

E-mail: irkrav66@gmail.com

Химические вещества и материалы в индустрии красоты

Лекция 2. Закономерности
изменения химических свойств
элементов и их соединений

лектор:
проф. Рохин Александр
Валерьевич

период	группа	группы элементов											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII				
1	I	H ¹ 1,00797 ВОДОРОД						H		He ² 4,0026 ГЕЛИЙ			
2	II	Li ³ 6,939 ЛИТИЙ	Be ⁴ 9,0122 БЕРИЛИЙ	10,811 5 БОР	12,01115 6 УГЛЕРОД	14,0067 7 АЗОТ	15,9994 8 КИСЛОРОД	18,9984 9 ФТОР		Ne ¹⁰ 20,183 НЕОН			
3	III	Na ¹¹ 22,989 НАТРИЙ	Mg ¹² 24,312 МАГНИЙ	Al ¹³ 26,9815 АЛЮМИНИЙ	28,086 14 КРЕМНИЙ	30,9738 15 ФОСФОР	32,064 16 СЕРА	35,453 17 ХЛОР		Ar ¹⁸ 39,948 АРГОН			
4	IV	K ¹⁹ 39,102 КАЛИЙ	Ca ²⁰ 40,08 КАЛЬЦИЙ	Sc ²¹ 44,956 СКАНДИЙ	Ti ²² 47,90 ТИТАН	V ²³ 50,942 ВАНАДИЙ	Cr ²⁴ 51,996 ХРОМ	Mn ²⁵ 54,938 МАРГАНЕЦ	Fe ²⁶ 55,847 ЖЕЛЕЗО	Co ²⁷ 58,9332 КОБАЛЬТ	Ni ²⁸ 58,71 НИКЕЛЬ		
	V	29 63,54 Cu МЕДЬ	30 65,37 Zn ЦИНК	31 69,72 Ga ГАЛЛИЙ	32 72,59 Ge ГЕРМАНИЙ	33 74,9216 As МЫШЬЯК	34 78,96 Se СЕЛЕН	35 79,906 Br БРОМ			Kr ³⁶ 83,80 КРИПТОН		
5	VI	37 85,47 Rb РУБИДИЙ	38 87,62 Sr СТРОНЦИЙ	39 88,905 Y ИТТРИЙ	40 91,22 Zr ЦИРКОНИЙ	41 92,906 Nb НИОБИЙ	42 95,94 Mo МОЛИБДЕН	43 [99] Tc ТЕХНЕЦИЙ	44 101,07 Ru РУТЕНИЙ	45 102,905 Rh РОДИЙ	46 106,4 Pd ПАЛЛАДИЙ		
	VII	47 107,870 Ag СЕРЕБРО	48 112,40 Cd КАДМИЙ	49 114,82 In ИНДИЙ	50 118,69 Sn ОЛОВО	51 121,75 Sb СУРЬМА	52 127,60 Te ТЕЛЛУР	53 126,9044 I ИОД			Xe ⁵⁴ 131,30 КСЕНОН		
6	VIII	55 132,905 Cs ЦЕЗИЙ	56 137,34 Ba БАРИЙ	57 138,91 La* ЛАНТАН	72 178,49 Hf ГАФНИЙ	73 180,948 Ta ТАНТАЛ	74 183,85 W ВОЛЬФРАМ	75 186,2 Re РЕНИЙ	76 190,2 Os ОСМИЙ	77 192,2 Ir ИРИДИЙ	78 195,097 Pt ПЛАТИНА		
	IX	79 196,967 Au ЗОЛОТО	80 200,59 Hg РУТУТЬ	81 204,37 Tl ТАЛЛИЙ	82 207,19 Pb СВИНЕЦ	83 208,980 Bi ВИСМУТ	84 [209] Po ПОЛОНИЙ	85 [210] At АСТАТ			Rn ⁸⁶ [222] РАДОН		
7	X	87 [223] Fr ФРАНЦИЙ	88 [226] Ra РАДИЙ	89 [227] Ac** АКТИНИЙ	104 Ku КУРЧАТОВИЙ								
*ЛАНТАНОИДЫ													
58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce 140,12 ЦЕРИЙ	Pr 140,907 ПРАЗЕОДИМ	Nd 144,24 НЕОДИМ	Pm [145] ПРОМЕТИЙ	Sm 150,35 САМАРИЙ	Eu 151,96 ЕВРОПИЙ	Gd 157,25 ГАДОЛИНИЙ	Tb 158,924 ТЕРБИЙ	Dy 162,50 ДИСПРОЗИЙ	Ho 164,930 ГОЛЬМИЙ	Er 167,26 ЭРБИЙ	Tm 168,934 ТУЛИЙ	Yb 173,04 ИТТЕРБИЙ	Lu 174,97 ЛЮТЕЦИЙ
**АКТИНОИДЫ													
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th 232,038 ТОРИЙ	Pa [231] ПРОТАКТИНИЙ	U 238,03 УРАН	Np [237] НЕПТУНИЙ	Pu [244] ПЛУТОНИЙ	Am [243] АМЕРИЦИЙ	Cm [247] КЮРИЙ	Bk [247] БЕРКЛИЙ	Cf [251] КАЛИФОРНИЙ	Es [254] ЭЙНШТЕЙНИЙ	Fm [253] ФЕРМИЙ	Md [254] МЕНДЕЛЕЕВИЙ	[255]	Lr [257] ЛОУРЕНСИЙ

Структура периодической системы

- Наиболее распространёнными являются 3 формы таблицы Менделеева.
- В «сверхдлинном» варианте каждый период занимает ровно одну строчку.
- В «длинном» варианте лантаноиды и актиноиды вынесены из общей таблицы.
- В «короткой» форме записи, в дополнение к этому, четвёртый и последующие периоды занимают по 2 строчки.

«Короткая» таблица

Reihen	Gruppe I. — R ⁰	Gruppe II. — R ⁰	Gruppe III. — R ⁰ ³	Gruppe IV. RH ⁴ R ⁰ ⁴	Gruppe V. RH ⁵ R ⁰ ⁵	Gruppe VI. RH ⁶ R ⁰ ⁶	Gruppe VII. RH R ⁰ ⁷	Gruppe VIII. — R ⁰ ⁸
1	II=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	Se=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	—=100	Ru=104, Rh=104, Pd=106, Ag=108.
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	Cs=133	Ba=137	?Di=138	?Ce=140	—	—	—	— — — —
9	(—)	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	?Er=178	?La=180	Ta=182	W=184	—	Os=195, Ir=197, Pt=198, Au=199.
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	—	—	
12	—	—	—	Th=231	—	U=240	—	— — — —

Короткая форма
таблицы, содержащая
восемь групп элементов
была официально
отменена ИЮПАК
в 1989 году.

Значение периодической системы

Благодаря системе сложилось современное понятие о химическом элементе, были уточнены представления о простых веществах и соединениях.

Mg

12

МАГНИЙ

24,312

2
8
2

Mg (магний):

12 – номер хим. Элемента в ПСХЭ Менделеева (соответствует числу протонов и электронов);

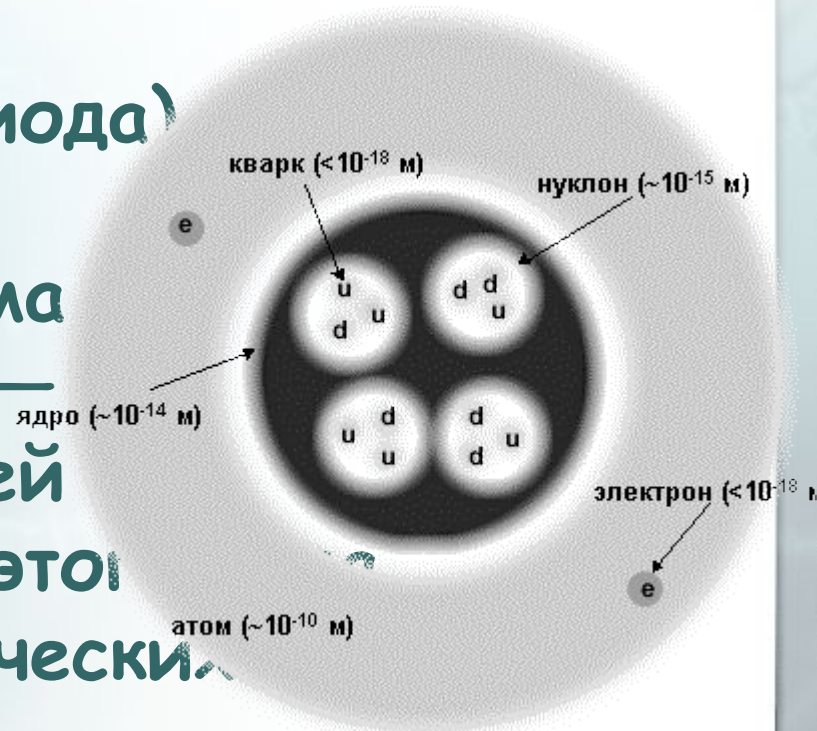
2 - число электронов на первом энергетическом уровне;

8 – на 2 энерг.уровне;

2 – число электронов на 3 энерг. уровне;

24, 312 – атомная масса хим. элемента.

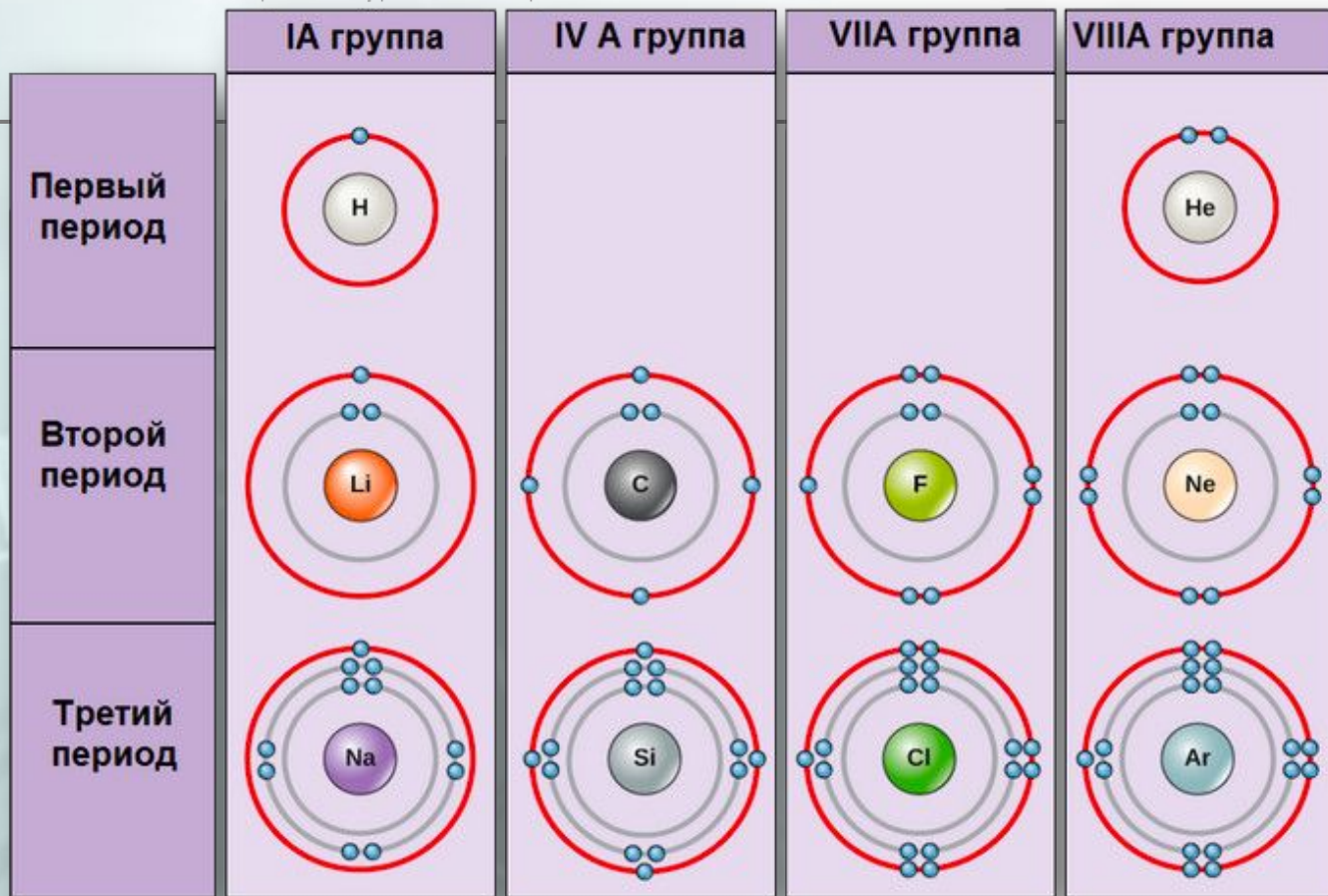
В ходе исследований атома методами физики было установлено, что порядковый номер элемента в таблице Менделеева (атомный номер) является мерой электрического заряда атомного ядра этого элемента, номер горизонтального ряда (периода) таблицы определяет число электронных оболочек атома номер вертикального ряда — квантовую структуру верхней оболочки, чему элементы это и обязаны сходством химическими свойствами.



Появление периодической системы открыло новую, подлинно научную эру в истории химии и ряде смежных наук — взамен разрозненных сведений об элементах и соединениях появилась стройная система, на основе которой стало возможным обобщать, делать выводы, предвидеть.



Различий в наполнении внешнего энергетического уровня электронами нет.



Номер группы периодической системы соответствует числу электронов на внешней электронной оболочке **атомов элементов этой группы**

Меняется размер атома - сверху вниз в группе радиусы атомов увеличиваются!

Периодический закон Д. И. Менделеева:
«свойства химических элементов, а также **формы и свойства** образуемых ими простых веществ и соединений находятся в периодической зависимости **от величины зарядов ядер их атомов**»

это означает:



в группе сверху вниз:

внешние электроны все слабее притягиваются к ядру атома;

возрастает способность атома отдавать электроны.

способность отдавать электроны = металлические свойства, т.е. закономерность изменения химических свойств элементов и их соединений в группах:



возрастают металлические свойства элементов

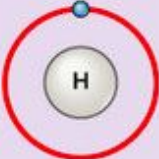
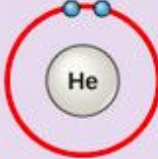
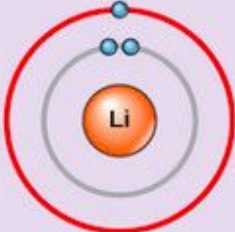
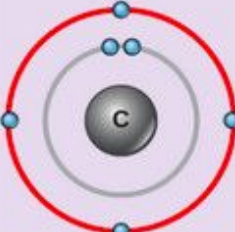
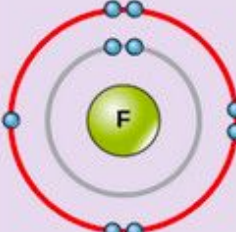
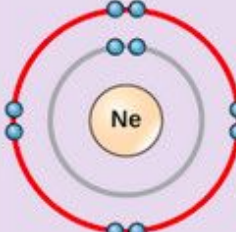
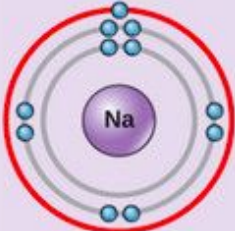
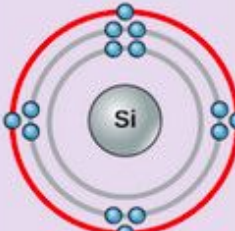
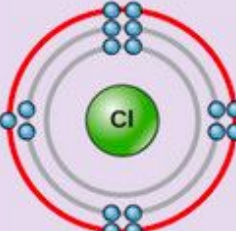
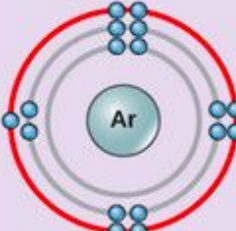


усиливаются основные свойства их соединений

Изменения свойств химических элементов и их соединений в периодах

Периоды	Ряды	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В																				
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII						
		а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	б		а						
1	1	H ВОДОРОД 1,008	1															He ГЕЛИЙ 4,003	2			
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				Ne НЕОН 20,179	10		
3	3	Na НАТРИЙ 22,99	11	Mg МАГНИЙ 24,312	12	Al АЛЮМИНИЙ 26,982	13	Si КРЕМНИЙ 28,086	14	P ФОСФОР 30,974	15	S СЕРА 32,064	16	Cl ХЛОР 35,453	17				Ar АРГОН 39,948	18		
4	4	K КАЛИЙ 39,102	19	Ca КАЛЬЦИЙ 40,08	20	Sc СКАНДИЙ 44,956	21	Ti ТИТАН 47,88	22	V ВАНАДИЙ 50,94	23	Cr ХРОМ 51,996	24	Mn МАРГАНЕЦ 54,938	25	Fe ЖЕЛЕЗО 55,849	26	Co КОБАЛЬТ 58,933	27	Ni НИКЕЛЬ 58,7	28	
	5	Cu МЕДЬ 63,546	29	Zn ЦИНК 65,37	30	Ga ГАЛЛИЙ 69,72	31	Ge ГЕРМАНИЙ 72,59	32	As АРСЕН 74,922	33	Se СЕЛЕН 78,96	34	Br БРОМ 79,904	35					Kr КРИПТОН 83,8	36	
5	6	Rb РУБИДИЙ 85,468	37	Sr СТРОНЦИЙ 87,62	38	Y ИТРИЙ 88,906	39	Zr ЦИРКОНИЙ 91,22	40	Nb НИОБИЙ 92,906	41	Mo МОЛИБДЕН 95,94	42	Tc ТЕХНЕЦИЙ 98	43	Ru РУТЕНИЙ 101,07	44	Rh РОДИЙ 102,906	45	Pd ПАЛЛАДИЙ 106,4	46	
	7	Ag СЕРЕБРО 107,868	47	Cd КАДМИЙ 112,4	48	In ИНДИЙ 114,82	49	Sn ОЛОВО 118,69	50	Sb СУРЬМА 121,75	51	Te ТЕЛЛУР 127,6	52	I ИОД 126,905	53					Xe КСЕНОН 131,3	54	
6	8	Cs ЦЕЗИЙ 132,905	55	Ba БАРИЙ 137,34	56	La ЛАНТАНОИДЫ 57-71	72	Hf ГАФНИЙ 178,49	73	Ta ТАНТАЛ 180,948	74	W ВОЛЬФРАМ 183,85	75	Re РЕНИЙ 186,207	76	Os ОСМИЙ 190,2	77	Ir ИРИДИЙ 192,22	78	Pt ПЛАТИНА 195,09		
	9	Au ЗОЛОТО 196,967	79	Hg РУТУТЬ 200,59	80	Tl ТАЛЛИЙ 204,37	81	Pb СВИНЕЦ 207,19	82	Bi ВИСМУТ 208,98	83	Po ПОЛОНИЙ [210]	84	At АСТАТ [210]	85					Rn РАДОН [222]	86	
7	10	Fr ФРАНЦИЙ [223]	87	Ra РАДИЙ [226]	88	Ac АКТИНОИДЫ 89-103	104	Rf РЕЗЕРФОРДИЙ [261]	105	Db ДУБИНИЙ [262]	106	Sg СИБЕРГИЙ [266]	107	Bh БОРИЙ [264]	108	Hn ХАНИЙ [271]	109	Mt МЕЙТТЕРИЙ [273]	110			



	IA группа	IV A группа	VIIA группа	VIIIA группа
Первый период				
Второй период				
Третий период				

Номер периода (горизонтального ряда периодической таблицы) совпадает с номером высшей занятой электронной орбитали.

в периоде слева направо другая картина:

радиусы атомов
уменьшаются;

количество электронов на внешнем
слое при этом увеличивается;

электроотрицательность элементов =
неметаллические свойства увеличивается
закономерности изменения химических свойств
элементов и их соединений в периодах:

возрастают неметаллические
свойства элементов,
электроотрицательность;

усиливаются
кислотные свойства их
соединений

уменьшение радиуса

I II III IV V VI VII VIII

H							He
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

увеличение радиуса

В ИТОГЕ

С увеличением заряда ядра атомов наблюдается постепенное закономерное изменение свойств элементов и их соединений от металлических к типично неметаллическим,

что связано с увеличением числа электронов на внешнем энергетическом уровне.

← Восстановительные и металлические свойства

→ Окислительные и неметаллические свойства

Восстановительные и
металлические свойства

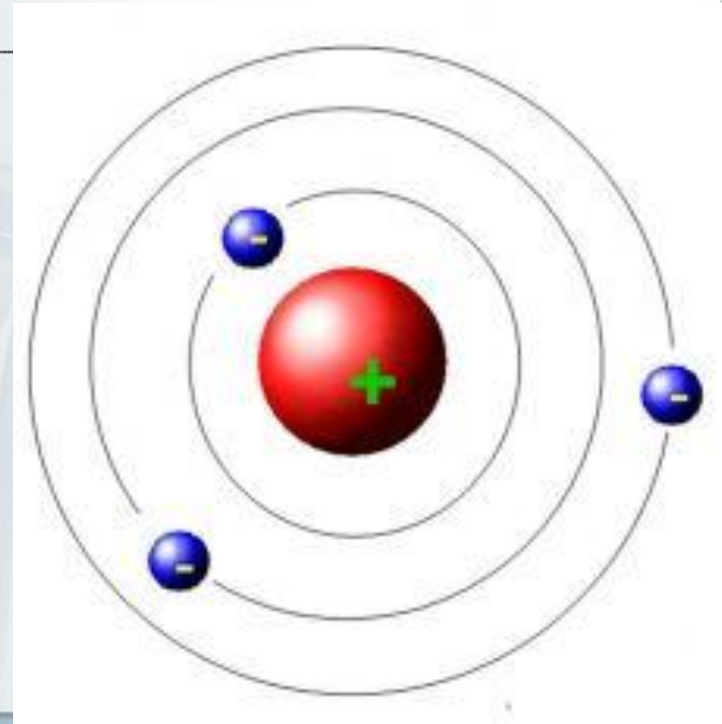


Есть еще элементы, которые образуют так называемые амфотерные соединения.

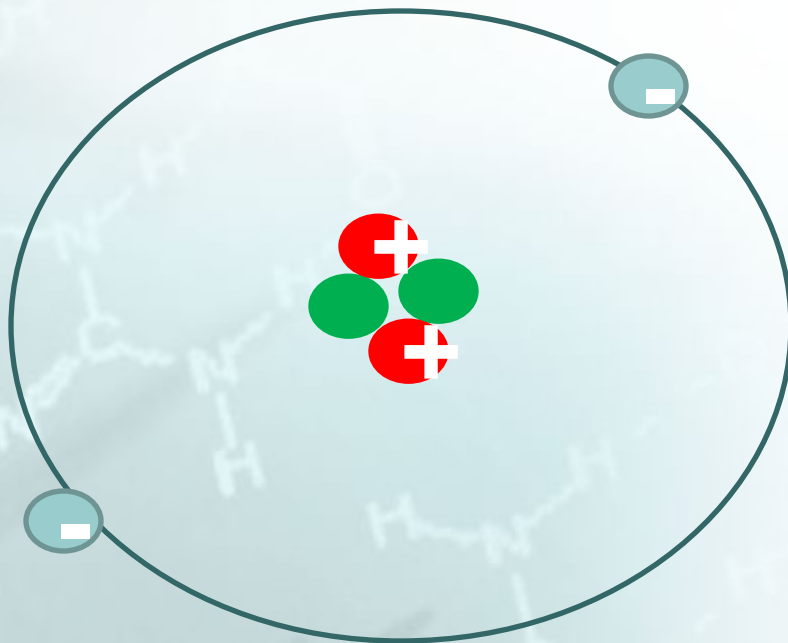
Они проявляют как металлические, так и неметаллические свойства.

Zn Cr Al Sn Pb
Mn Fe Be

Атом – электронейтральная система взаимодействующих элементарных частиц, состоящего из ядра (образованного протонами и нейтронами) и электронов.



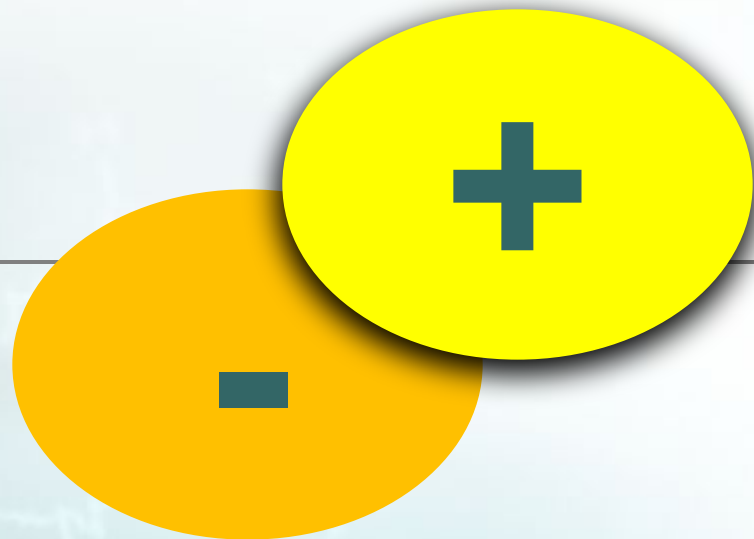
Модель строения атома



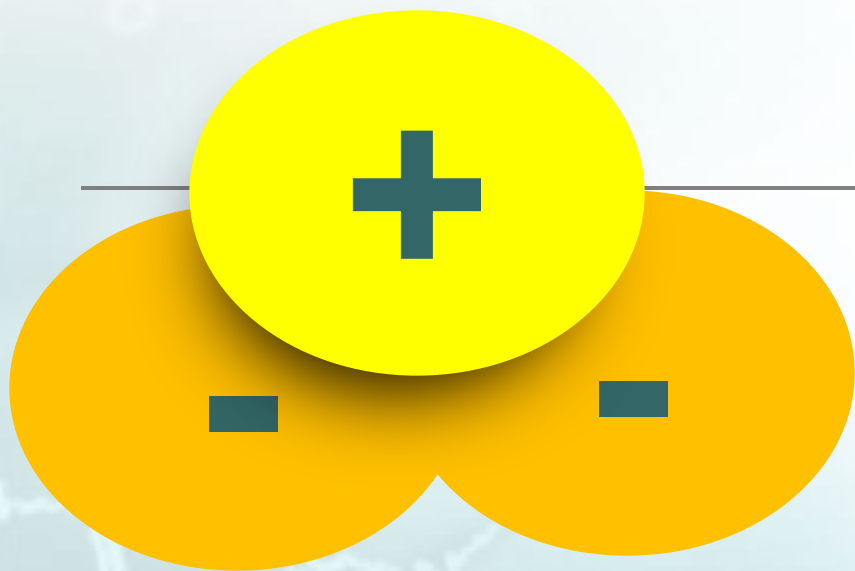
Изотопы – это разновидности атомов одного и того же хим. элемента, имеющие одинаковое число протонов но разное число нейтронов.

1H — протий (H)



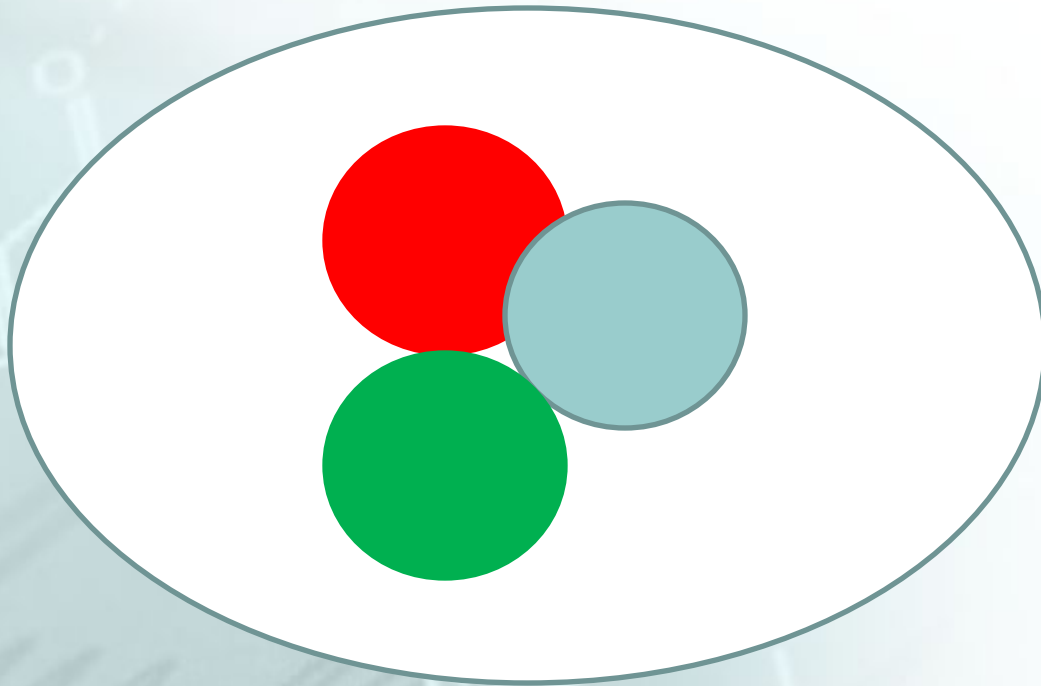


2H — дейтерий (D)

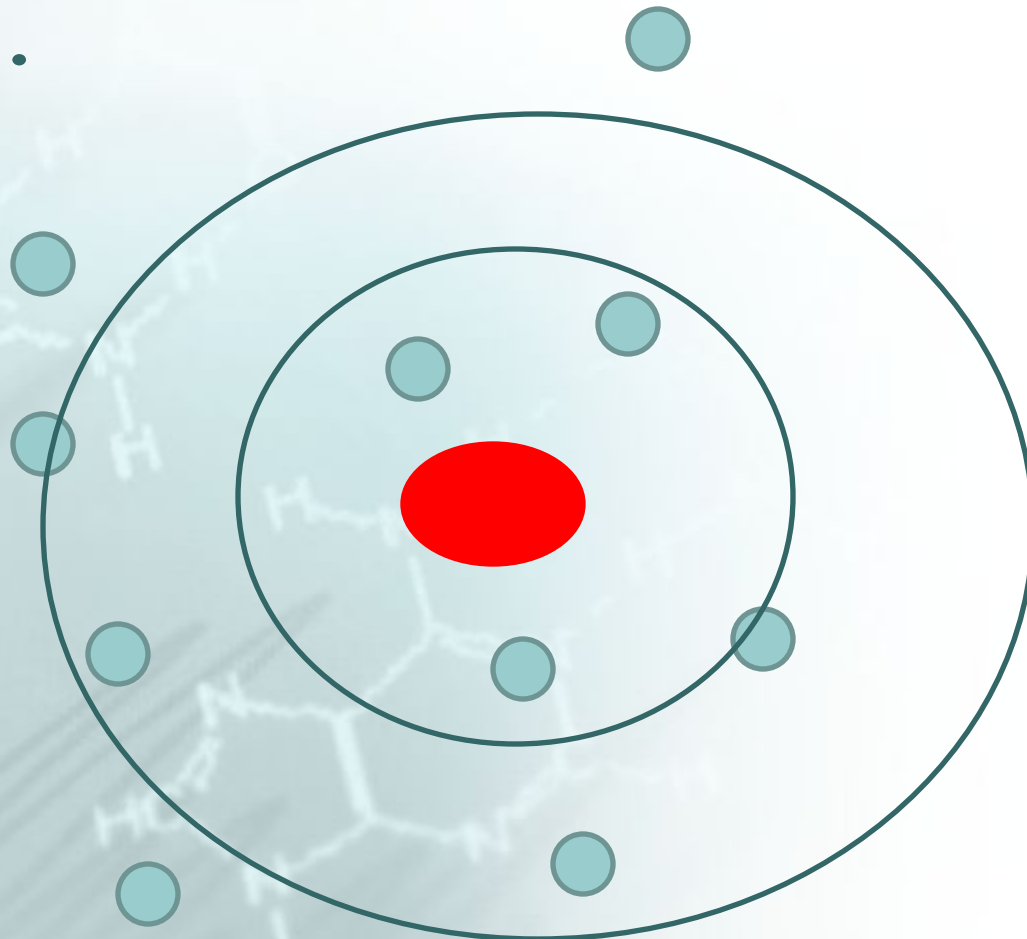


3H — тритий
(радиоактивен) (T).

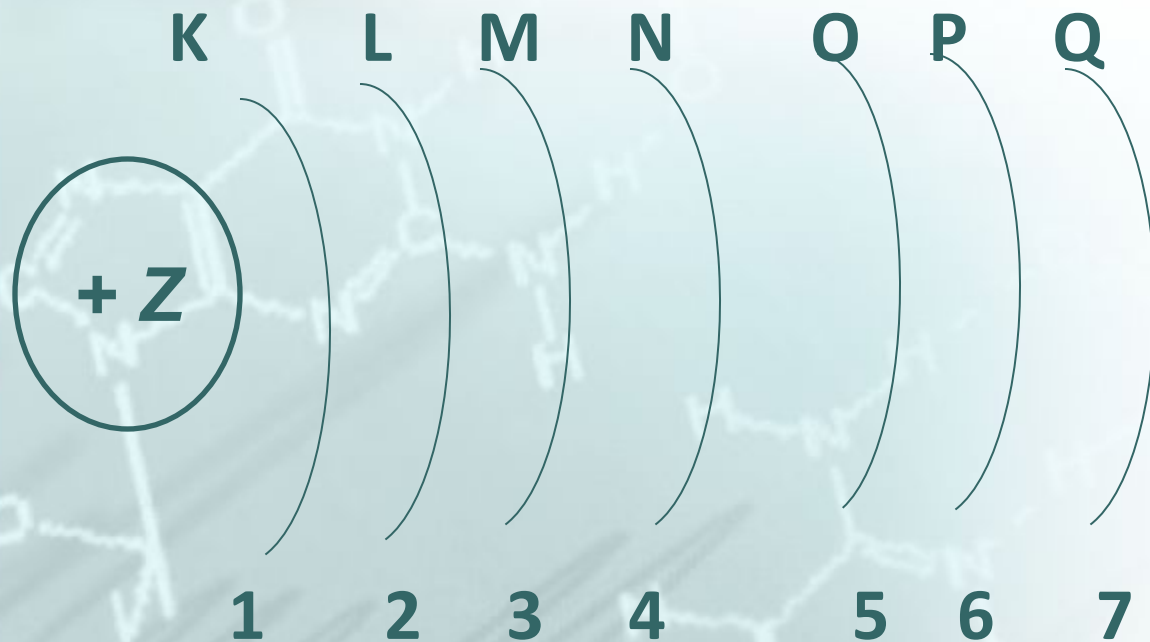
Химический элемент – это вид атомов с одинаковым положительным зарядом ядра.



Электронное облако - пространство вокруг атомного ядра, в котором наиболее вероятно нахождение электрона.



Электроны, обладающие близкими значениями энергиями, образуют единый электронный слой.



В пределах одного и того же периода металлические свойства ослабевают, а неметаллические усиливаются, так как:

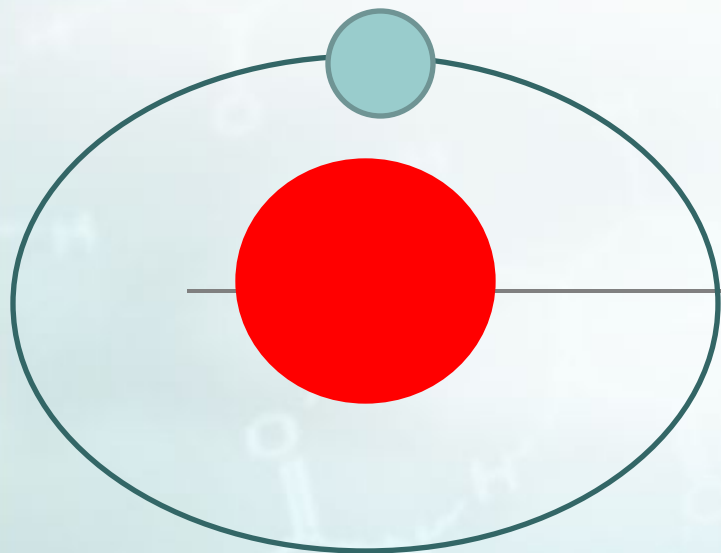
а) увеличиваются заряды атомных ядер элементов;

б) увеличивается число электронов на внешнем энергетическом уровне атомов;

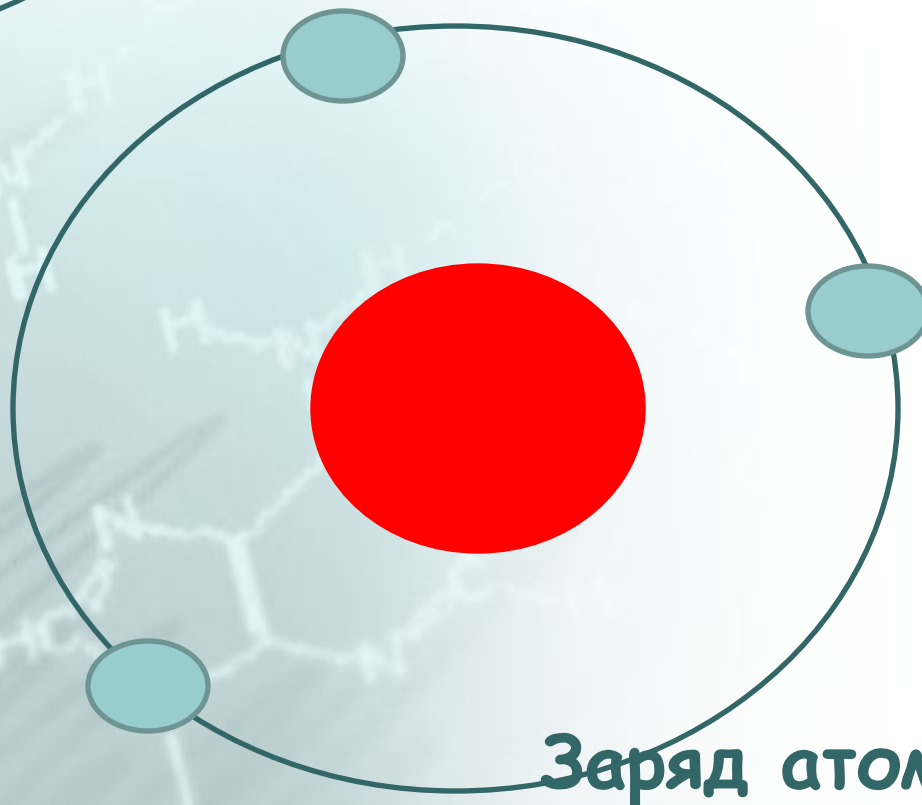
в) число энергетических уровней в атомах элементов не изменяется;

г) радиус атомов уменьшается.

(оба элемента
располагаются в
первом периоде)



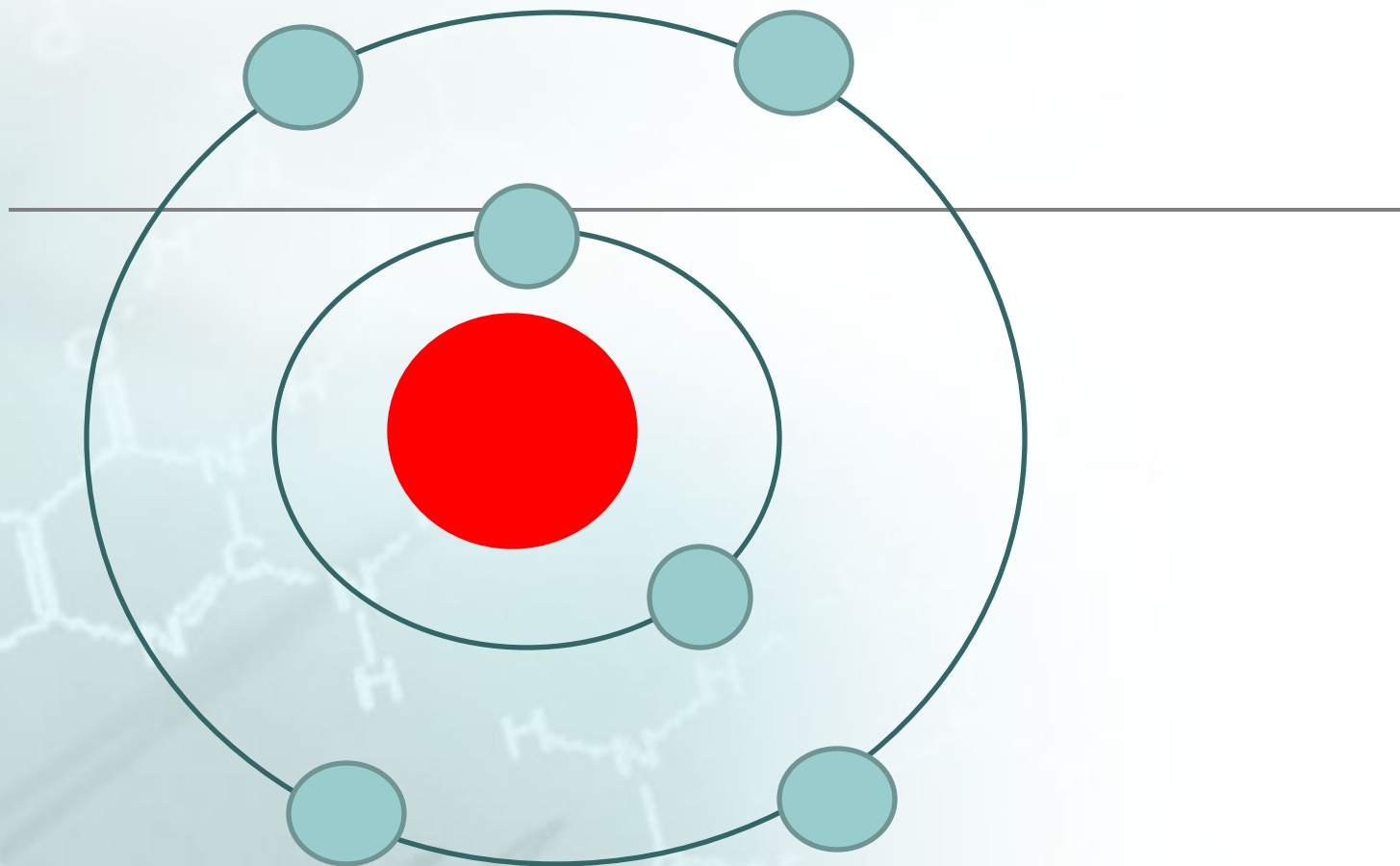
Заряд атома
водорода



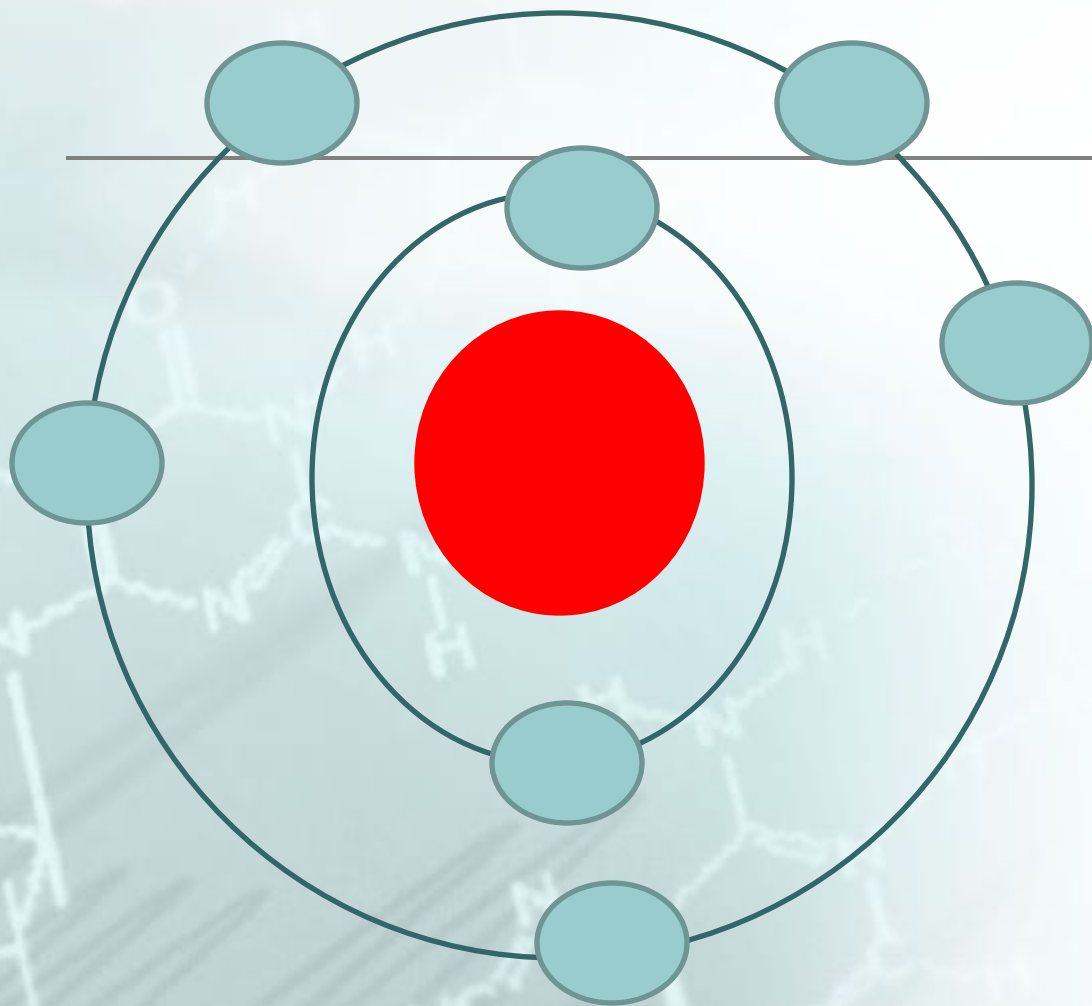
Заряд атома лития

В пределах одной и той же группы (в главной подгруппе) металлические свойства усиливаются, а неметаллические ослабевают, так как:

- а) увеличиваются заряды атомных ядер элементов;
- б) число электронов на внешнем энергетическом уровне не изменяется;
- в) увеличивается число энергетических уровней в атомах;
- г) увеличивается радиус атомов.



Заряд атома углерода



Заряд атома азота

Элементы неметаллов

Неметаллы — химические элементы с типично неметаллическими свойствами, которые занимают правый верхний угол Периодической системы.

Расположение их в главных подгруппах соответствующих периодов следующее: Кроме того, к неметаллам относят также водород и гелий.

Элементы неметаллов

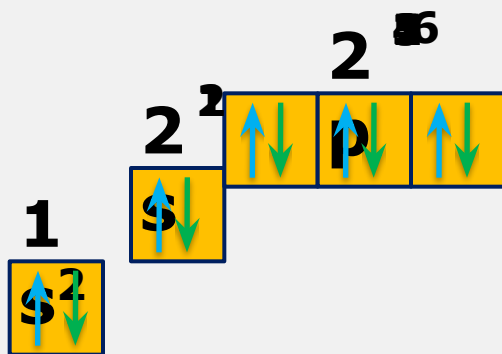
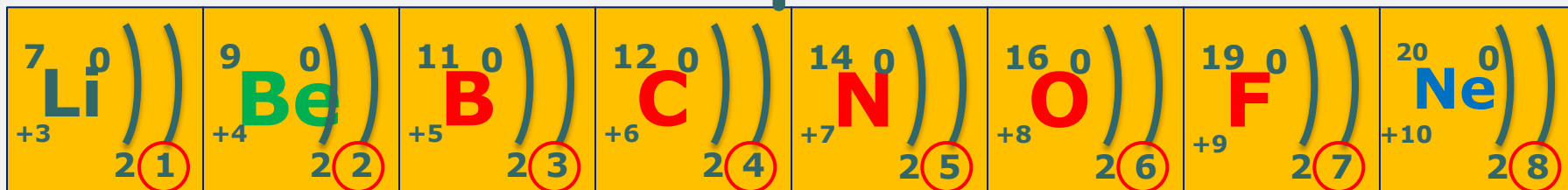
Характерной особенностью неметаллов является большее число электронов на внешнем энергетическом уровне их атомов.

Неметаллы имеют высокие значения сродства к электрону, большую электроотрицательность и высокий окислительно-восстановительный потенциал.

Периодическое изменение свойств элементов

I. В периодах слева направо:

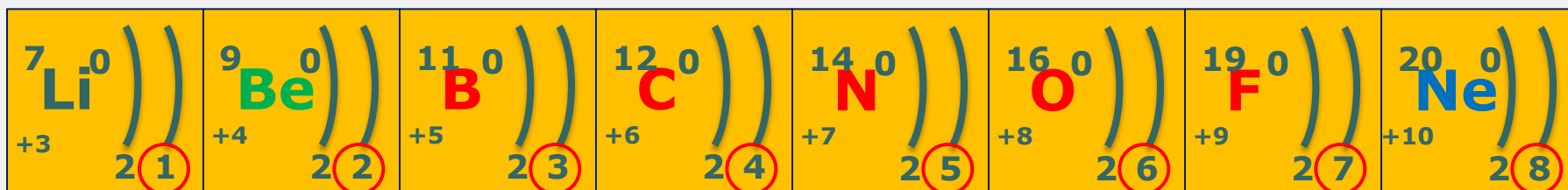
Элементы 2 периода



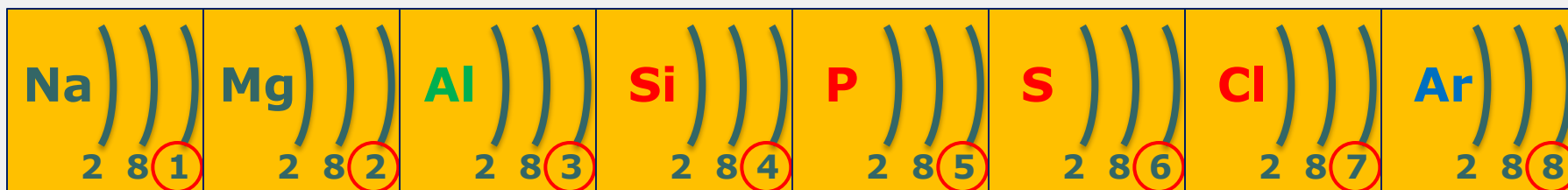
Периодическое изменение свойств элементов

I. В периодах слева направо:

Элементы 2 периода



Элементы 3 периода



Элементы металлов

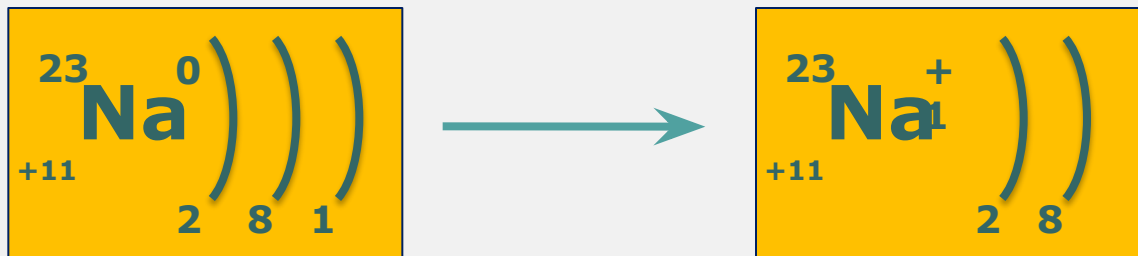
По своему электронному строению металлы делятся на s-, p-, d- и f-металлы.

s-металлы расположены в 1 и 2 группах Периодической системы химических элементов, p-металлы - в 13, 14, 15, 16 группах.

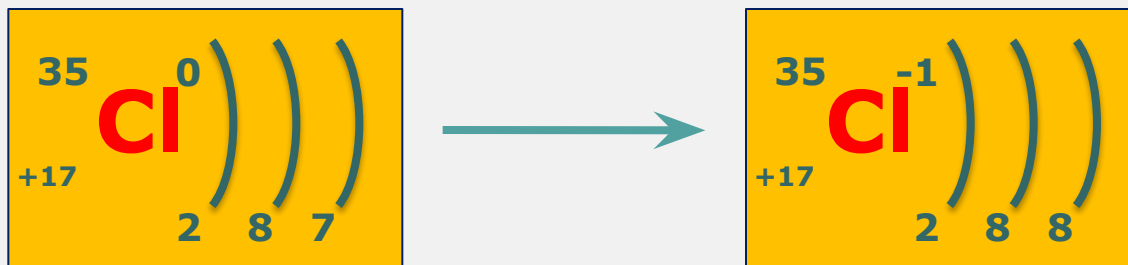
В группах s- и p-металлов число электронов на внешнем энергетическом уровне не изменяется, радиус атома увеличивается, электроотрицательность уменьшается, восстановительные свойства усиливаются, металлические свойства усиливаются.

Периодическое изменение свойств элементов

Металлические свойства - это способность атомов отщеплять внешние (валентные) электроны.



Неметаллические свойства - это способность атомов притягивать электроны на внешнюю электронную оболочку.



Периодическое изменение

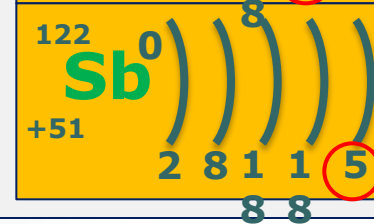
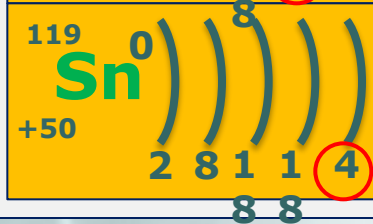
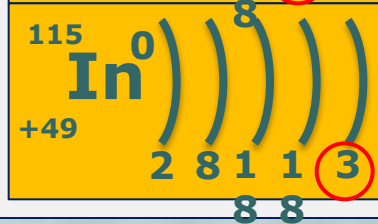
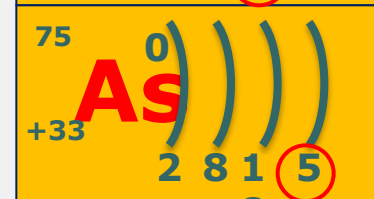
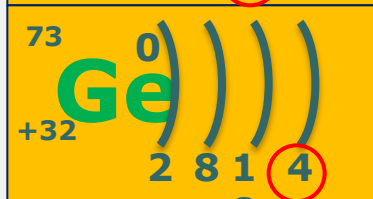
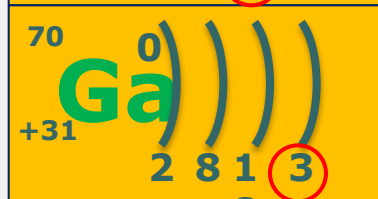
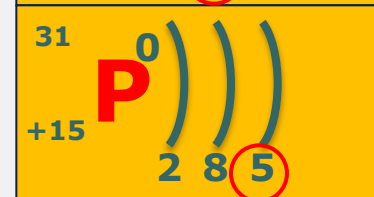
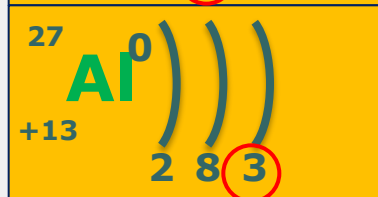
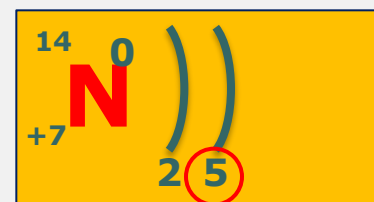
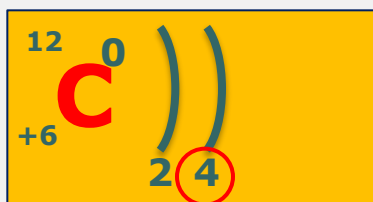
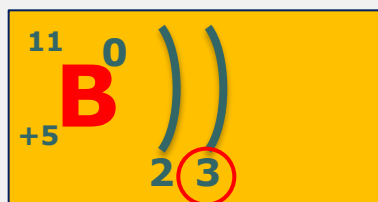
СВОЙСТВ ЭЛЕМЕНТОВ

II. В группах сверху вниз:

Элементы III A группы

Элементы IV A группы

Элементы V A группы

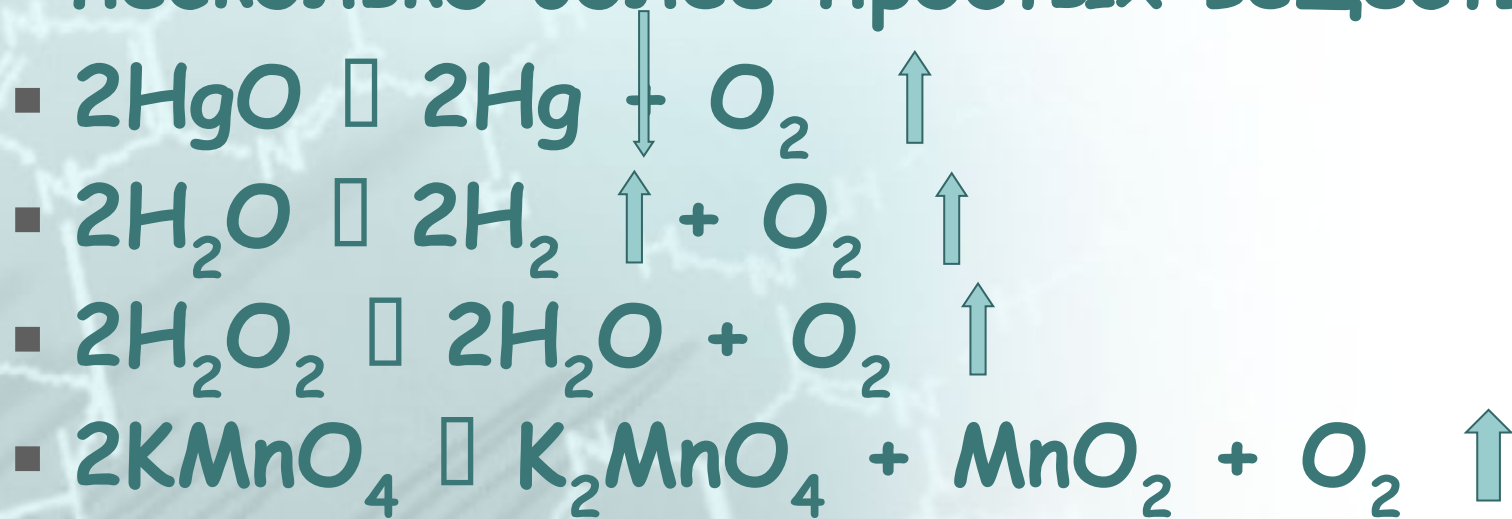


Типы химических реакций

Классификационный
признак – число и состав
исходных веществ и
продуктов реакции

Реакции разложения

- Хим. реакции когда из одного исходного вещества образуется несколько более простых веществ.



Катализаторы

- Вещества, изменяющие скорость химической реакции, но по окончании их остающиеся качественно и количественно неизменёнными
- **ФЕРМЕНТЫ** – биологические катализаторы белковой природы

Классификация химических реакций по признаку наличие или отсутствие катализатора

- Реакции, протекающие с участием катализатора, называются каталитическими.
- Реакции, протекающие без участия катализатора, называются некаталитическими
- Реакции, протекающие с участием ферментов, называются ферментативными

Реакции соединения

- Химические реакции, в результате которых из нескольких исходных веществ образуется одно сложное (продукт реакции)
- $P \rightarrow P_2O_5 \rightarrow H_3PO_4$
- 1). $4P + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$
- 2). $P_2O_5 + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$
- Реакции протекающие только в одном направлении называются необратимыми

Реакции соединения

- $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$
- Химические реакции, которые протекают одновременно в двух противоположных направлениях – прямом и обратном, называются обратимыми.

Реакции замещения

- $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$
- $2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$
- $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$
- Реакции, в результате которых атомы простого вещества замещают атомы из химических элементов в сложном веществе, называются реакциями замещения

Вытеснительный ряд Бекетова (ряд активности (напряжений) металлов)

- Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Co, Sn, Pb (H₂) Cu, Hg, Ag, Au, Pt.
- По своей способности вытеснять водород из растворов кислот русский химик Н.Н.Бекетов расположил все металлы в порядке убывания их химической активности (слева направо)

Реакции обмена

- $2\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$
- $2\text{NaI} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{PbI}_2 \downarrow + 2\text{NaNO}_3$
- Реакции, в результате которых два сложных вещества обмениваются своими составными частями

Реакции обмена

- Протекают в растворах до конца, если в продуктах реакции образуется:
 - А) вещество выпадающее в осадок;
 - Б) газообразное вещество;
 - В) вода.
- $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
- $\text{NaOH} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Реакции обмена

- H^+ - среда кислая
- OH^- - среда щелочная
- $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ - среда нейтральная
- $\text{NaOH} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- Реакция обмена между кислотой и основанием называют реакцией нейтрализации

Контрольная работа

- Расположить элементы в порядке возрастания металлических свойств. Объяснить, как изменяются свойства в периодах и группах.

а) Be; O; B; C;

б) Ba; Be; Ca; Mg

- Расположить элементы в порядке возрастания неметаллических свойств. Объяснить, как изменяются свойства в периодах и группах.

а) Al ; Na; P; C ;

б) Pb; Si; C; Sn