

Лекция №3

Периодический закон

План

1. Физико-химические характеристики атомов

2. Периодический закон

Физико-химические характеристики атомов

1) заряд ядра и
относительная атомная
масса являются
фундаментальными
характеристиками атома;

2) Орбитальные атомные радиусы (R, нм) - теоретически рассчитанное расстояние от ядра до максимума электронной плотности внешней орбитали.

3) Энергия ионизации (I, кДж/моль или эВ) –

**минимальная энергия,
достаточная для удаления
электрона из атома:**



4) Сродство к электрону (E, кДж/моль или эВ)- это энергетический эффект присоединения электрона к атому :



5) Электроотрицательность

$$\text{ЭО} \approx \frac{1}{2}(\text{I} + \text{E})$$

—это способность атома
притягивать к себе электроны
при образовании химической
связи.

ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН (СОВРЕМЕННАЯ ФОРМУЛИРОВКА):

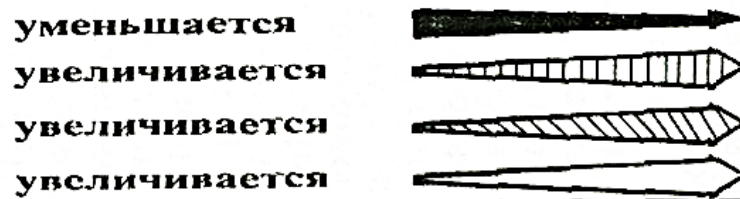
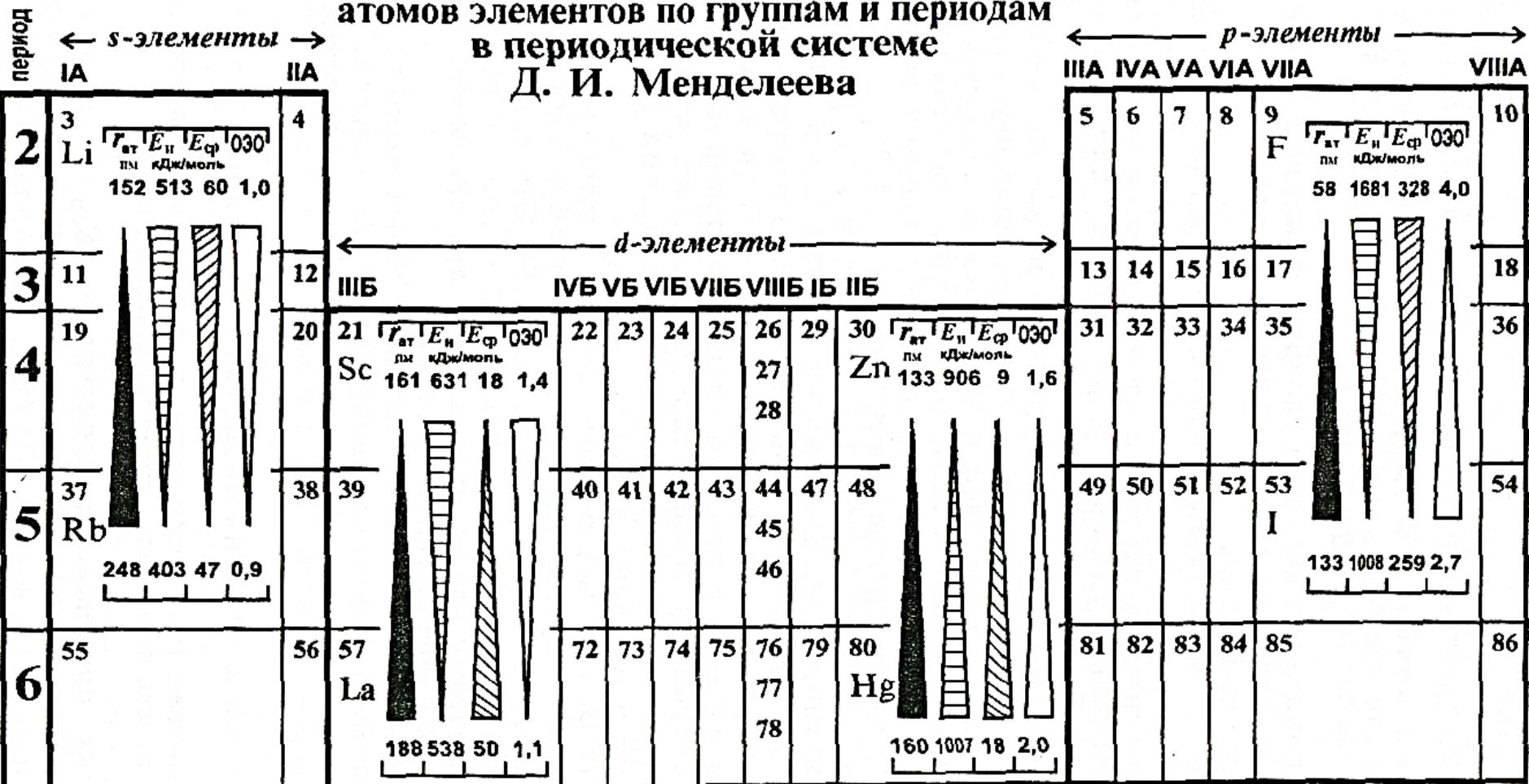
Свойства химических элементов и их соединений находятся в периодической зависимости от заряда ядра их атомов.

Изменение основных характеристик ($r_{ат}$, $E_{и}$, $E_{ср}$, ОЭО)

атомов элементов по группам и периодам

в периодической системе

Д. И. Менделеева



ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН (СОВРЕМЕННАЯ ФОРМУЛИРОВКА):

Свойства химических элементов и их соединений находятся в периодической зависимости от заряда ядра их атомов.

Вариант Д. И. Менделеева

Отделение химии
 Императорского Московского университета
 Д. И. Менделеев

Миссия академика
 Купца и купчихи

Li	7	Li	7	Li	7
Na	23	Na	23	Na	23
K	39	K	39	K	39
Rb	85	Rb	85	Rb	85
Cs	132	Cs	132	Cs	132
B	10	B	10	B	10
Al	27	Al	27	Al	27
Si	28	Si	28	Si	28
P	31	P	31	P	31
S	32	S	32	S	32
Cl	35.5	Cl	35.5	Cl	35.5
Br	80	Br	80	Br	80
I	127	I	127	I	127
Hg	200	Hg	200	Hg	200
Ag	108	Ag	108	Ag	108
Cu	63.5	Cu	63.5	Cu	63.5
Zn	65	Zn	65	Zn	65
Fe	56	Fe	56	Fe	56
Ni	58.7	Ni	58.7	Ni	58.7
Co	58.9	Co	58.9	Co	58.9
Mn	55	Mn	55	Mn	55
Ca	40	Ca	40	Ca	40
Mg	24	Mg	24	Mg	24
Be	9	Be	9	Be	9
Ba	137	Ba	137	Ba	137
Strontium	87.6	Strontium	87.6	Strontium	87.6
Yttrium	88.9	Yttrium	88.9	Yttrium	88.9
La	138.9	La	138.9	La	138.9
Th	232	Th	232	Th	232
U	238	U	238	U	238

При этом
 Вспомогательные
 функции обозначены
 X

18 11/17

Миссия академика
 Купца и купчихи

Короткий вариант

Группы Периоды	a I	a II	a III	a IV	a V	a VI	a VII	a VIII	VIII		
1	III						H 1,0079 1s ¹ Водород	He 4,0026 1s ² Гелий			
2	Li 6,94 2s ¹ Литий	Be 9,012 2s ² Бериллий	B 10,811 2s ² 2p ¹ Бор	C 12,011 2s ² 2p ² Углерод	N 14,0067 2s ² 2p ³ Азот	O 15,999 2s ² 2p ⁴ Кислород	F 18,998 2s ² 2p ⁵ Фтор	Ne 20,179 2s ² 2p ⁶ Неон			
3	Na 22,989 3s ¹ Натрий	Mg 24,305 3s ² Магний	Al 26,981 3s ² 3p ¹ Алюминий	Si 28,086 3s ² 3p ² Кремний	P 30,973 3s ² 3p ³ Фосфор	S 32,06 3s ² 3p ⁴ Сера	Cl 35,453 3s ² 3p ⁵ Хлор	Ar 39,948 3s ² 3p ⁶ Аргон			
4	K 39,098 4s ¹ Калий	Ca 40,08 4s ² Кальций	Sc 44,956 3d ¹ 4s ² Скандий	Ti 47,90 3d ² 4s ² Титан	V 50,942 3d ³ 4s ² Ванадий	Cr 51,996 3d ⁵ 4s ¹ Хром	Mn 54,938 3d ⁵ 4s ² Марганец		Fe 55,847 3d ⁶ 4s ² Железо	Co 58,933 3d ⁷ 4s ² Кобальт	Ni 58,70 3d ⁸ 4s ² Никель
	Cu 63,546 3d ¹⁰ 4s ¹ Медь	Zn 65,38 3d ¹⁰ 4s ² Цинк	Ga 69,72 4s ² 4p ¹ Галлий	Ge 72,59 4s ² 4p ² Германий	As 74,921 4s ² 4p ³ Мышьяк	Se 78,96 4s ² 4p ⁴ Селен	Br 79,904 4s ² 4p ⁵ Бром	Kr 83,80 4s ² 4p ⁶ Криптон			
5	Rb 85,47 5s ¹ Рубидий	Sr 87,62 5s ² Стронций	Y 88,906 4d ¹ 5s ² Иттрий	Zr 91,22 4d ² 5s ² Цирконий	Nb 92,906 4d ⁴ 5s ¹ Ниобий	Mo 95,94 4d ⁵ 5s ¹ Молибден	Tc 98,91 4d ⁵ 5s ² Технеций		Ru 101,07 4d ⁷ 5s ¹ Рутений	Rh 102,905 4d ⁸ 5s ¹ Родий	Pd 106,4 4d ¹⁰ Палладий
	Ag 107,868 4d ¹⁰ 5s ¹ Серебро	Cd 112,41 4d ¹⁰ 5s ² Кадмий	In 114,82 5s ² 5p ¹ Индий	Sn 118,70 5s ² 5p ² Олово	Sb 121,75 5s ² 5p ³ Сурьма	Te 127,60 5s ² 5p ⁴ Теллур	I 126,904 5s ² 5p ⁵ Иод	Xe 131,30 5s ² 5p ⁶ Ксенон			
6	Cs 132,905 6s ¹ Цезий	Ba 137,33 6s ² Барий	La 138,91 5d ¹ 6s ² Лантан	Hf 178,49 5d ² 6s ² Гафний	Ta 180,948 5d ³ 6s ² Тантал	W 183,85 5d ⁴ 6s ² Вольфрам	Re 186,21 5d ⁵ 6s ² Рений		Os 190,2 5d ⁶ 6s ² Осмий	Ir 192,2 5d ⁷ 6s ² Иридий	Pt 195,09 5d ⁹ 6s ¹ Платина
	Au 196,967 5d ¹⁰ 6s ¹ Золото	Hg 200,59 5d ¹⁰ 6s ² Ртуть	Tl 204,37 6s ² 6p ¹ Таллий	Pb 207,19 6s ² 6p ² Свинец	Bi 208,98 6s ² 6p ³ Висмут	Po [209] 6s ² 6p ⁴ Полоний	At [210] 6s ² 6p ⁵ Астат	Rn [222] 6s ² 6p ⁶ Радон			
7	Fr [223] 7s ¹ Франций	Ra 226,025 7s ² Радий	Ac [227] 6d ¹ 7s ² Актиний	Ku [261] 6d ² 7s ² Курчатовий	Ns [269] 6d ³ 7s ² Нобелий	106 6d ⁴ 7s ²	107 6d ⁵ 7s ²				

Лантаноиды																											
58	Ce 140,12 4f ¹ 5d ¹ 6s ² Церий	59	Pr 140,90 4f ³ 6s ² Празеодим	60	Nd 144,24 4f ⁴ 6s ² Неодим	61	Pm [145] 4f ⁵ 6s ² Прометий	62	Sm 150,4 4f ⁶ 6s ² Самарий	63	Eu 151,96 4f ⁷ 6s ² Европий	64	Gd 157,25 4f ⁷ 5d ¹ 6s ² Гадолиний	65	Tb 158,925 4f ⁹ 6s ² Тербий	66	Dy 162,50 4f ¹⁰ 6s ² Диспрозий	67	Ho 164,93 4f ¹¹ 6s ² Гольмий	68	Er 167,26 4f ¹² 6s ² Эрбий	69	Tm 168,93 4f ¹³ 6s ² Тулий	70	Yb 173,04 4f ¹⁴ 6s ² Иттербий	71	Lu 174,97 4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ² Лютеций

Актиноиды																									
90	Th 232,038 6d ² 7s ² Торий	91	Pa [231] 5f ² 6d ¹ 7s ² Протактиний	92	U 238,03 5f ³ 6d ¹ 7s ² Уран	93	Np [237] 5f ⁴ 6d ¹ 7s ² Нептуний	94	Pu [244] 5f ⁶ 7s ² Плутоний	95	Am [243] 5f ⁷ 7s ² Америций	96	Cm [247] 5f ⁷ 6d ¹ 7s ² Кюрий	97	Bk [247] 5f ⁸ 6d ¹ 7s ² Берклий	98	Cf [251] 5f ⁹ 6d ¹ 7s ² Калифорний	99	Es [254] 5f ¹⁰ 7s ² Эйнштейний	100	Fm [257] 5f ¹² 7s ² Фермий	101	Md [258] 5f ¹³ 7s ² Менделеевий	102	Lr [255] 5f ¹⁴ 7s ² Лоуренсий

Полудлинный вариант

Таблица 1. Периодическая таблица химических элементов рекомендованная IUPAC.

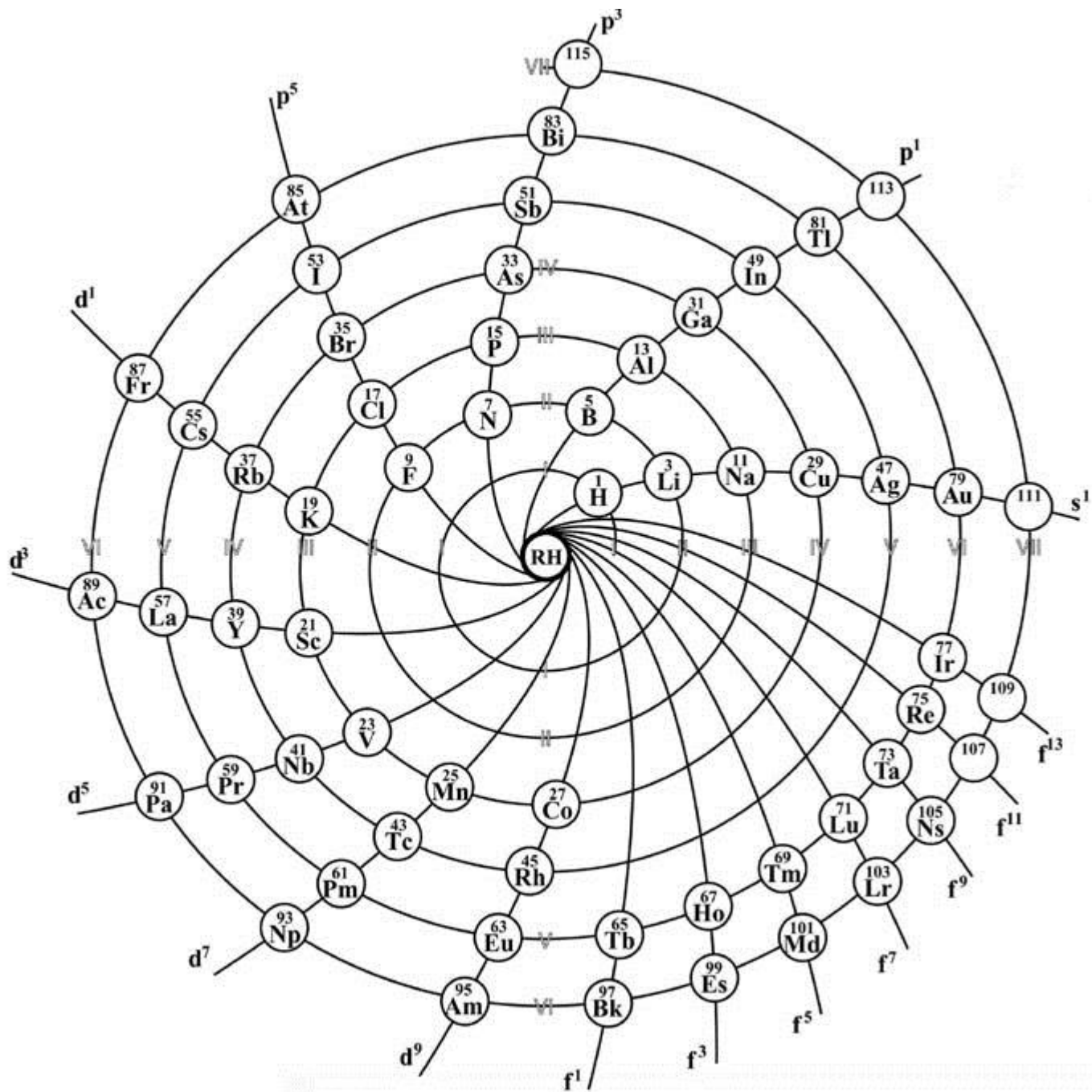
IUPAC Periodic Table of the Elements

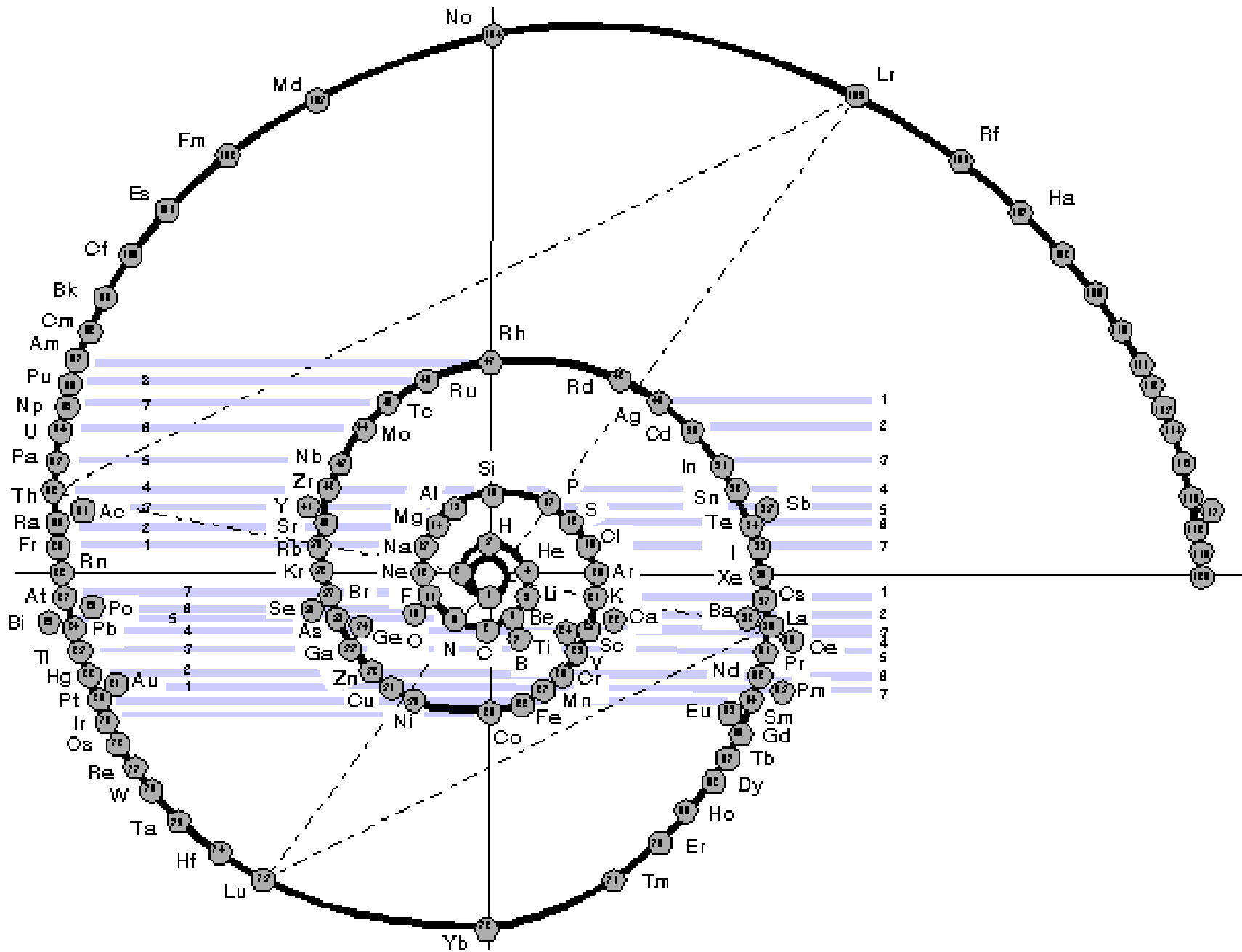
Key:
atomic number
Symbol
name
standard atomic weight

1 H hydrogen (1.007 94)																	2 He helium (4.002 602)															
3 Li lithium (6.941)	4 Be beryllium (9.012 2)											5 B boron (10.81)	6 C carbon (12.01)	7 N nitrogen (14.01)	8 O oxygen (15.999)	9 F fluorine (18.998)	10 Ne neon (20.18)															
11 Na sodium (22.99)	12 Mg magnesium (24.31)											13 Al aluminum (26.98)	14 Si silicon (28.09)	15 P phosphorus (30.97)	16 S sulfur (32.06)	17 Cl chlorine (35.45)	18 Ar argon (39.95)															
19 K potassium (39.10)	20 Ca calcium (40.08)	21 Sc scandium (44.96)	22 Ti titanium (47.88)	23 V vanadium (50.94)	24 Cr chromium (52.00)	25 Mn manganese (54.94)	26 Fe iron (55.85)	27 Co cobalt (58.93)	28 Ni nickel (58.71)	29 Cu copper (63.55)	30 Zn zinc (65.38)	31 Ga gallium (69.72)	32 Ge germanium (72.64)	33 As arsenic (74.92)	34 Se selenium (78.96)	35 Br bromine (79.90)	36 Kr krypton (83.80)															
37 Rb rubidium (85.47)	38 Sr strontium (87.62)	39 Y yttrium (88.91)	40 Zr zirconium (91.22)	41 Nb niobium (92.91)	42 Mo molybdenum (95.94)	43 Tc technetium	44 Ru ruthenium (101.1)	45 Rh rhodium (101.07)	46 Pd palladium (106.4)	47 Ag silver (107.87)	48 Cd cadmium (112.4)	49 In indium (114.82)	50 Sn tin (118.71)	51 Sb antimony (121.76)	52 Te tellurium (127.6)	53 I iodine (126.91)	54 Xe xenon (131.3)															
55 Cs cesium (132.91)	56 Ba barium (137.33)	57-71 lanthanoids	72 Hf hafnium (178.49)	73 Ta tantalum (180.95)	74 W tungsten (183.84)	75 Re rhenium (186.21)	76 Os osmium (190.23)	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)	82 Pb lead (207.2)	83 Bi bismuth (208.98)	84 Po polonium	85 At astatine	86 Rn radon															
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			114 Fl flerovium			116 Lv livermorium															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>57 La lanthanum (138.91)</td> <td>58 Ce cerium (140.12)</td> <td>59 Pr praseodymium (140.91)</td> <td>60 Nd neodymium (144.24)</td> <td>61 Pm promethium</td> <td>62 Sm samarium (150.36)</td> <td>63 Eu europium (151.96)</td> <td>64 Gd gadolinium (157.25)</td> <td>65 Tb terbium (158.93)</td> <td>66 Dy dysprosium (162.50)</td> <td>67 Ho holmium (164.93)</td> <td>68 Er erbium (167.26)</td> <td>69 Tm thulium (168.93)</td> <td>70 Yb ytterbium (173.05)</td> <td>71 Lu lutetium (174.97)</td> </tr> </table>																		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)	63 Eu europium (151.96)	64 Gd gadolinium (157.25)	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)
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)	63 Eu europium (151.96)	64 Gd gadolinium (157.25)	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)																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>89 Ac actinium</td> <td>90 Th thorium (232.04)</td> <td>91 Pa protactinium (231.04)</td> <td>92 U uranium (238.03)</td> <td>93 Np neptunium</td> <td>94 Pu plutonium</td> <td>95 Am americium</td> <td>96 Cm curium</td> <td>97 Bk berkelium</td> <td>98 Cf californium</td> <td>99 Es einsteinium</td> <td>100 Fm fermium</td> <td>101 Md mendelevium</td> <td>102 No nobelium</td> <td>103 Lr lawrencium</td> </tr> </table>																		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
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																		

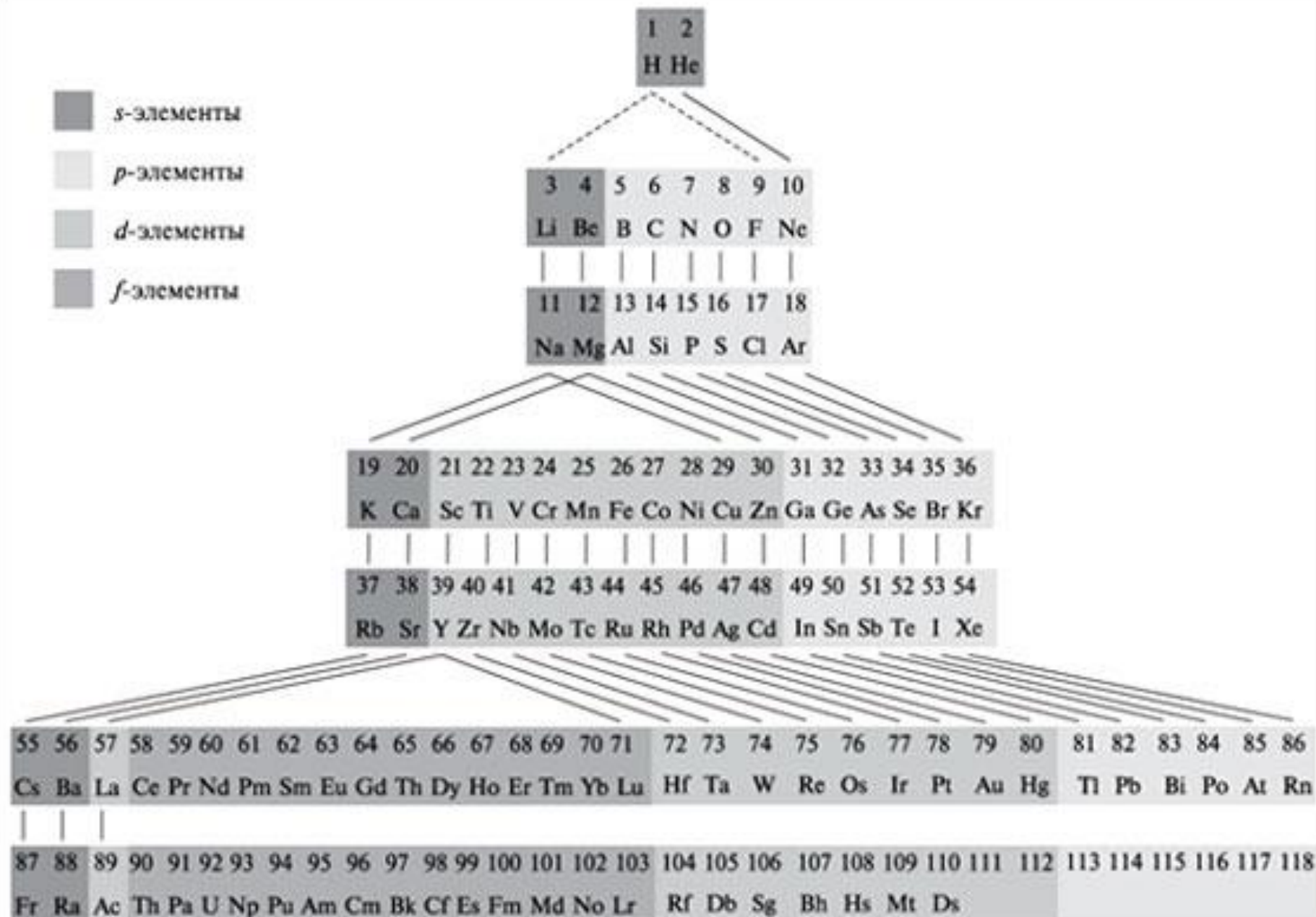
Длинный вариант

П Е Р И О Д Ы	Г Р У П П Ы																															
	1	2							3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18								
	I	II							III	IV	V	VI	VII	VIII			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII								
	A	A							B	B	B	B	B	B			B	B	A	A	A	A	A	A	A							
1	1																				2											
	H																				He											
2	3	4															5	6	7	8	9	10										
	Li	Be															B	C	N	O	F	Ne										
3	11	12															13	14	15	16	17	18										
	Na	Mg															Al	Si	P	S	Cl	Ar										
4	19	20	21															22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	K	Ca	Sc															Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	37	38	39															40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
	Rb	Sr	Y															Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds								









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



H 1, 00794 Водород	He 4, 002602 Гелий
Li 6, 941 Литий	Be 9, 012182 Бериллий
Na 22, 98977 Натрий	Mg 24, 305 Магний

Bk 97
[247]
Берклий
5f⁹6d⁰7s²

Берклий
 **バークリウム**
 Berkelium
 Berkelium
 Berkelium
 Беркелий

B 5 10, 811 Бор	C 6 12, 0107 Углерод	N 7 14, 00674 Азот	O 8 15, 9994 Кислород	F 9 18, 9984 Фтор	Ne 10 20, 1797 Неон
Al 13 26, 981538 Алюминий	Si 14 28, 0855 Кремний	P 15 30, 973761 Фосфор	S 16 32, 066 Сера	Cl 17 35, 4527 Хлор	Ar 18 39, 948 Аргон
Ga 31 69, 723 Галлий	Ge 32 72, 61 Германий	As 33 74, 9216 Мышьяк	Se 34 78, 96 Селен	Br 35 79, 904 Бром	Kr 36 83, 80 Криптон
In 49 114, 818 Индий	Sn 50 118, 710 Олово	Sb 51 121, 76 Сурьма	Te 52 127, 60 Теллур	I 53 126, 90447 Йод	Xe 54 131, 29 Ксенон
Tl 81 204, 3833 Таллий	Pb 82 207, 2 Свинец	Bi 83 208, 98038 Висмут	Po 84 (209) Полоний	At 85 (210) Астат	Rn 86 (222) Радон
Uub 112 (285) Унбивий	Uut 113 (285) Унунвий	Uuq 114 (285) Унвизбий	Uup 115 (285) Унпентбий	Uuh 116 (285) Уншестбий	Uus 117 (285) Уноктбий
Uuo 118 (285) Уноктбий	Uuq 119 (285) Унвизбий	Uup 120 (285) Унпентбий	Uuh 121 (285) Уншестбий	Uus 122 (285) Уноктбий	Uuo 123 (285) Уноктбий

K 19 39, 0983 Калий	Ca 20 40, 078 Кальций	Sc 21 44, 95591 Скандий	Ti 22 47, 882 Титан	V 23 50, 9415 Ванадий	Cr 24 51, 9961 Хром	Mn 25 54, 938044 Марганец	Fe 26 55, 935 Железо	Co 27 58, 9332 Кобальт	Ni 28 58, 6934 Никель	Cu 29 63, 546 Медь	Zn 30 65, 38 Цинк	Ga 31 69, 723 Галлий	Ge 32 72, 61 Германий	As 33 74, 9216 Мышьяк	Se 34 78, 96 Селен	Br 35 79, 904 Бром	Kr 36 83, 80 Криптон
Rb 37 85, 4678 Рубидий	Sr 38 87, 62 Стронций	Y 39 88, 90584 Иттрий	Zr 40 91, 224 Цирконий	Nb 41 92, 90638 Нйобий	Mo 42 95, 94 Молибден	Tc 43 (98) Технеций	Ru 44 101, 07 Рутений	Rh 45 101, 065 Родий	Pd 46 106, 42 Палладий	Ag 47 107, 8682 Серебро	Cd 48 112, 411 Кадмий	In 49 114, 818 Индий	Sn 50 118, 710 Олово	Sb 51 121, 76 Сурьма	Te 52 127, 60 Теллур	I 53 126, 90447 Йод	Xe 54 131, 29 Ксенон
Cs 55 132, 90545 Цезий	Ba 56 137, 327 Барий	La 57 138, 90483 Лантан	Hf 72 178, 49 Гафний	Ta 73 180, 9479 Тантал	W 74 183, 84 Вольфрам	Re 75 186, 207 Рений	Os 76 190, 23 Осий	Ir 77 192, 225 Иридий	Pt 78 195, 084 Платина	Au 79 196, 96655 Золото	Hg 80 200, 59 Ртуть	Tl 81 204, 3833 Таллий	Pb 82 207, 2 Свинец	Bi 83 208, 98038 Висмут	Po 84 (209) Полоний	At 85 (210) Астат	Rn 86 (222) Радон
Fr 87 (223) Франций	Ra 88 (226) Радий	Ac 89 (227) Актиний	Rf 104 (261) Резерфордий	Db 105 (262) Дубний	Sg 106 (263) Сибборгий	Bh 107 (264) Борий	Hs 108 (265) Хассий	Mt 109 (266) Мейтнерий	Ds 110 (267) Дарнштадт	Rg 111 (268) Рентгий	Uub 112 (285) Унбивий	Uut 113 (285) Унунвий	Uuq 114 (285) Унвизбий	Uup 115 (285) Унпентбий	Uuh 116 (285) Уншестбий	Uus 117 (285) Уноктбий	Uuo 118 (285) Уноктбий
Uue 119 (285) Унвизбий	Ubn 120 (285) Унпентбий	Ubu 121 (285) Уншестбий	Uqj 122 (285) Уноктбий	Upp 123 (285) Унпентбий	Uph 124 (285) Уншестбий	Ups 125 (285) Уноктбий	Upo 126 (285) Уноктбий	Upe 127 (285) Уноктбий	Uhn 128 (285) Уншестбий	Uhu 129 (285) Уншестбий	Uhb 130 (285) Уншестбий	Uht 131 (285) Уншестбий	Uhq 132 (285) Уншестбий	Uhp 133 (285) Уншестбий	Uhh 134 (285) Уншестбий	Uhs 135 (285) Уншестбий	Uho 136 (285) Уншестбий
Uhe 169 (424) Уншестбий	Ush 170 (424) Уншестбий	Usu 171 (424) Уншестбий	Bng 204 (504) Бернгий	Bnp 205 (504) Бернгий	Bnh 206 (504) Бернгий	Bns 207 (504) Бернгий	Bno 208 (504) Бернгий	Bne 209 (504) Бернгий	Bun 210 (504) Бернгий	Buu 211 (504) Бернгий	Bub 212 (504) Бернгий	But 213 (504) Бернгий	Buq 214 (504) Бернгий	Bup 215 (504) Бернгий	Buh 216 (504) Бернгий	Bus 217 (504) Бернгий	Buo 218 (504) Бернгий

Ce 58 140, 116 4f ¹ 5d ¹ 6s ² Церий	Pr 59 140, 90765 4f ² 5d ⁰ 6s ² Прозерий	Nd 60 144, 24 4f ³ 5d ⁰ 6s ² Неодим	Pm 61 (145) 4f ⁴ 5d ⁰ 6s ² Прометий	Sm 62 150, 36 4f ⁵ 5d ⁰ 6s ² Самарий	Eu 63 151, 964 4f ⁶ 5d ⁰ 6s ² Европий	Gd 64 157, 25 4f ⁷ 5d ⁰ 6s ² Гадолиний	Tb 65 158, 92534 4f ⁷ 5d ¹ 6s ² Тербий	Dy 66 162, 50 4f ⁹ 5d ⁰ 6s ² Диспроий	Ho 67 164, 93032 4f ⁹ 5d ⁰ 6s ² Гольмий	Er 68 167, 26 4f ¹⁰ 5d ⁰ 6s ² Эрбий	Tm 69 168, 93411 4f ¹⁰ 5d ¹ 6s ² Иттербий	Yb 70 173, 04 4f ¹⁴ 5d ⁰ 6s ² Лютеций	Lu 71 174, 967 4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ² Лютеций
Th 90 232, 0381 5f ¹⁴ 6d ² 7s ² Торий	Pa 91 (231) 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² Протактиний	U 92 238, 0289 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² Уран	Np 93 (237) 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² Нептуний	Pu 94 (244) 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² Плутоний	Am 95 (243) 5f ⁷ 6d ¹ 7s ² Америций	Cm 96 (247) 5f ⁷ 6d ² 7s ² Кюрий	Bk 97 (247) 5f ⁷ 6d ² 7s ² Берклий	Cf 98 (251) 5f ¹⁰ 6d ¹ 7s ² Калифорний	Es 99 (252) 5f ¹⁰ 6d ¹ 7s ² Эйнштейний	Fm 100 (257) 5f ¹⁰ 6d ¹ 7s ² Фермий	Md 101 (258) 5f ¹⁰ 6d ¹ 7s ² Менделеевий	No 102 (259) 5f ¹⁰ 6d ¹ 7s ² Нобелий	Lr 103 (260) 5f ¹⁰ 6d ¹ 7s ² Лоуренсий
Ubb 122 (324) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унбивий	Uqu 141 (374) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унвизбий	Uqb 142 (374) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унвизбий	Uqt 143 (374) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унвизбий	Uqq 144 (374) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унвизбий	Uqh 145 (374) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унвизбий	Uqj 146 (374) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унвизбий	Uqs 147 (374) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унвизбий	Uqo 148 (374) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унвизбий	Uqe 149 (374) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унвизбий	Upr 150 (374) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унвизбий	Upu 151 (374) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унвизбий	Upb 152 (374) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унвизбий	Upt 153 (374) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унвизбий
Ush 172 (424) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Ueu 191 (472) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Ueb 192 (472) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Uet 193 (472) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Ueq 194 (472) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Uep 195 (472) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Ueh 196 (472) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Ues 197 (472) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Ueo 198 (472) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Uee 199 (472) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Bnn 200 (502) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Бернгий	Bnu 201 (502) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Бернгий	Bnb 202 (502) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Бернгий	Bnt 203 (502) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Бернгий

Ubt 123 (324) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Ubq 124 (324) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Ubp 125 (324) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Ubh 126 (324) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Ubs 127 (324) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Ubo 128 (324) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Ube 129 (324) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Utn 130 (324) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Utu 131 (324) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Utb 132 (324) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Utt 133 (324) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Utg 134 (324) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Utp 135 (324) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Uth 136 (324) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Uts 137 (324) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Uto 138 (324) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Ute 139 (324) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Uqn 140 (324) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий
Ust 173 (424) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Usq 174 (424) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Usp 175 (424) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Ush 176 (424) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Uss 177 (424) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Uso 178 (424) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Use 179 (424) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Uon 180 (424) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Uou 181 (424) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Uob 182 (424) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Uot 183 (424) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Uoq 184 (424) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Uop 185 (424) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Uoh 186 (424) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Uos 187 (424) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Uoo 188 (424) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Uoe 189 (424) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий	Uen 190 (424) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Уншестбий

Спасибо за внимание!