

# Общая характеристика s-, p-, d-, f- элементов

## s- ЭЛЕМЕНТЫ:

Элементы IA, IIA-  
групп, H, He.

Валентные  
электроны заполняют  
s-подуровень  
последнего  
энергетического  
уровня.

Группа	1	2	8
↓			
Период			
1	1 Водород <b>H</b> 1,0079 $1s^1$		2 Гелий <b>He</b> 4,0026 $1s^2$
2	3 Литий <b>Li</b> 6,941 $[He]2s^1$	4 Бериллий <b>Be</b> 9,012 $2s^2$	
3	11 Натрий <b>Na</b> 22,989 $[Ne]3s^1$	12 Магний <b>Mg</b> 24,305 $3s^2$	
4	19 Калий <b>K</b> 39,098 $[Ar]4s^1$	20 Кальций <b>Ca</b> 40,078 $4s^2$	
5	37 Рубидий <b>Rb</b> 85,467 $[Kr]5s^1$	38 Стронций <b>Sr</b> 87,62 $5s^2$	
6	55 Цезий <b>Cs</b> 132,906 $[Xe]6s^1$	56 Барий <b>Ba</b> 137,327 $6s^2$	
7	87 Франций <b>Fr</b> (223) $[Rn]7s^1$	88 Радий <b>Ra</b> (226) $7s^2$	

**p-элементы:** Элементы IIIA - VIIIA-  
групп.

Валентные электроны заполняют s, p  
- подуровни последнего  
энергетического уровня.

↓ Период						
2	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn

**d-элементы:** Элементы побочных подгрупп. Валентные электроны заполняют s-подуровень последнего энергетического уровня (2e, реже 1e), и d-подуровень предпоследнего уровня. **Общей электронной формулой  $(n - 1)d^{1-10}ns^{0-2}$ .**

Элементы побочных подгрупп (d-элементы) называют **ПЕРЕХОДНЫМИ** элементами или **переходными металлами** (все d-элементы - металлы).

# Переходные металлы или переходные элементы

↓ Период										
4	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn
5	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd
6	71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg
7	103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn

# «Провал» электронов

Наиболее устойчивыми являются пустые, полные и заполненные наполовину подуровни.

**Cu ( $4s^1$ ), Ag ( $5s^1$ ), Au ( $6s^1$ ), Nb ( $5s^1$ ), Mo ( $5s^1$ ), Cr ( $4s^1$ ), Ru ( $5s^1$ ), Rh ( $5s^1$ ), Pd ( $5s^0$ ), Pt ( $6s^1$ )**

**f-элементы:** Лантаноиды и актиноиды.  
Валентные электроны заполняют s-подуровень последнего энергетического уровня и f-подуровень предпоследнего уровня.

↓ Период															
6	Лантаноиды	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb
7	Актинοиды	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No

Элементы, у которых электроны находятся на 4f-орбитали, относятся к **лантаноидам**,

Элементы, у которых электроны находятся на 5f – орбитали, относятся к **актиноидам**.

*«Будущее периодическому закону не грозит разрушением, а только развитие и надстройку обещает»*

**Д.И.Менделеев**

**Периодический закон и периодическая  
система химических элементов  
Д.И.Менделеева в свете теории  
строения атома**



## Открытие периодического закона

В основу работ по классификации химических элементов Д.И.Менделеева положены два признака:

- ❖ величины атомных масс
- ❖ свойства простых веществ и их соединений

### **Периодический закон (1 марта 1869 г.):**

Свойства химических элементов , а также формы и свойства их соединений находятся в периодической зависимости от их атомных масс (1 формулировка)

Первый вариант таблицы элементов, выразившей периодический закон, Менделеев опубликовал в виде отдельного листка под названием «Опыт системы элементов, основанной на их атомном весе и химическом сходстве» и разослал этот листок в марте 1869 многим русским и иностранным химикам.

	I	II	III	IV	V	VI	VIII	VIII
	- $R^2O$	- $R^2O$	- $R^2O^3$	$RH^4$ $RO^2$	$RH^5$ $R^2O^5$	$RH^6$ $RO^3$	$RH$ $R^2O^7$	- $RO^4$
1	H=1							
2	Li=7	Be=9,4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27,3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35,5	
4	K=39	Ca=40	--=44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56, Co=59 Ni=59, Cu=63
5	(Cu=63)	Zn=65	--=68	--=72	As=75	Sc=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mg=96	--=100	Ru=104, Rh=104 Pd=106, Ag=108
7	Ag=108	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Tc=125	J=127	
8	Cs=133	Ba=137	Di=138	Ce=140	-	-	-	- - - -
9	(-)	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	?Er=178	La=180	Ta=182	W=182	-	Os=195, Ir=197 Pt=198, Au=199
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	-	-	

**Периодический закон (в свете строения атома):**  
свойства химических элементов , а также формы  
и свойства их соединений находятся в  
периодической зависимости от величины  
заряда ядра их атомов. (2 формулировка)

А точнее: свойства химических элементов  
определяются периодически  
повторяющимися однотипными  
электронными конфигурациями.

**Главный признак и его количественной характеристикой является заряд ядра  $Z$**

**Физический смысл порядкового номера:**  
порядковый номер элемента = заряду ядра  
атома = числу протонов в ядре

**Относительная атомная масса -**  
представляет собой усредненное значение  
относительных атомных масс изотопов всех  
элементов, составляющих природную смесь

**Атом электронейтрален:** общее число электронов в атоме = числу протонов = порядковому номеру

**Электроны располагаются вне ядра на разных энергетических уровнях. Число энергетических уровней = номеру периода**

**Физический смысл периодического закона:**  
По мере возрастания атомных ядер атомов элементов периодически повторяются сходные электронные конфигурации внешних оболочек, поэтому повторяются химические свойства

2	2	Li ЛИТИЙ 6,941	3	Be БЕРИЛЛИЙ 9,0122	4	B БОР 10,811	5	C УГЛЕРОД 12,011	6	N АЗОТ 14,007	7	O КИСЛОРОД 15,999	8	F ФТОР 18,998	9		10	Ne НЕОН 20,179
---	---	----------------------	---	--------------------------	---	--------------------	---	------------------------	---	---------------------	---	-------------------------	---	---------------------	---	--	----	----------------------

**Период** – горизонтальный ряд элементов, расположенных в порядке возрастания порядковых номеров, в котором закономерно изменяются свойства от типично металлических к типично неметаллическим и далее к благородным газом.

Каждый период начинается активным щелочным металлом и заканчивается галогеном и инертным газом.

Периоды:

**малые** – 1-й (2 элемента), 2-й и 3-й(8 элементов)

**большие** – 4-й, 5-й (18 элементов) 6-й (32 элемента) 7-й (незавершенный). Состоят из 2-х рядов: четный содержит только металлы; нечетный содержит металлы и неметаллы

I	
а	б
<b>H</b> ВОДОРОД 1,008	1
<b>Li</b> ЛИТИЙ 6,941	3
<b>Na</b> НАТРИЙ 22,99	11
<b>K</b> КАЛИЙ 39,102	19
<b>29 Cu</b> МЕДЬ 63,546	
<b>Rb</b> РУБИДИЙ 85,468	37
<b>47 Ag</b> СЕРЕБРО 107,868	
<b>Cs</b> ЦЕЗИЙ 132,905	55
<b>79 Au</b> ЗОЛОТО 196,967	
<b>Fr</b> ФРАНЦИЙ (223)	87

**Группы** – вертикальные ряды элементов с одинаковым с.о. в высших оксидах и сходными свойствами.

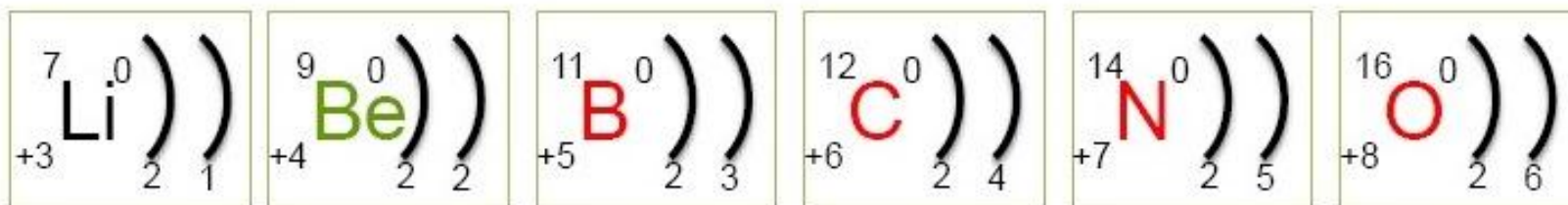
Номер группы определяет максимальную валентность элемента, число валентных электронов (исключения кислород и фтор).

Группы делятся на подгруппы.

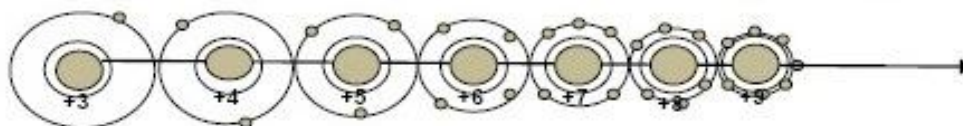
**Главные подгруппы (А-подгруппы)** - содержат элементы, которые расположены и в больших и в малых периодах (металлы и неметаллы).

**Побочные подгруппы (В-подгруппы)** содержат элементы только больших периодов (только металлы).

# I. В периодах слева направо:



- заряд ядра увеличивается (= порядковому номеру элемента)
- число энергетических уровней не изменяется (= № периода)
- число электронов на последнем уровне увеличивается (= № группы)
- радиус уменьшается



- металлические свойства ослабевают, возрастают неметаллические
- электроотрицательность увеличивается
- валентность по кислороду возрастает от I до VII
- валентность по водороду изменяется от I – II – III – IV – III – II – I



**Изменение характеристик и свойств атомов химических элементов  
малых периодов с ростом заряда ядра**

<b>Характеристика или свойство атомов элемента</b>	<b>Изменение характеристики</b>
Число заполняемых электронных уровней в атомах	Не изменяется
Число электронов на внешнем электронном уровне атомов	Увеличивается от 1 до 8
Радиус атомов	Уменьшается
Прочность связи электронов внешнего уровня с ядром атома	Увеличивается
Электроотрицательность	Увеличивается
Металлические свойства химических элементов	Уменьшаются
Неметаллические свойства химических элементов	Увеличиваются

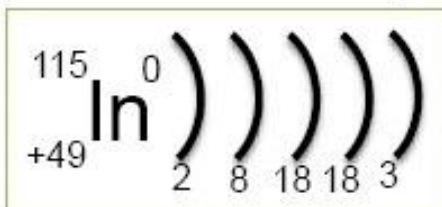
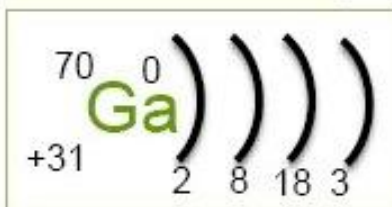
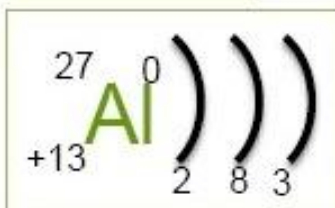
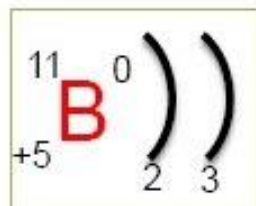


**Изменение свойств простых веществ и соединений атомов химических элементов главных подгрупп в периодах с ростом заряда ядра**

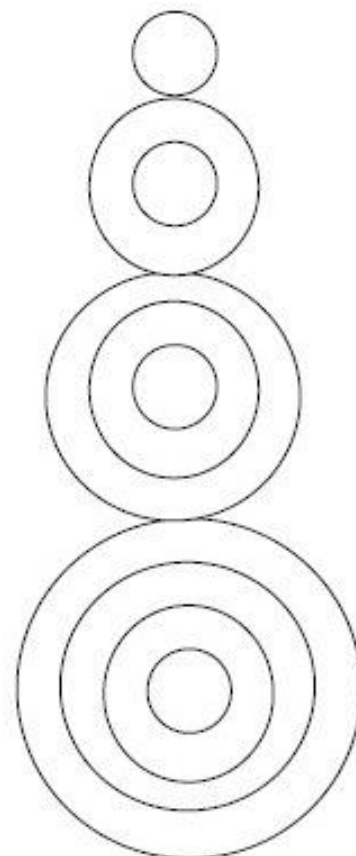
Форма соединения	Изменение свойств соединения
Простое вещество	Металлические свойства ослабевают, неметаллические свойства усиливаются
Высший оксид и соответствующий гидроксид	Основные свойства ослабевают, кислотные свойства усиливаются
Летучее водородное соединение	Кислотные свойства водного раствора увеличиваются



## II. В группах сверху вниз:



- заряд ядра увеличивается (= порядковому номеру элемента)
- число энергетических уровней увеличивается (= № периода)
- число электронов на последнем уровне не изменяется (= № группы)
- радиус увеличивается
- металлические свойства усиливаются, неметаллические ослабевают
- электроотрицательность уменьшается
- валентность по кислороду постоянная



**Изменение характеристик и свойств атомов химических элементов  
главных подгрупп с ростом от заряда ядра**

<b>Характеристика или свойство атомов элемента</b>	<b>Изменение характеристики</b>
Число заполняемых электронных уровней в атомах	Увеличивается
Число электронов на внешнем электронном уровне атомов	Одинаково (совпадает с номером группы)
Радиус атомов	Увеличивается
Прочность связи электронов внешнего уровня с ядром атома	Уменьшается
Электроотрицательность	Уменьшается
Металлические свойства химических элементов	Увеличиваются
Неметаллические свойства химических элементов	Уменьшаются



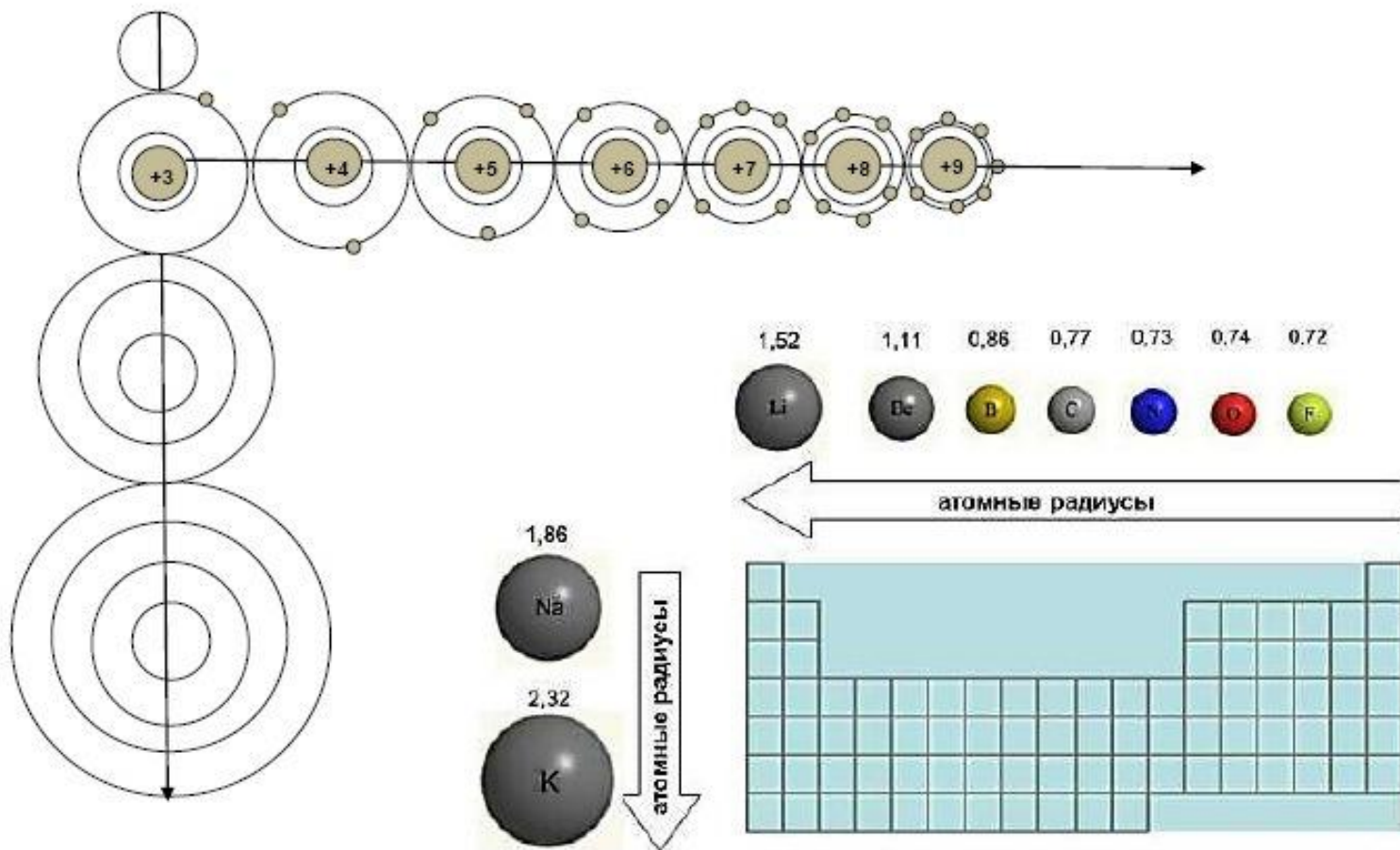
**Изменение свойств простых веществ и соединений атомов химических элементов в главных подгруппах с ростом заряда ядра**

Форма соединения	Изменение свойств соединения
Простое вещество	Металлические свойства усиливаются, неметаллические свойства ослабевают
Высший оксид и соответствующий гидроксид	Основные свойства усиливаются, кислотные свойства ослабевают
Летучее водородное соединение	Устойчивость ослабевает, кислотные свойства водного раствора увеличиваются



**Радиус атома по периоду уменьшается, а по группе возрастает.**

*Ассоциация: «Снеговик, смотрящий вдаль»*



**Электроотрицательность (ЭО)** - способность атомов одних элементов притягивать к себе электроны от атомов других элементов в химическом соединении.

*Изменение электроотрицательности*

У м е н ь ш е н и е  3.0.	1A	2A											3A	4A	5A	6A	7A
	2.1 H												2.0 B	2.5 C	3.0 N	3.5 O	4.0 F
	1.0 Li	1.5 Be											1.5 Al	1.8 Si	2.1 P	2.5 S	3.0 Cl
	0.9 Na	1.2 Mg											1.6 Ga	1.8 Ge	2.0 As	2.4 Se	2.8 Br
	0.8 K	1.0 Ca	1.3 Sc	1.5 Ti	1.6 V	1.6 Cr	1.5 Mn	1.8 Fe	1.8 Co	1.8 Ni	1.9 Cu	1.6 Zn	1.7 In	1.8 Sn	1.9 Sb	2.1 Te	2.5 I
	0.8 Rb	1.0 Sr	1.2 Y	1.4 Zr	1.6 Nb	1.8 Mo	1.9 Tc	2.2 Ru	2.2 Rh	2.2 Pd	1.9 Ag	1.7 Cd	1.8 Tl	1.8 Pb	1.9 Bi	2.0 Po	2.2 At
	0.7 Cs	0.9 Ba	1.1-1.2 La-Lu	1.3 Hf	1.5 Ta	1.7 W	1.9 Re	2.2 Os	2.2 Ir	2.2 Pt	2.4 Au	1.9 Hg					
0.7 Fr	0.9 Ra	1.1-1.7 Ac-Lr															

у  
в  
е  
л  
и  
ч  
е  
н  
и  
е  
э  
о.

# Алгоритм составления плана-характеристики элемента

1. Положение в ПСХЭ Д.И.Менделеева (порядковый номер, период, группа, подгруппа, металл или неметалл).
2. Характеристика атома элемента. Число протонов  $p^+$ , число нейтронов  $n^0$ , число электронов  $e$ . Относительная атомная масса ( $Ar$ ).
3. Электронная конфигурация атома.
4. Валентные возможности, степень окисления.
5. Простое вещество (формула, тип связи, электронная схема образования для веществ молекулярного строения).
6. Высший оксид (формула, тип связи, агрегатное состояние, тип кристаллической решетки, хим. свойства).
7. Высший гидроксид (формула, агрегатное состояние, характер).
8. Водородное соединение (формула, схема строения, тип химической связи).
9. Сравнение свойств атома элемента с окружающими его элементами по периоду и подгруппе.



# Значение периодического закона

1. Периодический закон отражает взаимосвязь всех химических элементов.
2. Периодический закон носит прогностический характер (позволяет предсказывать новые элементы, новые соединения и их свойства).
3. Периодический закон имеет философское значение, т.к. согласуется с общими законами природы, играет важную роль в формировании научного мировоззрения.