

# Периодический закон и периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева

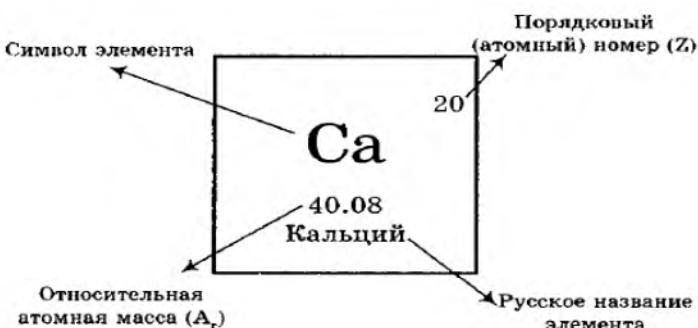
Менделеев считал, что главной характеристикой элемента является его атомная масса. Поэтому он расположил все известные элементы в один ряд в порядке увеличения их атомной массы. Характер изменения свойств элементов и их соединений, какой наблюдается при увеличении атомной массы элементов, называется **периодическим изменением**. Свойства всех химических элементов при увеличении атомной массы изменяются периодически.

Это периодическое изменение называется **периодической зависимостью** свойств элементов и их соединений от величины атомной массы.

Поэтому Д. И. Менделеев сформулировал открытый им закон так:

● Свойства элементов, а также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от величины атомной массы элементов.

Менделеев расположил **периоды элементов** друг под другом и в результате составил **периодическую систему элементов**.



- Период — это последовательность элементов, которая начинается щелочным металлом (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) и заканчивается благородным газом (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn).

**Исключения:** первый период, который начинается водородом; седьмой период, который является незавершенным.

Периоды разделяются на **малые** и **большие**. Малые периоды состоят из **одного** горизонтального ряда. Первый, второй и третий периоды являются **малыми**. Большие периоды состоят из **двух** горизонтальных рядов. Четвертый, пятый и шестой периоды являются **большими**. **Верхние ряды** больших периодов называются **четными**, **нижние ряды — нечетными**.

В шестом периоде после лантана La ( $Z = 57$ ) находятся 14 элементов ( $Z = 58—71$ ), которые похожи по свойствам на лантан и называются **лантаноидами**. Они располагаются в нижней части периодической системы.

В незавершенном седьмом периоде после актиния Ac ( $Z = 89$ ) находятся 14 элементов ( $Z = 90—103$ ), которые похожи по свойствам на актиний и называются **актиноидами**. Как и лантаноиды, они располагаются в нижней части периодической системы.

В каждом периоде слева направо **металлические** свойства элементов **ослабляются**, а **неметаллические** свойства **усиливаются**.

В четных рядах больших периодов находятся только **металлы**.

- Группа — это совокупность элементов, которые имеют **одинаковую высшую валентность** в оксидах и в других соединениях. Эта валентность равна **номеру группы**.

### Исключения:

Номер группы	Элемент	Высшая валентность
I	Cu	II
	Ag	III
	Au	III
VI	O	II
VII	F	I
В VIII группе только Ru и Os имеют высшую валентность VIII		

Каждая группа состоит из двух подгрупп: **главной** и **побочной**. Главная подгруппа содержит элементы **малых и больших периодов**. Побочная подгруппа содержит элементы **только больших периодов**.

Например, рассмотрим 1-ю группу периодической системы:

1		
Водород	H	1,00797
3	Li	6,939
11	Na	22,9898
19	K	39,102
Си	29	
Медь	63,546	
37	Rb	85,47
Рубидий		
Ag	47	
Серебро	107,868	
55	Cs	
Цезий	132,905	
Au	79	
Золото	196,967	
87	Fr	[223]
Франций		

Легенда:

- Элементы больших периодов (группы I-III, V-VII)
- Побочная подгруппа (подгруппа меди) (группа IV)
- Элементы малых периодов (группы I-III, V-VII)
- Главная подгруппа (подгруппа водорода) (группы I-III, V-VII)

В главных подгруппах сверху вниз металлические свойства элементов усиливаются, а неметаллические свойства ослабляются. Все элементы побочных подгрупп являются металлами.

что число заполняемых энергетических уровней (электронных слоев) в атомах всех элементов данного периода равно номеру периода. Поэтому можно дать следующее определение периода:

● Период — это последовательность элементов, атомы которых имеют одинаковое число электронных слоев. Это число равно номеру периода.

Следовательно, число электронов на внешнем слое атомов элементов главных подгрупп (кроме Не) равно номеру группы, в которой находятся элементы.

● Главная подгруппа — это вертикальный ряд элементов, атомы которых имеют одинаковое число электронов на внешнем электронном слое. Это число равно номеру группы.

Периодическое изменение свойств химических элементов и их соединений при увеличении порядкового номера объясняется тем, что периодически повторяется строение внешнего электронного слоя в атомах элементов.

Все элементы разделяются на 4 электронных семейства.

s-Элементы (элементы s-семейства) — это элементы, в атомах которых последним заполняется s-подуровень внешнего электронного слоя.

Первые два элемента каждого периода — это s-элементы. Они составляют главные подгруппы I и II групп.

p-Элементы (элементы p-семейства) — это элементы, в атомах которых последним заполняется p-подуровень внешнего электронного слоя.

В каждом периоде (кроме первого и седьмого) имеется шесть p-элементов; они находятся в конце периода. p-Элементы составляют главные подгруппы III—VIII групп.

**d-Элементы** (элементы *d*-семейства) — это элементы, в атомах которых последним заполняется *d*-подуровень предвнешнего электронного слоя.

В IV—VI больших периодах имеется по десять *d*-элементов. В IV и V периодах они находятся между *s*- и *p*-элементами. *d*-Элементы составляют побочные подгруппы всех восьми групп.

Сформулируем определение побочной подгруппы.

● **Побочная подгруппа** — это вертикальный ряд *d*-элементов, которые имеют одинаковое суммарное число электронов на *d*-подуровне предвнешнего слоя и *s*-подуровне внешнего слоя. Это число обычно равно номеру группы.

**f-Элементы** (элементы *f*-семейства) — это элементы, в атомах которых последним заполняется *f*-подуровень третьего снаружи электронного слоя.

*f*-Элементы находятся в VI и VII периодах. Каждый из этих периодов содержит 14 *f*-элементов. *f*-Элементами являются лантаноиды и актиноиды, которые располагаются в нижней части периодической системы.

**Важнейшими свойствами элементов являются металличность (металлические свойства) и неметалличность (неметаллические свойства).**

**Металличность** — это способность атомов элемента отдавать электроны. Качественной характеристикой металличности элемента является энергия ионизации (I).

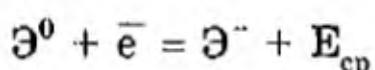
**Энергия ионизации атома** — это количество энергии, которое необходимо для отрыва электрона от атома элемента (Э), т. е. для превращения атома в положительно заряженный ион:



Чем меньше энергия ионизации, тем легче атом отдает электрон, тем сильнее металлические свойства элемента.

**Неметалличность** — это способность атомов элемента присоединять электроны.

Качественной характеристикой неметалличности элемента является сродство к электрону ( $E_{cp}$ ). Сродство к электрону — это энергия, которая выделяется при присоединении электрона к нейтральному атому, т. е. при превращении атома в отрицательно заряженный ион:



Чем больше сродство к электрону, тем легче атом присоединяет электрон, тем сильнее неметаллические свойства элемента.

Универсальной характеристикой металличности и неметалличности элементов является электроотрицательность элемента (ЭО).

● Электроотрицательность элемента характеризует способность его атомов притягивать к себе электроны, которые участвуют в образовании химических связей с другими атомами в молекуле.

*Чем больше металличность, тем меньше ЭО.*

*Чем больше неметалличность, тем больше ЭО.*

При определении значений относительной электроотрицательности различных элементов за единицу принята ЭО лития (табл. 17).

Таблица 17

*Относительная электроотрицательность элементов I-IV периодов*

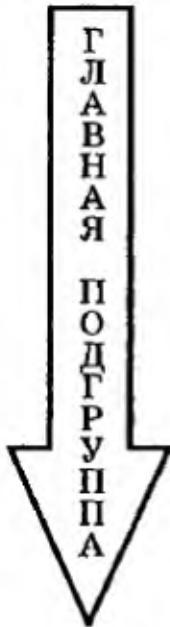
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	H 2,1	—						He —
2	Li 1,0	Be 1,5	B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0	Ne —
3	Na 0,9	Mg 1,2	Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0	Ar —
4	K 0,8	Ca 1,0	Sc 1,3	Ti 1,5	V 1,6	Cr 1,6	Mn 1,5	Fe 1,8 Co 1,9 Ni 1,9
	Cu 1,9	Zn 1,6		Ga 1,6	Ge 1,8	As 2,0	Se 2,4	Br 2,8
								Kr —

Рассмотрим, как изменяются некоторые характеристики элементов в малых периодах слева направо:

Малый период (II и III)

- Заряд ядер атомов увеличивается
- Число электронных слоев атомов не изменяется
- Число электронов на внешнем слое атомов увеличивается от 1 до 8
- Радиус атомов уменьшается
- Прочность связи электронов внешнего слоя с ядром увеличивается
- Энергия ионизации увеличивается
- Сродство к электрону увеличивается
- Электроотрицательность увеличивается
- Металличность элементов уменьшается
- Неметалличность элементов увеличивается

Рассмотрим, как изменяются некоторые характеристики элементов в главных подгруппах сверху вниз:

- 
- Число электронных слоев атомов увеличивается
  - Число электронов на внешнем слое атомов одинаково
  - Радиус атомов увеличивается
  - Прочность связи электронов внешнего слоя с ядром уменьшается
  - Энергия ионизации уменьшается
  - Сродство к электрону уменьшается
  - Электроотрицательность уменьшается
  - Металличность элементов увеличивается
  - Неметалличность элементов уменьшается
- В малых периодах закономерно изменяется

**высшая валентность элементов:** во втором периоде от I у Li до V у N; в третьем периоде от I у Na до VII у Cl. В большом четвертом периоде высшая валентность увеличивается от I у K до VII у Mp; у следующих элементов она понижается до II у Zn, а потом снова увеличивается от III у Ga до VII у Br.

Периодическое изменение высшей валентности объясняется периодическим изменением числа **валентных электронов** в атомах.

**Валентные электроны** — это электроны, которые могут участвовать в образовании химических связей.

В атомах *s*- и *p*-элементов валентными являются, как правило, все электроны внешнего слоя.

В атомах *d*-элементов валентными являются электроны внешнего слоя (2 или 1), а также все или некоторые *d*-электроны предвнешнего слоя.

**Число валентных электронов для большинства элементов равно номеру группы.**

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

**Устно ответьте на вопросы:**

1. Период, группа, главная подгруппа, побочная подгруппа.
2. Металличность, неметалличность, электроотрицательность.