

## § 40. Металлы. Общая характеристика элементов

Слова «металл», «металлический» знакомы нам практически с детства. Услышав их, вы сразу представляете себе различные предметы, изготовленные из железа и окружающие вас в быту, — столовый нож, гвозди, молоток, плоскогубцы, ножницы, канцелярские скрепки и др. (рис. 116). Но рядом с нами множество изделий, изготовленных из других металлов — алюминия, меди, золота, серебра.



Рис. 116. Изделия из железа

Металлы обладают рядом общих свойств. В компактном состоянии металлы блестят, хорошо проводят электрический ток и теплоту, поддаются изгибанию и ковке. Металлы обладают схожими свойствами потому, что их атомы имеют схожее строение, а простые вещества — один и тот же тип химической связи. Каковы же особенности строения атомов металлов и химической связи между ними?

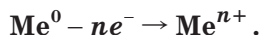
### Строение атомов металлов

К металлам относится большинство известных химических элементов — 95 из 118. Это некоторые элементы А-групп и все элементы В-групп. В таблице периодической системы металлы отделены от неметаллов границей — ступенчатой линией, идущей от водорода **H** к оганесону **Og** (см. форзац I). Эта граница достаточно условна, так как некоторые элементы, примыкающие к ней (кремний **Si**, германий **Ge**, мышьяк **As**,

сурьма **Sb**, теллур **Te**), обладают как металлическими, так и неметаллическими свойствами. Эти элементы иногда называют *полуметаллами*.

Все периоды периодической системы элементов (кроме первого) начинаются металлами. Как вам уже известно, в периодах по мере увеличения атомного номера элементов (т. е. в направлении слева направо) радиусы атомов уменьшаются. По этой причине радиусы атомов металлов всегда больше, чем радиусы атомов неметаллов того же периода.

В атомах подавляющего большинства металлов (80) на внешних энергетических уровнях находится по 1—2 электрона. Из-за большого радиуса атомов металлов электроны их внешних энергетических уровней слабо притягиваются к ядрам. Поэтому атомы металлов ( $\text{Me}^0$ ) сравнительно легко отдают электроны и превращаются в положительно заряженные ионы — катионы ( $\text{Me}^{n+}$ ):



По этой причине для металлов в сложных веществах характерны только положительные степени окисления. Способность атомов (и простых веществ) металлов отдавать электроны определяет их *металлические свойства*. Чем меньше число электронов на внешнем электронном слое и чем больше радиус атома металла, тем сильнее выражены его металлические свойства. Электроотрицательность атомов металлов ниже, чем атомов неметаллов.

### Металлическая связь

Все металлы в твердом агрегатном состоянии имеют кристаллическое строение. Моделями строения их кристаллов являются *металлические кристаллические решетки* (рис. 117).

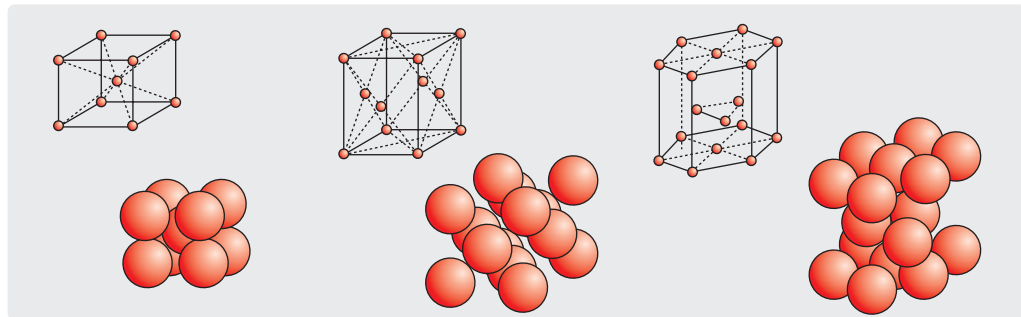


Рис. 117. Схемы кристаллических решеток металлов



Большие кристаллы металлов образуются только при очень медленном охлаждении их расплавов. В процессе производства металлов их расплавы приходится охлаждать достаточно быстро и вместо больших кристаллов образуется огромное количество маленьких кристалликов, которые «срастаются» друг с другом, образуя компактные твердые тела. По этой причине металлы, которые мы встречаем в быту, являются поликристаллами (от греч. *poly* — много). Об этом свидетельствует так называемый «оловянный крик». При сгибании палочки, изготовленной из олова, слышится характерный треск, обусловленный трением отдельных кристалликов друг о друга.

В кристалле любого металла наряду с его катионами  $Me^{n+}$  содержатся «свободные» электроны, которые объединяются в одно многоэлектронное «облако». Оно условно называется «электронным газом» и «заполняет» собой весь кристалл. Своим отрицательным зарядом «свободные» электроны компенсируют силы электростатического отталкивания катионов и удерживают их вместе с атомами, как бы цементируя металл. Так возникает особая химическая связь, называемая *металлической связью* (см. рис. 11). В отличие от ковалентной связи, возникающей между двумя атомами, металлическая связь удерживает вместе сразу все атомы, имеющиеся в кристалле металла, т. е. носит особый коллективный характер.



**Химическая связь между атомами в кристалле металла, возникающая за счет обобществления их валентных электронов, называется металлической связью.**

Металлическая связь обуславливает все важнейшие физические свойства металлов — их высокую электро- и теплопроводность, металлический блеск, пластичность.

### Металлы А-групп

Из элементов А-групп периодической системы к металлам относятся все элементы IA-группы (кроме H), IIA-группы, а также некоторые элементы IIIA — VIA-групп, расположенные ниже и левее условной границы. Металлы А-групп находятся как в малых, так и в больших периодах системы элементов.

У атомов металлов IA — IIIA-групп на внешних энергетических уровнях содержится от 1 до 3 электронов (рис. 118). Отдавая их, атомы этих металлов превращаются в катионы, например:

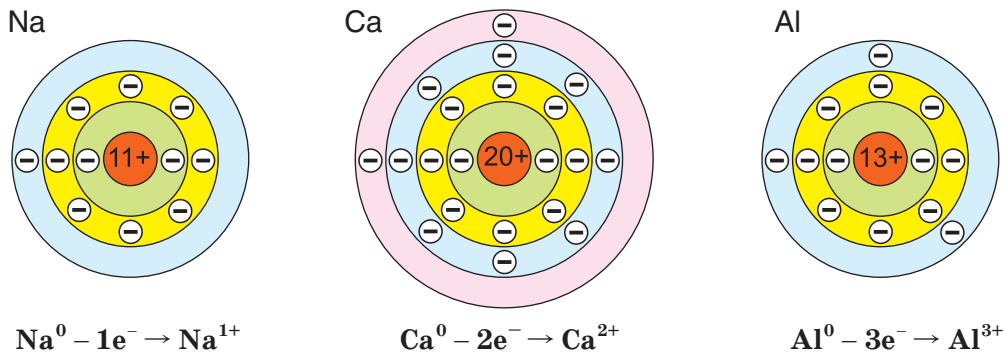


Рис. 118. Схемы строения атомов натрия, кальция и алюминия

В IA-группе периодической системы находятся металлы литий **Li**, натрий **Na**, калий **K**, рубидий **Rb**, цезий **Cs** и франций **Fr**. Их общее групповое название — *щелочные металлы*, т. к. их гидроксиды являются щелочами. В атомах этих элементов на внешних энергетических уровнях содержится по 1 электрону. По мере возрастания атомных номеров элементов их металлические свойства, т. е. способность атомов отдавать валентные электроны, возрастают. Соответственно, химическая активность щелочных металлов при переходе от лития к францию усиливается.

IIA-группу периодической системы образуют элементы бериллий **Be**, магний **Mg**, кальций **Ca**, стронций **Sr**, барий **Ba** и радий **Ra**. В их атомах на внешних энергетических уровнях содержится по 2 электрона. По мере возрастания атомных номеров элементов в ряду **Be** — **Ra** способность атомов отдавать валентные электроны, а значит, и химическая активность простых веществ металлов возрастают. Элементы **Ca**, **Sr**, **Ba** и **Ra** образуют семейство так называемых *щелочноземельных металлов*.



Во времена алхимиков оксиды металлов назывались землями. Те оксиды, которые реагируют с водой с образованием щелочей, получили название «щелочные земли». К таким оксидам относятся оксиды **CaO**, **SrO** и **BaO**. Выделенные из них металлы кальций, стронций и барий были названы щелочноземельными. Впоследствии к ним из-за схожести свойств был причислен и металл радий **Ra**.

В IIIA — VIIA-группах к металлам относятся элементы, расположенные ниже и левее условной границы. Из них наиболее важными металлами, находящими широкое практическое применение, являются алюминий Al (IIIA-группа), олово Sn и свинец Pb (IVA-группа).

### Металлы В-групп

К металлам относятся также все элементы В-групп периодической системы. Эти элементы часто называют *переходными*, т. к. через них осуществляется «переход» от элементов IA и IIA-групп к элементам IIIA — VIIIA-групп. Металлами В-групп являются такие распространенные элементы, как железо Fe, медь Cu, цинк Zn, хром Cr, никель Ni.

В IIIB-группе периодической системы, кроме металлов скандия Sc, иттрия Y, лантана La и актиния Ac, содержится еще 14 элементов *лантанидов* и 14 элементов *актинидов*. В периодической системе они обычно располагаются в виде двух отдельных рядов в нижней части таблицы.

*Большинство известных химических элементов относится к металлам.*

*У атомов большинства металлов на внешнем электронном слое находится от 1 до 3 электронов. В ходе химических реакций атомы металлов отдают эти электроны, превращаясь в положительно заряженные ионы — катионы.*

*Химическая связь в металлах, возникающая за счет обобществленных электронов, называется металлической связью.*



### Вопросы и задания

1. Сколько из известных в настоящее время химических элементов относится к металлам? Где в таблице периодической системы элементов расположены металлы?
2. Каковы особенности строения атомов металлов? В чем заключаются металлические свойства атомов?
3. Изобразите электронные схемы атомов следующих элементов: Be, Ar, Ca, S, Na. Какие из этих элементов относятся к металлам? Почему?
4. Изобразите электронные схемы атомов и катионов: а) калия, б) алюминия. Чем отличаются атомы и ионы по электронному строению?
5. Перечислите металлы IA-группы. Каково их общее название? Как и почему изменяются радиусы атомов в ряду Li—Fr?
6. У какого из металлов химическая активность выше: а) Na или Li; б) K или Rb; в) Ba или Ca; г) Na или Mg? Объясните почему.

7. Перечислите металлы IIA-группы. Какие из них называются щёлочноземельными? У какого из элементов данной группы самый большой радиус?
8. Согласно последним рекомендациям Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) максимальная суточная норма потребления хлорида натрия для взрослого человека составляет 2 г. Рассчитайте химическое количество и массу ионов натрия, содержащихся в указанной порции соли.

### Готовимся к олимпиадам

Составьте уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

- а)  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3$ ;  
б)  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ .

## § 41. Простые вещества металлы. Физические свойства металлов

Поскольку элементы металлы схожи между собой по строению атомов, по характеру кристаллических решеток и типу химической связи, простые вещества металлы обладают рядом общих физических свойств.

### Агрегатное состояние, блеск, цвет

При обычных условиях (комнатная температура и нормальное атмосферное давление) почти все металлы — твердые непрозрачные вещества. Только один металл — ртуть **Hg** — при указанных условиях находится в жидком агрегатном состоянии.

Для компактных металлов с гладкой поверхностью характерен металлический блеск, связанный со способностью отражать световые лучи, что используется при изготовлении зеркал.

Большинство металлов в компактном состоянии серебристо-белые. Только три металла имеют отчетливо выраженную окраску: медь **Cu** — коричневато-розового, а золото **Au** и цезий **Cs** — желтого цветов (рис. 119).



Медь



Золото



Цезий

Рис. 119. Внешний вид компактных металлов