



## Лекция 3

Периодический закон и  
периодическая система элементов Д.И. Менделеева

# Открытие Периодического закона

Открытие периодического закона предшествовало накоплению знаний о веществах и свойствах. По мере открытия новых химических элементов, изучения состава и свойств их соединений появлялись первые попытки классифицировать элементы по каким-либо признакам. В общей сложности до Д.И. Менделеева было предпринято более 50 попыток классификации химических элементов. Ни одна из попыток не привела к созданию системы, отражающей взаимосвязь элементов, выявляющей природу их сходства и различия, имеющей предсказательный характер.



В основу своей работы по классификации химических элементов Д.И. Менделеев положил два их основных и постоянных признака: величину атомной массы и свойства образованных химическими элементами веществ. Он выписал на карточки все известные сведения об открытых и изученных в то время химических элементах и их соединениях. Сопоставляя эти сведения, учёный составил естественные группы сходных по свойствам элементов. При этом он обнаружил, что свойства элементов в некоторых пределах *изменяются линейно* (монотонно усиливаются или ослабевают), затем после резкого скачка *повторяются периодически*, т.е. через определённое число элементов встречаются сходные.

# Первый вариант Периодической таблицы

ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ,

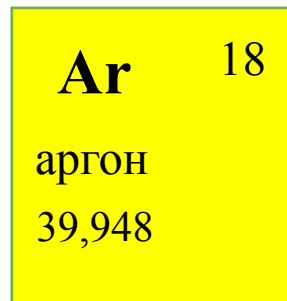
ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.

		Tl=50	Zr=90	?=180.	
		V=51	Nb=94	Ta=182.	
		Cr=52	Mo=98	W=186.	
		Mn=55	Rh=104,4	Pt=197,4	
		Fe=56	Ru=104,4	Ir=198.	
		Ni=Co=59	Pt=106,4	Os=199.	
		Cu=63,4	Ag=108	Hg=200.	
H=1			Cd=112		
Be=9,4	Mg=24	Zn=65,2	U=116	Au=197?	
B=11	Al=27,4	?=68	Sn=118		
C=12	Si=28	?=70	Sb=122	Bi=210?	
N=14	P=31	As=75	Te=128?		
O=16	S=32	Se=79,4	I=127		
F=19	Cl=35,5	Br=80	Cs=133	Tl=204.	
Li=7	Na=23	K=39	Rb=85,4	Ba=137	Pb=207.
		Ca=40	Sr=87,4		
		?=45	Ce=92		
		?Er=56	La=94		
		?Yt=60	Di=96		
		?In=75,4	Th=118?		

На основании своих наблюдений 1 марта 1869 г. Д.И. Менделеев сформулировал периодический закон, который в начальной своей формулировке звучал так: *свойства простых тел, а также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от величин атомных весов элементов*

# Периодическая таблица Д.И. Менделеева

Уязвимым моментом периодического закона сразу после его открытия было объяснение причины периодического повторения свойств элементов с увеличением относительной атомной массы их атомов. Более того, несколько пар элементов расположены в Периодической системе с нарушением увеличения атомной массы. Например, аргон с относительной атомной массой 39,948 занимает 18-е место, а калий с относительной атомной массой 39,102 имеет порядковый номер 19.



# Периодический закон Д.И. Менделеева

Только с открытием строения атомного ядра и установлением физического смысла порядкового номера элемента стало понятно, что в Периодической системе расположены *в порядке увеличения положительного заряда их атомных ядер*. С этой точки зрения никакого нарушения в последовательности элементов  $_{18}\text{Ar} - _{19}\text{K}$ ,  $_{27}\text{Co} - _{28}\text{Ni}$ ,  $_{52}\text{Te} - _{53}\text{I}$ ,  $_{90}\text{Th} - _{91}\text{Pa}$  не существует. Следовательно, современная трактовка Периодического закона звучит следующим образом:

*Свойства химических элементов и образуемых ими соединений находятся в периодической зависимости от величины заряда их атомных ядер.*

# Периодическая таблица химических элементов

Открытый Д. И. Менделеевым закон и построенная на основе закона периодическая система элементов - это важнейшее достижение химической науки.

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА [www.calc.ru](http://www.calc.ru)



Д.И. Менделеев  
1834–1907

СИМВОЛ ЭЛЕМЕНТА: Rb  
ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР: 37  
НАЗВАНИЕ ЭЛЕМЕНТА: РУБИДИЙ  
ОТНОСИТЕЛЬНАЯ АТОМНАЯ МАССА: 85,468

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ ПО СЛОЯМ

- s-элементы
- p-элементы
- d-элементы
- f-элементы


Периоды	Ряды	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ																Энергетический уровень
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		VIII		VIII		a			
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a
1	1	<b>H</b> 1.008 ВОДОРОД																<b>He</b> 4.003 ГЕЛИЙ
2	2	<b>Li</b> 6.941 ЛИТИЙ	<b>Be</b> 9.0122 БЕРИЛЛИЙ	<b>B</b> 10.811 БОР	<b>C</b> 12.011 УГЛЕРОД	<b>N</b> 14.007 АЗОТ	<b>O</b> 15.999 КИСЛОРОД	<b>F</b> 18.998 ФТОР	<b>Ne</b> 20.179 НЕОН									<b>Ne</b> 20.179 НЕОН
3	3	<b>Na</b> 22.99 НАТРИЙ	<b>Mg</b> 24.312 МАГНИЙ	<b>Al</b> 26.982 АЛЮМИНИЙ	<b>Si</b> 28.086 КРЕМНИЙ	<b>P</b> 30.974 ФОСФОР	<b>S</b> 32.064 СЕРА	<b>Cl</b> 35.453 ХЛОР	<b>Ar</b> 39.948 АРГОН									<b>Ar</b> 39.948 АРГОН
4	4	<b>K</b> 39.102 КАЛИЙ	<b>Ca</b> 40.08 КАЛЬЦИЙ	<b>Sc</b> 44.956 СКАНДИЙ	<b>Ti</b> 47.88 ТИТАН	<b>V</b> 50.941 ВАНАДИЙ	<b>Cr</b> 51.996 ХРОМ	<b>Mn</b> 54.938 МАРГАНЕЦ	<b>Fe</b> 55.849 ЖЕЛЕЗО	<b>Co</b> 58.933 КОБАЛЬТ	<b>Ni</b> 58.7 НИКЕЛЬ							<b>Kr</b> 83.8 КРИПТОН
	5	<b>Cu</b> 63.546 МЕДЬ	<b>Zn</b> 65.37 ЦИНК	<b>Ga</b> 69.72 ГАЛЛИЙ	<b>Ge</b> 72.59 ГЕРМАНИЙ	<b>As</b> 74.922 АРСЕН	<b>Se</b> 78.96 СЕЛЕН	<b>Br</b> 79.904 БРОМ	<b>Kr</b> 83.8 КРИПТОН									
5	6	<b>Rb</b> 85.468 РУБИДИЙ	<b>Sr</b> 87.62 СТРОНЦИЙ	<b>Y</b> 88.906 ИТРИЙ	<b>Zr</b> 91.22 ЦИРКОНИЙ	<b>Nb</b> 92.906 НИОБИЙ	<b>Mo</b> 95.94 МОЛИБДЕН	<b>Tc</b> [99] ТЕХНЕЦИЙ	<b>Ru</b> 101.07 РУТЕНИЙ	<b>Rh</b> 102.906 РОДИЙ	<b>Pd</b> 106.4 ПАЛЛАДИЙ							<b>Xe</b> 131.3 КСЕНОН
	7	<b>Ag</b> 107.868 СЕРЕБРО	<b>Cd</b> 112.41 КАДМИЙ	<b>In</b> 114.82 ИНДИЙ	<b>Sn</b> 118.69 ОЛОВО	<b>Sb</b> 121.75 СВЫНЦА	<b>Te</b> 127.6 ТЕЛЛУР	<b>I</b> 126.905 ИОД	<b>Xe</b> 131.3 КСЕНОН									
6	8	<b>Cs</b> 132.905 ЦЕЗИЙ	<b>Ba</b> 137.34 БАРИЙ	<b>71-71</b> ЛАНТАНОИДЫ	<b>Hf</b> 178.49 ГАФИЙ	<b>Ta</b> 180.948 ТАНТАЛ	<b>W</b> 183.85 ВОЛЬФРАМ	<b>Re</b> 186.207 РЕНИЙ	<b>Os</b> 190.2 ОСМИЙ	<b>Ir</b> 192.22 ИРИДИЙ	<b>Pt</b> 195.09 ПЛАТИНА							<b>Rn</b> [222] РАДОН
	9	<b>Au</b> 196.967 ЗОЛОТО	<b>Hg</b> 200.59 РУТУТ	<b>81</b> ТАЛЛИЙ	<b>Pb</b> 207.19 СВИНЕЦ	<b>Bi</b> 208.98 ВИСМУТ	<b>Po</b> [210] ПОЛОНИЙ	<b>At</b> [210] АСТАТ	<b>Rn</b> [222] РАДОН									
7	10	<b>Fr</b> [223] ФРАНЦИЙ	<b>Ra</b> [226] РАДИЙ	<b>89-103</b> АКТИНОИДЫ	<b>Rf</b> [261] РЕЗЕРФОРДИЙ	<b>Db</b> [262] ДУБИНИЙ	<b>Sg</b> [263] СИБОРИЙ	<b>Bh</b> [262] БОРИЙ	<b>Hn</b> [285] ХАНИЙ	<b>Mt</b> [288] МЕЙТНЕРИЙ	<b>110</b> [289] [289]							
		ВЫСШИЕ ОКСИДЫ	R <sub>2</sub> O	RO	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	RO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	RO <sub>4</sub>								
		ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ			RH <sub>4</sub>	RH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> R	HR										
ЛАНТАНОИДЫ																		
		<b>57 La</b> 138.905 ЛАНТАН	<b>58 Ce</b> 140.12 ЦЕРИЙ	<b>59 Pr</b> 140.908 ПРАЗЕОДИМ	<b>60 Nd</b> 144.24 НЕОДИМ	<b>61 Pm</b> [145] ПРОМЕТИЙ	<b>62 Sm</b> 150.4 САМАРИЙ	<b>63 Eu</b> 151.96 ЕВРОПИЙ	<b>64 Gd</b> 157.25 ГАДОЛИНИЙ	<b>65 Tb</b> 158.925 ТЕРБИЙ	<b>66 Dy</b> 162.5 ДИСПРОЗИЙ	<b>67 Ho</b> 164.93 ГОЛЬМИЙ	<b>68 Er</b> 167.26 ЭРБИЙ	<b>69 Tm</b> 168.934 ТУЛИЙ	<b>70 Yb</b> 173.04 ИТТЕРБИЙ	<b>71 Lu</b> 174.97 ЛУТЕЦИЙ		
АКТИНОИДЫ																		
		<b>89 Ac</b> [227] АКТИНИЙ	<b>90 Th</b> 232.038 ТОРИЙ	<b>91 Pa</b> [231] ПРОТАКТИНИЙ	<b>92 U</b> 238.029 УРАН	<b>93 Np</b> [237] НЕПУТУНИЙ	<b>94 Pu</b> [244] ПУТОНИЙ	<b>95 Am</b> [243] АМЕРИЦИЙ	<b>96 Cm</b> [247] КОРИЙ	<b>97 Bk</b> [247] БЕРКЛИЙ	<b>98 Cf</b> [251] КАЛИФОРНИЙ	<b>99 Es</b> [254] ЭЙНШТЕЙНИЙ	<b>100 Fm</b> [257] ФЕРМИЙ	<b>101 Md</b> [258] МЕНДЕЛЕВИЙ	<b>102 No</b> [259] НОБЕЛИЙ	<b>103 Lr</b> [260] ЛОУРЕНСИЙ		

**Периоды** - горизонтальные ряды химических элементов, всего 7 периодов. Периоды делятся на малые (I,II,III) и большие (IV,V,VI), VII-незаконченный.

Каждый период (за исключением первого) начинается типичным металлом (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) и заканчивается благородным газом (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn), которому предшествует типичный неметалл.

**ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА**

www.calc.ru



Д.И. Менделеев  
1834 - 1907

Периоды	Ряды	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В																Энергетические уровни		
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII			a	
		a	б	a	б	a	б	a	б	a	б	a	б	б	а					
1	1	<b>H</b> водород 1,008	1															<b>He</b> ГЕЛИЙ 4,003	2	К
2	2	<b>Li</b> ЛИТИЙ 6,941	3	<b>Be</b> БЕРИЛЛИЙ 9,0122	4	<b>B</b> БОР 10,811	5	<b>C</b> УГЛЕРОД 12,011	6	<b>N</b> АЗОТ 14,007	7	<b>O</b> КИСЛОРОД 15,999	8	<b>F</b> ФТОР 18,998	9			<b>Ne</b> НЕОН 20,179	10	Л
3	3	<b>Na</b> НАТРИЙ 22,99	11	<b>Mg</b> МАГНИЙ 24,312	12	<b>Al</b> АЛЮМИНИЙ 26,092	13	<b>Si</b> КРЕМНИЙ 28,086	14	<b>P</b> ФОСФОР 30,974	15	<b>S</b> СЕРА 32,064	16	<b>Cl</b> ХЛОР 35,453	17			<b>Ar</b> АРГОН 39,948	18	М



**Группы** - вертикальные столбцы элементов с одинаковым числом электронов на внешнем электронном уровне, равным номеру группы.

Различают главные (А) и побочные подгруппы (Б).

**Главные** подгруппы состоят из элементов малых и больших периодов. **Побочные** подгруппы состоят из элементов только больших периодов.

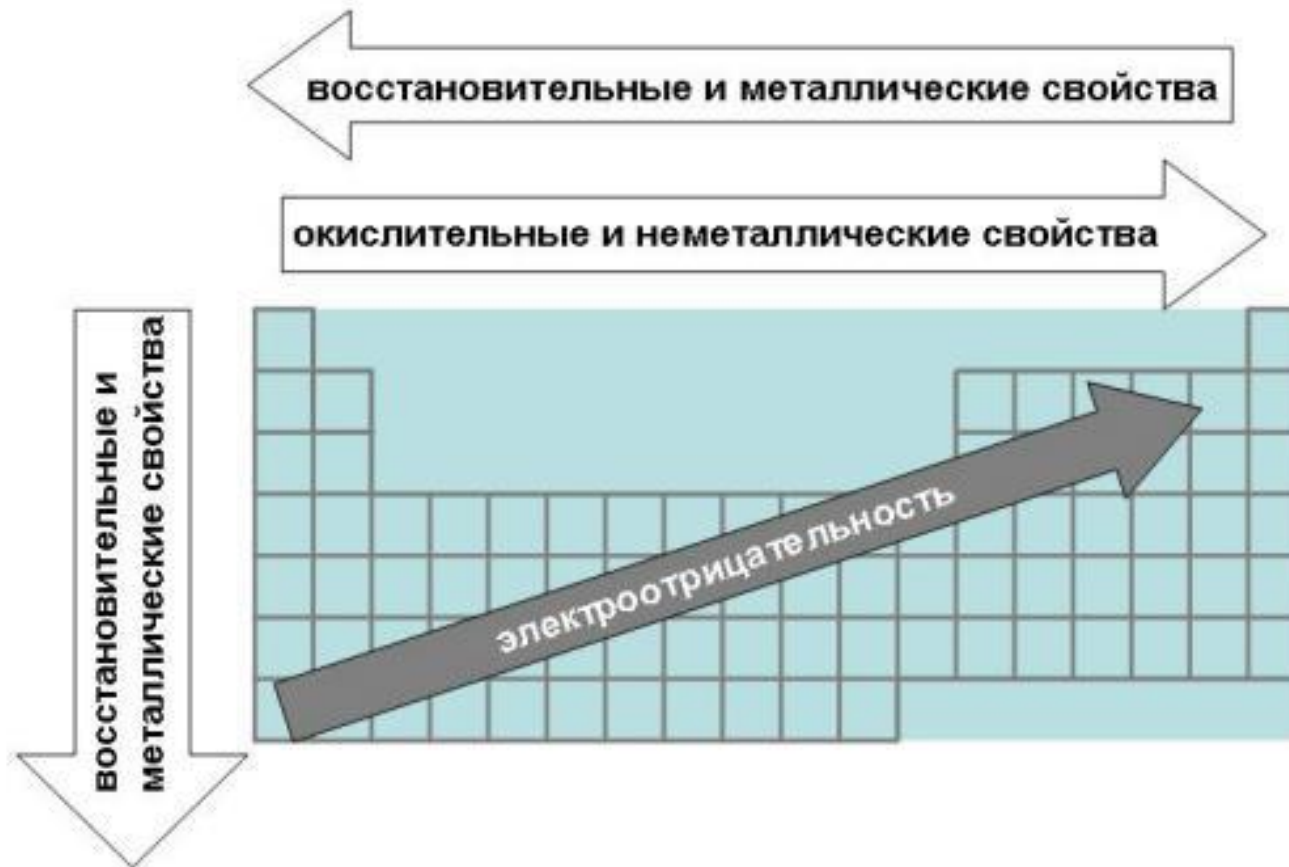
Г Р У П П ы															
II		III		IV											
а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
Be БЕРИЛЛИЙ 9,0122	4	B БОР 10,811	5	C УГЛЕРОД 12,011	6	N АЗОТ 14,007									
Mg МАГНИЙ 24,312	12	Al АЛЮМИНИЙ 26,982	13	Si КРЕМНИЙ 28,086	14	P ФОСФОР 30,974									
Ca КАЛЬЦИЙ 40,08	20	Sc СКАНДИЙ 44,956	21	Ti ТИТАН 47,88	22	V ВАНАДИЙ 50,94	23								
Zn ЦИНК 65,37	30	Ga ГАЛЛИЙ 69,72	31	Ge ГЕРМАНИЙ 72,59	32	As АРСЕН 74,92									
Sr СТРОНЦИЙ 87,62	38	Y ИТРИЙ 88,906	39	Zr ЦИРКОНИЙ 91,22	40	Nb НИОБИЙ 92,91	41								
Cd КАДМИЙ 112,41	48	In ИНДИЙ 114,82	49	Sn ОЛОВО 118,69	50	Sb СУРЬ 121,76									
Ba БАРИЙ 137,34	56	57-71 ЛАНТАНОИДЫ			72	Hf ГАФНИЙ 178,49	73								
Hg РУТУТЬ 200,59	80	Tl ТАЛЛИЙ 204,37	81	Pb СВИНЕЦ 207,19	82	Bi ВИСМУТ 208,98									
Ra РАДИЙ [226]	88	89-103 АКТИНОИДЫ			104	Rf РЕЗЕРФОРДИЙ [261]	105								
RO		R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		RO <sub>2</sub>		R <sub>2</sub> O <sub>5</sub>									
				RH <sub>4</sub>											
Л А Н Т															
Pr ПРОМЕТИЙ 140,908	60	Nd НЕОДИМ 144,24	61	Pm ПРОМЕТИЙ [145]	62	Sm САМАРИЙ 150,4	63	Eu ЕВРОПИЙ 151,96							
А К Т															
Pa ПРОТАКТИНИЙ [231]	91	U УРАН 238,03	92	Np НЕПТУНИЙ [237]	93	Pu ПЛУТОНИЙ [244]	94	Am АМЕРИЦИЙ [243]	95						

# Окислительно-восстановительные свойства

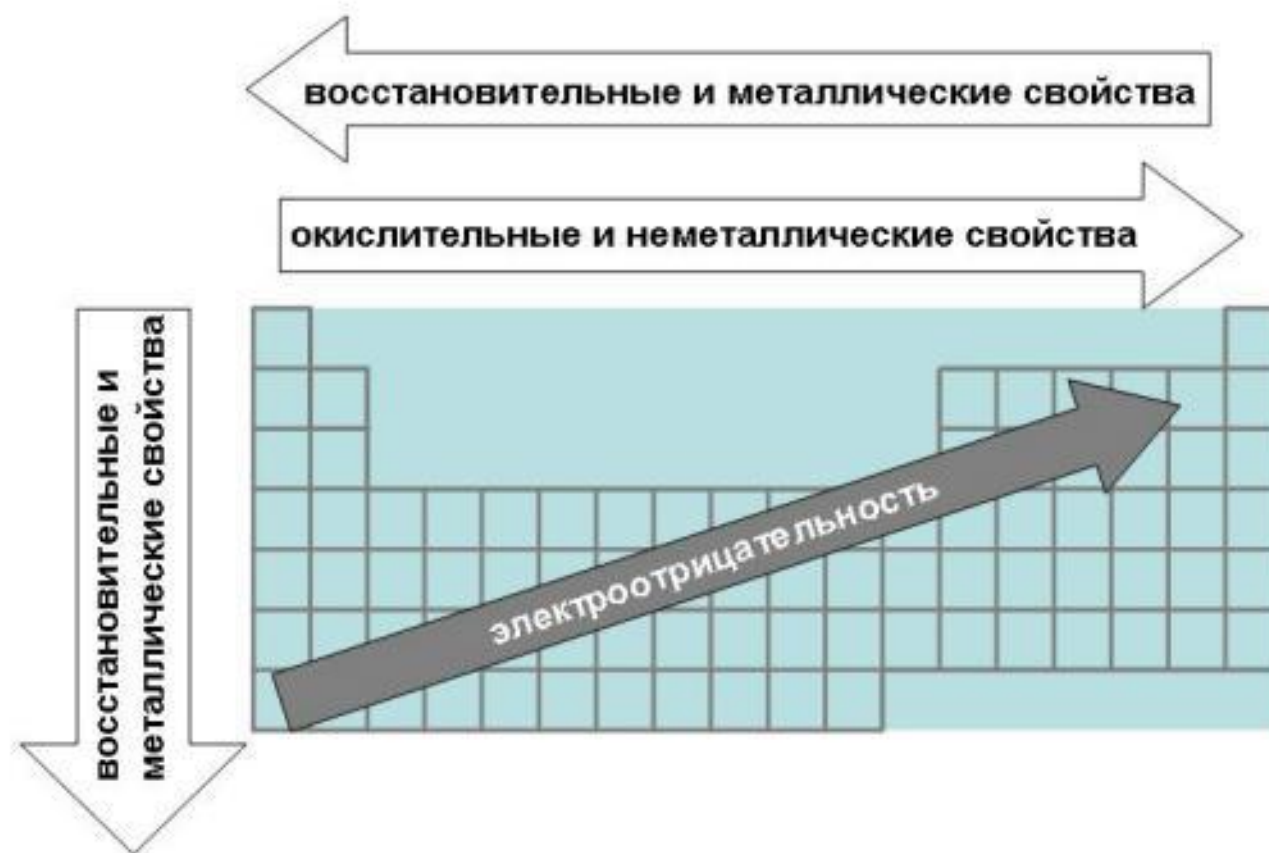
Поскольку окислительно – восстановительные свойства атомов оказывают влияние на свойства простых веществ и их соединений, то металлические свойства простых веществ элементов главных подгрупп возрастают, в периодах – убывают, а неметаллические – соответственно, наоборот – в главных подгруппах убывают, а в периодах – возрастают.

**Восстановительные** свойства атомов (способность терять электроны при образовании химической связи) в главных подгруппах возрастают, в периодах – уменьшаются.

**Окислительные** (способность принимать электроны), наоборот, - в главных подгруппах уменьшаются, в периодах – возрастают

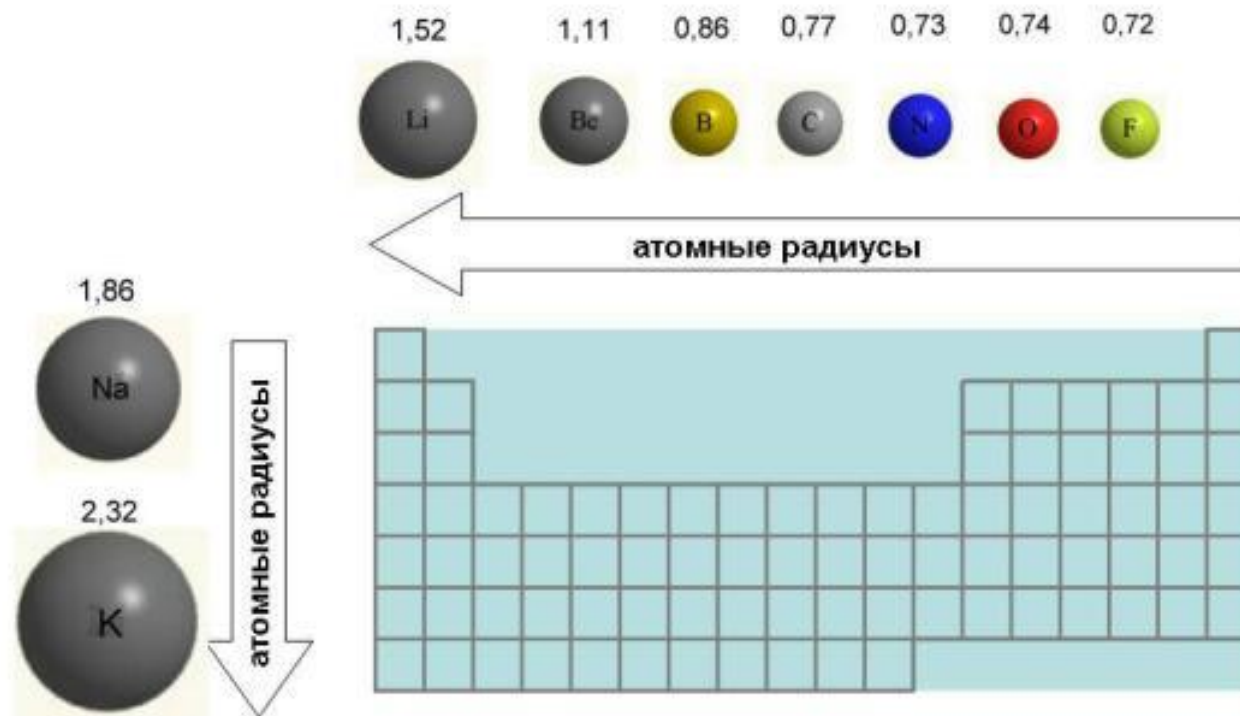


**Электроотрицательность** в периоде увеличивается с возрастанием заряда ядра химического элемента, то есть слева направо. В группе с увеличением числа электронных слоев электроотрицательность уменьшается, то есть сверху вниз. Значит самым электроотрицательным элементом является фтор (F), а наименее электроотрицательным — франций (Fr).



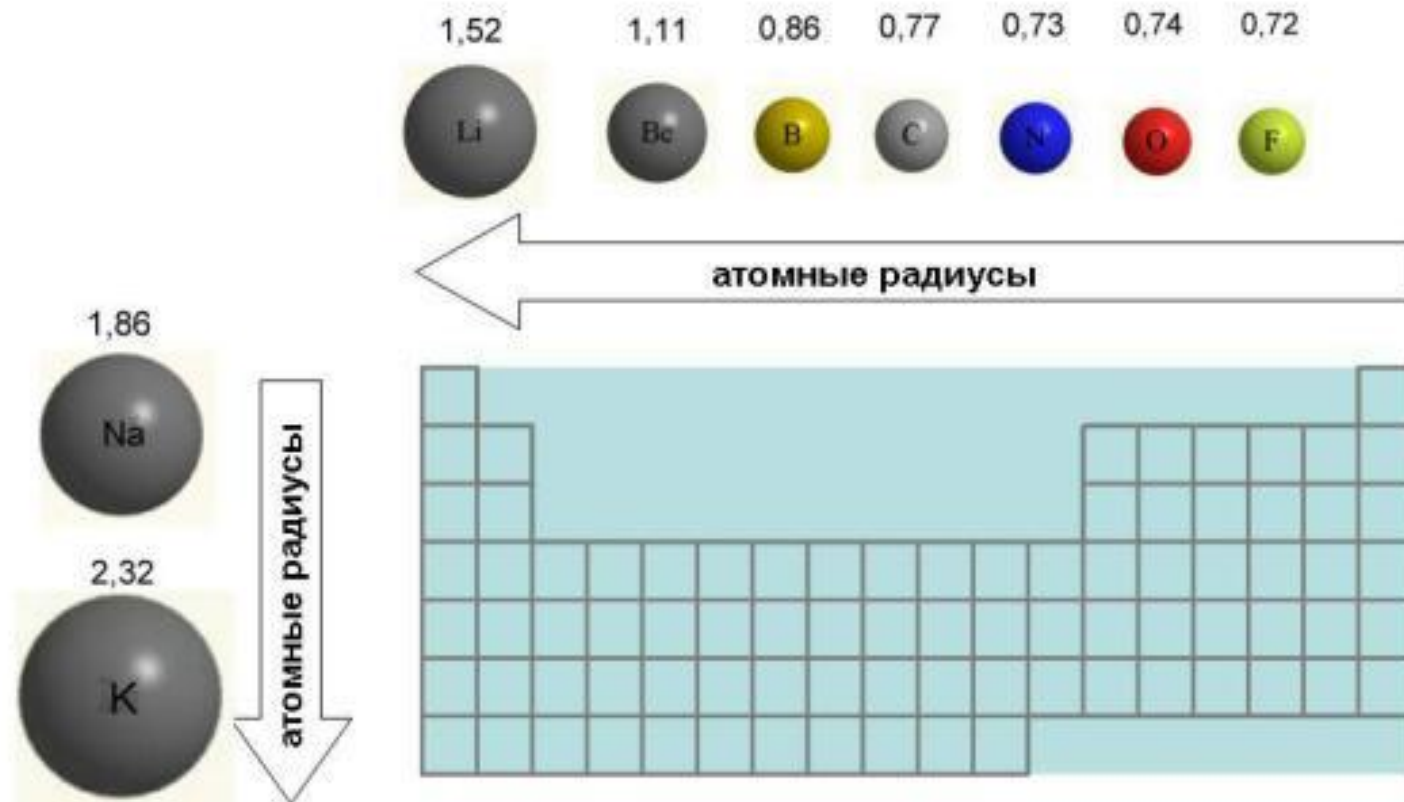
# Изменение радиуса атома в периоде

**Радиус атома** с увеличением зарядов ядер атомов в периоде **уменьшается**, т.к. притяжение ядром электронных оболочек усиливается. В начале периода расположены элементы с небольшим числом электронов на внешнем электронном слое и большим радиусом атома. Электроны, находящиеся дальше от ядра, легко от него отрываются, что характерно для элементов металлов.



# Изменение радиуса атома в группе

В одной и той же группе с увеличением номера периода атомные радиусы **возрастают**. Атомы металлов сравнительно легко отдают электроны и не могут их присоединять для достраивания своего





# СУРГУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



Спасибо за внимание!