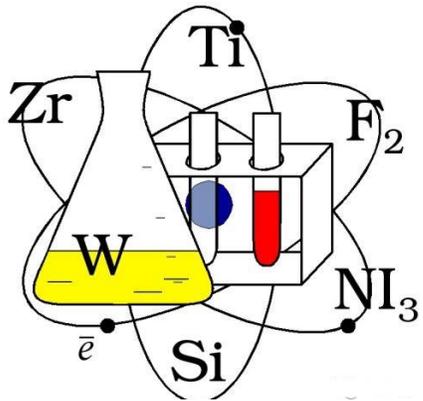




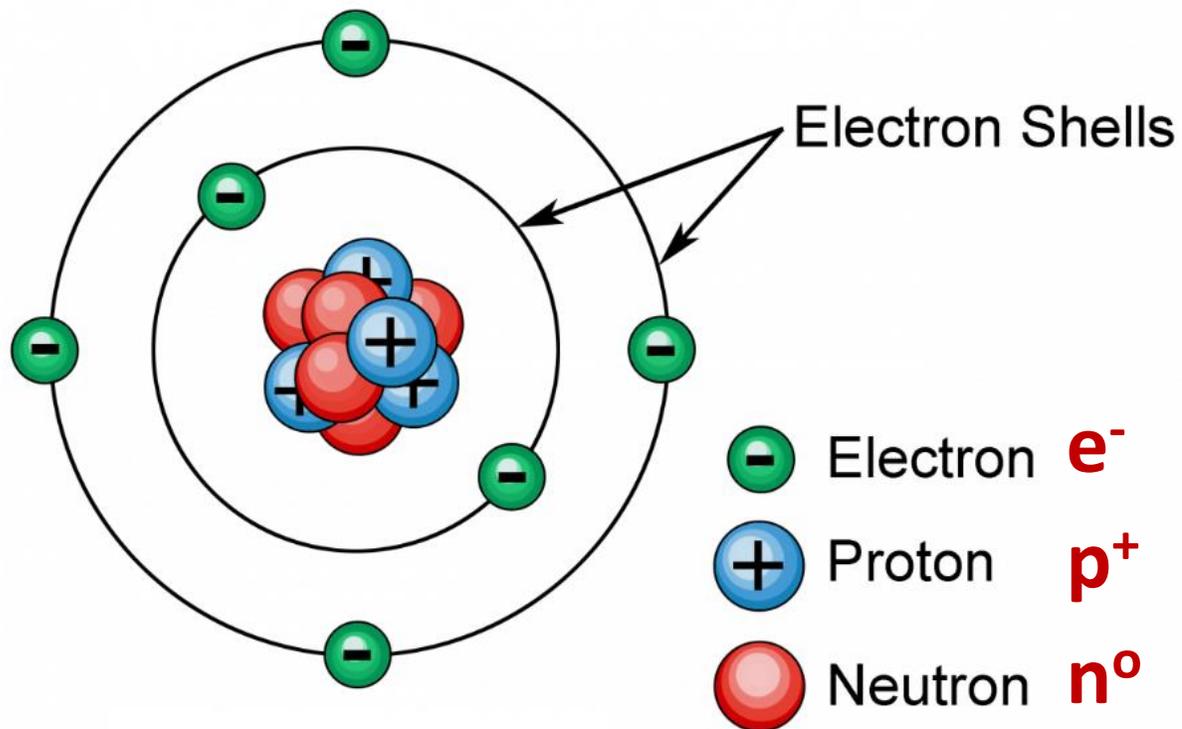
Строение атомов и молекул. Периодический закон Д.И. Менделеева.



Кафедра
химии

Составитель: Соколова М.Д. – зав. кафедрой, д.т.н., доцент

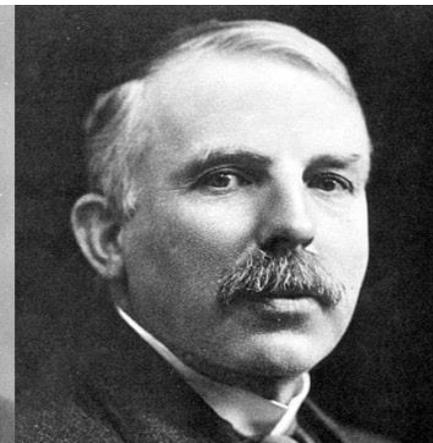
Строение атома



В химических реакциях в основном участвуют электроны



НИЛЬС БОР
(1885-1962)



ЭРНЕСТ РЕЗЕРФОРД
(1871-1937)

1.

z – заряд
 $z(p^+) = +1$
 $z(n^0) = 0$
 $z(e^-) = -1$
 $z(\text{атома}) = 0$

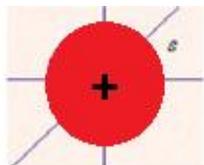
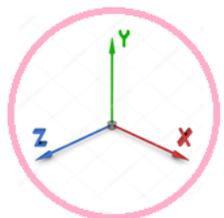
$N(p^+) = N(e^-)$
количество протонов в атоме равно количеству электронов

2.

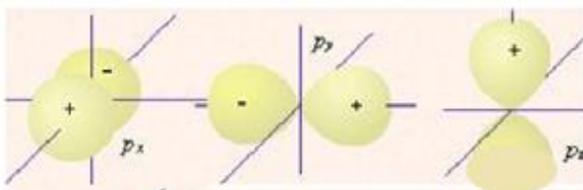
$m(p^+) = +1$
 $m(n^0) = 0$
 $m(e^-) = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 0$

вся масса сосредоточена в ядре

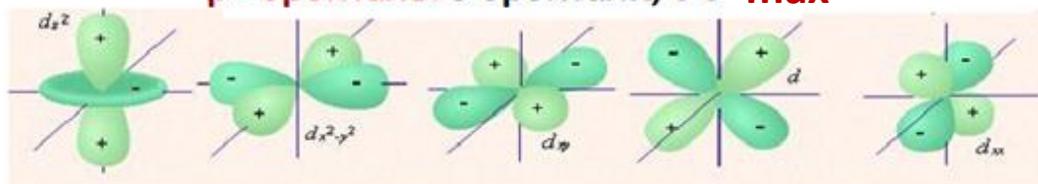
Орбиталь – это траектория, по которой электроны вращаются вокруг ядра. **s-, p-, d-, f- орбитали.**



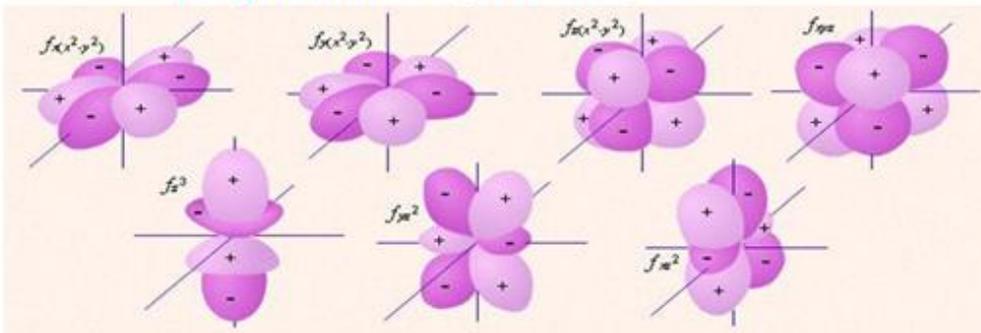
s- орбиталь, в каждом периоде 1 орбиталь, на ней 2 e⁻ max



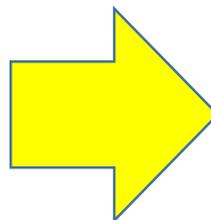
p- орбиталь: 3 орбитали, 6 e⁻ max



d- орбиталь: 5 орбиталей, 10 e⁻ max



f- орбиталь: 7 орбиталей, 14 e⁻ max



ПЕРИОД	A I B	A II B	B III A	B IV A	B V A	B VI A	B VII A	B VIII A							
ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА															
1	H 1 1,01 водород 0,053							He 2 4,0 гелий 0,029	<table border="1"> <tr> <td>АТОМНЫЙ НОМЕР</td> <td>АТОМНЫЙ РАДИУС</td> <td>ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТЬ (ШКАЛА Л. ПОЛИНГА)</td> </tr> <tr> <td>СИМВОЛ ЭЛЕМЕНТА</td> <td>НАЗВАНИЕ</td> <td>РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ ПО ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ УРОВНЯМ</td> </tr> </table>	АТОМНЫЙ НОМЕР	АТОМНЫЙ РАДИУС	ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТЬ (ШКАЛА Л. ПОЛИНГА)	СИМВОЛ ЭЛЕМЕНТА	НАЗВАНИЕ	РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ ПО ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ УРОВНЯМ
АТОМНЫЙ НОМЕР	АТОМНЫЙ РАДИУС	ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТЬ (ШКАЛА Л. ПОЛИНГА)													
СИМВОЛ ЭЛЕМЕНТА	НАЗВАНИЕ	РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ ПО ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ УРОВНЯМ													
2	Li 3 6,9 литий 0,159	Be 4 9,0 бериллий 0,104	B 5 10,8 бор 0,078	C 6 12,0 углерод 0,062	N 7 14,0 азот 0,052	O 8 16,0 кислород 0,045	F 9 19,0 фтор 0,040	Ne 10 20,2 неон 0,035							
3	Na 11 23,0 натрий 0,171	Mg 12 24,3 магний 0,128	Al 13 27,0 алюминий 0,131	Si 14 28,1 кремний 0,107	P 15 31,0 фосфор 0,092	S 16 32,1 сера 0,073	Cl 17 35,5 хлор 0,066	Ar 18 39,9 аргон 0,066							
4	K 19 39,1 калий 0,82	Ca 20 40,1 кальций 0,169	Sc 21 45,0 скандий 0,157	Ti 22 47,9 титан 0,148	V 23 50,9 ванадий 0,140	Cr 24 52,0 хром 0,145	Mn 25 54,9 марганец 0,128	Fe 26 55,8 железо 0,123		Co 27 58,9 кобальт 0,118	Ni 28 58,7 никель 0,114				
5	Rb 37 85,5 рубидий 0,229	Sr 38 87,6 стронций 0,184	Y 39 88,9 иттрий 0,170	Zr 40 91,2 цирконий 0,159	Nb 41 92,9 ниобий 0,159	Mo 42 95,9 молибден 0,152	Tc 43 [98] технеций 0,139	Ru 44 101,1 рутений 0,141		Rh 45 102,9 родий 0,128	Pd 46 106,4 палладий 0,107				
6	Cs 55 132,9 цезий 0,252	Ba 56 137,3 барий 0,206	La* 57 [138,9] лантан 0,192	Hf 72 178,5 гафний 0,148	Ta 73 180,9 тантал 0,141	W 74 183,8 вольфрам 0,136	Re 75 186,2 рений 0,131	Os 76 190,2 осмий 0,127	Ir 77 192,2 иридий 0,123	Pt 78 195,1 платина 0,122					
7	Fr 87 [223] франций 0,245	Ra 88 [226] радий 0,204	Ac** 89 [227] актиний 0,190	Rf 104 [261] риферфордий 0,159	Db 105 [268] дубний 0,159	Sg 106 [271] сибургий 0,159	Bh 107 [267] борий 0,159	Hs 108 [269] хассий 0,159	Mt 109 [278] мейтнерий 0,159	Ds 110 [281] дашплатдий 0,159					
	Rg 111 [281] ренггений 0,245	Cn 112 [285] коперниций 0,245	Nh 113 [284] нипуний 0,245	Fl 114 [289] флеровий 0,245	Mc 115 [288] мачковий 0,245	Lv 116 [293] ливерморий 0,245	Tl 117 [294] теннессиум 0,245	Og 118 [294] оганессон 0,245							
	Rn 118 [222] радон 0,222														
	U 92 238,0 уран 0,178	Np 93 237,0 нептуний 0,178	Pu 94 244,0 плутоний 0,178	Am 95 243,0 америций 0,178	Cm 96 247,0 кюрий 0,178	Bk 97 247,0 берклий 0,178	Cf 98 251,0 калифорний 0,178	Es 99 252,0 эйнштейний 0,178	Fm 100 257,0 фермий 0,178	Md 101 258,0 мейтнерий 0,178	No 102 259,0 ноубий 0,178	Lr 103 260,0 лоуренсий 0,178			

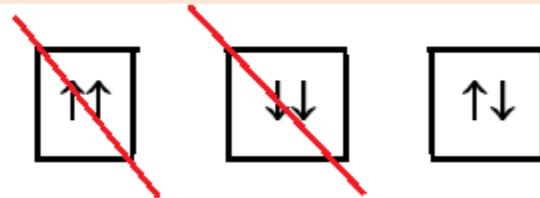
1. Правило Клечковского. Принцип наименьших энергий.

1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, **4f, 5d**, 6p, 7s, 5f, 6d, ...

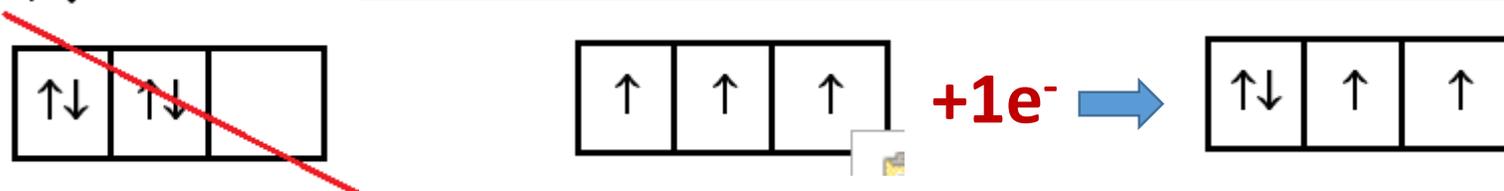


исключение

2. Принцип Паули. На любой орбитали может находиться не более двух электронов и то лишь в том случае, если они имеют антипараллельные спины.



1. **Правило Хунда (Гунда).** В каждом квантовом слое одноимённые орбитали (орбитали одного подуровня) вначале заполняются однократно электронами с параллельными спинами, с тем, чтобы суммарный спин атома был максимальным; лишь после этого начинается спаривание электронов.

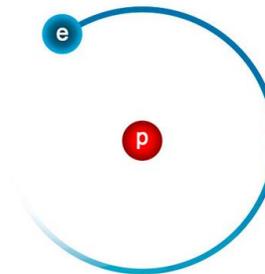


1 1H водород		1s ¹		N (e⁻) = N (p⁺) = 1	N (n⁰) = 1 - 1 = 0
4 2He гелий		1s ²		N (e⁻) = N (p⁺) = 2	N (n⁰) = 4 - 2 = 2
7 3Li литий		1s ² 2s ¹		N (e⁻) = N (p⁺) = 3	N (n⁰) = 7 - 3 = 4
9 4Be бериллий		1s ² 2s ²			
11 5B бор		1s ² 2s ² 2p ¹			
12 6C углерод		1s ² 2s ² 2p ²			
14 7N азот		1s ² 2s ² 2p ³			

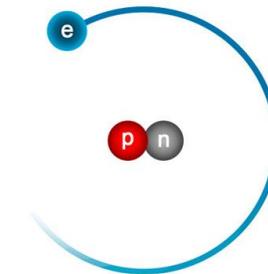
Li Литий	3 6,939	Be Бериллий	4 9,0122	B Бор	5 10,811
Na Натрий	11 22,9898	Mg Магний	12 24,312	Al Алюминий	13 26,9815
K Калий	19 39,102	Ca Кальций	20 40,08	Sc Скандий	21 44,956

Все атомы одного элемента имеют одинаковое число протонов, эти атомы могут отличаться числом имеющих у них нейтронов. Такие различные атомы **одного и того же** элемента называются **ИЗОТОПАМИ**. Количество протонов, а также количество электронов у изотопа и исходного элемента совпадает, **различаются количеством нейтронов**.

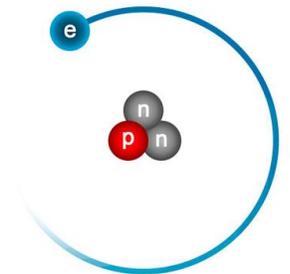
8O Кислород		1s ² 2s ² 2p ⁴	
9F Фтор		1s ² 2s ² 2p ⁵	
10Ne Неон		1s ² 2s ² 2p ⁶	



¹1H
водород



²1H
дейтерий



³1H
тритий

Периодическая система элементов Д.И. Менделеева

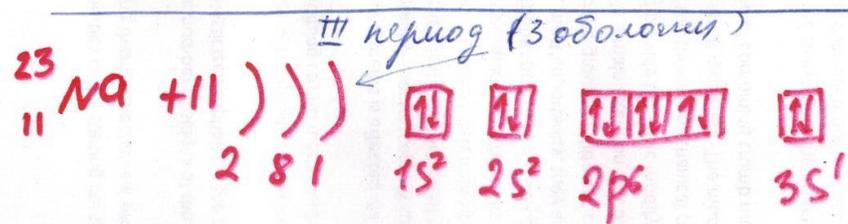
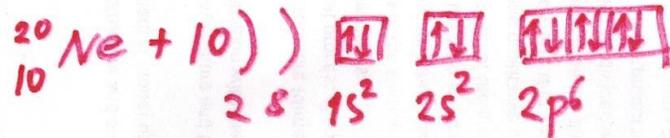
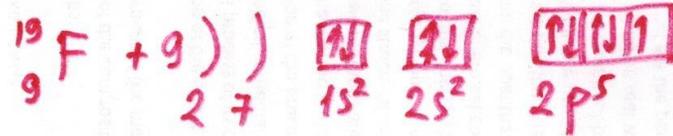
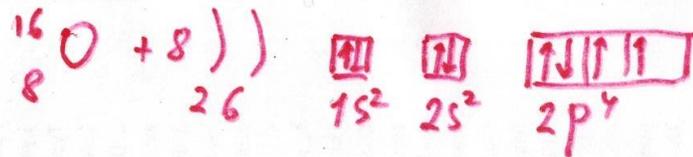
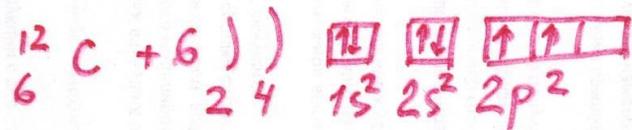
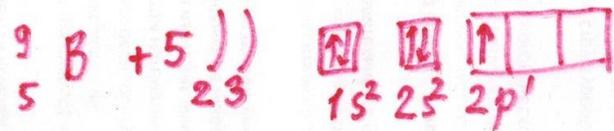
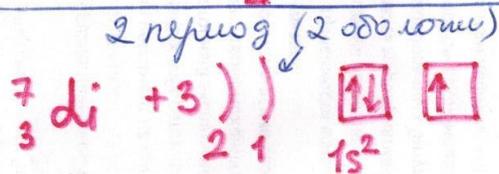
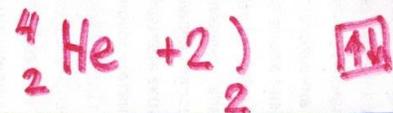
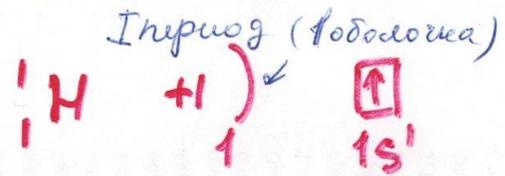
1	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII			
1	H 1,00797 Водород																He 4,0026 Гелий	
2	Li 6,939 Литий	Be 9,012 Бериллий		B 10,811 Бор	C 12,01115 Углерод	N 14,0067 Азот	O 15,9994 Кислород	F 18,9984 Фтор									Ne 20,183 Неон	
3	Na 22,9898 Натрий	Mg 24,312 Магний		Al 26,9815 Алюминий	Si 28,086 Кремний	P 30,9738 Фосфор	S 32,064 Сера	Cl 35,453 Хлор									Ar 39,948 Аргон	
4	K 39,102 Калий	Ca 40,08 Кальций		Sc 44,956 Скандий	Ti 47,90 Титан	V 50,942 Ванадий	Cr 51,996 Хром	Mn 54,938 Марганец	Fe 55,847 Железо	Co 58,9332 Кобальт	Ni 58,71 Никель						Kr 83,80 Криптон	
5	Rb 85,47 Рубидий	Sr 87,62 Стронций		Y 88,905 Иттрий	Zr 91,22 Цирконий	Nb 92,906 Ниобий	Mo 95,94 Молибден	Tc [99] Технеций	Ru 101,07 Рутений	Rh 102,905 Родий	Pd 106,4 Палладий						Xe 131,30 Ксенон	
6	Cs 132,905 Цезий	Ba 137,3 Барий		La * 138,81 Лантан	Hf 178,49 Гафний	Ta 180,948 Тантал	W 183,85 Вольфрам	Re 186,2 Рений	Os 190,2 Осмий	Ir 192,2 Иридий	Pt 195,09 Платина						Rn [222] Радон	
7	Fr [223] Франций	Ra [226] Радий		Ac ** [227] Актиний	Db [261] Дубний	Jl [262] Жолиотий	Rf [263] Резерфордий	Bh [262] Борий	Hn [265] Ганий	Mt [266] Мейтнерий							110	

* ЛАНТАНОИДЫ

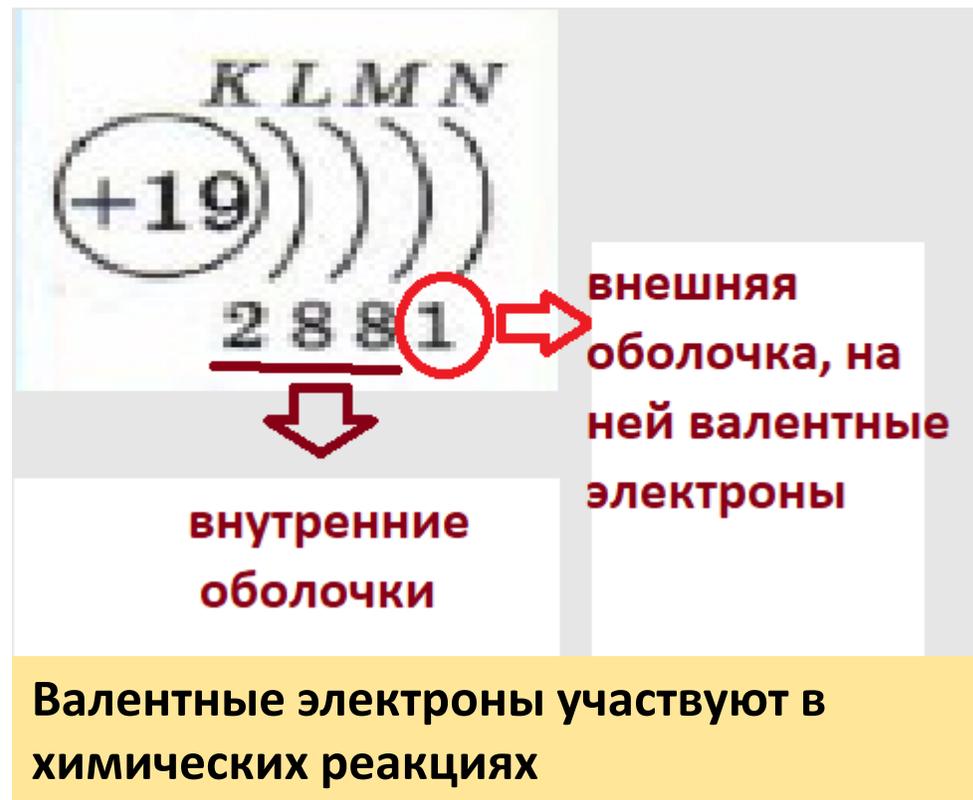
Ce 58 140,12 Церий	Pr 59 140,907 Прозермид	Nd 60 144,24 Неодим	Pm 61 [145] Прометий	Sm 62 150,35 Самарий	Eu 63 151,96 Европий	Gd 64 157,25 Гадолиний	Tb 65 158,924 Тербий	Dy 66 162,50 Диспрозий	Ho 67 164,930 Гольмий	Er 68 167,26 Эрбий	Tm 69 168,934 Тулий	Yb 70 173,04 Иттербий	Lu 71 174,97 Лютеций
------------------------------------	---	-------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--	--------------------------------------	--	---------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------

** АКТИНОИДЫ

Th 90 232,038 Торий	Pa 91 [231] Протактиний	U 92 238,03 Уран	Np 93 [237] Нептуний	Pu 94 [242] Плутоний	Am 95 [243] Америций	Cm 96 [247] Кюрий	Bk 97 [247] Берклий	Cf 98 [249] Калифорний	Es 99 [254] Эйнштейний	Fm 100 [253] Фермий	Md 101 [256] Менделевий	No 102 [255] Нобелий	Lr 103 [257] Лоуренсий
-------------------------------------	---	----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	--	--	-------------------------------------	---	--------------------------------------	--



Символ элемента, порядковый номер, название	Схема электронного строения	Электронные формулы	Графическая электронная формула
¹⁹ K Калий	$\begin{matrix} KLMN \\ (+19) \text{)))) \\ 2881 \end{matrix}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$	$\begin{matrix} \uparrow \\ \boxed{Ar} 4s \end{matrix}$
²⁰ Ca Кальций	$\begin{matrix} KLMN \\ (+20) \text{)))) \\ 2882 \end{matrix}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$	$\begin{matrix} \uparrow\downarrow \\ \boxed{Ar} 4s \end{matrix}$
²¹ Sc Скандий	$\begin{matrix} KLMN \\ (+21) \text{)))) \\ 2892 \end{matrix}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$ или $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$	$\begin{matrix} \uparrow & & & & \\ \boxed{Ar} & \uparrow\downarrow & & & 3d \end{matrix}$
²² Ti Титан	$\begin{matrix} KLMN \\ (+22) \text{)))) \\ 28102 \end{matrix}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$ или $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$	$\begin{matrix} \uparrow & \uparrow & & & \\ \boxed{Ar} & \uparrow\downarrow & & & 3d \end{matrix}$



Металлы отдают электроны.

Неметаллы – принимают электроны.

Правило «октета» – завершить слой

Домашнее задание



Задание 1.

Напишите атомное и электронное строение элементов III периода.

Задание 2.

Сколько различных видов молекул оксида углерода (IV) можно получить из изотопа углерода ^{12}C и трех изотопов кислорода: ^{16}O , ^{17}O и ^{18}O ? Напишите все формулы оксидов и рассчитайте их молярные массы (в формулах укажите массы изотопов).

Задание 3.

Природный магний представляет собой смесь изотопов с массовыми числами 24, 25 и 26. Их распространенность в природе составляет соответственно 79,0; 10,0 и 11,0%. Вычислите на основании этих данных относительную атомную массу магния и сравните полученный результат с приведенным в периодической таблице элементов.

Задание 4.

Сколько всего электронов имеет атом фосфора? Сколько электронов находится на внутренних уровнях (не участвующих в образовании химических связей)? Есть ли у этого атома в основном состоянии на внешнем уровне спаренные электроны (если есть, то сколько пар)? Сколько у атома фосфора в основном состоянии неспаренных электронов?

Задание 5.

Сколько электронов и протонов содержат следующие частицы: а) молекула хлора; б) атом аргона; в) ион OH^- ; г) молекула аммиака NH_3 ; д) нитрит-ион NO_2^- ; е) ион аммония NH_4^+ ?