



Лямин Алексей Николаевич
Почётный работник образования РФ
кандидат педагогических наук, доцент, г. Киров

Почётный работник образования РФ
кандидат педагогических наук, доцент, г. Киров

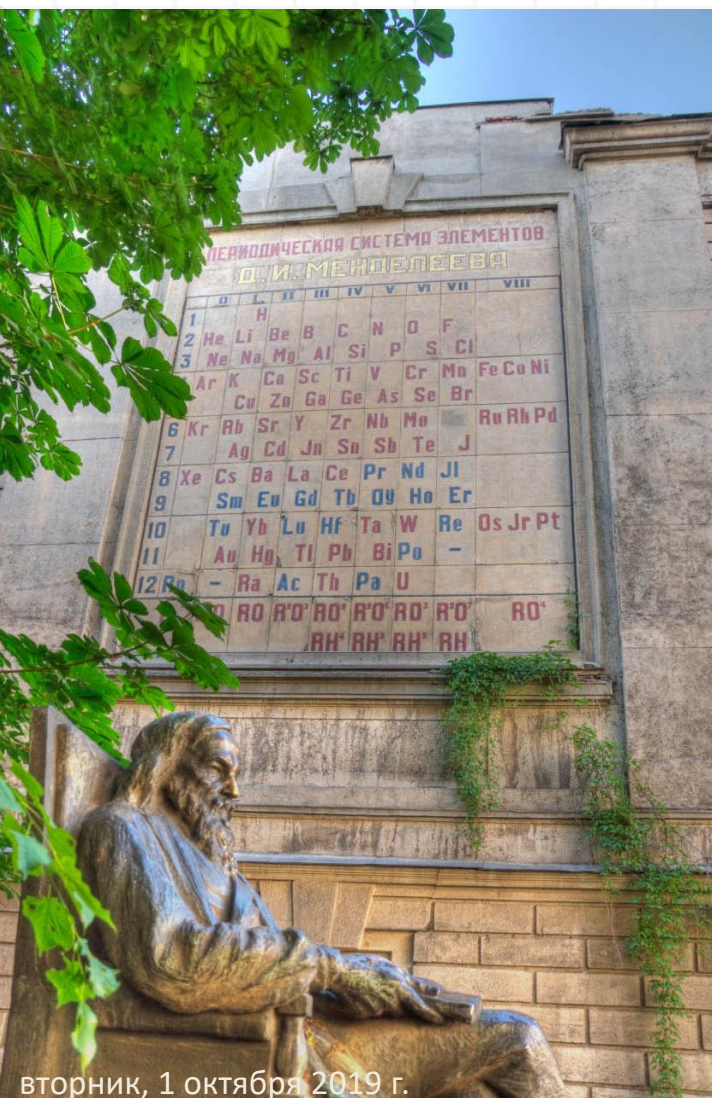


ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН

утверждение атомно-молекулярной теории на рубеже XVIII–XIX в.в. сопровождалось бурным ростом открытий химических элементов; только за первое десятилетие XIX в. было открыто 14 новых элементов, так, английский химик Гемфри Дэви за один только год электролизом получил шесть новых элементов; к 1870 г. число известных химических элементов достигло 63;

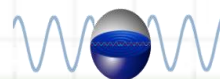
существование такого количества элементов, весьма отличных по свойствам, требовало систематизации элементов; учёные, по сходству отдельных качеств, объединяли их в отдельные группы, однако причин изменения свойств не было установлено; в 1869 г. великим русским учёным Д. И. Менделеевым был открыт фундаментальный закон природы — периодический закон: свойства химических элементов и свойства образуемых ими простых и сложных соединений стоят в периодической зависимости от их атомного веса;

современная формулировка периодического закона: свойства химических элементов, а также формы и свойства их соединений находятся в периодической зависимости от величины заряда атомных ядер в следствии периодического повторения электронных конфигураций внешнего энергетического уровня



вторник, 1 октября 2019 г.

$$E=mc^2$$



Mass-Energy Equivalence $V = 0$

Rest Mass
(Longitudinal Energy E_L)

<http://lyaminchemistry.ucoz.ru/>





СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

периодический закон не имеет математического выражения в виде какого-либо уравнения, а наглядно представлен системой химических элементов; современная форма системы химических элементов предполагает двумерную таблицу, в которой каждый элемент расположен в индивидуальной номерной ячейке, колонки таблицы представляют группы элементов, а строки представляют периоды элементов

Group → ↓ Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo

Lanthanides	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	71 Lu
Actinides	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	103 Lr

СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

в России распространена короткопериодная форма таблицы периодической системы

периоды	ряды	группы элементов															
		A I B	A II B	A III B	A IV B	A V B	A VI B	A VII B	VIII			A					
1	1	H1 1,01 водород						(H)	 МЕНДЕЛЕЕВ Дмитрий Иванович (08.02.1834–02.02.1907) Русский ученый-энциклопедист. В 1869–1871 гг. изложил основы учения о периодичности, открыл периодический закон и разработал периодическую систему химических элементов. На основе системы впервые предсказал (1870) существование и свойства нескольких ещё не открытых элементов.			He2 4,00 гелий					
2	2	Li3 6,94 литий	Be4 9,01 бериллий	B5 10,81 бор	C6 12,01 углерод	N7 14,01 азот	O8 16,00 кислород	F9 19,00 фтор				Ne10 20,18 неон					
3	3	Na11 22,99 натрий	Mg12 24,31 магний	Al13 26,98 алюминий	Si14 28,09 кремний	P15 30,97 фосфор	S16 32,06 сера	Cl17 35,45 хлор				Ar18 39,95 аргон					
4	4	K19 39,10 калий	Ca20 40,08 кальций	21 44,96 Sc скандий	22 47,90 Ti титан	23 50,94 V ванадий	24 52,00 Cr хром	25 54,94 Mn марганец	26 55,85 Fe железо	27 58,93 Co кобальт	28 58,69 Ni никель						
	5	29 63,55 Cu медь	30 65,39 Zn цинк	31 69,72 Ga галлий	32 72,59 Ge германий	33 74,92 As мышьяк	34 78,96 Se селен	35 79,90 Br бром				Kr36 83,80 криптон					
5	6	Rb37 85,47 рубидий	Sr38 87,62 стронций	39 88,91 Y иттрий	40 91,22 Zr цирконий	41 92,91 Nb ниобий	42 95,96 Mo молибден	43 97,91 Tc технеций	44 101,07 Ru рутений	45 102,91 Rh родий	46 106,42 Pd палладий						
	7	47 107,87 Ag серебро	48 112,41 Cd кадмий	49 114,82 In индий	50 118,71 Sn олово	51 121,76 Sb сурьма	52 127,60 Te теллур	53 126,90 I йод				Xe54 131,30 ксенон					
6	8	Cs55 132,91 цезий	Ba56 137,33 барий	57 138,91 La* лантан	72 178,49 Hf гафний	73 180,95 Ta тантал	74 183,84 W вольфрам	75 186,21 Re рений	76 190,2 Os осмий	77 192,22 Ir иридий	78 195,08 Pt платина						
	9	79 196,97 Au золото	80 200,59 Hg ртуть	81 204,38 Tl таллий	82 207,20 Pb свинец	83 208,98 Bi висмут	84 [209] Po полоний	85 [210] At астат				Rn86 [222] радон					
7	10	Fr87 [223] франций	Ra88 [226] радий	89 [227] Ac** актиний	104 [261] Rf резерфордий	105 [262] Db дубний	106 [263] Sg сиборгий	107 [262] Bh борий	108 [265] Hs хассий	109 [266] Mt мейтнерий	110 [271] Ds дармштадтий						
	11	111 [272] Rg рентгений	112 [285] Cn коперниций	113 [284] Nh нихоний	114 [289] Fl флеровий	115 [288] Mc московский	116 [292] Lv ливерморий	117 [294] Ts теннессин				Og118 [294] оганесон					
высшие оксиды		R2O		RO		R2O3		RO2		R2O5		RO3		R2O7		RO4	
летучие водородные соединения						RH4		RH3		H2R		HR					
*лантаноиды		Ce58 140,12 церий	Pr59 140,91 празеодим	Nd60 144,24 неодим	Pm61 [144,91] прометий	Sm62 150,36 самарий	Eu63 151,96 европий	Gd64 157,25 гадолиний	Tb65 158,93 тербий	Dy66 162,50 диспрозий	Ho67 164,93 гольмий	Er68 167,26 эрбий	Tm69 168,93 тулий	Yb70 173,04 иттербий	Lu71 174,97 лютеций		
**актиноиды		Th90 232,04 торий	Pa91 231,04 протактиний	U92 238,03 уран	Np93 [237] нептуний	Pu94 [244] плутоний	Am95 [243] америчий	Cm96 [247] кюрий	Bk97 [247] берклий	Cf98 [251] калифорний	Es99 [252] эйнштейний	Fm100 [257, 1] фермий	Md101 [258, 1] менделевий	No102 [259, 1] нобелий	Lr103 [260, 1] лоуренсий		



ТАБЛИЦА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

IUPAC Periodic Table of the Elements

1 H hydrogen 1.008 [1.0078, 1.0082]	2 He helium 4.0026																					18
3 Li lithium 6.94 [6.938, 6.997]	4 Be beryllium 9.0122																					18
11 Na sodium 22.990	12 Mg magnesium 24.305 [24.304, 24.307]																					18
19 K potassium 39.098	20 Ca calcium 40.078(4)	21 Sc scandium 44.956	22 Ti titanium 47.867	23 V vanadium 50.942	24 Cr chromium 51.996	25 Mn manganese 54.938	26 Fe iron 55.845(2)	27 Co cobalt 58.933	28 Ni nickel 58.693	29 Cu copper 63.546(3)	30 Zn zinc 65.38(2)	31 Ga gallium 69.723	32 Ge germanium 72.630(8)	33 As arsenic 74.922	34 Se selenium 78.971(8)	35 Br bromine 79.904 [79.901, 79.907]	36 Kr krypton 83.798(2)					18
37 Rb rubidium 85.468	38 Sr strontium 87.62	39 Y yttrium 88.906	40 Zr zirconium 91.224(2)	41 Nb niobium 92.906	42 Mo molybdenum 95.94	43 Tc technetium 98.906	44 Ru ruthenium 101.07(2)	45 Rh rhodium 102.91	46 Pd palladium 106.42	47 Ag silver 107.87	48 Cd cadmium 112.41	49 In indium 114.82	50 Sn tin 118.71	51 Sb antimony 121.76	52 Te tellurium 127.60(3)	53 I iodine 126.90	54 Xe xenon 131.29					18
55 Cs caesium 132.91	56 Ba barium 137.33	57-71 lanthanoids	72 Hf hafnium 178.49(2)	73 Ta tantalum 180.95	74 W tungsten 183.84	75 Re rhenium 186.21	76 Os osmium 190.23(3)	77 Ir iridium 192.22	78 Pt platinum 195.08	79 Au gold 196.97	80 Hg mercury 200.59	81 Tl thallium 204.38 [204.38, 204.39]	82 Pb lead 207.2	83 Bi bismuth 208.98	84 Po polonium	85 At astatine	86 Rn radon					18
87 Fr francium	88 Ra radium	89-103 actinoids	104 Rf rutherfordium	105 Db dubnium	106 Sg seaborgium	107 Bh bohrium	108 Hs hassium	109 Mt meitnerium	110 Ds darmstadtium	111 Rg roentgenium	112 Cn copernicium	113 Nh nihonium	114 Fl flerovium	115 Mc moscovium	116 Lv livermorium	117 Ts tennessine	118 Og oganesson					18

Key:
atomic number
Symbol
name
conventional atomic weight
standard atomic weight

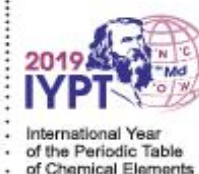


57 La lanthanum 138.91	58 Ce cerium 140.12	59 Pr praseodymium 140.91	60 Nd neodymium 144.24	61 Pm promethium	62 Sm samarium 150.36(2)	63 Eu europium 151.96	64 Gd gadolinium 157.25(3)	65 Tb terbium 158.93	66 Dy dysprosium 162.50	67 Ho holmium 164.93	68 Er erbium 167.26	69 Tm thulium 168.93	70 Yb ytterbium 173.05	71 Lu lutetium 174.97
89 Ac actinium	90 Th thorium 232.04	91 Pa protactinium 231.04	92 U uranium 238.03	93 Np neptunium	94 Pu plutonium	95 Am americium	96 Cm curium	97 Bk berkelium	98 Cf californium	99 Es einsteinium	100 Fm fermium	101 Md mendelevium	102 No nobelium	103 Lr lawrencium

For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 1 December 2018.
Copyright © 2018 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

$E=mc^2$
Mass-Energy Equivalence $V = 0$

Rest Mass
(Longitudinal Energy E_L)





ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ

вид одноядерных частиц, которые могут существовать в виде свободных атомов или ионов, а также, входить в состав простых и сложных веществ

ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ

в виде свободных
атомов

$\text{He}_{(г)}, \text{N}_{(г)}, \text{Au}_{(г)}$

символ

заряд ядра

радиус

поляризация

электроотрицательн.

молярная масса

в виде свободных
ионов

$\text{Na}^+_{(г)}, \text{F}^-_{(г)}, \text{Ag}^+_{(г)}$

символ

заряд иона

радиус

поляризация

электроотрицат.

молярная масса

в составе
простых веществ

$\text{O}_{3(г)}, \text{Hg}_{(ж)}, \text{K}_{(тв)}$

формула

аллотропия

электроотрицат.

физические свойства

химические свойства

молярная масса

в составе
сложных веществ

$\text{CN}_{2(г)}, \text{H}_2\text{O}_{(ж)}, \text{BN}_{(тв)}$

формула

изомерия

электроотрицательн.

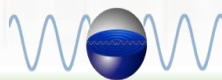
физические свойства

химические свойства

молярная масса

$$E=mc^2$$

Mass-Energy Equivalence $V=0$



Rest Mass
(Longitudinal Energy E_L)

<http://lyaminchemistry.ucoz.ru/>





ПРИОРИТЕТ ОТКРЫТИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

1 H 	UK 23 Sweden 19 Germany 19 U.S.A. 17 France 17 Russia 6 Austria 2							2 He 											
3 Li 	4 Be 	Denmark 2 Spain 2 Swit. 2 Finland 1 Italy 1 Romania 1							5 B 	6 C Known to ancients	7 N 	8 O 	9 F 	10 Ne 					
11 Na 	12 Mg 	19 K 	20 Ca 	21 Sc 	22 Ti 	23 V 	24 Cr 	25 Mn 	26 Fe Known to ancients	27 Co 	28 Ni 	29 Cu Known to ancients	30 Zn Known to ancients	31 Ga 	32 Ge 	33 As Known to ancients	34 Se 	35 Br 	36 Kr
37 Rb 	38 Sr 	39 Y 	40 Zr 	41 Nb 	42 Mo 	43 Tc 	44 Ru 	45 Rh 	46 Pd 	47 Ag Known to ancients	48 Cd 	49 In 	50 Sn Known to ancients	51 Sb Known to ancients	52 Te 	53 I 	54 Xe 		
55 Cs 	56 Ba 	57 La 	72 Hf 	73 Ta 	74 W 	75 Re 	76 Os 	77 Ir 	78 Pt 	79 Au Known to ancients	80 Hg Known to ancients	81 Tl 	82 Pb Known to ancients	83 Bi Known to ancients	84 Po 	85 At 	86 Rn 		
87 Fr 	88 Ra 	89 Ac 	104 Rf 	105 Db 	106 Sg 	107 Bh 	108 Hs 	109 Mt 	110 Ds 	111 Rg 	112 Cn 	113 Uut T.B.C	114 Fl 	115 Uup T.B.C	116 Lv 	117 Uus T.B.C	118 Uuo T.B.C		
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 	71 Lu 						
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 	103 Lr 						

СТРУКТУРА ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ТАБЛИЦЫ

ПЕРИОД — горизонтально расположенная последовательность элементов с одним количеством энергетических уровней, равным номеру периода;

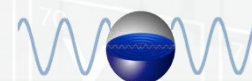
ГРУППА — вертикально расположенная последовательность элементов с одинаковым количеством валентных электронов равным номеру группы;

		Г р у п п ы										
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII			
п е р и о д ы	1	1 H 1,008 Водород						(H)				2 He 4,00 Гелий
	2	3 Li 6,94 Литий	4 Be 9,01 Бериллий	5 10,81 B Бор	6 12,01 C Углерод	7 14,00 N Азот	8 16,00 O Кислород	9 19,00 F Фтор				10 Ne 20,18 Неон
	3	11 Na 22,99 Натрий	12 Mg 24,31 Магний	13 26,98 Al Алюминий	14 28,09 Si Кремний	15 30,97 P Фосфор	16 32,06 S Сера	17 35,45 Cl Хлор				18 Ar 39,95 Аргон
	4	19 K 39,10 Калий	20 Ca 40,08 Кальций	21 Sc 44,96 Скандий	22 Ti 47,90 Титан	23 V 50,94 Ванадий	24 Cr 52,00 Хром	25 Mn 54,94 Марганец	26 Fe 55,85 Железо	27 Co 58,93 Кобальт	28 Ni 58,69 Никель	36 Kr 83,80 Криптон
		29 63,55 Cu Медь	30 65,39 Zn Цинк	31 69,72 Ga Галлий	32 72,59 Ge Германий	33 74,92 As Мышьяк	34 78,96 Se Селен	35 79,90 Br Бром				
	5	37 Rb 85,47 Рубидий	38 Sr 87,62 Стронций	39 Y 88,91 Иттрий	40 Zr 91,22 Цирконий	41 Nb 92,91 Ниобий	42 Mo 95,94 Молибден	43 Tc 98,91 Технеций	44 Ru 101,07 Рутений	45 Rh 102,91 Родий	46 Pd 106,42 Палладий	54 Xe 131,29 Ксенон
		47 107,87 Ag Серебро	48 112,41 Cd Кадмий	49 114,82 In Индий	50 118,69 Sn Олово	51 121,75 Sb Сурьма	52 127,60 Te Теллур	53 126,90 I Иод				
	6	55 Cs 132,91 Цезий	56 Ba 137,33 Барий	57 La* 138,91 Лантан	72 Hf 178,49 Гафний	73 Ta 180,95 Тантал	74 W 183,85 Вольфрам	75 Re 186,21 Рений	76 Os 190,2 Осмий	77 Ir 192,22 Иридий	78 Pt 195,08 Платина	86 Rn [222] Радон
		79 196,97 Au Золото	80 200,59 Hg Ртуть	81 204,38 Tl Таллий	82 207,2 Pb Свинец	83 208,98 Bi Висмут	84 [209] Po Полоний	85 [210] At Астат				
	7	87 Fr [223] Франций	88 Ra 226 Радий	89 Ac** [227] Актиний	104 Rf [261] Резерфордий	105 Db [262] Дубний	106 Sg [266] Сиборгий	107 Bh [264] Борий	108 Hs [269] Хассий	109 Mt [268] Мейтнерий	110 Ds [271] Дармштадтий	118 Og [294] Оганесон
		111 [280] Rg Рентгений	112 [285] Cn Коперниций	113 [286] Nh Нихоний	114 [289] Fl Флеровий	115 [290] Mc Московский	116 [293] Lv Ливерморий	117 [294] Ts Теннесси				

ПОДГРУППА — часть группы элементов, характеризующаяся одинаковым количеством электронов на внешнем энергетическом уровне;

элементы – аналоги
расположены в одной подгруппе периодической системы, имеют одинаковое строение внешних электронных орбиталей при различных значениях N и, следовательно, проявляют сходные химические свойства

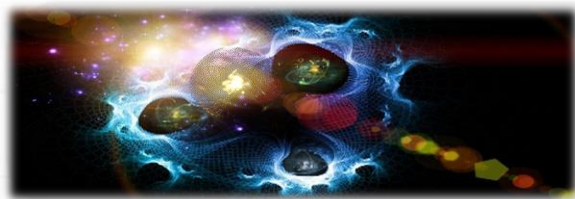
$E=mc^2$



Rest Mass
(Longitudinal Energy E_L)

Mass-Energy Equivalence $V=0$

<http://lyaminchemistry.ucoz.ru/>

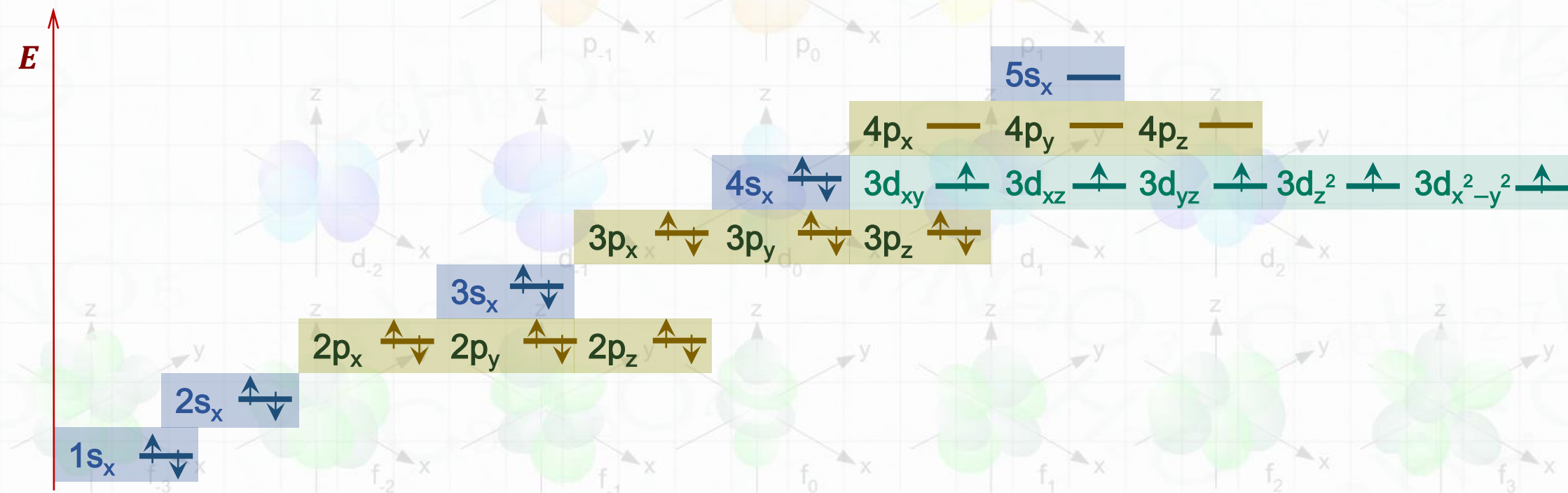


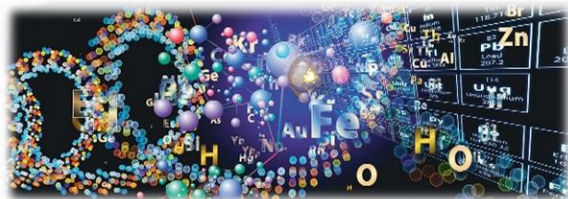
ПРИНЦИПЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ

электронный энергетический уровень, энергетический уровень — совокупность электронов с одинаковым размером, но разной формой электронного облака;

электронный энергетический подуровень — совокупность электронов с одинаковым значением энергии и одинаковой формой электронного облака, но разной ориентацией электронных орбиталей в пространстве;

структура энергетических уровней:





ИНФОРМАЦИЯ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ТАБЛИЦЫ

№ ПЕРИОДА — количество энергетических уровней элемента;

№ ГРУППЫ — количество электронов на внешнем уровне атома элемента;

№ ЭЛЕМЕНТА — количество электронов и протонов в атоме элемента;

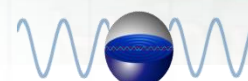
внешние, валентные, электроны элементов главных подгрупп заполняют **ns**- и **np**-подуровни внешнего энергетического уровня; внешние, валентные, электроны элементов побочных подгрупп заполняют **n-1d**- и **ns**-подуровни внешнего энергетического уровня;

периоды	ряды	группы элементов																		
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII				
I	1	H ¹ Водород 1,008												(H)						He ² Гелий 4,003
II	2	Li ³ Литий 6,941	Be ⁴ Бериллий 9,0122	B ⁵ Бор 10,811	C ⁶ Углерод 12,011	N ⁷ Азот 14,007	O ⁸ Кислород 15,999	F ⁹ Фтор 18,998												Ne ¹⁰ Неон 20,179
III	3	Na ¹¹ Натрий 22,99	Mg ¹² Магний 24,312	Al ¹³ Алюминий 26,092	Si ¹⁴ Кремний 28,086	P ¹⁵ Фосфор 30,974	S ¹⁶ Сера 32,064	Cl ¹⁷ Хлор 35,453												Ar ¹⁸ Аргон 39,948
IV	4	K ¹⁹ Калий 39,102	Ca ²⁰ Кальций 40,08	²¹	Sc ²² Скандий 44,956	Ti ²³ Титан 47,956	V ²⁴ Ванадий 50,941	Cr ²⁵ Хром 51,996	Mn ²⁶ Марганец 54,938	Fe ²⁷ Железо 55,849	Co ²⁸ Кольбат 58,933	Ni ²⁹ Никель 58,7								
	5	Cu ²⁹ Медь 63,546	Zn ³⁰ Цинк 65,37	Ga ³¹ Галлий 69,72	Ge ³² Германий 72,59	As ³³ Мышьяк 74,922	Se ³⁴ Селен 78,96	Br ³⁵ Бром 79,904								Kr ³⁶ Криптон 83,8				
V	6	Rb ³⁷ Рубидий 85,468	Sr ³⁸ Стронций 87,62	³⁹	Y ⁴⁰ Иттрий 88,906	Zr ⁴¹ Цирконий 91,22	Nb ⁴² Ниобий 92,906	Mo ⁴³ Молибден 95,94	Tc ⁴⁴ Технеций [99]	Ru ⁴⁵ Рутений 101,07	Rh ⁴⁶ Родий 102,906	Pd ⁴⁷ Палладий 106,4								
	7	Ag ⁴⁷ Серебро 107,868	Cd ⁴⁸ Кадмий 112,41	In ⁴⁹ Индий 114,82	Sn ⁵⁰ Олово 118,69	Sb ⁵¹ Сурьма 121,75	Te ⁵² Теллур 127,6	I ⁵³ Йод 126,95								Xe ⁵⁴ Ксенон 131,3				
VI	8	Cs ⁵⁵ Цезий 132,905	Ba ⁵⁶ Барий 137,34	La* ⁵⁷ Лантан 138,906	Hf ⁷² Гафний 178,49	Ta ⁷³ Тантал 180,948	W ⁷⁴ Вольфрам 183,85	Re ⁷⁵ Рений 186,207	Os ⁷⁶ Осмий 190,2	Ir ⁷⁷ Иридий 192,22	Pt ⁷⁸ Платина 195,09									
	9	Au ⁷⁹ Золото 196,967	Hg ⁸⁰ Ртуть 200,59	Tl ⁸¹ Таллий 204,37	Pb ⁸² Свинец 207,19	Bi ⁸³ Висмут 208,98	Po ⁸⁴ Полоний [210]	At ⁸⁵ Астат [210]								Rn ⁸⁶ Радон [222]				
VII	10	Fr ⁸⁷ Франций [223]	Ra ⁸⁸ Радий [226]	Ac** ⁸⁹ Актиний [227]	Rf ¹⁰⁴ Резерфордий [261]	Db ¹⁰⁵ Дубний [262]	Sg ¹⁰⁶ Сиборгий [263]	Bh ¹⁰⁷ Борий [262]	Hs ¹⁰⁸ Хассий [265]	Mt ¹⁰⁹ Мейтнерий										
* ЛАНТАНОИДЫ		Ce ⁵⁸ Церий 140,12	Pr ⁵⁹ Празеодим 140,908	Nd ⁶⁰ Неодим 144,24	Pm ⁶¹ Прометий [145]	Sm ⁶² Самарий 150,4	Eu ⁶³ Европий 151,96	Gd ⁶⁴ Гадолиний 157,25	Tb ⁶⁵ Тербий 158,926	Dy ⁶⁶ Диспрозий 162,5	Ho ⁶⁷ Гольмий 164,93	Er ⁶⁸ Эрбий 167,26	Tm ⁶⁹ Тулий 168,934	Yb ⁷⁰ Иттербий 173,04	Lu ⁷¹ Лютеций 174,97					
** АКТИНОИДЫ		Th ⁹⁰ Торий 232,038	Pa ⁹¹ Протактиний [231]	U ⁹² Уран 238,29	Np ⁹³ Нептуний [237]	Pu ⁹⁴ Плутоний [244]	Am ⁹⁵ Америций [243]	Cm ⁹⁶ Кюрий [247]	Bk ⁹⁷ Берклий [247]	Cf ⁹⁸ Калифорний [251]	Es ⁹⁹ Эйнштейний [254]	Fm ¹⁰⁰ Фермий [257]	Md ¹⁰¹ Менделевий [258]	No ¹⁰² Нобелий [259]	Lr ¹⁰³ Лоуренсий [260]					

количество протонов равно
порядковому номеру элемента;
количество электронов в ионе
элемента определяется номером
элемента с прибавлением
количества отрицательных зарядов
или вычитанием количества
положительных зарядов иона;

количество нейтронов
соответствует молярной массе
элемента за вычетом количества
протонов

$E=mc^2$



Rest Mass
(Longitudinal Energy E_L)

Mass-Energy Equivalence $V=0$

<http://lyaminchemistry.ucoz.ru/>

10

ПЕРИОДИЧЕСКИ ИЗМЕНЯЮЩИЕСЯ СВОЙСТВА ЭЛЕМЕНТОВ

1. Эффективный заряд ядра.
2. Атомные и ионные радиусы.
3. Энергия ионизации.
4. Сродство к электрону.
5. Электроотрицательность.

1 H Hydrogen 1.008	2 He Helium 4.003																
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012	5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.011	7 N Nitrogen 14.007	8 O Oxygen 15.999	9 F Fluorine 18.998	10 Ne Neon 20.180										
11 Na Sodium 22.990	12 Mg Magnesium 24.305	13 Al Aluminum 26.982	14 Si Silicon 28.086	15 P Phosphorus 30.974	16 S Sulfur 32.066	17 Cl Chlorine 35.453	18 Ar Argon 39.948										
19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titanium 47.867	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chromium 51.996	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.631	33 As Arsenic 74.922	34 Se Selenium 78.972	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 84.798
37 Rb Rubidium 85.468	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdenum 95.95	43 Tc Technetium 98.907	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.906	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.868	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.711	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.904	54 Xe Xenon 131.294
55 Cs Cesium 132.905	56 Ba Barium 137.328	57-71	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.948	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.217	78 Pt Platinum 195.085	79 Au Gold 196.967	80 Hg Mercury 200.592	81 Tl Thallium 204.383	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.980	84 Po Polonium [208.982]	85 At Astatine 209.987	86 Rn Radon 222.018
87 Fr Francium 223.020	88 Ra Radium 226.025	89-103	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [266]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [269]	109 Mt Meitnerium [268]	110 Ds Darmstadtium [269]	111 Rg Roentgenium [272]	112 Cn Copernicium [277]	113 Nh Nihonium unknown	114 Fl Flerovium [289]	115 Mc Moscovium unknown	116 Lv Livermorium [293]	117 Ts Tennessine unknown	118 Og Oganesson unknown
57 La Lanthanum 138.905	58 Ce Cerium 140.116	59 Pr Praseodymium 140.908	60 Nd Neodymium 144.242	61 Pm Promethium 144.913	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.925	66 Dy Dysprosium 162.500	67 Ho Holmium 164.930	68 Er Erbium 167.259	69 Tm Thulium 168.934	70 Yb Ytterbium 173.055	71 Lu Lutetium 174.967			
89 Ac Actinium 227.028	90 Th Thorium 232.038	91 Pa Protactinium 231.036	92 U Uranium 238.029	93 Np Neptunium 237.048	94 Pu Plutonium 244.064	95 Am Americium 243.061	96 Cm Curium 247.070	97 Bk Berkelium 247.070	98 Cf Californium 251.080	99 Es Einsteinium [254]	100 Fm Fermium 257.095	101 Md Mendelevium 258.1	102 No Nobelium 259.101	103 Lr Lawrencium [262]			



ЭФФЕКТИВНЫЙ ЗАРЯД ЯДРА

Z_e заряд от ядра, реально действующий на электрон в результате эффекта проникновения и эффекта экранирования другими электронами частицы;

эффект экранирования — уменьшение воздействия на электрон положительного заряда из-за наличия других электронов, которые, заслоняя ядро и отталкиваясь, ослабляют притяжение к ядру данного электрона; экранирование растёт с увеличением числа энергетических слоёв;

экранированию противоположен эффект проникновения, обусловленный тем, что электроны часть времени находятся вблизи ядра; эффект проникновения увеличивает прочность связи электрона с ядром;



Джоном Кларком Слейтером, 22.12.1900 г. Оук-Парк, штат Иллинойс, США — 25.07.1976 г., штат Флорида, были предложены правила для определения эффективного заряда ядра:

$$Z_e = Z - S$$

где: Z_e — положительное число, величина которого зависит от постоянной экранирования S , определяющей степень экранирования заряда ядра Z электронами;

John C. Slater

вторник 1 октября 2019 г.





ЭФФЕКТИВНЫЙ ЗАРЯД ЯДРА ПО СЛЕЙТЕРУ

для нахождения постоянной экранирования все электроны делят на группы, каждая из которых имеет свою константу экранирования, а именно:

(1s); (2s, 2p); (3s, 3p); (3d); (4s, 4p); (4d); (4f); (5s, 5p)...

электроны, находящиеся на внешних, по отношению к искомому электрону орбиталях, не участвуют в экранировании;

каждому электрону, входящему в одну группу с данным электроном, придаётся вклад 0,35 за исключением группы 1s, для которой 0,30;

электроны любой группы нижележащих энергетических уровней дают вклад 1,00 за исключением случая, когда рассматривается электрон группы nsnp, тогда каждый электрон n-1 уровня даёт вклад 0,85;

атом ${}_6\text{Li}$ имеет два 1s – электрона и один 2s – электрон, постоянная экранирования одного 1s – электрона и эффективный заряд ядра, действующий на 1s – электрон равен: $S = 1 \cdot 0,30 = 0,30$; $Z_e = 3 - 0,30 = 2,70$;

постоянная экранирования двух 1s – электронов атома лития и эффективный ядерный заряд, действующий на внешний 2s – электрон, составит:

$$S = 2 \cdot 0,85 = 1,70; Z_e = 3 - 1,70 = 1,30;$$



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ЗАРЯДА ЯДРА

у атома ${}_6\text{C}$ два $1s$ – электрона, два $2s$ – электрона и два $2p$ – электрона, эффективный заряд ядра, действующий на внешний $2p$ – электрон атома углерода составит:

$$S = 2 \cdot 0,85 + 3 \cdot 0,35 = 2,75; \quad Z_e = 6 - 2,75 = 3,25;$$

у атома ${}_{16}\text{S}$ два $1s$ – электрона, восемь $2s2p$ – электронов, два $3s$ – электрона и четыре $3p$ – электрона, эффективный заряд, действующий на внешний $3p$ – электрон, составит:

$$S = 2 \cdot 1,00 + 8 \cdot 0,85 + 5 \cdot 0,35 = 10,55; \quad Z_e = 16 - 10,55 = 5,45;$$

для атома ${}_{29}\text{Cu}$ эффективный заряд, действующий на внешний $4s$ – электрон равен:

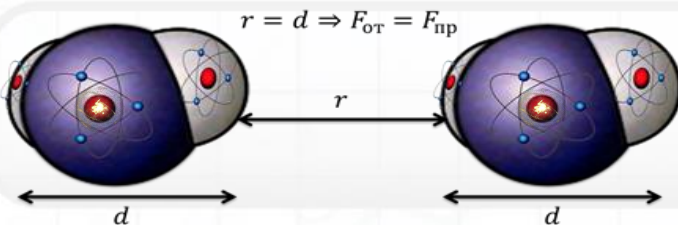
$$S = 10 \cdot 1,00 + 17 \cdot 0,85 + 1 \cdot 0,35 = 24,80; \quad Z_e = 29 - 24,80 = 4,20;$$

для атома ${}_{47}\text{Ag}$ эффективный заряд, действующий на внешний $5s$ – электрон равен:

$$S = 28 \cdot 1,00 + 18 \cdot 0,85 = 43,30; \quad Z_e = 47 - 43,30 = 3,70;$$

для атома ${}_{79}\text{Au}$ эффективный заряд, действующий на внешний $6s$ – электрон равен:

$$S = 60 \cdot 1,00 + 18 \cdot 0,85 = 75,30; \quad Z_e = 79 - 75,30 = 3,70$$

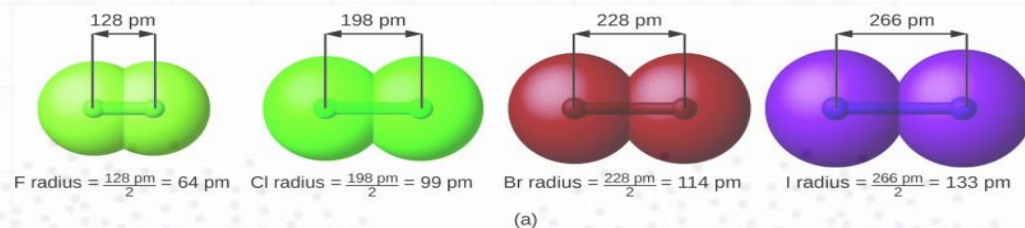


АТОМНЫЕ И ИОННЫЕ РАДИУСЫ

согласно положениям квантовой механики, атомы и ионы не имеют чётких границ, но вероятность найти электрон, связанный с ядром данной частицы, на определённом расстоянии от ядра быстро убывает с увеличением расстояния; поэтому атому приписывают некоторый определённый радиус, полагая, что в сфере этого радиуса заключена подавляющая часть электронной плотности, порядка 90 %, т.н. электронное облако или электронная орбиталь;

в зависимости от типа связи между атомами различают:

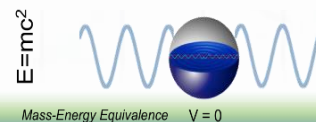
- Ван-дер-Ваальсовы атомные радиусы;
- ковалентные радиусы;
- ионные радиусы;
- металлические радиусы



Periodic Table of the Elements

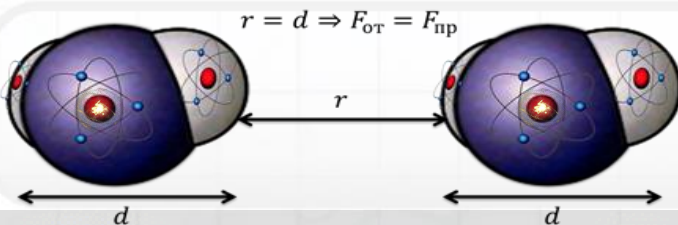
Period	Group 1	Group 2											Group 13	Group 14	Group 15	Group 16	Group 17	Group 18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo

(b)



Rest Mass
(Longitudinal Energy E_L)

<http://lyaminchemistry.ucoz.ru/>



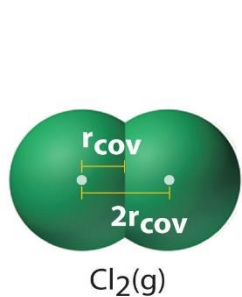
АТОМНЫЕ И ИОННЫЕ РАДИУСЫ

ковалентные радиусы равны половине длины одинарной ковалентной связи $X-X$, например, в случае галогенов ковалентный радиус — это половина межъядерного расстояния в молекулах Hal_2 ;

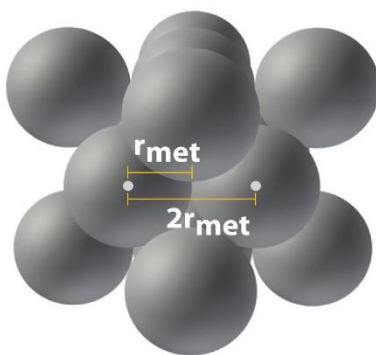
за металлический радиус принимается половина кратчайшего межъядерного расстояния в кристаллической структуре металла; металлический радиус зависит от числа ближайших соседей атома в структуре — координационное число K ;

Ван-дер-Ваальсовы радиусы определяют эффективные размеры атомов, эти радиусы равны половине межъядерного расстояния между ближайшими одинаковыми ядрами, не связанными между собой ковалентной связью в молекулярных кристаллах;

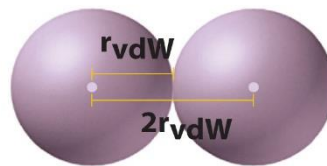
ионные радиусы используют для приближенных оценок кратчайших межъядерных расстояний в ионных кристаллах, предполагая, что эти расстояния равны сумме соответствующих ионных радиусов элементов, образующих вещество



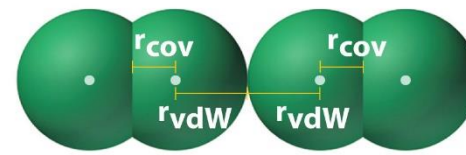
$Cl_2(g)$



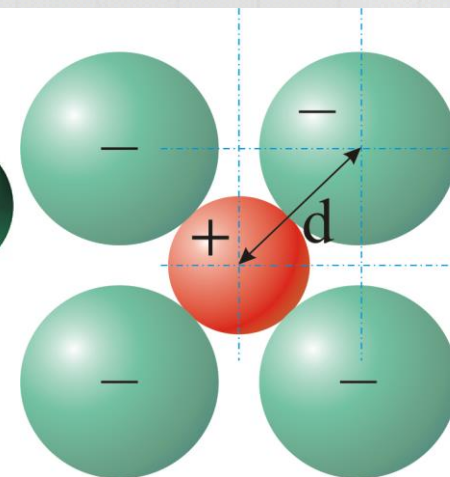
$Al(s)$



$2Ar(s)$



$2Cl_2(s)$



(a) Covalent radius, r_{cov}

(b) Metallic radius, r_{met}

(c) van der Waals radius, r_{vdW}

(d) Covalent vs. vdW radii

ИЗМЕНЕНИЕ АТОМНЫХ И ИОННЫХ РАДИУСОВ

уменьшение

эффективный заряд ядра, влияя на притяжение валентных электронов в частице, влияет и на радиус атома; очевидно, чем больше эффективный заряд ядра у частиц с одинаковым числом энергетических уровней, тем меньше их радиус; с увеличением количества энергетических уровней атомный радиус увеличивается;

- внутри группы радиусы атомов и ионов с одинаковым зарядом увеличиваются с возрастанием порядкового номера элемента, т.к. растёт число энергетических уровней, при этом в главных подгруппах такое увеличение происходит в большей степени, чем в побочных подгруппах;
- уменьшение радиусов у d- и f-элементов в периодах называется d- и f-сжатием, т. н. лантаноидное сжатие и актиноидное сжатие в силу эффекта проникновения; следствием f-сжатия является выравнивание радиусов электронных аналогов d-элементов пятого и шестого периодов;
- для элемента ионный радиус возрастает с увеличением отрицательного заряда и уменьшается с увеличением положительного заряда; радиус аниона больше радиуса катиона, поскольку у аниона избыток электронов, а у катиона их недостаток:

у Fe, Fe^{2+} , Fe^{3+} эффективный радиус равен: 0,126; 0,078 и 0,067 нм соответственно,

у Si^{4-} , Si, Si^{4+} эффективный радиус равен: 0,198; 0,118 и 0,040 нм соответственно

увеличение



АТОМНЫЕ И ИОННЫЕ РАДИУСЫ

Common Ionic Radii of the Elements

radii are given in picometers (pm)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
H⁻ 154	Li⁺ 76	Be²⁺ 45										B	C	N³⁻ 146	O²⁻ 140	F⁻ 133	He
Na⁺ 102	Mg²⁺ 72											Al³⁺ 53.5	Si⁴⁺ 40	P³⁻ 212	S²⁻ 184	Cl⁻ 181	Ne
K⁺ 138	Ca²⁺ 100	Sc³⁺ 74.5	Ti³⁺ 67	V²⁺ 79	Cr²⁺ 80	Mn²⁺ 83	Fe²⁺ 78	Co²⁺ 74.5	Ni²⁺ 69	Cu²⁺ 73	Zn²⁺ 74	Ga³⁺ 62	Ge⁴⁺ 53	As³⁺ 58	Se²⁻ 198	Br⁻ 196	Ar
Rb⁺ 152	Sr²⁺ 118	Y³⁺ 90	Zr⁴⁺ 72	Nb³⁺ 72	Mo⁴⁺ 65	Tc⁴⁺ 64.5	Ru³⁺ 68	Rh³⁺ 66.5	Pd²⁺ 86	Ag⁺ 115	Cd²⁺ 95	In³⁺ 80	Sn⁴⁺ 69	Sb³⁺ 76	Te²⁻ 221	I⁻ 220	Kr
Cs⁺ 167	Ba²⁺ 135	La³⁺	Hf⁴⁺ 71	Ta³⁺ 72	W⁴⁺ 66	Re⁴⁺ 63	Os⁴⁺ 63	Ir³⁺ 68	Pt²⁺ 80	Au⁺ 137	Hg²⁺ 102	Tl³⁺ 88.5	Pb⁴⁺ 77.5	Bi³⁺ 103	Po	At	Xe
																	Rn

Ions
 Metals
 Semimetals
 Nonmetals



ЭНЕРГИЯ ИОНИЗАЦИИ

энергия отрыва электрона или положительной ионизации

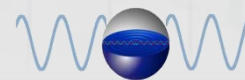
$E_{\text{ион.}}$, $\Delta H_{\text{ион.}}$, I [кДж/моль] *или* [эВ/атом] ($1 \text{ эВ/атом} = 100 \text{ кДж/моль}$);

минимальная энергия, необходимая для бесконечного удаления электрона (ионизации) от свободного атома, молекулы или иона в его низшем энергетическом (основном) состоянии:

$$\Xi = \Xi^+ + e^- - E; \quad E_{\text{ион.}}, I \equiv -\Delta H_{\text{ион.}};$$

на энергию ионизации атома наиболее существенное влияние оказывают:
эффективный заряд ядра, являющийся функцией числа электронов в атоме, экранирующих ядро и расположенных на более глубоко лежащих внутренних орбиталях, и межэлектронное отталкивание среди валентных электронов; радиальное расстояние от ядра до максимума зарядовой плотности наружного, наиболее слабо связанного с атомом и покидающего его при ионизации, электрона; проникающая способность этого электрона;

на энергию ионизации оказывают влияние также и менее значительные факторы:
квантовомеханическая обменная энергия, спиновая и зарядовая корреляция и др.;
энергия ионизации всегда имеет эндоэнергетическое (положительное) значение





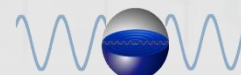
ЭНЕРГИЯ ИОНИЗАЦИИ

$$\Delta H_{\text{ион.}}, I [\text{кДж/моль}] = -E_{\text{ион.}} [\text{кДж/моль}]$$

First Ionization Energies of Some Elements (kJ/mol)

Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H 1310																	He 2370
2	Li 520	Be 900											B 800	C 1090	N 1400	O 1310	F 1680	Ne 2080
3	Na 490	Mg 730											Al 580	Si 780	P 1060	S 1000	Cl 1250	Ar 1520
4	K 420	Ca 590	Sc 630	Ti 660	V 650	Cr 660	Mn 710	Fe 760	Co 760	Ni 730	Cu 740	Zn 910	Ga 580	Ge 780	As 960	Se 950	Br 1140	Kr 1350
5	Rb 400	Sr 550	Y 620	Zr 660	Nb 670	Mo 680	Tc 700	Ru 710	Rh 720	Pd 800	Ag 730	Cd 870	In 560	Sn 700	Sb 830	Te 870	I 1010	Xe 1170
6	Cs 380	Ba 500	La 540	Hf 700	Ta 760	W 770	Re 760	Os 840	Ir 890	Pt 870	Au 890	Hg 1000	Tl 590	Pb 710	Bi 800	Po 810	At ...	Rn 1030
7	Fr ...	Ra 510																

$E=mc^2$



Mass-Energy Equivalence $V=0$

Rest Mass
(Longitudinal Energy E_L)

<http://lyaminchemistry.ucoz.ru/>



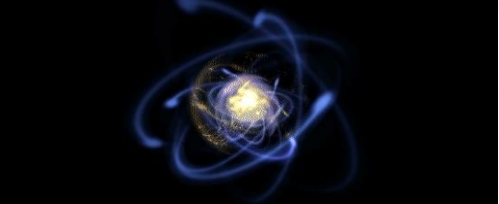
ИЗМЕНЕНИЕ ЭНЕРГИИ ИОНИЗАЦИИ

- в периодах с увеличением порядкового номера энергия ионизации элемента возрастает, что вызвано сжатием электронного уровня вследствие увеличения эффективного заряда ядра, но

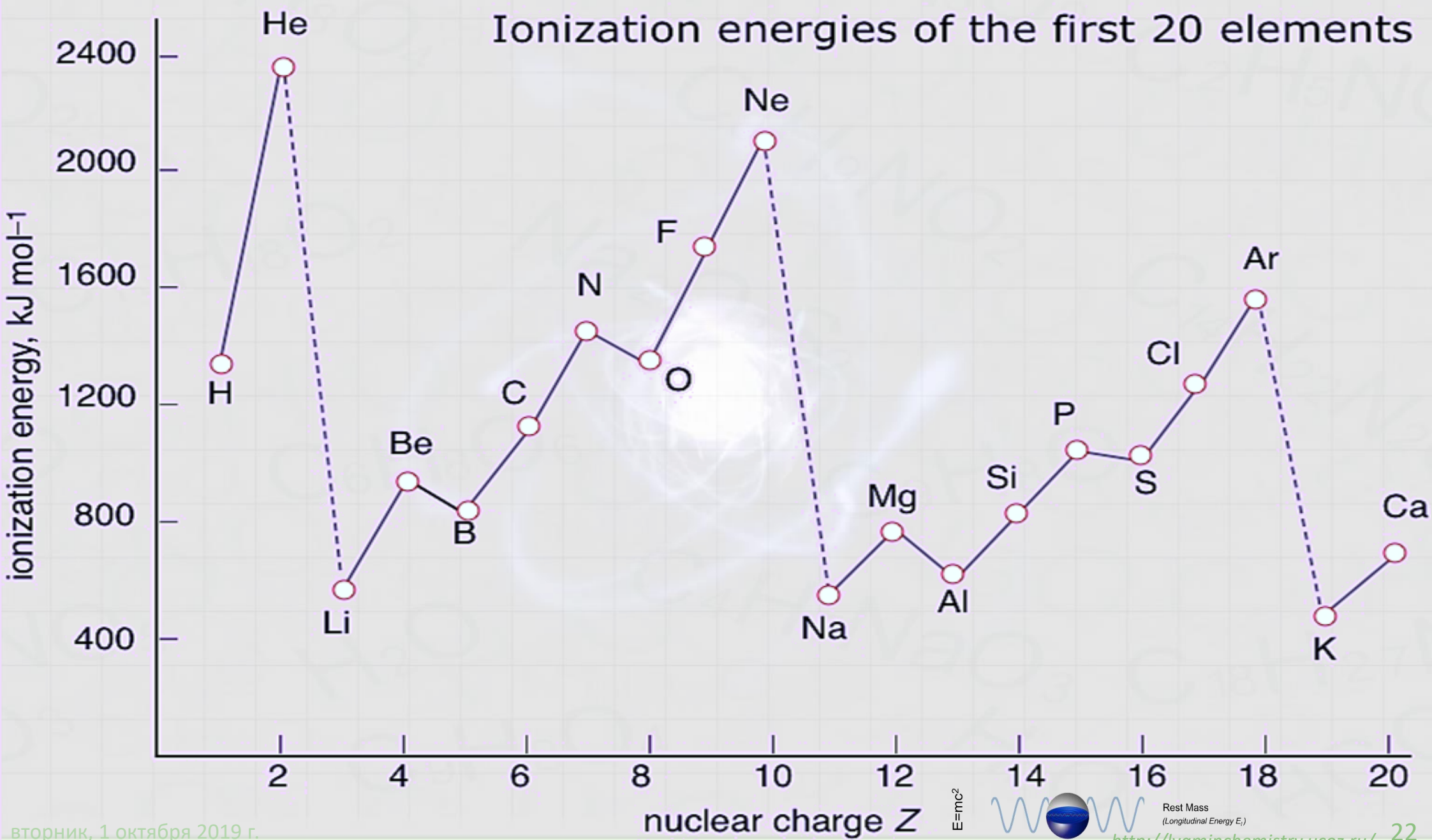
$$E_{\text{ион.}} (\text{B } 2s^2 2p^1) < E_{\text{ион.}} (\text{Be } 2s^2),$$

$$E_{\text{ион.}} (\text{O } 2s^2 2p^4) < E_{\text{ион.}} (\text{N } 2s^2 2p^3);$$

- нелинейно повышается энергия ионизации у элементов с конфигурацией ns^2 и np^3 — устойчивый наполовину и полностью заполненный подуровень;
- скачкообразно повышается энергия ионизации в побочных группах у элементов после La с заполненным электронным f-подуровнем, т.к. внешний электрон, в силу эффекта проникновения, часть времени проводит близ ядра под плотным f-подуровнем;
- атомы щелочных металлов (ns^1) имеют самые низкие $E_{\text{ион.}}$;
- атомы инертных газов ($ns^2 np^6$) имеют наибольшие $E_{\text{ион.}}$



ИЗМЕНЕНИЕ ЭНЕРГИИ ИОНИЗАЦИИ





СРОДСТВО К ЭЛЕКТРОНУ

свойство атомов, ионов или молекул образовывать прочную связь с электроном

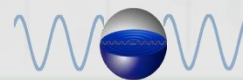
$E_{\text{с.э.}}$, $\Delta H_{\text{с.э.}}$, ε [кДж/моль] *или* [эВ/атом] ($1\text{эВ/атом} = 100\text{ кДж/моль}$);

энергией сродствá атома к электрону, или сродствóм к электрону (ε), называют энергию, выделяющуюся в процессе присоединения электрона к свободному атому в его основном состоянии или молекуле с превращением частицы в отрицательный ион:



сродствó атома к электрону численно равно, но противоположно по знаку, энергии ионизации соответствующего изолированного однозарядного аниона:

$$E_{\text{с.э.}}(\text{Э}) = -E_{\text{ион}}(\text{Э}^{-})$$





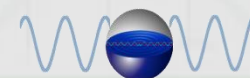
ИЗМЕНЕНИЕ СРОДСТВА К ЭЛЕКТРОНУ

	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
электронная конфигурация	2s ¹	2s ²	2s ² p ¹	2s ² p ²	2s ² p ³	2s ² p ⁴	2s ² p ⁵	2s ² p ⁶
$\Delta H_{\text{с.э.}}, \text{эВ} = -E, \text{эВ}$	-0,58	0,19	-0,33	-1,12	0,27	-1,47	-3,45	0,22
	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
электронная конфигурация	3s ¹	3s ²	3s ² p ¹	3s ² p ²	3s ² p ³	3s ² p ⁴	3s ² p ⁵	3s ² p ⁶
$\Delta H_{\text{с.э.}}, \text{эВ} = -E, \text{эВ}$	-0,34	0,32	-0,50	-1,39	-0,78	-2,08	-3,61	0,37
	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
электронная конфигурация	4s ¹	4s ²	d ¹⁰ s ² p ¹	d ¹⁰ s ² p ²	d ¹⁰ s ² p ³	d ¹⁰ s ² p ⁴	d ¹⁰ s ² p ⁵	d ¹⁰ s ² p ⁶
$\Delta H_{\text{с.э.}}, \text{эВ} = -E, \text{эВ}$	-0,30	0,40	-0,39	-1,74	-1,07	-2,02	-3,36	0,42

сродство атома к электрону характеризуется и отрицательными, и положительными значениями; наибольшим сродством к электрону обладают р-элементы VII-A группы; наименьшее сродство к электрону у атомов элементов с конфигурацией s² (Be, Mg, Zn) и s²p⁶ (Ne, Ar) или с наполовину заполненными p-орбиталями (N, P, As);

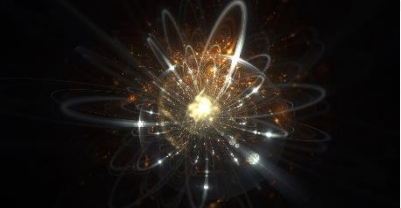
$$\Delta H_{\text{с.э.}}, \epsilon [\text{кДж/моль}] = -E_{\text{с.э.}} [\text{кДж/моль}]$$

$E=mc^2$

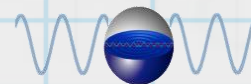
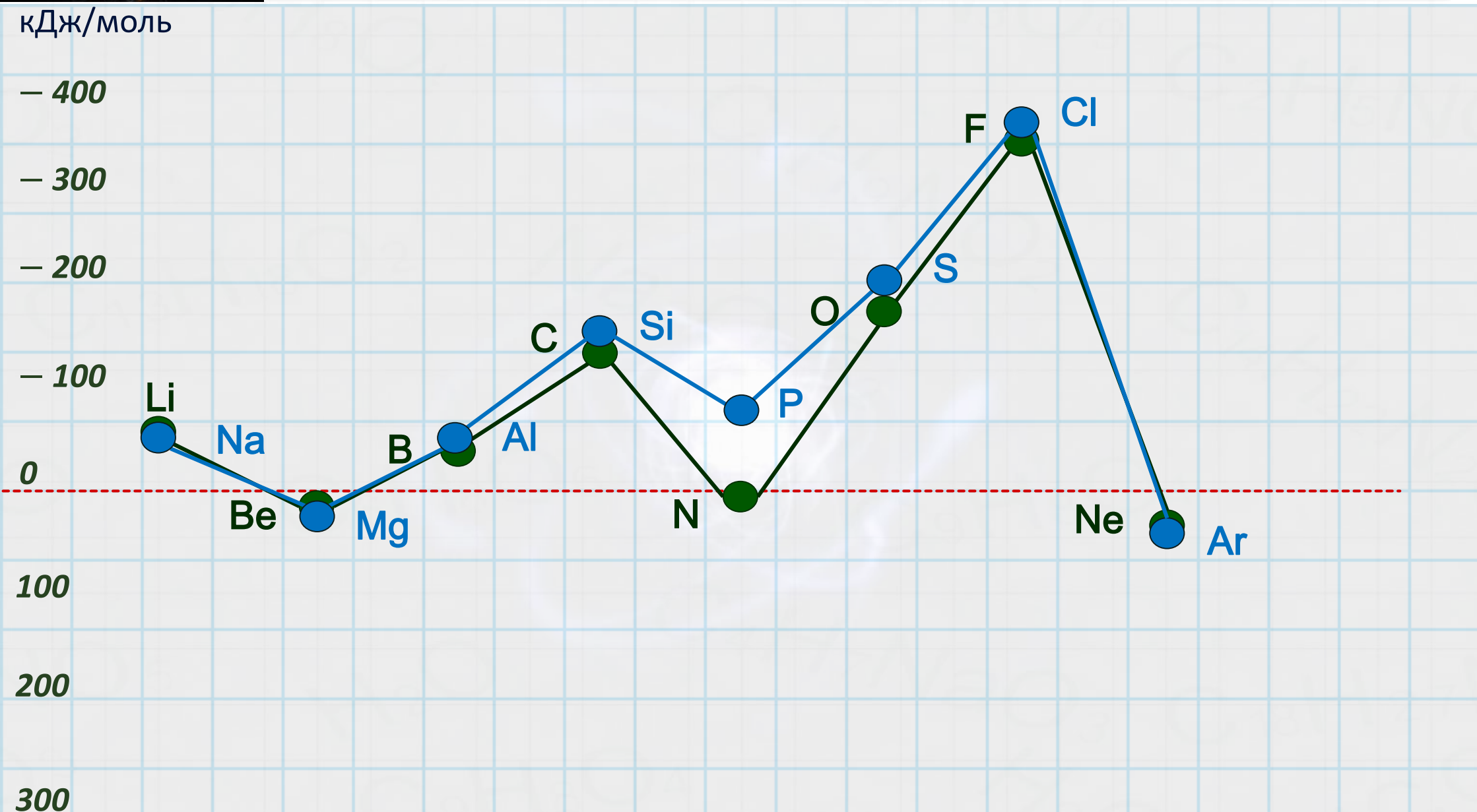


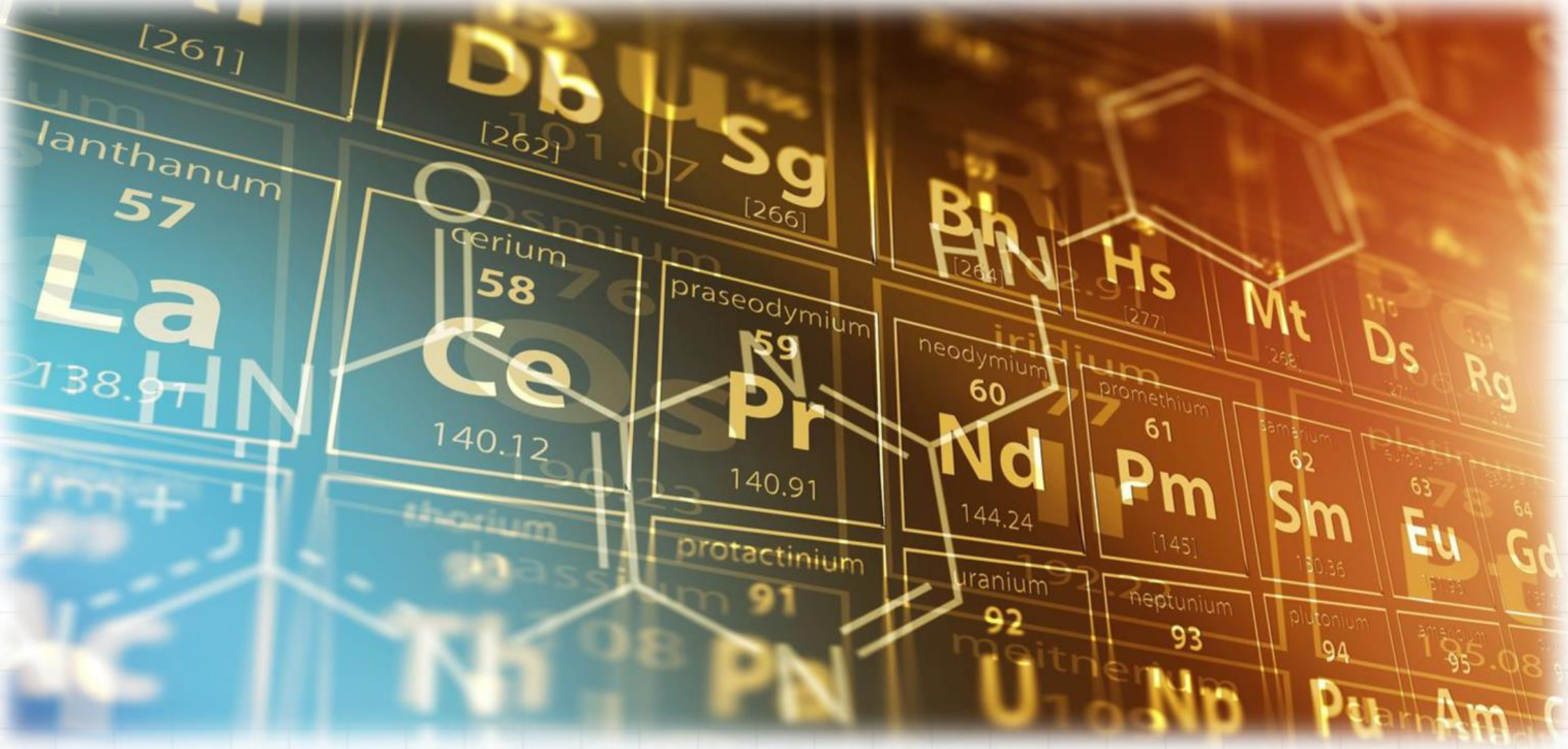
Rest Mass
(Longitudinal Energy E_L)

Mass-Energy Equivalence $V=0$



ИЗМЕНЕНИЕ СРОДСТВА К ЭЛЕКТРОНУ

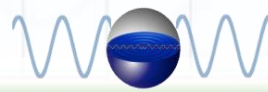




ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА

вторник, 1 октября 2019 г.

$E=mc^2$



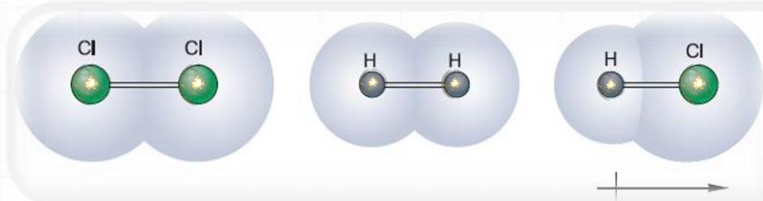
Mass-Energy Equivalence $V = 0$

Rest Mass
(Longitudinal Energy E_L)

<http://lyaminchemistry.ucoz.ru/>



26



ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТЬ

χ , — фундаментальное свойство частицы; количественная характеристика способности ядра элемента в частице смещать к себе общие электронные пары; условная величина, характеризующая способность элемента приобретать отрицательный заряд (притягивать электроны);

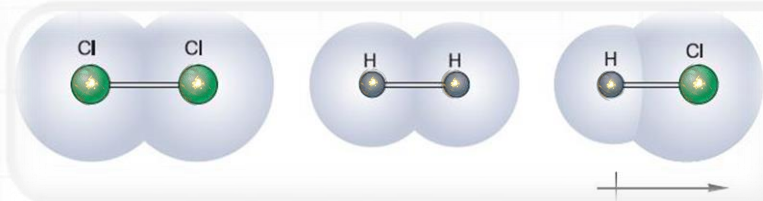
в настоящее время существует более 20-ти различных шкал значений электроотрицательности и для определения их значений существуют различные методы, результаты которых хорошо согласуются друг с другом, за исключением относительно небольших различий, и, во всяком случае, внутренне непротиворечивы;

теоретическое определение электроотрицательности было предложено американским физиком Малликеном (Mulliken), Робертом Сандерсоном, исходя из того, что способность атома в молекуле притягивать к себе электронный заряд зависит от энергии ионизации атома и его сродства к электрону:

$$\chi(\text{Э}) = \frac{E_{\text{ион.}}(\text{Э}) + E_{\text{ср.эл.}}(\text{Э})}{2}$$

где: $E_{\text{ион.}}$ и $E_{\text{ср.эл.}}$ — соответственно энергия ионизации элемента и его сродство к электрону





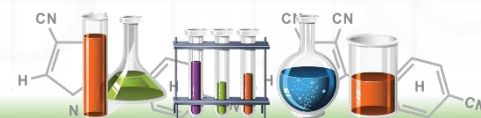
ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТЬ

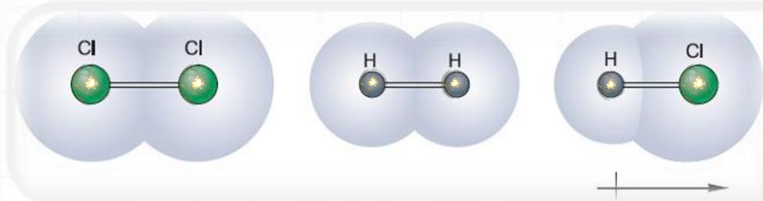
в настоящее время широко используют шкалу Оллреда и Рокоу (Оллреда — Рохова), базирующуюся на электростатической силе, действующей на внешний электрон частицы, в которой электроотрицательность химического элемента рассчитывают по уравнению:

$$\chi(\text{Э}) = \frac{0,359Z^*}{r^2} + 0,744$$

I a	II a	III b	IV b	V b	VI b	VII b	VIII b				I b	II b	III a	IV a	V a	VI a	VII a	VIII a	
Относительные электроотрицательности элементов по Оллреду																		He	
H 2,10																			
Li 0,97	Be 1,47											B 2,02	C 2,50	N 3,07	O 3,50	F 4,10	Ne		
Na 1,01	Mg 1,23											Al 1,47	Si 1,74	P 2,10	S 2,60	Cl 2,83	Ar		
K 0,91	Ca 1,04	Sc 1,20	Ti 1,32	V 1,45	Cr 1,56	Mn 1,60	Fe 1,64	Co 1,75	Ni 1,75	Cu 1,76	Zn 1,66	Ga 1,82	Ge 2,02	As 2,20	Se 2,48	Br 2,74	Kr		
Rb 0,89	Sr 0,99	Y 1,11	Zr 1,22	Nb 1,23	Mo 1,30	Tc 1,36	Ru 1,42	Rh 1,45	Pd 1,35	Ag 1,42	Cd 1,46	In 1,49	Sn 1,72	Sb 1,82	Te 2,01	I 2,21	Xe		
Cs 0,86	Ba 0,97	La 1,08	Hf 1,23	Ta 1,33	W 1,40	Re 1,46	Os 1,52	Ir 1,55	Pt 1,44	Au 1,42	Hg 1,44	Tl 1,44	Pb 1,55	Bi 1,67	Po 1,76	At 1,96	Rn		
Fr 0,86	Ra 0,97	Ac 1,00																	

где: Z^* – эффективный заряд ядра по Слэтеру;
 r – атомный ковалентный радиус элемента.





ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТЬ

современное понятие об электроотрицательности химических элементов было введено в период бурного развития квантовой химии как средства описания молекулярных образований в 1932 г. американским химиком Лайнусом Полингом, который в числе прочих исследований ввёл собственную шкалу значений электроотрицательности элементов;

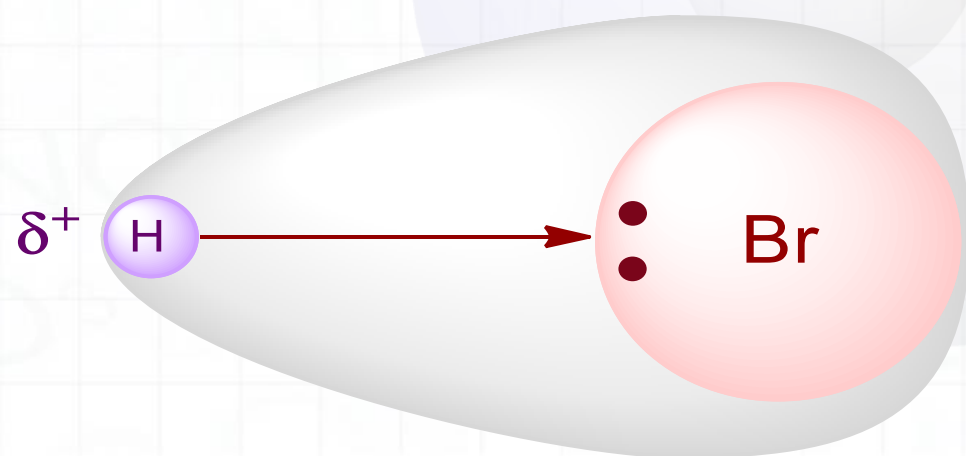


"The best way to get a good idea is to get lots of ideas and throw the bad ones away."

- Linus Pauling

Полинг предложил для количественной характеристики электроотрицательности использовать термодинамические данные об энергии связей $A-A$, $B-B$ и $A-B$ соответственно: $E_{св}(AA)$, $E_{св}(BB)$ и $E_{св}(AB)$;

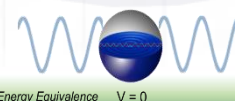
величина, характеризующая способность ядра к поляризации ковалентных связей, называется электроотрицательностью;



если в молекуле AB электроны, образующие связь, притягиваются к ядру B сильнее, чем к ядру A , то элемент B считается более электроотрицательным, чем элемент A



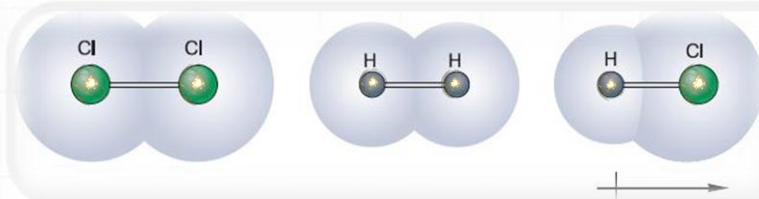
$E=mc^2$



Mass-Energy Equivalence $V=0$

Rest Mass
(Longitudinal Energy E_L)





ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТЬ ПО ПОЛИНГУ

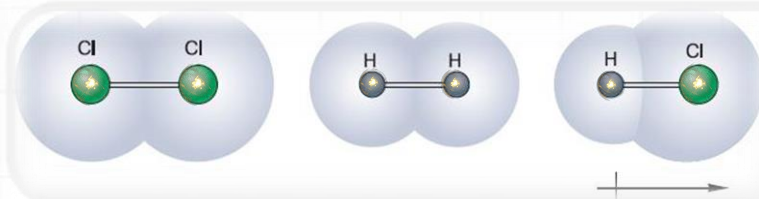
используя эмпирическое выражение:

$$0,208\sqrt{\Delta E_{\text{св.}}(AB)} = |\chi(A) - \chi(B)|$$

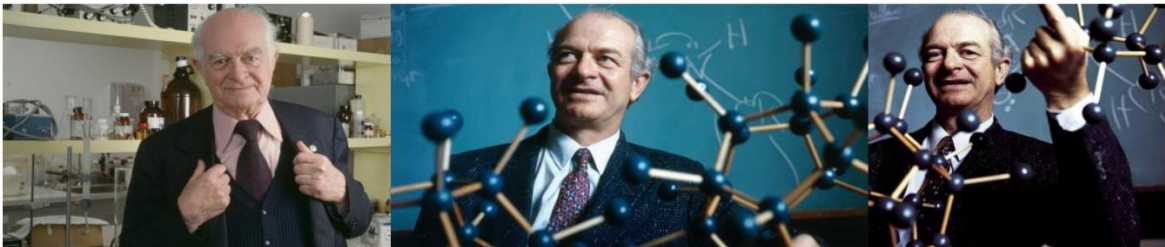
где: $\Delta E_{\text{св.}}$ – разность расчётного значения и эмпирического значения энергии связи, χ – значения электроотрицательности химических элементов; множитель 0,208 возникает при переводе значений энергии из ккал/моль в эВ;

принимая для водорода произвольное значение электроотрицательности равное 2,2, Полинг получил удобную шкалу относительных числовых безразмерных значений электроотрицательности химических элементов, которая охватывает значения от 0,70 для франция до 3,98 для фтора; за фтором по убывающей следует кислород 3,44; далее хлор 3,16 и азот 3,04; щелочные и щелочноземельные металлы имеют наименьшие значения электроотрицательности, а галогены имеют наибольшие значения электроотрицательности; у амфотерных элементов значения электроотрицательности находятся в середине общего интервала значений



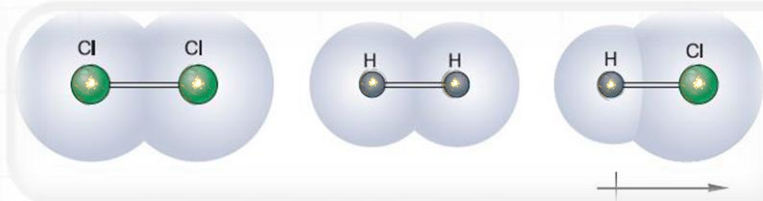


ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТЬ ПО ПОЛИНГУ

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	
1	H 2,20	Относительная электроотрицательность элементов по Полингу															H 2,20	He	
2	Li 0,98	Be 1,57												B 2,04	C 2,55	N 3,04	O 3,44	F 3,98	Ne
3	Na 0,99	Mg 1,31												Al 1,61	Si 1,90	P 2,19	S 2,58	Cl 3,16	Ar
4	K 0,82	Ca 1,00	Sc 1,36	Ti 1,54	V 1,63	Cr 1,66	Mn 1,55	Fe 1,83	Co 1,88	Ni 1,91	Cu 1,90	Zn 1,65	Ga 1,81	Ge 2,01	As 2,18	Se 2,55	Br 2,96	Kr 3,00	
5	Rb 0,82	Sr 0,95	Y 1,22	Zr 1,33	Nb 1,60	Mo 2,16	Tc 1,90	Ru 2,20	Rh 2,28	Pd 2,20	Ag 1,93	Cd 1,69	In 1,78	Sn 1,96	Sb 2,05	Te 2,10	I 2,66	Xe 2,60	
6	Cs 0,79	Ba 0,89	*	Hf 1,30	Ta 1,50	W 2,36	Re 1,90	Os 2,20	Ir 2,20	Pt 2,28	Au 2,54	Hg 2,00	Tl 1,62	Pb 2,33	Bi 2,02	Po 2,00	At 2,20	Rn 2,20	
7	Fr 0,70	Ra 0,90	*	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og	

*	La 1,10	Ce 1,12	Pr 1,13	Nd 1,14	Pm 1,13	Sm 1,17	Eu 1,20	Gd 1,20	Tb 1,10	Dy 1,22	Ho 1,23	Er 1,24	Tm 1,25	Yb 1,10	Lu 1,27
*	Ac 1,10	Th 1,30	Pa 1,50	U 1,38	Np 1,36	Pu 1,28	Am 1,13	Cm 1,28	Bk 1,30	Cf 1,30	Es 1,30	Fm 1,30	Md 1,30	No 1,30	Lr 1,29
*															

Li Cs Rb K Ba Ca Na Mg **Be** **Al** **Mn** H₂ **Zn** **Cr** Fe Cd H₂ Co Ni **Sn** **Pb** Fe H₂ Cu Ag H₂O Hg Pt **Au**



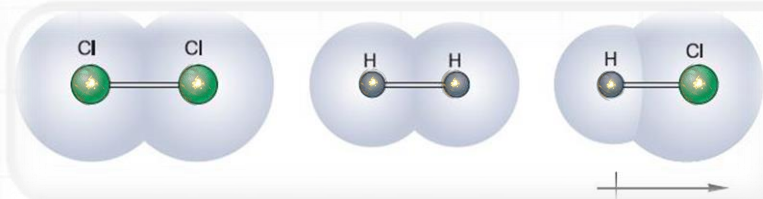
ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТИ

- в периоде, с увеличением эффективного заряда ядра, электроотрицательность химических элементов возрастает;
- в главной подгруппе, с увеличением количества электронных энергетических уровней и уменьшением эффективного заряда ядра, электроотрицательность химических элементов убывает;
- в побочной подгруппе, в связи с лантаноидным сжатием, электроотрицательность химических элементов не изменяется или несколько увеличивается

$K < Ba < Na < Ca < La < Mg < Mn < Be < Al < V < Cu \approx$

$Si < Sn < B < Sb < Te < As < P < H < Pb < Au < C \approx$

$Se < S < I < Br < N < Cl < O < F$



ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТИ

увеличение

1
H
Hydrogen
2.20

3
Li
Lithium
0.98

11
Na
Sodium
0.93

19
K
Potassium
0.82

37
Rb
Rubidium
0.82

55
Cs
Cesium
0.79

87
Fr
Francium
0.7

4
Be
Beryllium
1.57

12
Mg
Magnesium
1.31

20
Ca
Calcium
1.00

38
Sr
Strontium
0.95

56
Ba
Barium
0.89

88
Ra
Radium
0.89

21
Sc
Scandium
1.36

39
Y
Yttrium
1.22

57-71

89-103

22
Ti
Titanium
1.54

40
Zr
Zirconium
1.33

72
Hf
Hafnium
1.3

104
Rf
Rutherfordium
no data

23
V
Vanadium
1.63

41
Nb
Niobium
1.6

73
Ta
Tantalum
1.5

105
Db
Dubnium
no data

24
Cr
Chromium
1.66

42
Mo
Molybdenum
2.16

74
W
Tungsten
2.36

106
Sg
Seaborgium
no data

25
Mn
Manganese
1.55

43
Tc
Technetium
1.9

75
Re
Rhenium
1.9

107
Bh
Bohrium
no data

26
Fe
Iron
1.83

44
Ru
Ruthenium
2.2

76
Os
Osmium
2.2

108
Hs
Hassium
no data

27
Co
Cobalt
1.88

45
Rh
Rhodium
2.28

77
Ir
Iridium
2.2

109
Mt
Meitnerium
no data

28
Ni
Nickel
1.91

46
Pd
Palladium
2.20

78
Pt
Platinum
2.28

110
Ds
Darmstadtium
no data

29
Cu
Copper
1.90

47
Ag
Silver
1.93

79
Au
Gold
2.54

111
Rg
Roentgenium
no data

30
Zn
Zinc
1.65

48
Cd
Cadmium
1.69

80
Hg
Mercury
2.00

112
Cn
Copernicium
no data

31
Ga
Gallium
1.81

49
In
Indium
1.78

81
Tl
Thallium
1.62

113
Uut
Ununtrium
no data

32
Ge
Germanium
2.01

50
Sn
Tin
1.96

82
Pb
Lead
2.33

114
Fl
Flerovium
no data

33
As
Arsenic
2.18

51
Sb
Antimony
2.05

83
Bi
Bismuth
2.02

115
Uup
Ununpentium
no data

34
Se
Selenium
2.55

52
Te
Tellurium
2.1

84
Po
Polonium
2.0

116
Lv
Livermorium
no data

35
Br
Bromine
2.96

53
I
Iodine
2.66

85
At
Astatine
2.2

117
Uus
Ununseptium
no data

36
Kr
Krypton
3.00

54
Xe
Xenon
2.6

86
Rn
Radon
no data

118
Uuo
Ununoctium
no data

Number

Symbol

Name

Electronegativity

1.0

1.3

1.6

1.9

2.2

2.5

2.8

3.1

увеличение

2
He
Helium
no data

10
Ne
Neon
no data

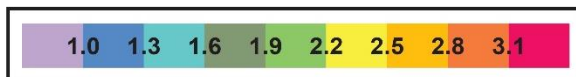
18
Ar
Argon
no data

36
Kr
Krypton
3.00

54
Xe
Xenon
2.6

86
Rn
Radon
no data

Number
Symbol
Name
Electronegativity



уменьшение

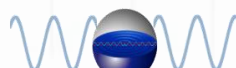
Lanthanide Series

57 La Lanthanum 1.10	58 Ce Cerium 1.12	59 Pr Praseodymium 1.13	60 Nd Neodymium 1.14	61 Pm Promethium 1.13	62 Sm Samarium 1.17	63 Eu Europium 1.2	64 Gd Gadolinium 1.2	65 Tb Terbium 1.22	66 Dy Dysprosium 1.23	67 Ho Holmium 1.24	68 Er Erbium 1.24	69 Tm Thulium 1.25	70 Yb Ytterbium 1.1	71 Lu Lutetium 1.27
--------------------------------------	-----------------------------------	---	--------------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

Actinide Series

89 Ac Actinium 1.1	90 Th Thorium 1.3	91 Pa Protactinium 1.5	92 U Uranium 1.38	93 Np Neptunium 1.36	94 Pu Plutonium 1.28	95 Am Americium 1.3	96 Cm Curium 1.3	97 Bk Berkelium 1.3	98 Cf Californium 1.3	99 Es Einsteinium 1.3	100 Fm Fermium 1.3	101 Md Mendelevium 1.3	102 No Nobelium 1.3	103 Lr Lawrencium no data
------------------------------------	-----------------------------------	--	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------	--	-------------------------------------	---

$E=mc^2$

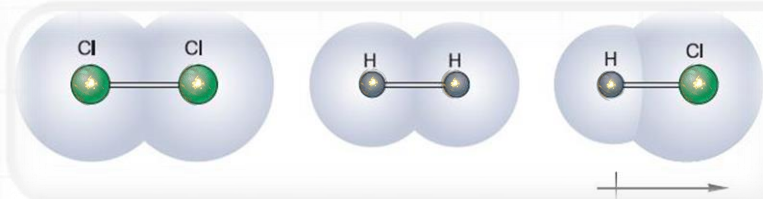


Rest Mass
(Longitudinal Energy E_L)

Mass-Energy Equivalence $V = 0$

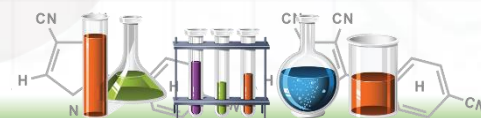
<http://lyaminchemistry.ucoz.ru/>

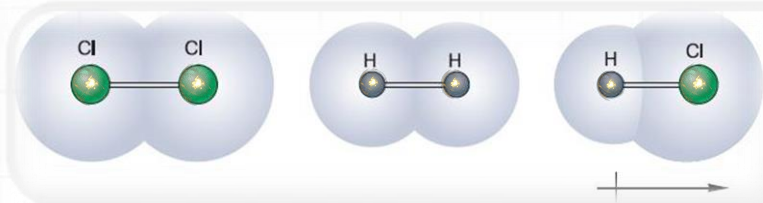




ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТЬ МАЛЛИКЕНА

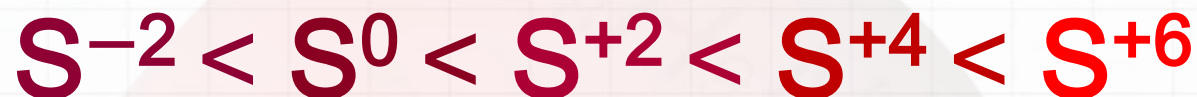
строго говоря, элементу нельзя приписать постоянную электроотрицательность; значение электроотрицательности химического элемента зависит от валентного состояния атома, формальной степени окисления, координационного числа, природы лигандов; в последнее время все чаще для характеристики электроотрицательности используют так называемую орбитальную электроотрицательность, зависящую от типа электронной орбитали, участвующей в образовании связи, и от того, занята ли орбиталь неподелённой электронной парой, однократно заселена неспаренным электроном или является вакантной; одним из наиболее развитых в настоящее время подходов является подход Малликена Роберта Сандерсона; в основу этого подхода легла идея выравнивания электроотрицательностей атомов химических элементов при образовании химической связи между ними; в многочисленных исследованиях были найдены зависимости между электроотрицательностями Малликена и важнейшими физико-химическими свойствами неорганических соединений большинства элементов периодической системы; очень плодотворной оказалась и модификация метода, основанная на перераспределении электроотрицательности в молекулах органических соединений





ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТИ

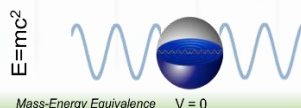
с увеличением степени окисления элемента значение его электроотрицательности увеличивается:



с увеличением заряда иона значение его электроотрицательности возрастает:



с изменением гибридного состояния меняется электроотрицательность элемента в соединении:

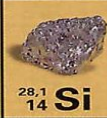
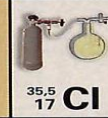
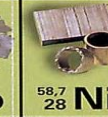
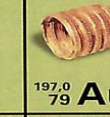
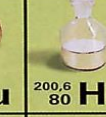
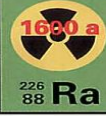
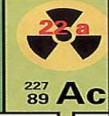
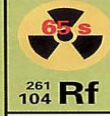
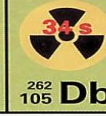
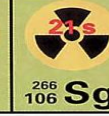
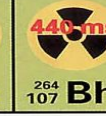
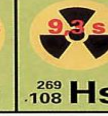
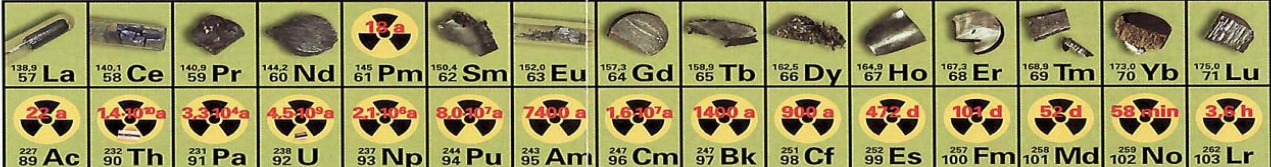


Rest Mass
(Longitudinal Energy E_L)

<http://lyaminchemistry.ucoz.ru/>





Periodic Table of the Elements																		VIIIA 18	
IA 1		IIA 2												IIIA 13	IVA 14	VA 15	VIA 16	VIIA 17	VIIIA 18
1	 1,0 1 H																		 4,0 2 He
2	 6,9 3 Li	 9,0 4 Be											 10,8 5 B	 12,0 6 C	 14,0 7 N	 16,0 8 O	 19,0 9 F	 20,2 10 Ne	
3	 23,0 11 Na	 24,3 12 Mg	IIIB 3	IVB 4	VB 5	VIB 6	VII B 7	VIII 8 9 10		IB 11	IIB 12	 27,0 13 Al	 28,1 14 Si	 31,0 15 P	 32,1 16 S	 35,5 17 Cl	 39,9 18 Ar		
4	 39,1 19 K	 40,1 20 Ca	 45,0 21 Sc	 47,9 22 Ti	 50,9 23 V	 52,0 24 Cr	 54,9 25 Mn	 55,8 26 Fe	 58,9 27 Co	 58,7 28 Ni	 63,5 29 Cu	 65,4 30 Zn	 69,7 31 Ga	 72,6 32 Ge	 74,9 33 As	 79,0 34 Se	 79,9 35 Br	 83,8 36 Kr	
5	 85,5 37 Rb	 87,6 38 Sr	 88,9 39 Y	 91,2 40 Zr	 92,9 41 Nb	 95,9 42 Mo	 98 43 Tc	 101,1 44 Ru	 102,9 45 Rh	 106,4 46 Pd	 107,9 47 Ag	 112,4 48 Cd	 114,8 49 In	 118,7 50 Sn	 121,8 51 Sb	 127,6 52 Te	 126,9 53 I	 131,3 54 Xe	
6	 132,9 55 Cs	 137,3 56 Ba	 138,9 57 La	 178,5 72 Hf	 180,9 73 Ta	 183,8 74 W	 186,2 75 Re	 190,2 76 Os	 192,2 77 Ir	 195,1 78 Pt	 197,0 79 Au	 200,6 80 Hg	 204,4 81 Tl	 207,2 82 Pb	 209,0 83 Bi	 209 84 Po	 210 85 At	 222 86 Rn	
7	 223 87 Fr	 226 88 Ra	 227 89 Ac	 261 104 Rf	 262 105 Db	 266 106 Sg	 264 107 Bh	 269 108 Hs	 268 109 Mt	 273 110	 272 111	 277 112							
																			

ПРИМЕНЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ

PRODUCED BY THE FOUNDATION FOR EDUCATION, SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR NATIONAL SET WEEK 2003

PERIODIC TABLE of the ELEMENTS



Proudly sponsored by the
**SHUTTLEWORTH
FOUNDATION**
[supporting social innovation]
Tel: +27 21 970 1200 | Fax: +27 21 970 1201 | www.shuttleworthfoundation.org

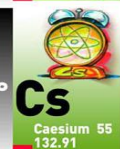
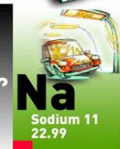
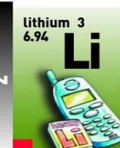
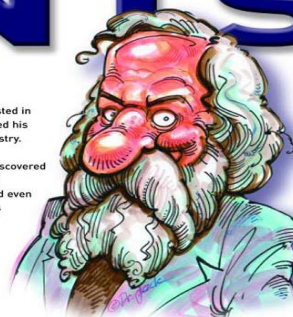
At room temperature the element is:	Symbol	Element name	Atomic number	Atomic mass
Gas	H	Hydrogen	1	1.01
Liquid				
Natural solid				
Man-made solid (synthetic)				

DMITRI MENDELEYEV (1834 - 1907)

The Russian chemist, Dmitri Mendeleev, was the first to observe that if elements were listed in order of atomic mass, they showed regular (periodical) repeating properties. He formulated his discovery in a periodic table of elements, now regarded as the backbone of modern chemistry.

The crowning achievement of Mendeleev's periodic table lay in his prophecy of then, undiscovered elements. In 1869, the year he published his periodic classification, the elements gallium, germanium and scandium were unknown. Mendeleev left spaces for them in his table and even predicted their atomic masses and other chemical properties. Six years later, gallium was discovered and his predictions were found to be accurate. Other discoveries followed and their chemical behaviour matched that predicted by Mendeleev.

This remarkable man, the youngest in a family of 17 children, has left the scientific community with a classification system so powerful that it became the cornerstone in chemistry teaching and the prediction of new elements ever since. In 1955, element 101 was named after him: Md, Mendeleevium.



СПАСИБО ЗА РАБОТУ!

ЖЕЛАЮ УДАЧИ!

Лямин Алексей Николаевич

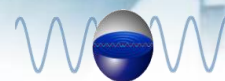
<http://lyaminchemistry.ucoz.ru/>



вторник, 1 октября 2019 г.

$E=mc^2$

Mass-Energy Equivalence $V=0$



Rest Mass
(Longitudinal Energy E_L)

<http://lyaminchemistry.ucoz.ru/>