учиться тайно. Она уехала в Париж в 24 года и поступила в Сорбонну, где встретила молодого профессора Пьера Кюри, за которого вышла замуж. Вместе они открыли радий, который выделили из уранита путем терпеливых и длительных опытов. Изучение радия позволило многое понять о свойствах **радиоактивности** (см. с. 14–15). Пьер трагически погиб в уличном инциденте, а Мария умерла от радиационной болезни.

- **Фриц Габер** (1868–1934). Фриц Габер родился в Германии, был сыном коммерсанта. Он открыл синтез аммиака (см. **процесс Габера**, с. 66), предложил использовать его в производстве удобрений. Процесс получения аммиака был внедрен в промышленное производство Карлом Бошем. После первой мировой войны Габер безуспешно старался организовать выделение золота из морской воды для выплаты военных репатриаций Германии.

- **Эрнест Резерфорд** (1871–1937). Новозеландец Э.Резерфорд окончательно утвердил положение науки о **радиоактивности** (см. с. 14–15). Он указал на сложное строение атома и был первым, кто пролил свет на частицы, его составляющие. Он работал с **Дж.Томсоном** в Кембриджском университете в Англии, а затем унаследовал его место профессора. Он получил множество наград за свои работы и похоронен среди величайших ученых мира в Вестминстерском аббатстве в Лондоне.

Словарь

- **Абразив.** Материал, использующийся для шлифовки поверхности другого материала.
- **Адгезив.** Вещество, которое прилипает к поверхностям других веществ.
- **Амальгама. Сплав** ртути с другими материалами. Обычно это мягкое твердое вещество или даже жидкость.
- **Бактерицидный.** Вещество, используемое для уничтожения бактерий, особенно тех, которые несут болезни (микробов).
- **Вес**. Сила, с которой тело притягивается к земле. Он равен произведению **массы** объекта на ускорение силы тяжести и измеряется в ньютонах. Вес объекта может меняться в зависимости от широты и долготы, но масса этого объекта всегда остается постоянной.
- **Вулканизация**. Процесс, протекающий при нагревании сырого натурального каучука (полученного из **латекса**) в присутствии серы. Вулканизованные каучуки более прочные, жесткие и менее чувствительны к изменению температуры, чем сырой каучук. Чем больше взято серы, тем сильнее этот эффект. Это происходит благодаря тому, что атомы серы «сшивают» цепочки молекул каучука (см. рис. на с. 87).
- **Вязкий**. Это определение описывает жидкость, которая движется как патока, например, машинное масло. **Вязкость** возникает благодаря движению различных слоев жидкости с различными скоростями, что приводит к появлению сил сопротивления, которые стремятся замедлить перемещение быстро движущихся слоев и ускорить перемещение медленно движущихся.
- **Градуировка**. Особые метки, используемые для измерений, например, метки на мерных цилиндрах, которые применяются для измерения **объема** жидкости.
- **Дегидратирующие агенты**. Вещества, используемые для поглощения влаги из других веществ. Помимо молекул воды, могут удаляться и атомы водорода и кислорода из молекул вещества. В результате реакции образуются другие вещества плюс вода (см. также **осушающие агенты**). Концентрированная серная кислота – пример дегидратирующего агента. Концентрированная серная кислота может быть использована также как осушающий агент, если она не реагирует с этими веществами. Например, она используется для осушения образцов газообразного хлора, т.е. удаления молекул воды, присутствующих в виде пара (см. с.102).

Концентрированная серная кислота

$$C_6H_{12}O_6(\text{тв.}) \rightarrow 6C(\text{тв.}) + 6H_2O(\text{жидк.})$$

Глюкоза — Углерод — Вода

- **Изолятор**. Плохой проводник тепла и электричества. Неметаллические элементы и их соединения являются обычно изоляторами, например, сера или резина.
- **Инертный**. Вещество, которое с трудом вступает в химическую реакцию, например **инертный газ***.
- **Калориметрия**. Измерение теплового эффекта химической реакции. Существуют различные методы калориметрии, многие из которых включают измерение температурных изменений определенной массы воды, например, когда известное количество вещества охлаждается в воде (при этом вещество теряет тепловую энергию, а вода – получает). Изменение температуры воды может быть также использовано для измерения отдаваемого тепла при сгорании известного количества вещества (см. рис. бомбового калориметра, с. 32).
- **Калория**. Единица тепловой энергии. Одна калория (1 кал) – количество тепла, необходимого , чтобы поднять температуру одного грамма (1 г) воды на один градус Цельсия (1°С).
- **Константа**. Численная величина, которая не меняется, например **число Авогадро*** или **газовая постоянная**, равная 8,314 Дж K^{-1}моль$^{-1}$(джоуль на градус Келвина на моль).
- **Латекс**. Молокообразная жидкость, выделяемая растениями, особенно каучуковыми деревьями, из которых извлекают сырой натуральный каучук (который является основой некоторых **адгезивов**). Существуют и синтетические латексы.
- **Летучий**. Это определение относится к жидкости, которая легко **испаряется*** или **сублимируется***, например бензин.
- **Масса**. Величина, обозначающая количество вещества в теле. Она измеряется в килограммах и обычно с помощью взвешивания, но это не та же величина, что и **вес**. Фактически при взвешивании происходит пересчет веса в массу.
- **Метаболизм (обмен веществ)**. Термин для химических процессов, которые протекают внутри живого организма под действием **ферментов***. При этом происходит разрушение сложных соединений в более простые формы с выделением энергии или объединение простых веществ в более сложные с накоплением энергии (рост тканей).
- **Микроэлементы**. Элементы, такие, как медь или иод, которые являются необходимыми, хотя и в незначительных количествах, для обеспечения жизнедеятельности многих организмов. Они часто входят в состав **ферментов*** и **витаминов***.
- **Минералы.** Натуральные неорганические вещества, получаемые из неживой природы, например **каменная соль* (галит).** Различные минералы имеют разный химический состав и свойства (см. также **руда**).
- **Нейтрализующий агент**. Вещество, которое противодействует установлению избыточной кислотности в желудке (нейтрализует кислоту).
- **Объем**. Количество пространства, занимаемого телом. Объемы объектов простой формы могут быть рассчитаны обычным измерением. Объемы объектов сложной формы рассчитываются при измерении объема воды, вытесненной этим объектом. Объем измеряется в кубических дециметрах (дм^3).
- **Органический растворитель.** Органическая жидкость, в которой вещества растворяются.
- **Осушающий агент**. Вещество, используемое для поглощения влаги из другого вещества, но при этом удаляются только молекулы воды, а не отдельные атомы водорода и кислорода. Вещество само по себе не изменяется (см. также **сушка**, с. 107 и **дегидратирующие агенты**). Примером может служить пятиокись фосфора.

Пятиокись фосфора

$$CuSO_4.5H_2O(\text{тв.}) \rightarrow CuSO_4(\text{тв.}) + 5H_2O(\text{жидк.})$$

Гидратированный* сульфат меди(II) — **Безводный*** сульфат меди (II) — Вода

- **Отбеливатель**. Вещество, используемое, чтобы устранить цвет материала или раствора. Солнечные лучи, а также сильные **окислители*** и **восстановители*** являются прекрасными отбеливателями. Наиболее простой бытовой отбеливатель – раствор гипохлорита натрия, который является также высокоэффективным **бактерицидным** средством.

* **Безводный**, 41 (**Ангидриты**); **Витамины**, 91; **Гидратированный**, 41 (**Гидраты**); **Инертный газ**, 75; **Испарение, Сублимация**, 7; **Каменная соль**, 54 (**Натрий**); **Окислитель, Восстановитель**, 34; **Полимеры**, 86; **Фермент**, 47; **Число Авогадро**, 25.

$$NaOCl + \text{Окрашенный материал} \rightarrow NaCl + \text{Обесцвеченный окислением* материал}$$

Гипохлорит натрия — Хлорид натрия

- **Охлаждающие жидкости**. Жидкости, используемые для охлаждения в промышленности или в быту (см. также **хладоагент**). Жидкости обычно отнимают тепло от одного объекта и переносят к другому. На ядерных станциях хладоагенты переносят тепло от места ядерной реакции к паровому генератору, где тепло используется для получения пара. Это приводит в движение турбины и генераторы электричества.
- **Перегретый пар.** Пар с температурой выше 100°С (см. также **температура по Цельсию**). Его получают нагреванием воды под давлением.
- **Пигмент**. Вещества, которые вызывают окраску животных и растений. Пигменты используются в качестве нерастворимых порошков для получения цветных пластиков, красок и т.д.
- **Пластичность (ковкость)**. Свойство веществ, которым можно придать различную форму с помощью механического воздействия. В химии это обычно такие вещества, которые могут быть вытянуты в тонкие листы (многие металлы и **сплавы** металлов). Различные вещества проявляют различную степень **пластичности** (см. с. 51).
- **Плотность**. Величина массы на единицу объема вещества или **масса** тела данного **объема**. Она рассчитывается делением массы вещества на объем и выражается в килограммах на кубический метр (кгм$^{-3}$).
- **Поверхностное натяжение**. Стремление поверхности жидкости вести себя так, как будто она покрыта поверхностной пленкой, из-за сил притяжения между молекулами на поверхности. Отдельная капля жидкости стремится к тому, чтобы занять наименьшую поверхность (обычно принимая форму шара) из-за поверхностного натяжения.
- **Полупроводник. Электрический проводник** (см. **проводник**), который содержит определенные примеси и способен сопротивляться электрическому току. Эта способность уменьшается при повышении температуры (сопротивление обычных проводников увеличивается с повышением температуры). Полупроводники обычно **металлоиды***, такие, как германий или кремний. Их свойства можно менять добавлением контролируемых количеств примесей.
- **Проводник**. Материал, который проводит тепло или электрический ток. **Электрические проводники** – вещества, внутри которых возможно движение зарядов. Металлы, растворы, содержащие ионы, а также расплавленные **ионные соединения*** – все это электрические проводники. **Проводники** – это вещества, которые передают тепло. Металлы – хорошие проводники тепла. См. также **полупроводники** и **изоляторы.**
- **Регулирующие стержни**. Часть контрольной системы ядерного реактора. Это стержни или трубы, которые движутся вверх или вниз для изменения скорости реакции внутри реактора. Они сделаны из стали или алюминия, содержащих бор, кадмий или другие сильные поглотители **нейтронов***.
- **Руда**. Существующий в естественном состоянии **минерал**, из которого извлекают необходимый элемент (обычно металл), например, бокситы, из которых получают алюминий.
- **Система.** Набор связанных частей, которые влияют одна на другую и образуют единое целое, например реагенты и продукты реакции при **химическом равновесии***.
- **Смолы**. Вещества, используемые в качестве **адгезивов**. Они чаще всего нерастворимы в воде. **Природные смолы** являются органическими соединениями, выделяемыми определенными растениями и насекомыми. **Синтетические смолы** – пластичные материалы, полученные при **полимеризации** *.
- **Сплав.** Смесь двух или более металлов или металла с неметаллом. Он имеет свои свойства, отличающиеся от свойств индивидуальных компонентов, из которых состоит.
- **Сырье.** Материалы, полученные из натуральных источников для использования в промышленности, например, железная **руда**, кокс и известь – сырье, используемое для получения железа.
- **Температура по Цельсию,** или **температура по стоградусной шкале**. Температура может быть измерена по Цельсию (по стоградусной шкале), в которой ноль (0°С) соответствует температуре замерзания воды и сто градусов (100°С) – температуре, при которой вода кипит.
- **Трение**. Сила, вызванная контактом между двумя объектами и препятствующая движению соприкасающихся поверхностей относительно друг друга. Сила, пытающаяся привести в движение один предмет или заставляющая два предмета двигаться в противоположных направлениях, должна быть достаточно большой по величине, для того чтобы превзойти силу трения.
- **Тройная точка.** Точка, в которой вещество существует сразу в трех состояниях – газообразном, жидком и твердом. Это явление имеет место при определенной температуре, давлении и объеме.
- **Тусклость**. Полная или частичная потеря блеска благодаря образованию тусклого поверхностного слоя, например, пленка сульфида серебра на серебре или окиси лития на литии. Потускнение – один из видов **коррозии***.
- **Фотоэлемент**. Устройство, используемое для детектирования и измерения света.
- **Фумигация**, окуривание. Уничтожение бактерий, насекомых или сельскохозяйственных вредителей при помощи отравляющих газов и дыма.
- **Фунгицид.** Вещество, используемое для уничтожения вредных грибков, например, плесени и ложномучнистой росы на зерновых культурах.
- **Хладоагент**. Тип **охлаждающего агента** , используемый в холодильниках. Это может быть жидкость, которая **испаряется*** при низких температурах. В настоящее время чаще всего используются **фторхлоруглероды**, или **фреоны**, хотя в прошлом широко применялся аммиак.

* **Ионное соединение**, 17; **Испарение**, 7; **Коррозия**, 95; **Металлоиды**, 51 (**Металл**); **Нейтрон**, 12; **Полимеризация**, 86; **Химическое равновесие**, 49.

Указатель веществ, символов и формул

Этот указатель – полный указатель всех веществ, которые рассматриваются в книге либо используются в качестве примера, иллюстрирующего отдельные термины или химические реакции. Он начинается со списка, в котором представлены все химические символы и формулы, используемые в книге, с расшифровкой названия соответствующего вещества в каждом случае. Список символов и названий веществ расположен в алфавитном порядке, каждый элемент помещен вместе со своими соединениями. Например, CH_3OH (метанол – соединение углерода) помещен после C (углерод), но перед Ca (кальций). Страница, на которой описано само вещество, дана в указателе названий (начало на с.118).

Номера страниц, указанные в списке, делятся на три вида.

Цифры, напечатанные жирным шрифтом (например, **79**), указывают страницу, на которой можно найти основное определение вещества.

Цифры, напечатанные обычным шрифтом (например, 82), указывают страницу с дополнительной информацией. Номера страниц, выделенных курсивом (например, *34*), указывают страницу, где название вещества можно найти на картинке или в уравнении.

Если за номером страницы следует слово в скобках, это означает, что данное слово может быть найдено в тексте указанного определения. Если за номером страницы следует (**В**), данное слово может быть найдено во вступительном тексте на данной странице.

Синонимы указаны словом «см.» или косым штрихом.

Символы и формулы

$3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$, см. Апатит
Ac, см. Актиний
Ag, см. Серебро
AgBr, см. Серебра бромид
AgCl, см. Серебра хлорид
AgI, см. Серебра иодид
$AgNO_3$, см. Серебра нитрат
Al, см. Алюминий
$Al(OH)_3$, см. Алюминия гидроксид
Al_2O_3, см. Алюминия оксид/корунд
$Al_2O_3 \cdot 2H_2O$, см. Бокситы
$Al_2(SO_4)_3$, см. Алюминия сульфат
Am, см. Америций
Ar, см. Аргон
As, см. Мышьяк
At, см. Астат
Au, см. Золото
B, см. Бор
B_2O_3, см. Бора оксид
BCl_3, см. Бор треххлористый
Ba, см.Барий
$BaCl_2$, см. Бария хлорид
Be, см. Бериллий
Bi, см. Висмут
Bk, см. Берклий
Br/Br_2, см. Бром
-Br, см. Брома радикал
C, см. Углерод
C_2H_2, см. Ацетилен/этин
C_2H_4, см. Этилен/этен
C_2H_5Br, см. Бромэтан
C_2H_5CHO, см. Пропаналь/пропионовый альдегид
C_2H_5Cl, см. Хлорэтан
C_2H_5COOH, см. Пропионовая кислота
C_2H_5OH, см. Этанол/этилацетат
C_2H_6, см. Этан
C_3H_4, см. Пропин/метилацетилен
C_3H_6, см. Пропилен/пропен
C_3H_6O, см. Пропанон
C_3H_7OH, см. Пропанол-1
C_3H_8, см. Пропан
C_4H_6, см. Бутин-1
C_4H_8, см. Бутен-1
C_4H_9OH, см. Бутанол-1
C_4H_{10}, см. Бутан
C_5H_{10}, см. Пентен-1
C_5H_{12}, см. Пентан
$C_6H_8O_6$, см. Аскорбиновая кислота
$C_6H_{12}O_6$, см. Глюкоза
C_6H_{14}, см. Гексан
C_7H_{16}, см. Гептан
C_8H_{18}, см. Октан
C_9H_{20}, см. Нонан
$C_{12}H_{22}O_{11}$, см. Сахароза
$C_{17}H_{35}COOH$, см.Стеариновая кислота/октадеканова кислота
CCl_4, см. Тетрахлорметан
CH_2BrCH_2Br, см. 1,2-дибромэтан
CH_2CHCl, см. Винилхлорид
$-CH_3$, см. Метильная группа
CH_3CCH, см. Пропин/метилацетилен
CH_3CH_2CCH, см. Бутин-1
$CH_3CH_2CH_2CH_2OH$, см. Бутанол-1
$CH_3CH_2CH_2OH$, см. Пропанол-1
CH_3CH_2CHO, см. Пропаналь/пропионовый альдегид
CH_3CH_2Cl, см. Хлорэтан
CH_3, см. Бутанон
CH_3CH_2COOH, см. Пропионовая кислота/пропановая кислота
CH_3CH_2OH, см. Этанол
CH_3CH_2ONa, см. Натрия этилат
CH_3CHO, см. Этаналь/уксусный альдегид
$CH_3CHOHCH_3$, см. Пропанол-2
CH_3Cl, см. Хлорметан
CH_3COCH_3, см. Ацетон/пропанон
$CH_3COOCH_2CH_3$, см. Этиловый эфир уксусной кислоты
CH_3COOH, см.Уксусная кислота/этановая кислота
CH_3NH_2, см. Метиламин
CH_3OCH_3, см. Метоксиметан/диметиловый эфир
CH_3OH, см. Метанол
CH_4, см. Метан
CHCH, см. Ацетилен
-CHO (функциональная группа)/см. 80 (Альдегиды), 100(е), 101(5)
CO, см. Углерода монооксид
-CO-, см. Карбонильная группа
CO_2, см. Углерода диоксид
-COO- (функциональная группа),81 (Сложные эфиры), 87 (Полиэфиры)
- COOH, см. Карбоксильная группа
$(COOH)_2$, см. Щавелевая кислота/этандиовая кислота
$COOH(CH_2)_4COOH$, см. Адипиновая кислота/гександиовая кислота
Ca, см. Кальций
$Ca_3(PO_4)_2$, см. Кальция фосфат
$CaCl_2$, см. Кальция хлорид
$CaCO_3$, см. Кальция карбонат
$CaCO_3 \cdot MgCO_3$, см. Доломит
CaF_2, см. Плавиковый шпат
$Ca(HCO_3)_2$, см. Кальция гидрокарбонат
CaO, см. Кальция оксид
$Ca(OH)_2$, см. Кальция гидроксид
$CaSiO_3$, см. Кальция метасиликат
$CaSO_4$, см. Кальция сульфат
$CaSO_4 \cdot 2H_2O$, см. Гипс
Cd, см. Кадмий
Ce, см.Церий
Cf, см. Калифорний
Cl/Cl_2, см. Хлор
-Cl, см. Хлора радикал
Cm, см. Кюрий
Co, см. Кобальт
$CoCl_2$, см. Кобальта (II) хлорид
Cr, см. Хром
Cs, см. Цезий
Cu, см. Медь
Cu_2O, см. Меди(I) оксид
CuCl, см. Меди(I) хлорид
$CuCl_2$, см. Меди(II) хлорид
$CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$, см. Малахит
$(CuFe)S_2$, см. Медный колчедан

$(Cu(NH_3)_4)SO_4$, см. Меди(II) сульфат тетраамминакат
$Cu(NO_3)_2$, см. Меди(II) нитрат
CuO, см. Меди(II) оксид
$CuSO_4$, см. Меди(II) сульфат
$CuSO_4 \cdot 3Cu(OH)_2$, см. Медь основная сернокислая/основной сульфат меди
D, см. Дейтерий
D_2O, см. Дейтерия оксид
Dy, см. Диспрозий
Er, см. Эрбий
Es, см. Эйнштейний
Eu, см. Европий
F/F_2, см. Фтор
-F, см. Фтора радикал
Fe, см.Железо
Fe_2O_3, см. Гематит
$Fe_2O_3 \cdot xH_2O$, см. Ржавчина
$FeCl_2$, см. Железа(II) хлорид
$FeCl_3$, см. Железа(III) хлорид
$Fe(OH)_3$, см. Железа(III) гидроксид
FeS, см. Железа(II) сульфид
$FeSO_4$, см. Железа(II) сульфат
Fm, см. Фермий
Fr, см. Франций
Ga, см. Галлий
Gd, см. Гадолиний
Ge, см. Германий
H/H_2, см. Водород
H_2CO_3, см. Угольная кислота
H_2O, см. Вода
H_2O_2, см. Перекись водорода
H_2S, см. Сероводород
$H_2S_2O_7$, см. Дымящая серная кислота
H_2SO_3, см. Сернистая кислота
H_2SO_4, см. Серная кислота
H_3PO_4, см. Фосфорная кислота
HBr, см. Бромистый водород
HCl, см. Хлористый водород/соляная кислота
HCHO, см. Формальдегид
HCOOH, см. Муравьиная кислота
HI, см. Иодистый водород
HNO_2, см. Азотистая кислота
HNO_3, см. Азотная кислота
He, см. Гелий
Hf, см. Гафний
Hg, см. Ртуть
HgS, см.Киноварь
Ho, см. Гольмий
I/I_2, см. Иод
In, см. Индий
Ir, см. Иридий
K, см. Калий
K_2CO_3, см. Калия карбонат
$K_2Cr_2O_7$, см. Калия бихромат
K_2SO_4, см. Калия сульфат
$K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3$, см. Алюминия-калия сульфат с 12 молекулами воды/алюмо-калиевые квасцы
KBr, см. Калия бромид
KCl, см. Калия хлорид
KI, см. Калия иодид
$KMnO_4$, см. Калия перманганат
KNO_3, см. Калия нитрат
KOH, см. Калия гидроксид
Kr, см. Криптон
KrF_2, см. Криптона фторид
La, см. Лантан
La_2O_3, см. Лантана оксид
Li, см. Литий
Li_3N, см. Лития нитрид
LiCl, см. Лития хлорид
LiOH, см. Лития гидроксид
Lr, см. Лоуренсий
Lu, см. Лютеций
Md, см.Менделевий
Mg, см.Магний
$MgCl_2$, см. Магния хлорид
$MgCO_3$, см. Магния карбонат
MgO, см. Магния оксид
$Mg(OH)_2$, см. Магния гидроксид
$MgSO_4$, см. Магния сульфат
Mn, см. Марганец
$MnCl_2$, см. Марганца (IV) хлорид
MnO_2, см. Пиролюзит/марганца (IV) оксид
Mo, см. Молибден
N/N_2, см. Азот
N_2O, см. Азота закись
N_2O_4, см. Азота тетраоксид
$-NH_2$, см. Аминная группа
$NH_2(CH_2)_6NH_2$, см. 1,6-диаминогексан
NH_3, см. Аммиак
$(NH_4)_2SO_4$, см. Аммония сульфат
NH_4Cl, см. Аммония хлорид
NH_4OH, см. Аммиака раствор
NH_4NO_3, см. Аммония нитрат
NO, см. Азота монооксись/азота оксид
NO_2, см. Азота диоксид
Na, см. Натрий
Na_2CO_3, см. Натрия карбонат
$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$, см. Сода для стирки
Na_2SO_3, см. Натрия сульфит
Na_2SO_4, см. Натрия сульфат
Na_3AlF_6, см. Криолит
$NaAl(OH)_4$, см. Натрия тетрагидроксоалюминат
NaBr, см. Натрия бромид
NaCl, см. Натрия хлорид
$NaClO_3$, см. Натрия хлорат
$NaHCO_3$, см. Натрия гидрокарбонат
$NaHSO_4$, см. Натрия гидросульфат
$NaIO_3$, см. Натрия иодат
$NaNO_2$, см. Натрия нитрит
$NaNO_3$, см. Натрия нитрат
NaOCl, см. Натрия гипохлорит
NaOH, см.Натрия гидроксид
Nb, см. Ниобий
Nd, см. Неодим
Ne, см. Неон
Ni, см. Никель
NiS, см. Никеля сульфид
No, см. Нобелий
Np, см. Нептуний
O/O_2, см. Кислород
O_3, см. Озон
-OH, (функциональная группа) см. Гидроксильная группа
Os, см. Осмий
OsO_4, см. Осмия тетраоксид
P, см. Фосфор
P_2O_5, см. Фосфора пятиокись
Pa, см. Протактиний
Pb, см. Свинец
PbI_2, см. Свинца (II) иодид
$Pb(NO_3)_2$, см. Свинца (II) нитрат
PbO, см. Свинца (II) оксид
PbO_2, см. Свинца (IV) оксид /свинца двуокись
$Pb(OC_2H_5)_4$, см. Тетраэтилсвинец
$Pb(OH)_2$, см. Свинца (II) гидроксид
PbS, см. Свинцовый блеск
Pd, см. Палладий
Pm, см. Прометий
Po, см. Полоний
Pr, см. Празеодим
Pt, см. Платина
Pu, см. Плутоний
Ra, см. Радий
Rb, см. Рубидий
Re, см. Рений
Rh, см. Родий
Rn, см. Радон
Ru, см. Рутений
S, см. Сера
SO_2, см. Серы диоксид
SO_3, см. Серы триоксид
Sb, см. Сурьма
Sc, см. Скандий
Se, см. Селен
Si, см. Кремний
SiO_2, см. Кремния диоксид
Sm, см. Самарий
Sn, см. Олово
Sr, см. Стронций
T, см. Тритий
Ta, см. Тантал
Tb, см. Тербий
Tc, см. Технеций
Te, см. Теллур
Th, см. Торий
Ti, см. Титан
Tl, см. Таллий
Tm, см. Тулий
U, см. Уран
V, см. Ванадий
V_2O_5, см. Ванадия пятиокись
W, см. Вольфрам
Xe, см. Ксенон
XeF_4, см. Ксенона тетрафторид
Y, см. Иттрий
Yb, см. Иттербий
Zn, см.Цинк
$ZnCl_2$, см. Цинка хлорид
$ZnCO_3$, см. Цинка карбонат
ZnO, см. Цинкит /цинка окись
$Zn(OH)_2$, см. Цинка гидроксид
Zn(OH)Cl, см. Цинка основной хлорид
ZnS, см. Цинка сульфид/цинковая обманка
$ZnSO_4$, см. Цинка сульфат
Zr, см. Цирконий

Вещества

1, 2-дибромэтан (CH_2BrCH_2Br), 74 (Бром) 79
1, 6-диаминогексан ($NH_2(CH_2)_6NH_2$), 86
1-бром, 1-хлор, 2, 2, 2-трифторэтан, см. Галотан
1-хлор-2-бромпентан, 101 (9)
2-метилпропан-2-ол, 83
3-иодгексан, 101(9)
3-метилпентан, 76, 101(8)
α-сера, см. Альфа-сера
β-сера, см. Бета-сера

А

Адипиновая кислота/Гександиовая кислота ($COOH(CH_2)_4COOH$), 86
Азот (N/N_2), 18, 51, 66, 69, 94, 95 (Круговорот азота в природе), 96 (Кислотные дожди), 99, 103
Азота димер двуокиси, азота тетраоксид (N_2O_4), 67
Азота диоксид (NO_2), 11, 48, 64, 67, 68, 96, 97
Азота закись (N_2O), 11, 67
Азота монооксид (NO), 48, 67, 68
Азота оксид, см. Азота монооксид
Азотистая кислота (HNO_2), 67(Азота диоксид)
Азотная кислота (HNO_3), 64, 67 (Азота диоксид), 68, 96 (Кислотные дожди), 104(Анионы)
Акрилаты, 80, 87
Активированный древесный уголь, 65
Актин, 91
Актиний(Ac), 50, 58
Алканы, 78, 100(1)
Алкены, 79, 100(2)
Алкильная группа, 101(8)
Алкильные галоиды, см. Галоидные алканы
Алкины, 80, 100(3)
Алмаз, 23, 64, 98
Альдегиды, 80, 101(5)
Альфа-сера(α-сера), см. Ромбическая сера
Алюминий(Al), 37, 51, 62, 97, 98, 105(Катионы)
Алюминия гидроксид ($Al(OH)_3$), 62
Алюминия оксид (Al_2O_3), 62, 69 (Оксиды)
Алюминия сульфат ($Al_2(SO_4)_3$), 62, 102 (Этилен)
Алюминия-калия сульфат с 12 молекулами воды ($K_2SO_4 \bullet Al_2(SO_4)_3$), 40
Америций(Am), 50, 98
Аминная группа (NH_2-), 81(Первичные амины. Диамины), 91 (Аминокислоты)
Аминокислоты, 91
Аммиак (NH_3), 18, 19, 29, 37(Основание), 38, 39(В), 48, 49, 66 (Процесс Габера), 67, 68, 95, 105 (Катионы)
Аммиака раствор (NH_4OH), 67 (Аммоний), 104 (Анионы), 105 (Катионы)
Аммония гидроксид, см. Аммиака раствор
Аммония нитрат (NH_4NO_3), 39, 67, 68 (Нитраты)
Аммония сульфат ($(NH_4)_2SO_4$), 67
Аммония хлорид (NH_4Cl), 29, 39, 48, 67
Антрацит, 65 (Уголь), 94
Апатит ($3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$), 68 (Фосфор)
Аргон (Ar), 51, 69, 75, 98
Аскорбиновая кислота ($C_6H_8O_6$), 36, 91
Астат (At), 51, 72, 98
Асфальт, см. Битум
Ацетилен, см. Этин
Ацетилены, см. Алкины
Ацетон, см. Пропанон

Б

Барий(Ba), 50, 56, 98, 105 (Реакция в пламени)
Бария хлорид ($BaCl_2$), 104 (Анионы)
Безводный кальция сульфат ($CaSO_4$), 57 (Кальция сульфат)
Безмыльные детергенты, 89
Белый фосфор, 68 (Фосфор), 99
Бензин, 85, 94
Бериллий(Be), 50, 56, 98
Берклий(Bk), 51
Бета-сера (β-сера), см. Моноклинная сера
Биополимеры, см. Природные полимеры
Битум, 85
Битумный уголь, 65 (Уголь)
Благородные газы, инертные газы, 51, 75, 94, 103 (Азот)
Бокситы ($Al_2O_3 \cdot 2H_2O$), 62 (Оксид алюминия)
Бор треххлористый (BCl_3), 19
Бор(B), 51, 62, 98
Бора оксид (B_2O_3), 62
Бордоская смесь, 61
Бром (Br/Br_2), 51, 72, 74, 79, 98, 101(9)
Брома радикал (-Br), 81, 101(9)
Бромиды, 72(В), 74, 104 (Анионы)
Бромистый водород(HBr), 74
Бромная вода, 74(Бром)
Бромтимоловый синий, 38
Бромэтан (C_2H_5Br), 101(9)
Бронза, 61
Бурый уголь, 65 (Уголь)
Бутан (C_4H_{10}), 78, 85 (Газ, образующийся при переработке нефти)
Бутанол-1 ($CH_3CH_2CH_2CH_2OH$), 72, 82, 83
Бутанол-2, 83
Бутанон, метилэтилкетон, 101(6)
Бутен-1 (C_4H_8), 79
Бутин-1 (C_4H_6), 80

В

Ванадий (V), 51, 58, 99
Ванадия пятиокись (V_2O_5), 58 (Ванадий), 71 (Контактный процесс)
Веселящий газ , см. Азота закись
Винилхлорид (CH_2CHCl), 86
Висмут(Bi), 51, 66, 98
Витамин С, 91
Витамины, 91
Вода(H_2O), 19, 20, 24, 30 (Сольватация), 36, 37, 40, 41, 53, 68, 71, 92–93, 95, 97, 102–103, 104
Водород (H/H_2), 18, 19, 20 (Водородная связь), 36, 37, 38, 39, 41, 50, 53, 56, 66(Процесс Габера), 97, 98, 100–101, 103, 104(Газы)
Водяной газ, 65 (Углерода окись, углерода монооксид)
Воздух, 69, 94(В), 97, 102, 103
Вольфрам (W), 51, 58, 99
Вторичные спирты, 82, 83

Г

Гадолиний(Gd), 51, 98
Газ нефтеперегонного завода, нефтезаводской газ, 85
Газойль, см. Дизельное масло
Галлий (Ga), 51, 62, 98
Галогеналканы, 81, 101(9)
Галогениды, 72(В), 82
Галогены, 51, 72–74, 100 (В), 101(9)
Галотан, бромхлортрифторэтан, 81
Гафний (Hf), 51, 58, 98
Гашеная известь, см. Кальция гидроксид
Гексан (C_6H_{14}), 78
Гелий (He), 14 (Альфа-частицы), 51, 75, 98
Гематит (Fe_2O_3), 60 (железо)
Генераторный газ, 65 (Углерода монооксид)
Гептан (C_7H_{16}), 84
Германий (Ge), 51, 63, 98
Гидриды, 35 (правило 5), 53 (В)
Гидрокарбонаты, 36 (Кислоты), 104(Анионы)
Гидроксиды, 35, 37, 38, 41, 53, 97
Гидроксильная группа (-OH), 77 (Гомологические ряды), 82 (В), 100 (г и 4)
Гидроксония ион (H_3O^+), 36
Гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), 57 (Кальция сульфат)
Гликоген, 90(Глюкоза)
Глинозем, см. Алюминия оксид
Глицерин, см. Пропантриол-1, 2, 3
Глицин, 91
Глюкоза ($C_6H_{12}O_6$), 83(Спиртовое брожение), 90, 95, 114
Гольмий(Ho), 51, 98
Графит, 64, 98

Д

Дейтерий(D), 53
Дейтерия оксид (D_2O), 53(Дейтерий)
Детергенты, моющие средства, 88 (неспособные к биоразложению), 89 (способные к биоразложению)
Диамины, 81
Дизельное масло, 85
Дикарбоновые кислоты, 81
Дипептиды, 91
Дисахарид, 90(Сахароза)
Диспрозий (Dy), 51, 98
Дистиллированная вода, 93
Доломит ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$), 56(Магний)
Древесина, 94

Древесный уголь, 65
Дрожжи, 83 (Спиртовое брожение)
Дымящая серная кислота ($H_2S_2O_7$), 71(Контактный процесс)

Е

Европий(Eu), 50, 98
Едкое кали, см. Калия гидроксид

Ж

Железа (II) соединения, 60, 105 (Катионы)
Железа (II) сульфат ($FeSO_4$), 27, 34, 35, 104 (Нитрат-анион)
Железа (II) сульфид (FeS), 41, 70 (В)
Железа (II) тетраоксисульфат(VI), см. Железа (II) сульфат
Железа (III) гидрат окиси, Железа (III) гидроокись, см. Ржавчина
Железа (III) гидроксид ($Fe(OH)_3$), 41
Железа (III) оксид, см. Гематит, Красный железняк
Железа (III) хлорид ($FeCl_3$), 8 (Синтезы), 41, 60 (Железа (III) соединения)
Железа сульфат, см. Железа (II) сульфат
Железа (II) хлорид ($FeCl_2$), 60 (Железа (II) соединения)
Железа (III) соединения, 60, 105 (Катионы)
Железный купорос, см. Железа (II) сульфат
Железо(Fe), 34, 41, 51, 59, 60, 97, 98, 105 (Катионы)
Жесткая вода, 93
Жидкий азот, 66 (Азот)
Жиры, 81 (Липиды)

З

Зимаза, 83 (Спиртовое брожение)
Золото (Au), 51, 59, 61, 98

И

Известковая вода, 57 (Кальция гидроксид), 104 (Газы)
Известняк, 57 (Кальция карбонат), 60
Индий (In), 51, 62, 98
Инертные газы, см. Благородные газы
Иод (I/I_2), 23, 51, 72, 74, 98, 101(9)
Иодиды, 72 (В), 74, 104 (Анионы)
Иодистоводородная кислота, 74(Иодистый водород)
Иодистый водород(HI), 74
Иридий(Ir), 51, 59, 98
Ископаемое топливо, 94 (Топливо)
Искусственные полимеры, см. Синтетические полимеры
Иттербий (Yb), 51, 99
Иттрий (Y), 50, 58, 99

К

Кадмий(Cd), 51, 59, 98
Каламин, цинка карбонат ($ZnCO_3$), 61 (Цинк)
Калий (K), 50, 54, 55, 97, 99, 105 (Реакции в пламени)
Калифорний(Cf), 51
Калия бихромат ($K_2Cr_2O_7$), 108 (Гравиметрический анализ)
Калия бромид (KBr), 72
Калия гидроксид (KOH), 55
Калия иодид (KI), 41, 72, 74 (Иод)
Калия карбонат (K_2CO_3), 55
Калия нитрат (KNO_3), 39, 41, 55
Калия перманганат ($KMnO_4$), 82
Калия сульфат (K_2SO_4), 55
Калия хлорид (KCl), 55
Кальций (Ca), 50, 56, 57, 93, 97, 98, 105 (Реакции в пламени, Катионы)
Кальцит, 57 (Карбонат кальция)
Кальция гидрокарбонат ($Ca(HCO_3)_2$), 57, 93 (Временная жесткость)
Кальция гидроксид ($Ca(OH)_2$), 57
Кальция карбонат ($CaCO_3$), 27(Тривиальное название), 57, 65(Карбонаты), 93 (Временная жесткость),102(Диоксид углерода)
Кальция метасиликат ($CaSiO_3$), 63 (Силикаты)
Кальция оксид (CaO), 57, 60, 69 (Оксиды)
Кальция стеарат , 93
Кальция сульфат ($CaSO_4$), 39, 57, 71 (Сульфаты)
Кальция фосфат ($Ca_3(PO_4)_2$), 68
Кальция хлорид ($CaCl_2$), 24, 35, 57, 92, 102, 107 (Сушка)
Каменная соль, 54(Натрий), 55 (Калий)
Каменноугольный деготь, 65
Карбоксильная группа (-COOH), 81 (Карбоновые кислоты), 91(Аминокислоты), 100(ж), 101(7)
Карбонаты, 36 (Кислота), 40 (метод 2), 65, 97, 104 (Анионы)
Карбонильная группа (-CO-), 80 (Кетоны), 100 (е), 101 (6)
Карбоновые кислоты, 81, 88 (Мыло), 91 (Жиры), 101(7)
Каустическая сода, см. Натрия гидроксид
Каучук, 87 (Природный полимер)
Кварц, 63 (Кремния диоксид)
Квасцы, см. Алюминия-калия сульфат с 12 молекулами воды
Керосин, 85
Кетоны, 80, 101(6)
Киноварь (HgS), 59 (Ртуть)
Кислород (O/O_2), 18, 35, 48, 51, 56, 64, 68, 69, 90, 94, 95, 97, 99, 100, 101, 103, 104 (Газы)
Кобальт (Co), 51, 59, 98
Кобальта (II) хлорид ($CoCl_2$), 59(Кобальт), 104 (Вода)
Кокс, 60, 65, 94
Корунд (Al_2O_3), 62 (Алюминия оксид)
Красный железняк, гематит (Fe_2O_3), 60 (Железо)
Красный фосфор, 68 (Фосфор), 99
Крахмал, 87 (Природные полимеры), 90
Кремень, 63 (Кремния диоксид)
Кремнезем, см. Кремния диоксид
Кремний (Si), 51, 63, 99
Кремния диоксид (SiO_2), 63
Кремния(IV) оксид, см. Кремния диоксид
Криолит (Na_3AlF_6), 62
Криптон (Kr), 51, 75, 98
Криптона фторид (KrF_2), 75 (Криптон)
Кристаллизационная вода, 21
Ксенон (Xe), 15, 51, 75, 99
Ксенона тетрафторид (XeF_4), 75 (Ксенон)
Кюрий (Cm), 51

Л

Лантан (La), 50, 58, 98
Лантана оксид (La_2O_3), 58 (Лантан)
Лантаноиды, 58 (Лантан)
Латекс, 87, 114
Латунь, 61
Лед, 6, 33, 53, 92
Липиды/жиры, 91
Литий (Li), 50, 54, 66, 98, 105 (Окрашивание пламени)
Лития гидроксид (LiOH), 54
Лития нитрид (Li_3N), 66
Лития хлорид (LiCl), 54 (Литий)
Лоуренсий (Lr), 51
Лютеций (Lu), 51, 98

М

Магний (Mg), 16, 35, 50, 56, 93, 97, 99, 105 (Катионы)
Магния гидроксид ($Mg(OH)_2$), 37, 57
Магния карбонат ($MgCO_3$), 40
Магния оксид (MgO), 35, 56, 57
Магния стеарат, 93
Магния сульфат ($MgSO_4$), 57
Магния хлорид ($MgCl_2$), 40, 56 (Магний), 57
Мазут, 85
Малахит($CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$), 61 (Медь)
Марганец (Mn), 51, 58, 99
Марганца (IV) оксид (MnO_2), 102 (Хлор), 103 (Кислород)
Марганца (IV) хлорид ($MnCl_2$), 102
Масла, 91 (Липиды)
Меди (I) оксид (Cu_2O), 61 (Соединения меди (I))
Меди (I) хлорид (CuCl), 61 (Соединения меди(I))
Меди (II) нитрат ($Cu(NO_3)_2$), 67
Меди (II) оксид (CuO), 34, 40, 71, 103
Меди (II) соединения, 61, 105 (Катионы)
Меди (II) сульфат тетрааммиакат ($(Cu(NH_3)_4)SO_4$), 40
Меди (II) сульфат($CuSO_4$), 21, 34, 39, 40, 41, 43, 61 (Меди (II) соединения), 71, 103 (Водород), 104 (Вода)
Меди (I) соединения, 61
Меди (II) хлорид ($CuCl_2$), 61 (Меди (II) соединения)
Медный колчедан ($(CuFe)S_2$), 61(Медь)
Медь основная сернокислая ($CuSO_4 \cdot 3Cu(OH)_2$), 61(Медь)
Медь (Cu), 34, 44, 51, 59, 61, 67, 71, 97, 98, 103 (Азот), 105 (Окрашивание пламени, Катионы)
Мел, 27 (Тривиальное название), 57 (Кальция карбонат)
Менделевий (Md), 51, 113 (Менделеев)
Метан (CH_4), 11, 19, 35, 76, 77, 78, 84(В), 94, 100(1)
Метаналь, формальдегид (HCHO), 80
Метановая кислота, муравьиная кислота (HCOOH), 36, 81, 101(7)
Метанол (CH_3OH), 77, 82, 100(4)

Метиламин (CH_3NH_2), *61*
Метилметакрилат, *87*
Метилоранж, *38*
Метильная группа (-CH_3), *101*(8)
Метоксиметан (CH_3OCH_3), *77*
Микроэлементы, 90 (B), 114
Миозин, *91*
Многоатомные спирты, 83
Молибден (Mo), 51, 58, 99
Моносахариды, 90 (Глюкоза)
Моющие средства, содержащие ферменты, см. Биологические стиральные порошки
Мрамор, 57 (Кальция карбонат), 102 (Углерода диоксид)
Муравьиная кислота, см. Метановая кислота
Мыло, 88, *93*
Мышьяк(As), 51, 66, 96
Мягкая вода, 93 (Жесткая вода)

Н

Накипь, 93 (Временная жесткость)
Настойка иода, *74*
Натрий (Na), *13, 17, 34*, 50, 54, *82, 93*, 97, 99, 105 (Реакции в пламени)
Натрия-алюминия силикат, см. Цеолиты
Натрия бикарбонат соды, см. Натрия гидрокарбонат
Натрия бикарбонат, см. Натрия гидрокарбонат
Натрия бромид (NaBr), 74 (Бромиды)
Натрия гидрокарбонат ($NaHCO_3$), *37*, 55
Натрия гидроксид (NaOH), *37, 40*, 55, *88*, 102 (Этен), 103, 105(Катионы)
Натрия гидросульфат ($NaHSO_4$), *39*
Натрия гипохлорит (NaOCl), 73, 115 (Отбеливатель)
Натрия иодат ($NaIO_3$), 74 (Иод)
Натрия карбонат (Na_2CO_3), 55, *92*, 103
Натрия нитрат ($NaNO_3$), *31*, 55, *68*
Натрия нитрит ($NaNO_2$), *68*
Натрия октадеканоат, *88*
Натрия стеарат, *88, 93*
Натрия сульфат (Na_2SO_4), *21, 40*
Натрия сульфит (Na_2SO_3), 71 (Сульфиты)
Натрия тетрагидроксоалюминат ($NaAl(OH)_4$), *37*
Натрия хлорат ($NaClO_3$), 73
Натрия хлорид (NaCl), *17, 23, 27* (Тривиальное название), *31, 39, 42*, 55, 73 (Хлор. Хлориды), *92, 115*
Натрия этилат (CH_3CH_2ONa), *82*
Нефть, лигроин, 85 (Химическое сырье)
Нашатырь, см. Аммония хлорид
Негашеная известь, см. Кальция оксид
Нейлон 66, *86*
Нейлоны, 87
Неодим (Nd), 50, 99
Неон (Ne), 51, 75, 99
Нептуний (Np), 50, 99
Нержавеющая сталь, 60 (Сталь)
Нефть, 84–85, *94, 95, 96*
Никель (Ni), 51, 59, 99
Никеля сульфид (NiS), 59 (Никель)
Ниобий (Nb), 51, 58, *99*
Нитраты, *40*, 68, *94*, 96 (Эвтрофикация), 97, 104 (Анионы)
Нитриды, 66 (Азот)
Нитрит(III)-соединения, см. Нитриты
Нитриты, 68, 96 (Эвтрофикация), 97
Нобелий (No), 51
Нонан (C_9H_{20}), *84*

О

Озон (O_3), 69, *93, 96*
Окислы, 69, 95 (Коррозия), 97
Оксония ион, см. Гидроксония ион
Октадекановая кислота, стеариновая кислота ($C_{17}H_{35}COOH$), 88 (Мыло), *91*
Октан (C_8H_{18}), 85 (Газ нефтеперегонного завода, нефтезаводской газ)
Октанол -3, *100*(4)
Олеум, см. Дымящая серная кислота
Олефины, см. Алкены
Олово (Sn), 51, 63, 99
Осмий (Os), 51, 59, 99
Осмия тетраоксид (OsO_4), 59 (Осмий)

П

Палладий (Pd), 51, 59, 99
Пар, 115 (Перегретый)
Парафиновые воски, см. Углеводородные воски
Парафины, см. Алканы
ПВХ, см. Поливинилхлорид
Пентан (C_5H_{12}), 78
Пентен-1 (C_5H_{10}), 79
Первичные амины, 81
Первичные спирты, *82*, 83
Перегретый пар, 115
Перекиси, *35*(правило 4)
Перекись водорода (H_2O_2), 52, 103 (Кислород)
Переходные металлы, 51, 58–61
Песок, *63*
Пиролюзит (MnO_2), 58 (Марганец)
Плавиковый шпат (CaF_2), 72 (Фтор)
Пластики, 86
Платина (Pt), 51, 59, *68*, 99, 108 (Реакция в пламени)
Пленка на поверхности жидкости, *93*
Плутоний (Pu), *15*, 50, 99
Полихлорэтен, полихлорэтилен, см. Поливинилхлорид
Поли-1-метоксикарбонил- 1-метилэтен, см. Акрилат
Полиамиды, 87
Поливинилхлорид (ПВХ), 80 (Этин, Ацетилен), *86*, 87
Полимеры, 86, 87
Полиметилметакрилат, см. Акрилат
Полипептиды, *91*
Полипропен, 79 (Пропен)
Полипропилен, см. Полипропен
Полисахариды, 90 (Крахмал)
Полистирол, 87
Политен, 79, *86*, 87
Политетрафторэтилен (ПТФЭ), *72, 81*
Полифенилэтен, см. Полистирол
Полиэтен, см. Политен
Полиэтилен, см. Политен
Полиэфиры, 87
Полоний (Po), 51, 69, *99*
Празеодим (Pr), 50, 99
Природные полимеры, 87
Природные смолы, 115 (Смолы)
Природный газ, 78 (Метан. Этан), 84(B), *94*
Прометий (Pm), 50, 99
Пропан (C_3H_8), 78, *100*
Пропаналь, пропионовый альдегид (CH_3CH_2CHO), *82, 101*
Пропанол-1 ($CH_3CH_2CH_2OH$), 82
Пропанол-2 ($CH_3CHOHCH_3$), *82, 100*(4)
Пропанон, ацетон (CH_3COCH_3), *80, 82, 101*
Пропантриол-1, 2, 3, *83, 88, 91*
Пропен, пропилен (C_3H_6), 79, *100*
Пропилен, см. Пропен
Пропин, метилацетилен (C_3H_4), 80, *100*
Пропионовая кислота (CH_3CH_2COOH), *82*
Простой эфир, 107(Экстракция растворителем)
Протактиний (Pa), *15*, 50, 99
Протеины, 91, *95*
ПТФЭ, см. Политетрафторэтилен

Р

Радий (Ra), 15 (Период полураспада), 50, 56, 99
Радон (Rn), 51, 75, 99
Рассол, 55 (Натрий хлористый)
Редкоземельные элементы, см. Лантаноиды
Рений (Re), 51, 58, 99
Ржавчина ($Fe_2O_3 \cdot xH_2O$), 60
Родий (Rh), 51, 59, *68*, 99
Ртуть (Hg), 51, 59, *96*, 99
Рубидий (Rb), 50, 54, 99
Рутений (Ru), 51, 59, 99

С

Самарий (Sm), 50, 99
Сахароза ($C_{12}H_{22}O_{11}$), 90
Сварочный чугун, 60 (Железо)
Свинец (Pb), 51, 63, *64, 96*, 97, 98, 105 (Реакции в пламени. Катионы), 108 (Гравиметрический анализ)
Свинца (II) ацетат, 104 (Сульфид-анион)
Свинца (II) гидроксид ($Pb(OH)_2$), 53 (Гидроксид)
Свинца (II) иодид (PbI_2), *41*
Свинца (II) нитрат ($Pb(NO_3)_2$), *41*
Свинца (II) оксид(PbO), 63 (Свинец), *64*
Свинца (II) соединения, 63 (Свинец), 105 (Катионы)
Свинца (II) сульфид, см. Свинцовый блеск
Свинца (IV) оксид (PbO_2), 63 (Свинец)
Свинца (IV) соединения, 63 (Свинец)
Свинцовый блеск(PbS), 63(Свинец)
Селен (Se), 51, 69, 99
Селитра, см. Калия нитрат, Натрия нитрат
Сера (S), *7, 22, 34, 41*, 51, 69, 70, 99
Сера моноклинная, *22*, 70, 99
Сера орторомбическая, см. Сера ромбическая
Сера пластическая, 70
Сера ромбическая, *22*, 70, 99
Серебра бромид (AgBr), 74 (Бромиды)
Серебра иодид (AgI), 74 (Иодиды)
Серебра нитрат ($AgNO_3$), *31*, 104 (Анионы)
Серебра хлорид (AgCl), *31, 46*
Серебро (Ag), *46*, 51, 59, 97, 99
Серная (VI) кислота, см. Серная кислота
Серная кислота (H_2SO_4), *36, 40, 41*, 71, 96(Кислотные дожди), 102, 103, 104 (Нитрат -анионы), 105 (Катион кальция), 114 (Дегидратирующий агент)
Сернистая кислота (H_2SO_3), *37*, 71
Серный цвет, 70
Сероводород, сульфид водорода (H_2S), *34*, 71
Серы (IV) оксид, см. Серы диоксид
Серы (VI) оксид, см. Серы триоксид
Серы диоксид (SO_2), *37*, 71, 96 (Смог, Кислотные дожди)
Серы триоксид (SO_3), 71
Сжиженный нефтяной газ, 85 (Газ нефтеперегонного завода, нефтезаводской газ)
Силикагель, 107 (Сушка)
Силикаты, 63
Силиконы, 63
Синтетические алмазы, 64 (Алмаз)
Синтетические детергенты, см. Безмыльные детергенты
Синтетические полимеры, 86
Синтетические смолы, 115 (Смолы)
Скандий (Sc), 50, 58, 99
Сложные эфиры, 81, 83 (Реакция конденсации)
Смазочное масло, 85
Смог, 96
Смолы, 115
Сода для стирки ($Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$), 55 (Натрия карбонат), 93
Соединения азота (V), см. Нитраты
Соединения двухвалентного железа, см. Железа (II) соединения
Соединения двухвалентного свинца, см. Свинца (II) соединения
Соединения двухвалентной меди, см. Меди (II) соединения
Соединения одновалентной меди, см. Меди (I) соединения
Соединения трехвалентного железа, см. Железа (III) соединения
Соединения четырехвалентного свинца, см. Свинца (IV) соединения
Соль, см. Натрия хлорид
Спирт, см. Этанол
Спирты, 82–83, *100*(4)
Сталь, 60
Стеариновая кислота, см. Октадекановая кислота
Стирол, 87 (Полистирол)
Стронций (Sr), *15*, 50, 56, 99
Сульфат (VI) соединения/ Сульфаты, *40*, 71, 104 (Анионы)
Сульфиды, 70 (B), 104 (Анионы)
Сульфиты, 71, 104 (Анионы)
Сурьма (Sb), 51, 66, 98

Т

Таллий (Tl), 51, 62, 99
Тантал (Ta), 51, 58, 99
Теллур (Te), 51, 69, 99
Тербий (Tb), 51, 99
Термопластики, 86 (Пластики)
Термореактивные пластики, 86 (Пластики)
Тетрахлорметан (CCl_4), *10, 30, 79*
Тетраэтилсвинец ($Pb(OC_2H_5)_4$), *85, 96*
Технеций (Tc), 51, 59, 99
Тироксин, *74*
Титан (Ti), 51, 58, 99
Топливное масло, 85(Остаток)
Торий (Th), *14, 15*, 50, 99
Транс-бутен-2, *77*
Третичные спирты, 83
Тритиевая вода, *56*
Тритий (T), 53
Тулий (Tm), 51, 99
Тяжелая вода, см. Дейтерия оксид

У

Угарный газ, 65 (Углерода монооксид)
Углеводородные воски, 85
Углеводороды, 77
Углеводы, 90, *95*
Углерод(C), *13*, 24, *34*, 51, 60 (Сталь), 63, 64, 95 (Круговорот углерода), 97, 98, 100–101
Углерода диоксид(CO_2), *19, 26, 34*, 36 (Кислота), *55, 57, 60, 64*, 65, 69(Окиси), *83, 90, 94*, 95 (Фотосинтез), 96, 97, 102, 103 (Азот), 104(Газы. Анионы)
Углерода монооксид (CO), *60, 64*, 65, *96*
Углеродные волокна, 65
Уголь, 65, *94, 95*
Угольная кислота (H_2CO_3), 65 (Диоксид углерода), 96 (Кислотные дожди)
Угольный газ, 65 (Углерода монооксид)
Уксусная кислота, см. Этановая кислота
Уран (U), *14, 15*, 50, 99

Ф

Фенилэтен, фенилэтилен, см. Стирол
Фенолфталеин, *38*
Ферменты, 47, 91
Фермий (Fm), 51
Формалин, *80*
Формальдегид, см. Метаналь
Фосфаты, 96 (Эвтрофикация)
Фосфор (P), 51, 66, 68, 99
Фосфора пятиокись (P_2O_5), 68, 114 (Осушающий агент)
Фосфорная кислота (H_3PO_4), 68 (Фосфора пятиокись)
Франций (Fr), 50, 54, 98
Фреоны, см. Хлорфторуглероды
Фруктоза, 90(Сахароза)
Фтор (F/F_2), *16*, 51, 72, 98
Фтора радикал (-F), *81, 101*(9)
Фториды, *72*
Фторуглероды, *72*

Х

Хлор (Cl/Cl_2), *17, 18, 24, 33, 34, 46*, 51, *56*, 73, *78, 93, 98, 101*(9), 102, 104 (Анионы)
Хлора радикал (-Cl), *81*, 101(9)
Хлориды, *16, 17, 40*, 73, 104 (Анионы)
Хлористоводородная, соляная кислота(HCl), *29, 40, 56, 57, 68*, 73(Хлористый водород), 102 (Диоксид углерода. Хлор), 103 (Водород), 104 (Анионы), 108 (Реакция в пламени)
Хлористый водород(HCl), *16, 19, 29, 33, 34, 36, 48, 67*, 73, *78*, 102 (Хлор)
Хлорметан (CH_3Cl), *78, 101*(9)
Хлорофилл, *56*
Хлорфторуглероды, 115 (Охлаждающее вещество)
Хлорэтан (CH_3CH_2Cl), *81*
Хром (Cr), 51, 58, 98
Хромированная железная руда, 58 (Хром)

Ц

Царская водка, *68*
Цезий (Cs), 50, 52, 54, 98
Цеолиты, 93 (Ионный обмен)
Церий (Ce), 50, 98
Циклоалканы, 78
Циклогексан, *76*, 78 (Циклоалканы)
Цинк (Zn), *23, 41, 45*, 51, 59, 61, 97, 99, 103 (Водород), 105(Катионы)
Цинка гидроксид ($Zn(OH)_2$), 37 (Амфотерный)
Цинка окись (ZnO), 61 (Цинк)
Цинка основной хлорид ($Zn(OH)Cl$), *40*
Цинка сульфат ($ZnSO_4$), *41, 44, 45*
Цинка хлорид ($ZnCl_2$), 103
Цинкит (ZnO), 61 (Цинк)
Цинковая смесь (ZnS), 61 (Цинк)
Цирконий (Zr), 51, 58, 99
Цис-бутен-1, *77*

Ч

Чугун, 60 (Железо)

Ш

Шлак, *60*, 61 (Медь)

Щ

Щавелевая кислота, см. Этандиовая кислота
Щелочноземельные металлы, 51, 56–57
Щелочные металлы, 51, 54–55

Э

Эйнштейний(Es), 51
Эрбий(Er), 51, 98
Этан (C_2H_6), 78, *79, 100*(1)
Этаналь, уксусный альдегид (CH_3CHO), *101*(5)
Этандиовая кислота, щавелевая кислота ($(COOH)_2$), *81*
Этандиол-1, 2, *83*
Этановая кислота, уксусная кислота (CH_3COOH), *37, 81, 83, 101*(7)
Этанол (CH_3CH_2OH), *27, 77*, 82, *83*, 102(Этен, этилен), *108*
Этен, этилен (C_2H_4), *26, 77*, 79, *84, 86*, 87(Полиэтен, полиэтилен), 100(2), 102
Этилацетат, см. Этиловый эфир уксусной кислоты
Этилен, см. Этен
Этиленгликоль, см. Этандиол-1, 2
Этиловый спирт, см. Этанол
Этиловый эфир уксусной кислоты ($CH_3COOCH_2CH_3$), *81, 83*
Этин, ацетилен (C_2H_2), 80, *100*(3)

Указатель терминов

В указателе терминов (как и в указателе веществ) номера страниц напечатаны тремя различными шрифтами. Если номер напечатан жирным шрифтом (например, **79**), это значит, что на этой странице читатель найдет основное, наиболее полное определение данного понятия. Номер, напечатанный обычным шрифтом (например,82), отсылает к дополнительным определениям или просто упоминаниям. Номера, напечатанные курсивом, указывают страницы, на которых данное понятие встречается в подписи к иллюстрациям. Если вслед за номером страницы стоит слово в скобках, это значит, что данный термин встречается в определении к этому слову. Если за номером стоит знак (В), данное слово включено в текст вступления на указанной странице.
Иногда в скобках указывается форма множественного числа. Это значит, что данная форма не меняет значения указанного слова.
Синонимы указаны после «см.» или после наклонной черты (/).

3-мерная структурная формула, см. Стереохимическая формула
α-частица, см. Альфа-частица
β-частица, см. Бета-частица
F, см. Фарадей
γ-частица, см. Гамма-радиация
ΔH, см. Изменение энтальпии реакции
ΔH°, см. Изменение стандартной энтальпии реакции
H, см. Энтальпия
pH, 38, 96 (Кислотные дожди)
Rf- величина, 107 (Хроматография)
V-образная (молекула), *19*

А

А, см. Ампер
Абразив, 114
Абсолютная температура, 29 (Кельвин)
Абсолютная температурная шкала, 29 (Кельвин)
Абсолютный ноль, 29 (Кельвин)
Автокатализ, 47
Агент
Антидетонационный, 85 (Октановое число)
Восстановления, 34
Дегидратирующий, 114
Окисления, 34
Осушающий, 107 (Сушка), 114
Адгезия, 114
Аккумулятор (Свинцово-кислотный), *36*, *45*
Активность водорода, см. pH
Активный электрод, 42
Алифатические соединения, 76
Алканы, 78, *100*(1)
Алкены, 79, *100*(2)
Алкилгалоиды, см. Галогеналканы
Алкины, 80, *100*(3)
Аллотропия, 22
Аллотропное состояние, 22 (Аллотропия)
Алхимия, 113(В)
Альдегиды , 80, *101*(5)
Альфа-частица (α-частица), 14
Амальгама, 114
Аминокислоты, 91
Амины
Первичные, 81
Аморфный, 21(В)
Ампер(А), 45 (Электрический ток), 112
Амперметр, 45 (Ток, Электрический ток)
Амфотерный, 37
Анализатор алкоголя, *82*
Ангидрат (безводный), 41
Ангидрид, 37
Анион(ы), 16, 104
Анод, 42(Электрод)
Анодирование, 43
Антидетонатор, 85 (Октановое число)
Ароматические соединения, 76
Атмосферная вода, 92
Атом(ы), 10, 11–13, 16–20, 23–25
Атомная масса
Относительная, 24, 50, 51, 98, 99
Атомная решетка
Гигантская, большая, 23
Атомная структура, 12–13
Атомная теория Дальтона, 10
Атомное ядро, см. Ядро
Атомность, валентность, 10
Атомные единицы массы (а. е. м.), 24 (Относительная атомная масса)
Атомный вес, см. Относительная атомная масса
Атомный номер, 13, 50, 51, 98, 99

Б

Батарея, 45 (Электрохимическая ячейка)
Безводный, 41(Ангидраты)
Безмыльный детергент, детергент, не содержащий мыло, 89
Беккерель Антуан, 113
Беккерель (единица), 1 5
Белки, 91, *95*
Бензол, 76 (Ароматические соединения)
Бензольное кольцо, 76 (Ароматические соединения)
Бета-частица (β-частица), 14
Бинарный, 8
Биологические стиральные порошки, 89 (Стиральные порошки)
Биополимеры, см. Природные полимеры
Благородные (инертные) газы, 51, 75, *94*, 103 (Азот)
Бойль Роберт, 113
Боковая цепь (атомы), *76*, 100(з), 101(8)
Бомбовый калориметр, *32*
Броуновское движение, 9
Бумажная хроматография, *107*
Быстрое горение, 94
Бюретка, 109

В

В, см. Вольт
Валентность электрона, 16
Валентность, 16
Валентность, отвечающая степени окисления, 35
Валентность, см. Ковалентность/ Электровалентность
Ван-дер-Ваальсовы силы, 20
Величина М, 25 (Молярность)
Величина теплотворности, 94
Вес, 115
Атомный, см. Относительная атомная масса
Формульный/Молекулярный, см. Относительная молекулярная масса
Весы, 111
Витамины, 91
Влажность, 92
Внешняя электронная оболочка (слой, орбиталь), 13
Внутренние ряды переходных металлов, 50–51, 59 (В)
Вода (см. также указатель веществ), 36, 53, 92–93, 97, 102–103, 104
Атмосферная, 92
Дистиллированная, 93
Жесткая/Мягкая, 93
Водный раствор, 30
Водный растворитель, 30
Водородная связь, 20
Водоснабжение, 93
Водяной пар,
Возгонка, 7
Перегретый, 115
Воздух, *69*, 94(В), 97
Вытеснение вниз, 103 (Водород)
Фракционная перегонка (Жидкий воздух), 66(Азот), 69(Кислород), 75(В), 94(В)
Волокно, 90(В)
Вольт(ы) (В), 45 (Разность потенциалов), 112
Вольтаж, напряжение, см. Разность потенциалов
Вольтметр, 43, *44*, 45 (Разность потенциалов)
Воронка(и), 110
Бюхнера, *106*, 110
Делительная, 110
С краном, 110
Чашеобразная, 110
Фильтровальная, 110
Воски,
Углеводородные/Парафиновые, 85
Восстановитель, 34
Восстановление, 34
Временная жесткость, 93
Вторичные спирты, *82*, 83
Вторичный элемент, вторичная ячейка, 45 (Электрохимический элемент)
Вулканизация, *87*, 115
Выветривающийся, 92
Вытеснение воздуха вниз, 103 (Водород), вверх, 102 (Хлор), 103 (Кислород)
Вытяжной шкаф, 110
Вязкость, вязкий, 114

Г

Габер Фриц, 113
Газ(ы), 6 (Газовое состояние), 84, 85
Идеальный, 28
Инертный/Благородный/Редкий, 51, 75, *94*, 103 (Азот)
Газовая постоянная, *28*, 114(Константа)
Газовая хроматография, 107 (Хроматография)
Газовое состояние, 6
Газовое уравнение
Общее, см. Уравнение идеального газа
Газовые законы, 28, 29
Газовый закон, см. Уравнение идеального газа
Третий, см. Закон давления
Газовый шприц, 110
Галогеналканы, 81, *101*(9)
Галогены, 51, 72–74, 100(В), 101(9)
Гальванизация, *45*, 60
Гальваностегия, 43
Гамма-радиация, 14
Гексагональный (расположение частиц), *23*
Гексагональный (основная кристаллическая форма), *22*
Гетерогенный катализатор, 47
Гетерогенный, 9
Гигантская атомная решетка, 23
Гигантская ионная решетка, *17*, 23
Гигантская металлическая решетка, 23
Гигроскопичный, 92
Гидрат, 41
Гидратация, 30 (Сольватация)
Гидратированный, 41 (Гидрат)
Гидрирование, гидрогенизация, 79
Гидролиз, 41
Гидрофильный, 88 (Молекула детергента)
Гидрофобный, 88 (Молекула детергента)
Гипотеза-закон Авогадро, 29
Гомогенный катализатор, 47
Гомогенный, 9
Гомологические, 77, 80–81
Гомополимер, 86
Горелка Бунзена, 109
Горение, 94
Быстрое, 94
Изменение энтальпии/Теплота, 32
Медленное, 94
Гравиметрический, весовой анализ, 108
Градуировка, 114
Гранецентрированная кубическая (расположение частиц), *23*
Гранецентрированная кубическая решетка (расположение частиц), *23*
Грубая пища, см. Волокна
Группа I(элементы), 50, 54–55
Группа II (элементы), 50, 56–57
Группа III (элементы), 51, 62
Группа IV (элементы), 51, 63–65
Группа V (элементы), 51, 66–68
Группа VI (элементы), 51, 69–71
Группа VII (элементы), 51, 72–74
Группа VIII (элементы), 51, 75
Группа(ы), 51
Функциональная, 77
Грязный, 9 (Чистый)

Д

Давление, 28–29
Комнатное, 25 (Молярный объем)
Парциальное, 29
Стандартное, 29 (с. т. д.)
Дальтон Джон, 113
Дативная ковалентная связь, 18
Двойная связь, 18, 100(6 и 2)
Двойная соль, 40
Двойной, 41
Двухатомный, *10*
Двухвалентный (ковалентность), *19* (электровалентность), *17*
Двухосновный, *39*
Деберейнер Иоганн, 113
Дегидратация, 41
Дегидратирующий агент, 114
Деионизация, *93*
Декантация, 106
Деление, расщепление (Ядра), 15
Делительная воронка, 110
Делокализация, 20, 23 (Большая металлическая решетка)
Деполимеризация, 86
Держатели, 111
Держатель для пробирок, 111
Деструктивная перегонка угля, *65*
Детергент(ы), моющее средство, 88–89
Безмыльный/Синтетический, 89
Неспособный к биоразложению, 89 (Биологически разлагающиеся детергенты)
Способный к биоразложению, 89
Фермент, см. Биологические стиральные порошки
Дж , см. Джоуль
Джоуль (Дж), 112
Диаграмма энергетических уровней, 32
Диамины, 81
Дикарбоновые кислоты, 81
Димер, 11
Димеризация, 67 (Азота двуокись)
Диол, *83*
Дипептиды, *91*
Дисахариды, 90 (Сахароза)
Диспропорционирование, 34 (Редокс)
Диссоциация, 48
Термическая, 48 (Диссоциация)
Дистиллированная вода, 93
Дистиллят, *106*
Дифракционный рисунок, 22 (Рентгеновская кристаллография)
Диффузия, 9
Закон Грэма, 29
Длинный период, 50 (Период)
Доменная печь, *60*
Дым, 31
Дыхание, 95

Е

Е, см. Электродный потенциал, также Энергия активации
Единицы, 112
Атомные единицы массы, 24 (Относительная атомная масса)
Международной системы, 112(В)
Производные, 112
Емкость для газа, 110

Ж

Жесткая вода, 93
Жидкий воздух,
Фракционная перегонка, 66 (Азот), 69(Кислород), 75(В), 94(В)
Жидкое состояние, 6
Жидкость, 6
Жиры, 91 (Липиды)

З

Загрязнение, 96
Загрязнение, примесь, 9 (Чистый)
Загрязняющие вещества, 96(В)
Закон Бойля , 28
Закон Гей-Люссака, 29
Закон Гесса, 33
Закон давления, 28
Закон Дальтона, 29
Закон диффузии (Грэма), 29
Закон кратных соотношений, 11
Закон парциального давления, 29 (Дальтона)
Закон постоянства состава, 11
Закон сохранения массы, 11
Закон сохранения энергии, 33
Закон Шарля, 28
Закон(ы), 11
Авогадро, 29
Бойля, 28
Газовый, 28–29 (В), см. также Шарля, 28
Гей-Люссака, 29
Гесса, 33
Давления/Третий газовый, 28
Уравнение идеального газа
Законы электролиза Фарадея (первый и второй), 43
Закрытая система, 48
Замерзание, 7
Замещение, вытеснение, 44
Затвердевание, 6
Затравочный кристалл, затравка, 21

И

Идеальный газ, 28
Идеальный, 28
Избыточная вода, 102 (Диоксид углерода, Этен), 103 (Азот, Кислород)
Изменение молярной энтальпии/ Молярное тепло, 33
Изменение стандартной энтальпии реакции(Н), 32
Изменение энтальпии горения, 32
Изменение энтальпии испарения, выпаривания,
Мольное, молярное, 33
Изменение энтальпии нейтрализации, 32
Изменение энтальпии образования, 33
Изменение энтальпии плавления,
Мольное, молярное, 33
Изменение энтальпии растворения, 33
Стандартной, 32
Изменение энтальпии, тепло, 32
Стандартной, 32
Изменение энтальпии реакции (Н), 32
Стандартной, 32
Изолятор, 115
Изомерия, 19
Изомеры, 19 (Изомерия), 76
Структурные, 76 (Изомеры), 77
Изоморфизм, 22
Изоморфный, 22 (Изоморфизм)
Изотоп(ы), 13, 108(Масс-спектрометрия)
Изотопная масса,
Относительная, 24

Изотопный состав, 24
Ингибитор, 47
Индикатор, 38
Универсальный, 38
Инертные газы, см. Благородные газы
Инертный электрод, 42
Инертный, 115
Деберейнер Иоганн, 113
Ион(ы), 16
Комплексный, 40 (Комплексная соль)
Сторонний, 27
Ионизация, 16
Ионная решетка, 17, 23
Ионная связь(и), 17(В)
Ионная теория электролиза, 42
Ионное связывание, 17
Ионное соединение, 17
Ионное уравнение, 27
Ионный обмен, 93
Ископаемое топливо, 94 (Топливо)
Искусственные полимеры, см. Синтетические полимеры
Испарение, 92
Испарение, парообразование, выпаривание, 7
Молярное изменение энтальпии/тепло, 33

К

Кавендиш Генри, 113
Калориметр, *32*
Калориметрия, 114
Калория, 114
Кандела (кд), 112
Капельная пипетка, 111
Капельная пипетка/сосковая, 111
Карбоновые кислоты, 81, 88 (Мыло), 91 (Липиды), *101*(7)
Катализ, 47 (Катализатор)
Катализатор, 47
Гетерогенный, 47
Гомогенный, 47
Поверхностный, 47
Каталитический крекинг, 84 (Крекинг)
Катион(ы), 16, 105
Катод, 42 (Электрод)
Катодный потенцкал, см. «Жертвенная» защита
Качественные свойства, 5
Качественный анализ, 104 (В), 106 (В), 108
кд, см. Кандела
Кельвин (К), 29, 112
Керамический треугольный держатель, 111
Кетоны, 80, *101*(6)
Килограмм (кг), 112
Килоджоуль(кДж), *32*
Кинетическая теория, 9
Кипение, 7
Кислая соль, 39
Кислота(ы), 36, 37–38
Амино, 91
Дикарбоновые, 81
Карбоновая, 81, 88 (Мыло), 91(Липиды) *101*(7)
Кислотный, кислый, 36
Кислотный остаток, 39
Минеральные, 36
Органические, 36
Сильные, 38
Слабые, 38
Кислотный дождь, *92*, 96
Кл, см. Кулон
Клемма, конец,
Негативный, отрицательный, 45
(Электрохимический элемент)
Позитивный, положительный, 45
(Электрохимический элемент)
Ковалентная связь, 18(В)
Дативная, 18
Ковалентно-связанный, 18–19
Ковалентность, 19
Ковалентные соединения, 18(В)
Ковкость/Ковкий, 115
Колба(ы), 110
Бюхнера, *106*, 110
Для объемного анализа, 110
Коническая, 110
Круглодонная, 110
Плоскодонная, 110
Количественные свойства, 5
Количественный анализ, 106(В), 108
Коллоид, 31
Колпачок колонны, *84*
Кольцо(а) (атомы), *70*, 76 (В)
Комнатная температура и давление, см. к. т. д.
Комплексная соль, 40
Комплексный ион, 40 (Комплексная соль)
Конденсатор(ы), холодильник(и), 109
Либиха, *106*, 109
Обратный, 109
Конденсация, 7
Конечная точка, 108 (Объемный анализ)
Коническая колба, 110
Контактный процесс, 71
Концентрация, 25
Масса, 25(Концентрация)
Концентрированный, 30
Координационная связь, см. Дативная ковалентная связь
Короткие периоды, 50 (Период)
Коррозия, 95
Краткая структурная формула, 26
Крекинг, 84
Кремообразный (осадок), *31*
Кривая радиоактивного разложения, *15*
Кривая растворимости, 31 (Растворимость)
Кристалл(ы), 21–23
Кристаллизатор, 109
Кристаллизационная вода, 21
Кристаллизация, 21, 107
Кристаллическая решетка(и), 22 (В), 23
Кристаллический, 21 (В)
Кристаллография, Рентгеновские лучи, Х-лучи, 22
Критическая температура, 6 (Газовое состояние)
Круглодонная колба, 110
Круговорот азота в природе, 95
Круговорот воды, 92
Круговорот углерода в природе, 95
к. т. д., 25 (Молярный объем)
Кубическая (основная кристаллическая форма), *22*
Гранецентрированная (расположение частиц), *23*
Объемно-центрированная (расположение частиц), *23*
Простая(расположение частиц), *23*
Кулон (Кл), 43, 112
Кулонометр, см. Вольтметр
Кюри (единица), 15(Беккерель)
Кюри Мария, 113

Л

Лавуазье Антуан, 113
Лакмус, 38
Легкая фракция, 84 (Фракция)
Лед, *6*, *33*, *53*, 92
Летучий, 114
Линейная (молекула), *19*
Липиды, 91
Лоток, ванна, 111

М

м, см. Метр
Макромолекула, 11
Масло (а), 91 (Липиды) (пища), (нефть), 84, 85
Масс-спектрометр, 24(В), 108 (Масс-спектрометрия)
Масс-спектрометрия, 108
Масса, 115
Закон сохранения, 11
Молярная, 25
Относительная атомная, 24, 50, 51, 98, 99
Относительная молекулярная, 24
Относительная молекулярная масса
Относительная формульная, см. Относительная изотопная, 24
Массовая концентрация, 25 (Концентрация)
Массовое число (массовый номер), 13
Маточная жидкость, 21
Мгновенная скорость, 46 (Скорость реакции)
Медленное горение, 94
Межмолекулярные силы, 20
Менделеев Дмитрий, 113
Мерная колба, 110
Мерный цилиндр, 110
Метаболизм (обмен веществ), 115
Металл (ы), 51
Переходный, 51, 58–61
Щелочноземельный, 51, 56–57
Щелочной, 51, 54–55
Металлическая решетка, Гигантская, 23
Металлическая связь, 20
Металлоиды, 51 (Металл)
Метка, 15 (Применение радиоактивных индикаторов)
Метод Сольве, 55 (Натрия карбонат)
Метр (м), 112
Меченый, 15 (Радиоактивный след)
Микроэлементы, 90 (В), 115
Минерал, 115
Минеральная кислота, 36
Мицелла, 88, *89*
Многоатомные спирты, 83
Молекула, 10, 11, 18–20, 24 (Относительная молекулярная масса), 26, 28
Детергент (моющее средство), 88, *89*
Неполярная, 19 (Полярная молекула)
Полярная, 19
Молекулы детергента, 88, *89*
Молекулярная масса, вычисленная по формуле соединения, см. Относительная молекулярная масса
Молекулярная масса, относительная, 24
Молекулярная решетка, 23
Молекулярная формула, 26
Молекулярный вес, вычисленный по формуле соединения, формульный, см. Относительная молекулярная масса
Молочный (осадок), *31*
Моль (моль), 25, 112
Молярная масса, 25
Молярная теплота испарения (выпаривание), см. Молярное изменение энтальпии испарения
Молярная теплота плавления, см. Молярное изменение энтальпии плавления
Молярное изменение энтальпии испарения (выпаривание), 33
Молярное изменение энтальпии плавления, 33
Молярность, 25
Молярный объем, 25
Молярный раствор, 25
Моноклинная (основная кристаллическая форма), *22*
Мономеры, 11, 86
Моносахариды, 90 (Глюкоза)
Монотропия, 22
Мыло, 88, *93*
Мягкая вода, 93 (Жесткая вода)

Н

Н, см. Ньютон
Накипь, чешуйка, пленка, 93 (Временная жесткость)
Насыщенные соединения, 77
Насыщенный, 30
Начальная скорость, 46 (Скорость реакции)
Неводные растворители, *30*
Неводные растворы, *30*
Нейлон, 87
Нейтрализация, 37
Нейтрализующий агент, 114
Нейтральный, 37
Нейтрон, 12
Нелинейная (молекула), см. V-образная форма
Неметалл, 51 (Металл)
Ненасыщенные соединения, 77
Неорганическая химия, 52, 53–75
Неподвижная фаза, 107 (Хроматография)
Неполярная молекула, 19 (Полярная молекула)
Неполярный растворитель, 30
Нерастворимый, 31 (Растворимый)
Несветящееся пламя, *94*
Несмешивающийся, 31 (Смешивающийся)
Неэлектролит, *42*
Нормальная прямая цепь (атомы), 76
Нормальная соль, 39
Ньютон (Н), 112

О

Оболочка, см. Электронная оболочка
Наружная, внешняя, 13
Оборудование, 109–111
Обратимые реакции, 48–49
Обратная реакция, 48
Обратный холодильник, 109
Общая формула, 77 (Гомологические ряды)
Объем, 25 (Молярный объем), 28–29, 115
Молярный, 25
Объемно-центрированная кубическая решетка (расположение частиц), *23*
Одинарная (простая) связь, 18, 100 (а и 1)
Одноатомный, *10*
Одновалентный, (ковалентный), *19* (электровалентный), *17*
Одноосновный, *39*
Окисление, 34
Окислитель, 43
Окислительно-восстановительные ряды, , 35
Окислительно-восстановительный потенциал, 35
Окончание, 48(В)
Октановое число, 85
Октет, 13
Окуривание, фумигация, 115
Олефины, см. Алкены
Омыление, 88 (Мыло)
Определение температуры кипения, 107
Определение температуры плавления, 107
Опреснение (Обессоливание), 93
Орбиталь, орбита, 13
Органическая кислота, 36
Органическая химия, 76, 77–91
Органические соединения, 76(В), 100–101
Органический растворитель, 115
Осадок, 31
Основание(я), 37, 38
Сильные, 38
Слабые, 38
Основная соль, 40
Основная, главная цепь, *76*
Основной кислородный процесс, конверторный процесс, 60 (Сталь)
Основность, 39
Основный, основной, 37 (Основание)
Остаток, 85
Осушающий агент, 107 (Сушка), 114
Отбеливатель, 115
Отделка, см. Шлифовка,
Открытая система, 48 (Закрытая система)
Относительная атомная масса, 24, 50, 51, 98, 99
Относительная изотопная масса, 24
Относительная молекулярная масса, 24
Относительная плотность пара, 29
Относительная формульная масса, см. Относительная молекулярная масса
Относительная, см. Относительная молекулярная масса
Отрицательная клемма, отрицательный конец, 45 (Электрохимическая ячейка)
Охлаждающее вещество, хладоагент, 115
Очистка, рафинирование, 93, *96*

П

Па, см. Паскаль
Пар, 6 (Газовое состояние)
Парафиновые воски, см. Углеводородные воски
Парафины, см. Алканы
Парниковый эффект, 96
Парциальное давление, 29
Паскаль (Па), 112
Пена, 31
Первичная дистилляция, 84
Первичная перегонка, 84
Первичные амины, 81
Первичные гальванические элементы, 45 (Электрохимическая ячейка, элемент)
Первичные спирты, *82*, 83
Перегонка, дистилляция, 106
Деструктивная, *65*
Первичная, 84
Фракционная, 106
Фракционная (жидкого воздуха), 66(Азот), 69(Кислород), 75(В), 94(В)
Фракционная (нефти), см. Первичная перегонка
Перегретый водяной пар, 115
Пересыщенный, 31
Переходные металлы, 51, 58–61
Переходный ряд, внутренний, 51, 59 (В)
Период (ы), 50
Длинный, 50 (Период)
Короткий, 50 (Период)
Период 1 (элементы), 50–51
Период 2 (элементы), 50–51
Период 3 (элементы), 50–51
Период 4 (элементы), 50–51
Период 5 (элементы), 50–51
Период 6 (элементы), 50–51
Период 7 (элементы), 50–51
Период полураспада, 15
Периодическая таблица, 50–51
Пигменты, 115
Пипетка(и), 111
Пирамидальная (молекула), *19*
Пища, 90–91
Плавление, 6, 7
Плавленый, расплавленный, литой, 6
Пламя, 94
Несветящееся, *94*
Светящееся, *94*
Пластики, 86
Платиновый электрод, *44*
Плоскость спайности, 22
Плотность, 98, 99, 114
Удельная плотность паров, 29
Поверхностно-активные вещества, 89
Поверхностное натяжение, 115
Поверхностный катализатор, 47
Подставка для пробирок, 111
Позитивная, положительная клемма, 45 (Электрохимическая ячейка, электрохимический элемент)
Позитрон, 14 (Бета-частица)
Полиамиды, 87
Полиатомный, многоатомный, *10*
Поликонденсация, 86
Полимер(ы), 86–87
Природный, 87
Сделанный человеком, см. Синтетические полимеры
Синтетический, 86
Полимеризация, *86*
Поликонденсация, 86
Присоединительная, 86
Полиморфизм, 22
Полиненасыщенные соединения, 77
Полипептиды, *91*
Полисахариды, 90 (Крахмал)
Полиэфиры, 87
Полная структурная формула, 26
Положение равновесия, 49
Полочка, 109
Полупроводник, 115
Полуэлемент, 44
Полуячейка, см. Полуэлемент
Поляризация, 19 (Полярная связь)
Полярная молекула, 19
Полярная связь, 19
Полярный растворитель, 30
Пористый, *45*
Постоянная Авогадро(L), 25, 114 (Константа)
Постоянная жесткость, 93
Постоянная, константа, 114
Авогадро, 25, 114 (Постоянная)
Газовая, *28*, 114 (Постоянная)
Применение индикаторов Радиоактивных, 15
Принцип Ле Шателье, 49
Природные полимеры, 87

Природные смолы, 115 (Смолы)
Пристли Джозеф, 113
Пробирка для определения температуры кипения, 111
Пробирка для прокаливания, 111
Пробирка(и), 111
Для кипячения, 111
Для прокаливания, 111
Лабораторная, 111
Мерная, 109
Проводимость, 115 (Проводник)
Проводник, 115
Термический, 115 (Проводник)
Электрический, 115(Проводник)
Продукты, 5
Производные единицы, 112
Промотор, ускоритель, 47
Простая кубическая (расположение частиц), *23*
Протон, 12
Процентный состав, 26
Процесс Габера, 66, 113 (Фриц Габер)
Процесс окисления,
Основной, 60 (Сталь)
Процесс Оствальда, 68 (Азотная кислота)
Процесс(ы),
Габера, 66, 113 (Фриц Габер)
Контактный, 71
Основной кислородный, конверторный способ получения стали, 60 (Сталь)
Оствальда, 68 (Азотная кислота)
Сольве, 55 (Натрия карбонат)
Фреша, 70
Прямая реакция, 48
Прямое замещение, 41
Прямой синтез, 41

Р

Равновесие, 48
Химическое, 49
Радиация, 14(В)
Радиоактивность, 14–15, *96*, 113
Радиоактивные ряды, 15
Радиоактивные следы, 15
Радиоактивный изотоп, см. Радиоизотопы
Радиоактивный распад, 14
Радиоактивный, см. Радиоизотопы
Радиоизотопы, 14
Радиология, 15
Радиотерапия, радиология, 15
Радиоуглеродный анализ, 15
Разбавление, 30
Разветвленная цепь (атомы), *76*
Разность потенциалов, 45
Разрушение, 48 (Диссоциация)
Разряженные (ионы), 42 (Ионная теория электролиза)
Распад, расщепление, 14
Расплывающийся (Гигроскопичный), 92
Раствор(ы), 30(В)
Водный, 30
Изменение энтальпии/Тепло, 33
Молярный, 25
Неводный, *30*
Стандартный, 25
Растворенное вещество, 30
Растворимость, 31
Растворимый, 31
Растворитель(и), 30
Водный, 30
Неводный, 30
Неполярный, 30
Органический, 115
Полярный, 30
Растворять, 30 (В)
Расщепляющийся, 15 (Ядерное расщепление)
Рафинирование, очищение, переработка, 84
Реагенты, 5
Реакционная способность, 44–45
Реакция (и), 5, 32–35, 42–49, 52
Замещения, 78
Изменение стандартной энтальпии, 32
Изменение энтальпии, 32
Конденсации, 83
Обмена, 41
Обратимая, 48–49
Обратная, см. Обратимые реакции
Присоединения, 79
Прямая, 48
Скорости, 46–47
Тепло, см. Изменение энтальпии реакции
Фотохимическая, 46
Цепная, ядерное расщепление, 15
Экзотермическая, 33
Эндотермическая, 33
Этерификации, образование сложного эфира, реакция конденсации, 83
Реакция замещения, 78
Реакция конденсации, 83
Реакция присоединения, 79
Реакция этерификации, образование сложного эфира, 83 (Реакция конденсации)
Реакция(и) в пламени, 105, 108
Регулирующие стержни, 115
Редкие газы, см. Благородные газы
Редкие земли, см. Лантаноиды
Редокс, окисление -восстановление, 34
Резерфорд Эрнст, 113
Ректификационная колонна, *69*, 84 (Первичная перегонка), 106 (Фракционная перегонка), 110
Рентгеновская кристаллография, 22
Реформинг, 84
Решетка(и),
Атомная, 23
Ионная, *17*, 23
Кристаллическая, 22 (В), 23
Металлическая, 23
Молекулярная, 23
Ржавление, 60 (Ржавчина), 95 (Коррозия)
рп, см. Разность потенциалов
Руда, 115
Ряды активности, см. Ряды реакционной способности
Ряды реакционной способности, 44, 97
Ряды,
Активности, см. Ряды реакционной способности
Внутренние переходные, 51, 59 (В)
Гомологические, 77, 80–81
Окислительно-восстановительные, 35
Радиоактивные, см. Ряды разложения реакционной способности, 44, 97
Распада, разложения, 15
Электрохимические, 45

С

с., см. Секунда
Светящееся пламя, *94*
Свинцово-кислотный аккумулятор , *36, 45*
Свободная пара, 19
Свойства,
Качественные, 5
Количественные, 5
Физические, 5, 98–99
Химические, 5
Связывание, 16, 17–20
Ионное, 17
Ковалентное, 18–19
Металлическое, 20
Связь(и), 16 (В)
Водородная, 20
Дативная ковалентная, 18
Двойная, 18, 100 (б и 2)
Ионная, 17(В)
Ковалентная, 18 (В)
Координационная, см. Дативная ковалентная связь
Полярная, 19
Простая, 18, 100 (а и 1)
Тройная, 18, 100 (в и 3)
Секунда(ы), 112
Селективная экстракция, экстракция селективным растворителем, 107
Сетка, 110
Сжигание см. Горение
Сжижение, 7
СИ-единицы, см. Система международных единиц
Сильная кислота, 38
Сильное основание, 38
Сильный электролит, *42*
Символ(ы),
Обозначает состояние реагента, 27
Химический, 8, 98–99, 116–118
Синтезы, 8
Прямой, 41
Синтетические алмазы, 64 (Алмаз)
Синтетические детергенты, см. Безмыльные детергенты
Синтетические полимеры, 86
Синтетические смолы, 115 (Смолы)
Система международных единиц (СИ), 112 (В)
Система, 115
Закрытая, 48
Открытая, 48 (Закрытая система)
Систематическое название, 27
Склодовская (Мария), см. Мария Кюри
Скорости реакции, 46–47
Скорость цикла, скорость реакции, 46
Слабая кислота, 38
Слабое основание, 38
Слабый электролит, *42*
Сложные эфиры, 81, 83 (Реакция конденсации)
Смешиваемый, 31
Смолы, резины, 115
Природные, 115 (Смолы)
Синтетические, 115 (Смолы)
Соединение(я), 8
Алифатическое, 76
Ароматическое, 76
Ионное, 17
Ковалентное, 18(В)
Насыщенное, 77
Ненасыщенное, 77
Органическое, 76(В), 100–101
Полиненасыщенное, 77
Соль(и), 39–41
Двойные, 40
Кислые, 39
Комплексные, 40
Нормальные, 39
Основные, 40
Сольватация, 30
Соляной мостик, *44*
Сополимер, 86
Сосковая пипетка, см. Капельная пипетка

Состояние(я), 6(В)
Изменение, 6–7
Окисление, 35
Физическое, 6 (В)
Состояния материи, 6–7
Спектрометр,
Масс-спектрометр, 24(В), 108 (Масс-спектрометрия)
Ядерного магнитного резонанса, 108
Спиртовое брожение, 83
Спирты, 82–83, *100*(4)
Вторичные, *82*, 83
Первичные, *82*, 83
Полиосновные, 83
Третичные, 83
Сплав, 115
Способный к биоразложению, 96
Средняя скорость, 46 (Скорость реакции)
Стандартные температура и давление, см. с. т. д.
Стандартный раствор, титрованный раствор, 25
с.т.д., 29
Стереоизомеры, 76 (Изомеры), 77
Стереохимическая формула, Пространственная формула, 26, 76 (Стереохимия)
Стереохимия, 76
Стиральный порошок, 89
Биологический, 89
Структурная формула,
Краткая, 26
Полная, см. Наглядная формула
Трехмерная, см. Стереохимическая формула
Структурные изомеры, 76 (Изомеры), 77
Субатомные элементарные частицы, 12 (В)
Суспензия, взвесь, 31
Сушка (Осушение), 107
Сырье, 115

Т

Твердое состояние, 6
Температура перехода, 22
Температура, 28–29
Критическая, 6 (Газовое состояние)
Комнатная, 25 (Молекулярный объем)
Перехода, 22
Стандартная, 29 (с. т. д.)
Цельсий/Градус стоградусной шкалы, 29 (Кельвин), 115
Тенденция, 52(В)
Теория Бренстеда-Лоури, 37
Теория столкновений, 46
Теория электролиза,
Ионная, 42
Теория,
Атомная Дальтона, 10
Бренстеда-Лоури, 37
Кинетическая, 9
Столкновений, 46
Теплота испарения
Молярная, см. Молярное изменение энтальпии испарения
Теплота нейтрализации, см. Изменение энтальпии нейтрализации
Теплота образования, см. Изменение энтальпии образования
Теплота плавления
Молярная, см. Молярное изменение энтальпии плавления
Теплота растворения, см. Изменение энтальпии растворения
Теплота реакции, см. Изменение энтальпии реакции
Теплота сгорания, горения, см. Изменение энтальпии горения
Термическая диссоциация, 48 (Диссоциация)
Термический проводник, Теплопроводность, 115 (Проводник)
Термическое загрязнение, 96
Термометр, 111
Термопластики, 86 (Пластики)
Термореактивные пластики, 86 (Пластики)
Термореактивные, 86 (Пластики)
Термохимия, 32 (В)
Тест(ы), проба, испытание, 104–105
Реакции в пламени, 105, 108
Температуры кипения, 107
Температуры плавления, 107
Тетрагональный (основная кристаллическая форма), *22*
Тетраэдрический (молекула), *19*
Тигель, 109
Титр, 108(Объемный анализ)
Титрование, 108 (Объемный анализ)
Токсичный, ядовитый, *96*
Томсон Джозеф, 113
Топливо, 94
Точка (и), температура (ы) плавления, 6 (Плавление), 98, 99
Точка, температура замерзания, 7 (Замерзание)
Точка, температура кипения, 7 (Кипение), 98, 99
Традиционное название, 27
Трение, 114
Треножник, 111
Третий газовый закон, см. Закон давления
Третичные спирты, 83
Трехатомный, 10
Трехвалентный
(ковалентность), *19*
(электровалентность), *17*
Трехосновный, 39
Тригональная плоская (молекула), 19
Тривиальное название, 27
Триклинная (основная кристаллическая форма), 22
Тример, 11
Триол, *83*
Тройная связь, 18, 100 (в и 3)
Тройная точка, 115
Туман, 31
Тусклость, окисленность, 115
Тяжелые фракции, 84 (Фракция)
Тяжелый (осадок), *31*

У

Углеводородные воски, 85
Углеводороды, 77
Углеводы, 90, *95*
Углеродный анализ, см. Радиоуглеродный анализ
Удобрение, *68, 96*
Умягчение воды, 93
Умягчители воды, 93
Универсальный индикатор, 38
Уравнение идеального газа, 28
Уравнение равновесия, 27
Уравнение(я), 26 (В), 27
Выраженное словами, 27
Ионное, 27
Общее газовое/Идеальный газ, 28
Равновесия, 27
Ядерное, *14*

Ф

Фаза, 6
Стационарная, 107 (Хроматография)
Фазовый переход, 6–7
Фарадей (F), 43
Фермент(ы), 47, 91
Ферментация, брожение, 83
Спиртовая, 83
Ферментные детергенты (моющие средства), см. Биологические стиральные порошки
Физическая химия, 4, 5–49
Физические свойства, 5
Физические состояния, 6 (В)
Физическое изменение, 5
Фильтрат, *106*
Фильтровальная бумага, 109
Фильтрование, 106
Формула(ы), 26, 116–121
3-мерная структурная, см. Краткая структурная, 26
Молекулярная, 2
Наглядная, 26
Общая, 77 (Гомологические ряды)
Полная структурная, см. Наглядная
Стереохимическая, 26, 76
(Стереохимия)Эмпирическая, 26
формула
Стереохимическая формула
Фотосинтез, 95
Фотохимическая реакция, 46
Фотоэлектрический элемент, ячейка, см. Фотоэлемент
Фотоэлемент, 115
Фракционная перегонка жидкого воздуха, 66 (Азот), 69 (Кислород), 75 (В), 94 (В)
Фракционная перегонка нефти, см. Первичная перегонка
Фракционная перегонка, 106
Фракция(и), 84
Легкая, 84 (Фракция)
Тяжелая, 84 (Фракция)
Фреша процесс, 70
Фунгицид, 115
Функциональная группа, 77

Х

Химическая реакция(и), 5, 32–35, 42–49, 52
Химические свойства, 5
Химический символ(ы), 8, 98–99, 116–121
Химический стакан, 109
Химическое равновесие, 49
Химическое сырье, 85
Химия
Неорганическая, 52, 53–75
Окружающей среды, 92–96
Органическая, 76, 77–91
Физическая, 4, 5–49
Химия окружающей среды, 92–96
Хлопьевидный (осадок), *31*
Холодильник Либиха, *106*, 109
Хроматографическая колонка, 107 (Хроматография)
Хроматография, 107
Бумага, *107*
Газ, 107 (Хроматография)
Колонка, 107 (Хроматография)

Ц

Цельсий/ Градус стоградусной шкалы, 115 (Температура в градусах Цельсия)

Цельсий/Стоградусная температура, 29(Кельвин), 115
Цельсий/Стоградусная шкала, 115
(Температура в градусах Цельсия)
Центрифуга/Центрифугирование, 106
Цепная реакция, 15 (Ядерное деление)
Цепь(и) (атомы), 76(В)
Боковая, *76*, 100(з), 101(в)
Основная, *76*
Прямая, *76*
Разветвленная, *76*
Цикл, 45 (Ток)

Ч

Часовое стекло, 111
Чашеподобная воронка, 110
Чашка для выпаривания, 109
Четырехвалентный, (ковалентность), *19*
Число окисления, 35
Чистый, 9

Ш

Шлифовка, *88* (Производство мыла)
Шпатель, лопаточка, 111
Штатив, 111

Щ

Щелочи, 37
Щелочноземельные металлы, 51, 56–57
Щелочной, 37
Щелочные металлы, 51, 54–55
Щипцы, 111

Э

Эвтрофикация, 96
ЭДС, см. Электродвижущая сила
Экзотермическая реакция, 33
Эксикатор, 107(Сушка), 109
Электрический проводник, 115
(Проводник)
Электрический ток, 45
Электровалентность, 17
Электрод, 42
Активный, 42
Водородный, *44*
Инертный, 42
Платиновый, *44*
Электродвижущая сила (ЭДС), 45
Электродный потенциал (Е), 44
Электролиз, 42
Электролит, 42
Сильный, *42*
Слабый, *42*
Электролитическая ячейка
(элемент), 42
Электрометаллургия, 43
Электрон, 12
Электронная конфигурация, 13
Электронная оболочка (уровень,
слой), 12
Электронные пары, 18(В)
Электроотрицательность, 19
Электроочистка, 43
Электроположительный, 19
(Электроотрицательный)
Электрохимическая защита, 45
Электрохимическая ячейка, 45
(Элемент)
Электрохимический ряд, 45
Элемент(ы), 8, 50–51, 98–99
Микро-, 90 (В), 115
Элемент, ячейка Даниэля, *45*
Элемент, ячейка Дауна, *54*
Элюент, 107 (Хроматография)
Эмпирическая формула, 26
Эмульсия, 31
Энантиотропия, 22
Эндотермическая реакция, 33
Энергетические уровни, см.
Электронная оболочка, слой
Энергетический цикл, 33 (Закон
Гесса)
Энергия активации (Е), 46
Энергия связи, 33
Энергия, 32–33, 94–95
Активации, 46
Закон сохранения, 33
Связи, 33
Энтальпия (Н), 32
Эфирная экстракция, 107
(Экстракция растворителем)

Я

Ядерное расщепление, деление, 15
Ядерный синтез, 15
Ядерное уравнение, *14*
Ядерный магнитный резонанс,
ЯМР-спектроскопия, 108
ЯМР-спектр, 108
Ядро, 12
Ячейка(и), элемент(ы)
Даниэля, *45*
Дауна, *54*
Электрохимический, 45
Электролитический, 42
Полу-, 44
Фотоэлектрический, см.
Фотоэлемент
Первичный, 45
(Электрохимический элемент)
Вторичный, 45
(Электрохимический элемент)

The Usborne illustrated dictionary of CHEMISTRY

Jane Wertheim
Chris Oxlade
Dr. John Waterhouse

Справочное издание Для среднего и старшего школьного возраста

ХИМИЯ
Школьный иллюстрированный справочник
Редактор, доктор химических наук
А. Т. ЛЕБЕДЕВ
Рецензент, кандидат химических наук
С. В. НОВИКОВ
Технический редактор Л. П. КОСТИКОВА
Корректор Л.В.Савельева
Компьютерная верстка С. А. СЛОНСКИЙ

ЛР №0634423 от 26.05.94.
Подписано к печати с готовых диапозитивов 10.10.95
Формат 70×90 1/16. Бум. Гознак № 1.
Гарнитура таймс. Печать офсетная.
Усл.печ.л. 11,2. Уч.-изд. л. 15,0. Усл. кр.-отт. 44,8.
Тираж 26 000 экз. Заказ № 1184. С—166.

Издательство «Росмэн».
125124, Москва, а/я 62.
1-я ул. Ямского поля, 28.
Отдел реализации: (095) 257-46-61.

Отпечатано с готовых диапозитивов на Тверском ордена Трудового Красного Знамени полиграфкомбинате детской литературы им. 50-летия СССР Комитета Российской Федерации по печати. 170040, Тверь, проспект 50-летия Октября, 46.

ISBN 5—7519—0150—9

Ш $\frac{4802020000—166}{38Г(03)—95}$ Без объявл.

© Издание на русском языке, «Росмэн», 1995