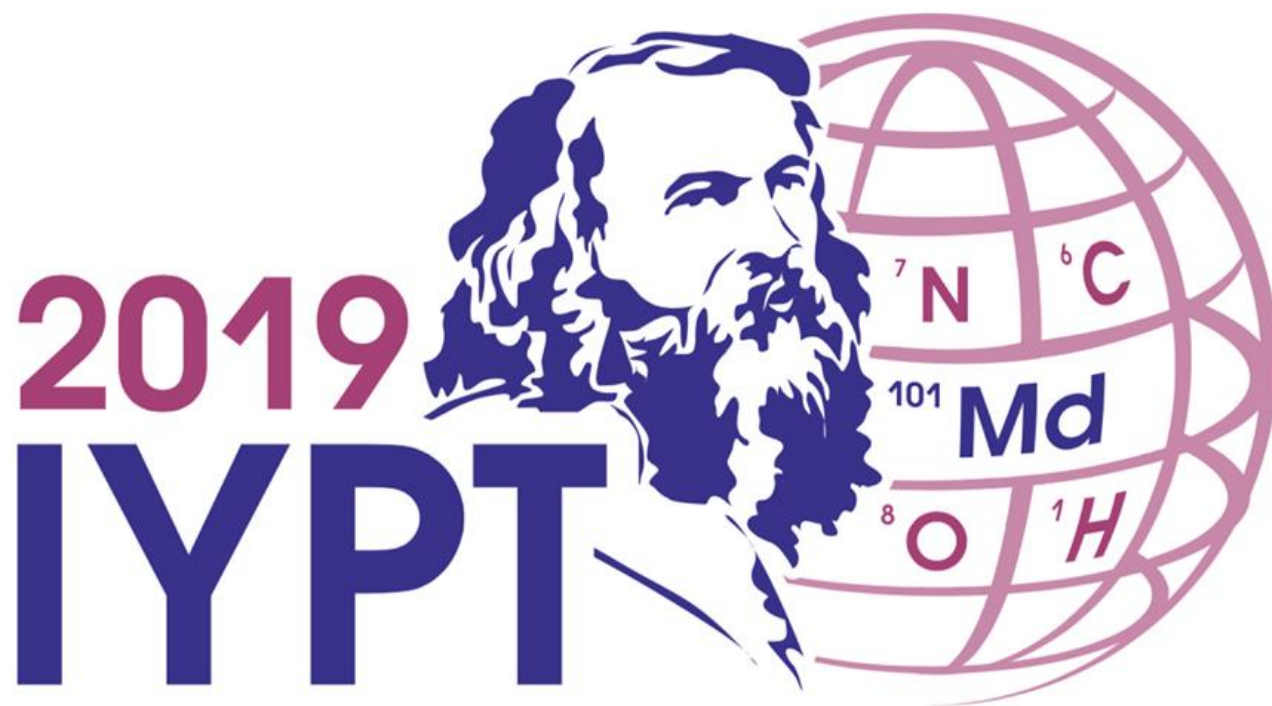


Лекция №2

Строение вещества:

***атом, химическая связь и
строение молекул***



Международный год
Периодической
таблицы химических
элементов





Dalton, 1808

First to describe atoms in a modern, scientific sense

- Doesn't explain electricity
- + Idea of "atoms"



Thomson, 1897

Thomson's Plum Pudding Model

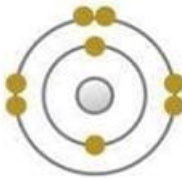
- Doesn't explain why some of Rutherford's α -particles bounced back
- + Protons & electrons



Rutherford, 1911

Rutherford shot α -particles through gold foil; some bounced back!

- Why don't the electrons lose energy and crash into the nucleus?
- + the Nucleus



Bohr, 1913

Basis for our modern atomic model

- Doesn't explain quantum mechanics
- + Electron Shells



Schrödinger, 1926

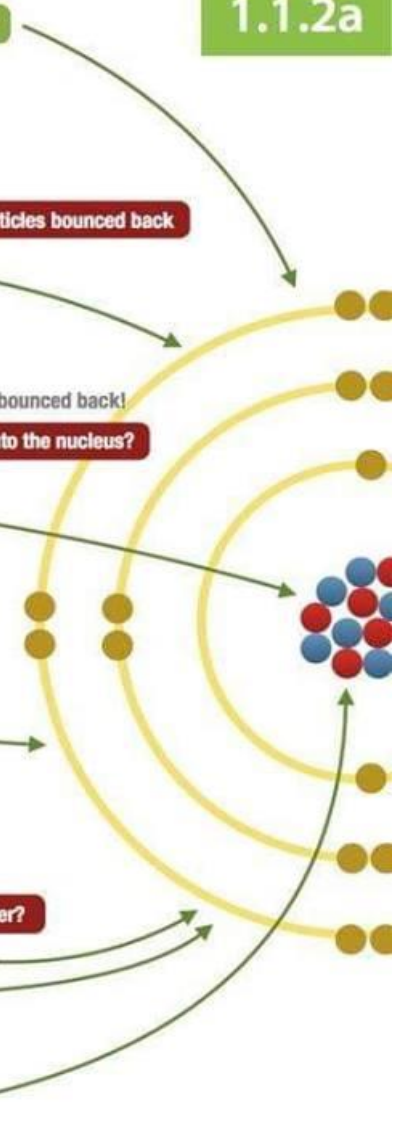
Quantum mechanics

- Why are some atoms of the same element heavier?
- + Subshells
- + 'Shells' are actually 'orbitals'



Chadwick, 1932

- + Neutrons!



ПЛАН:

1. Основные понятия.
2. Квантовые числа.
3. Правила заполнения атомных орбиталей и подуровней.
4. Сущность периодического закона.

**Атом — это
мельчайшая частица
химического элемента,
сохраняющая его
химические свойства.**

1. Основные понятия.

Строение вещества – учение о том, какие силы определяют его состав и структуру.

В случае химии состав и структура определяются на уровне атомов и молекул,

а действующие между ними силы определяются взаимодействием заряженных элементарных частиц – электронов и протонов.

Атом –

**это электронейтральная
микросистема, состоящая из
положительно заряженного
ядра и отрицательно
заряженной электронной
оболочки.**

**ЯДРО АТОМА – ЭТО
ПОЛОЖИТЕЛЬНО
ЗАРЯЖЕННАЯ ЧАСТИЦА,
СОСТОЯЩАЯ ИЗ ПРОТОНОВ,
НЕЙТРОНОВ И НЕКОТОРЫХ
ДРУГИХ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ
ЧАСТИЦ**

В ядре сосредоточено 99,95 % массы атома

СВОЙСТВА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Частица (символ)	Местоположение в атоме	Относительный заряд	Относительная масса (а.е.м.)
Протон (p)	в ядре	+1	1,00728
Нейтрон (n)	в ядре	0	1,00867
Электрон(e)	в оболочке	-1	0,00055

ЭЛЕКТРОН В АТОМЕ

ЭЛЕКТРОН

КОРПУСКУЛА
И
ВОЛНА

МАССА ПОКОЯ $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг
ЗАРЯД $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл

ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ
ДИФРАКЦИЯ

Характеристики состояния электрона в атоме

ЭНЕРГИЯ

ОРБИТАЛЬНЫЙ МОМЕНТ
КОЛИЧЕСТВА ДВИЖЕНИЯ

ВЕЛИЧИНА

НАПРАВЛЕНИЕ

НАПРАВЛЕНИЕ
СОБСТВЕННОГО
МОМЕНТА
КОЛИЧЕСТВА
ДВИЖЕНИЯ

Квантовые числа

n

- ЭНЕРГИЯ УРОВНЯ
- РАДИУС АТОМНЫХ ОРБИТАЛЕЙ УРОВНЯ
- НОМЕР УРОВНЯ
- ЧИСЛО ПОДУРОВНЕЙ

$n = 1, 2, 3, \dots, \infty$

l

- ЭНЕРГИЯ ПОДУРОВНЯ
- ТИП ПОДУРОВНЯ
- ФОРМА АТОМНЫХ ОРБИТАЛЕЙ ПОДУРОВНЯ

$l = 0, 1, 2, \dots, (n-1)$

m_l

- ОРИЕНТАЦИЯ АТОМНЫХ ОРБИТАЛЕЙ
- ЧИСЛО АТОМНЫХ ОРБИТАЛЕЙ В ПОДУРОВНЕ

$m_l = -l, \dots, -1, 0, +1, \dots, +l$

m_s

- НАПРАВЛЕНИЕ СОБСТВЕННОГО МОМЕНТА КОЛИЧЕСТВА ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОНА
↑ ИЛИ ↓

$(m_s = \pm 1/2)$

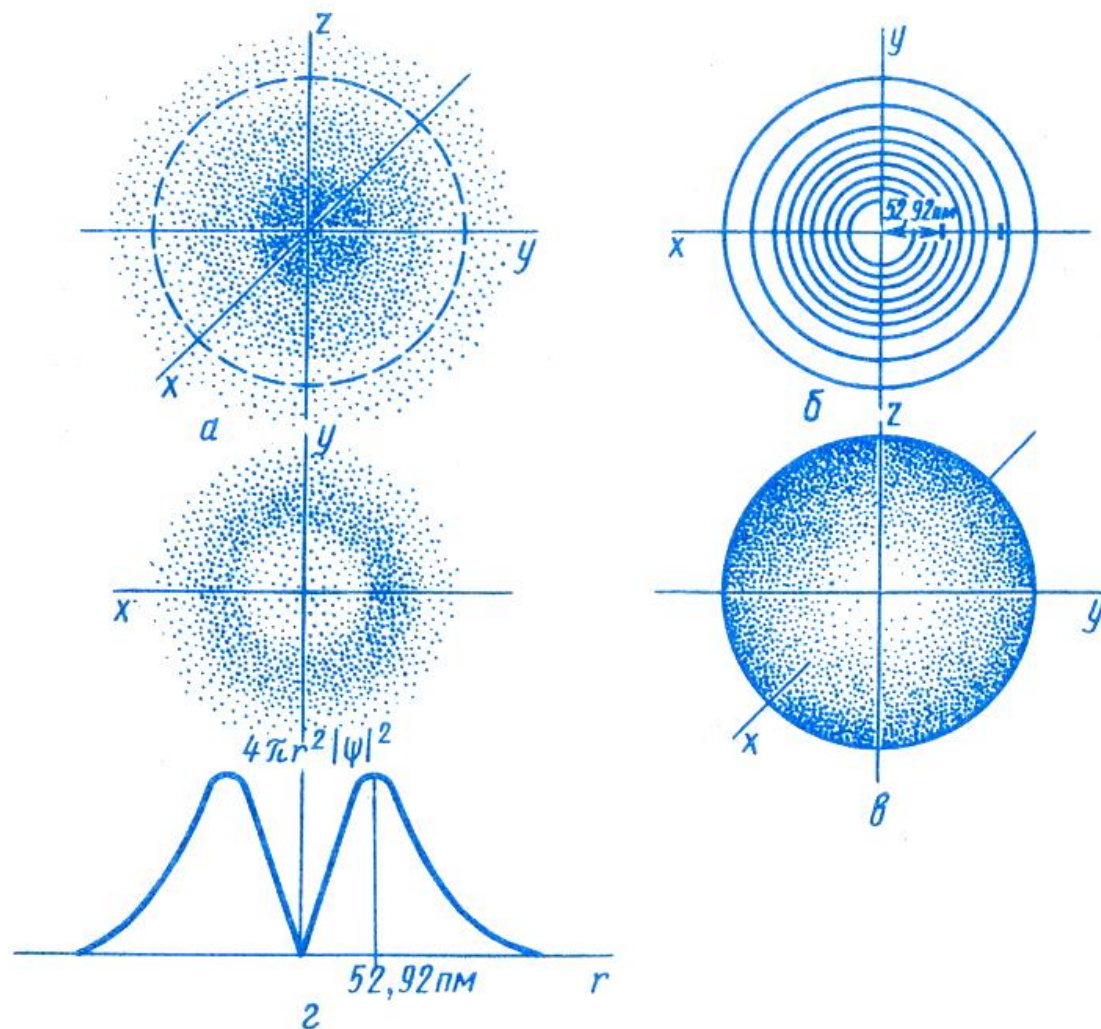
Согласно *принципу неопределенности В. Гейзенберга* невозможно в данный момент времени точно определить местонахождение частицы и ее импульс $P = mv$:

$$\Delta X \cdot \Delta P_x \geq \frac{h}{2\pi}$$

Современная теория строения атома была впервые предложена австрийским физиком Э. Шредингером (1925–1926), который объединил в едином волновом уравнении описание движения электрона как частицы с его описанием в виде волны. Уравнение Шредингера – фундаментальное уравнение квантовой механики. Оно описывает движение электронов в атоме с учетом их двойственной природы:

$$-\frac{\hbar^2}{8\pi^2 m} \left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \right) + U\psi = E\psi$$

Различные способы изображения электронного облака атома водорода в основном состоянии



Атомная орбиталь (АО) –

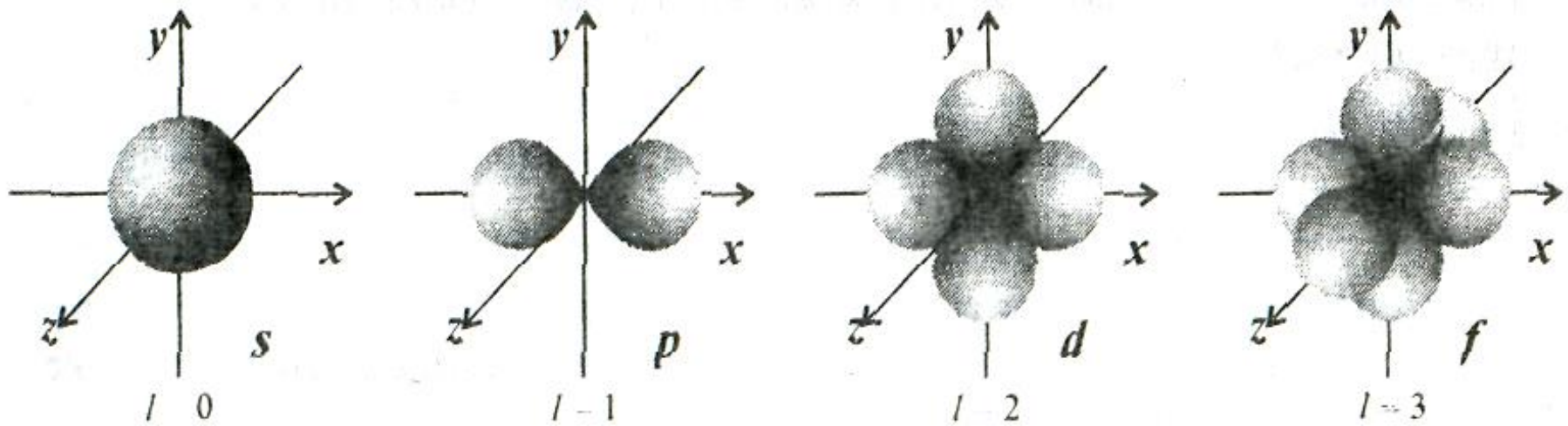
область наиболее вероятного нахождения
электрона.

Форму АО определяет траектория движения
электрона.

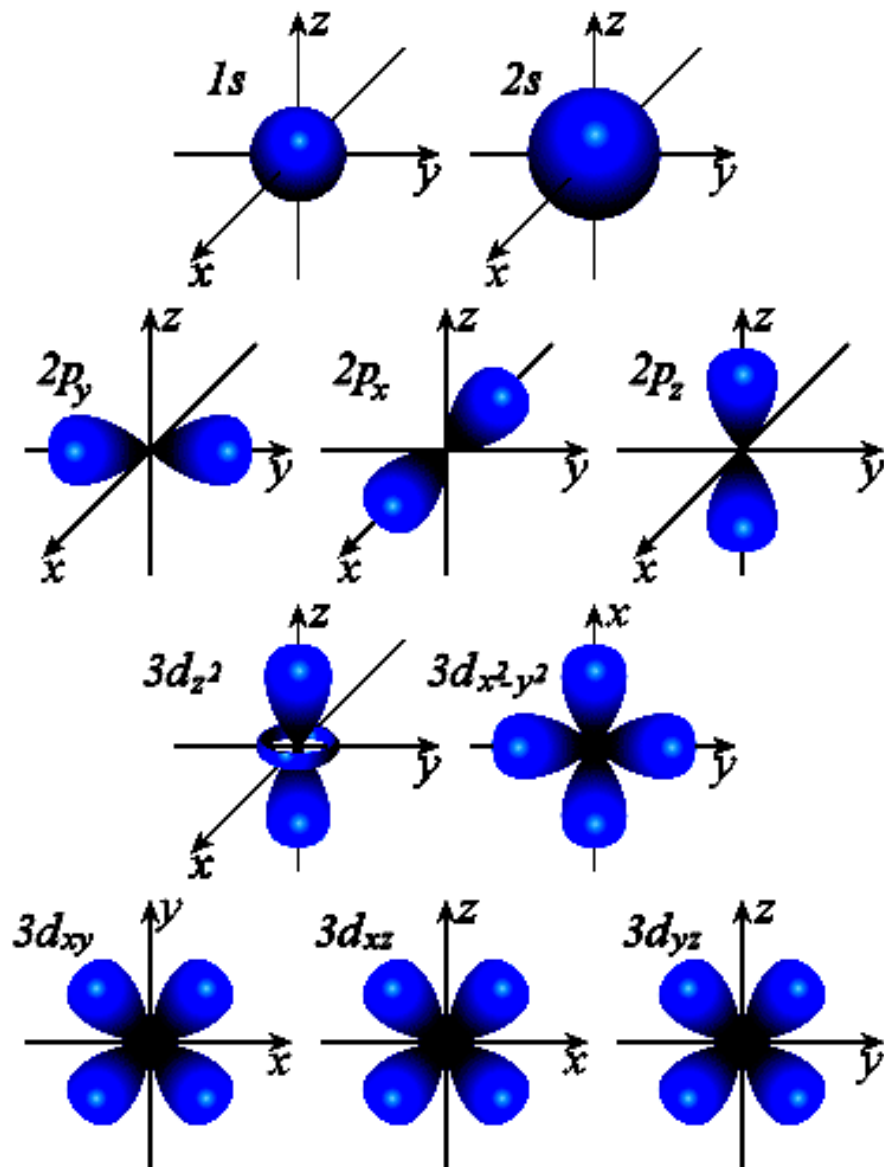
Атомная орбиталь характеризуется
энергией, формой и направлением в
пространстве.

Все эти характеристики квантованы
(изменяются скачками), они описываются с
помощью квантовых чисел.

Пространственная форма s -, p -, d - и f -атомных орбиталей



ФОРМЫ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБЛАКОВ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ СОСТОЯНИЙ ЭЛЕКТРОНОВ В АТОМАХ



**ПОДУРОВЕНЬ – ЭТО СОВОКУПНОСТЬ АО
ОДИНАКОВОЙ ФОРМЫ И ЭНЕРГИИ.**

**Уровень состоит из подуровней и
соответствует номеру периода.**

2.КВАНТОВЫЕ ЧИСЛА

Главное квантовое число (n)

характеризует энергию электрона на данном энергетическом уровне.

Главное квантовое число имеет значения от 1 до ∞ ($n = 1, 2, 3, 4... \infty$). Иногда энергетические уровни обозначают буквами K, L, M, N..., которые соответствуют численным значениям 1, 2, 3, 4....

Чем меньше n , тем больше энергия взаимодействия электрона с ядром.

Орбитальное квантовое число (l)

определяет форму атомной орбитали, характеризует энергетический подуровень и принимает значения от 0 до (n-1). Орбитальное квантовое число принято обозначать буквенными

СИМВОЛАМИ:

l	=	0	1	2	3	4
		s	p	d	f	g

Электроны с одинаковым значением l образуют в атоме энергетический подуровень.

Если $n = 1$, то $l = 0$

Данное орбитальное число

соответствует

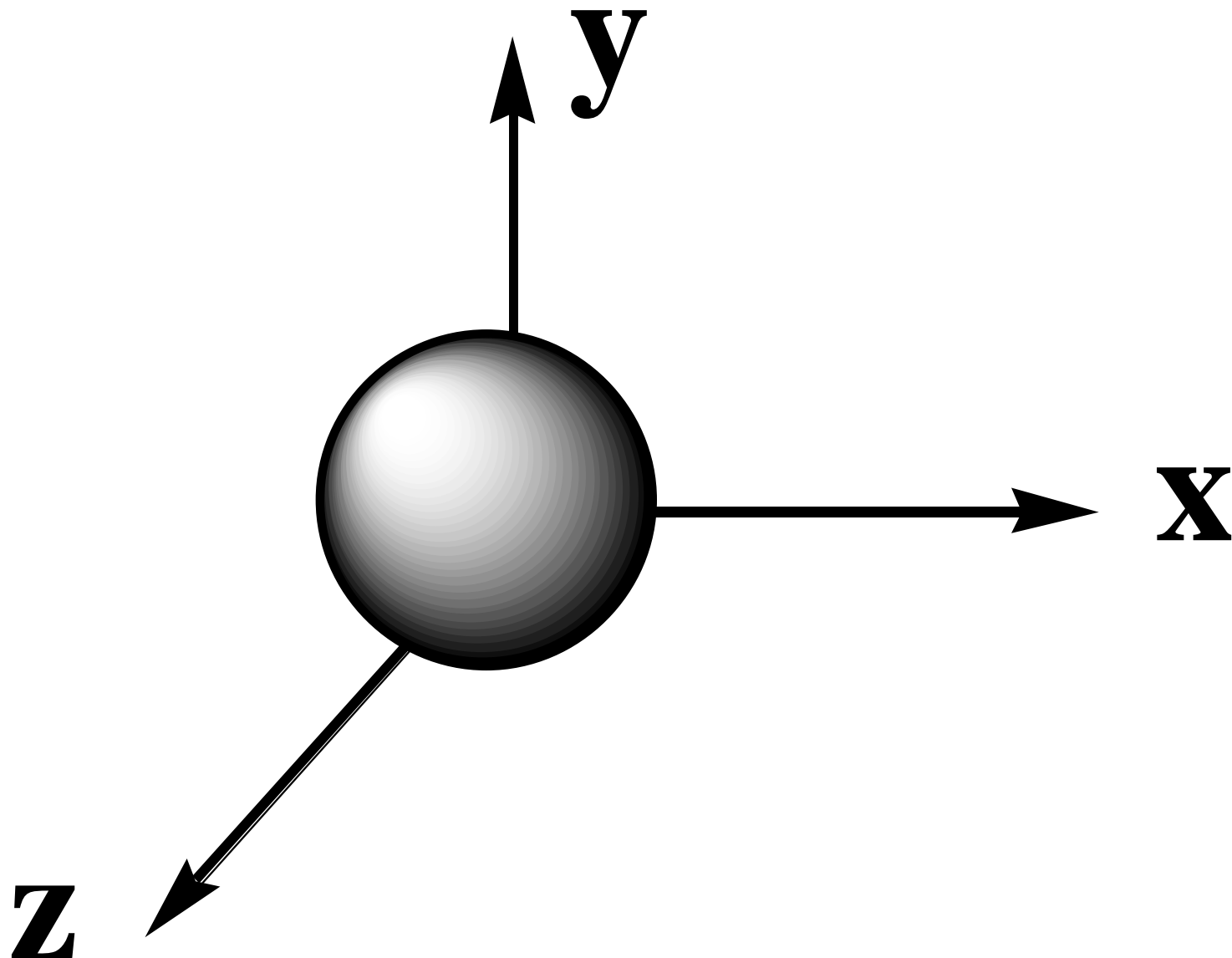
s-подуровню, на котором

располагается

s-орбиталь, имеющая

сферическую симметрию

s-Орбиталь



Если $n = 2$, то $l = 0, 1$.

$l = 1$ соответствует

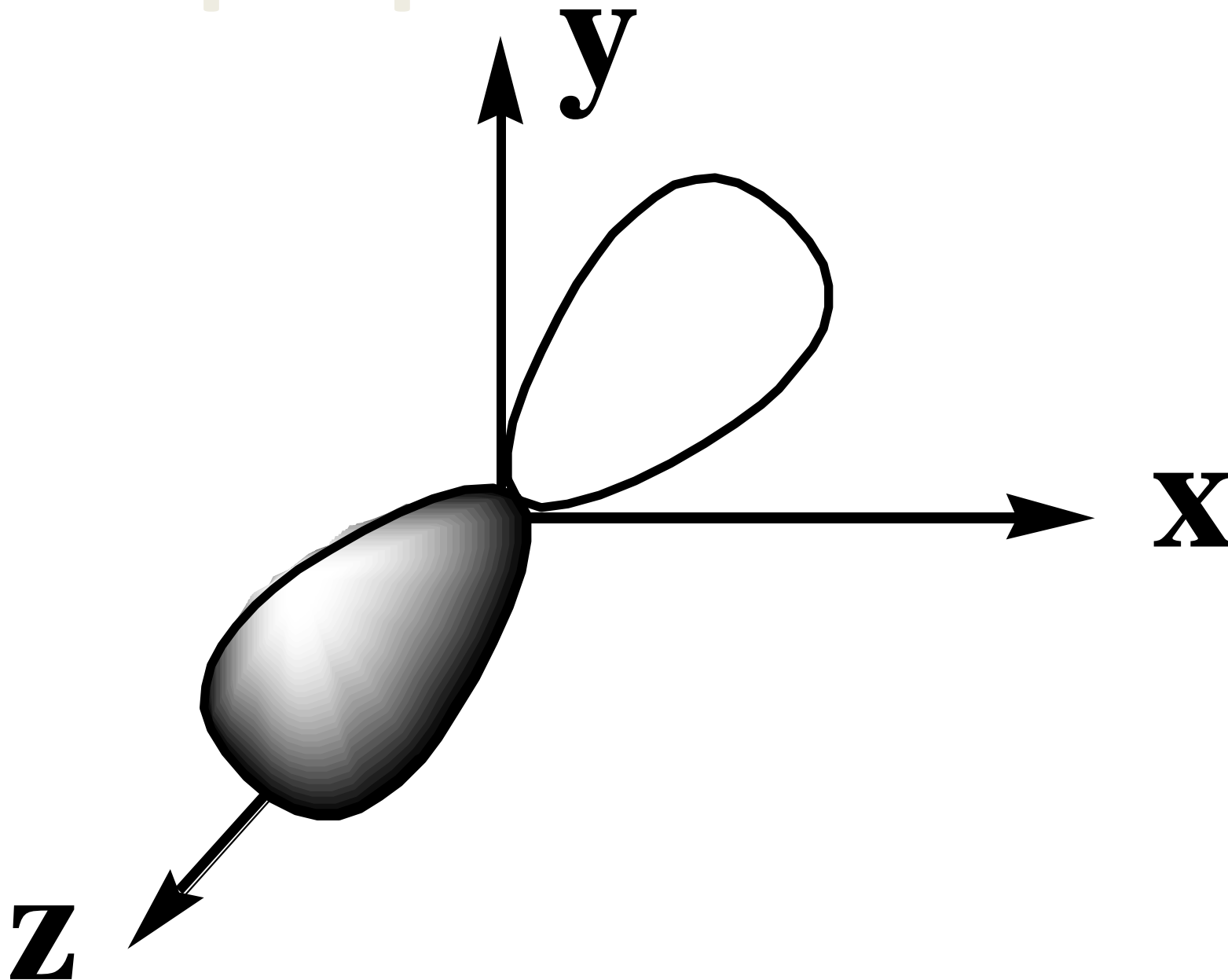
p -подуровню, на котором

располагаются

p -орбитали, имеющие форму

объемной восьмерки.

p-Орбиталь

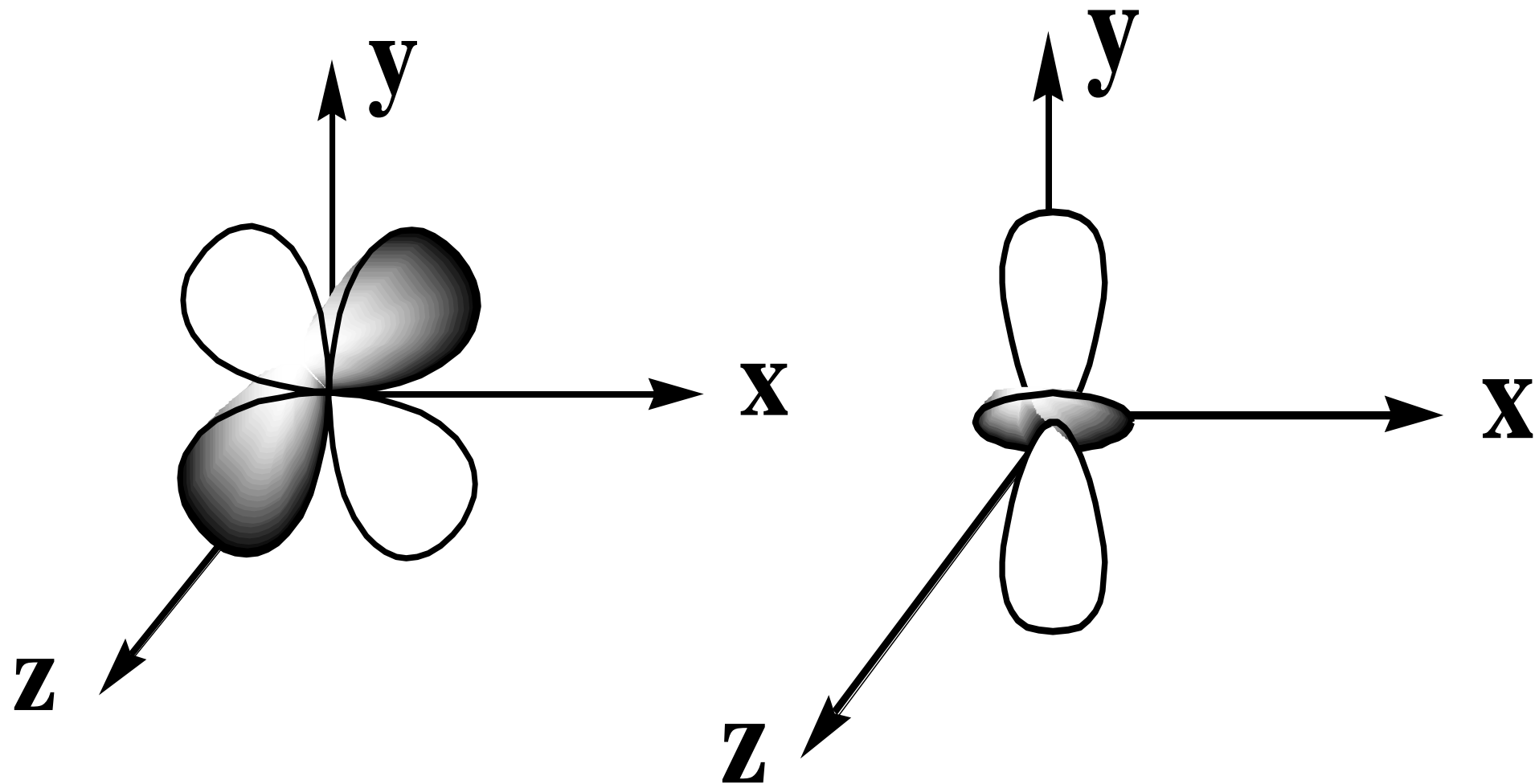


Если $n = 3$, то $l = 0, 1, 2$

$l = 2$ соответствует

**d -подуровню, на котором
располагаются d -орбитали.**

d-Орбитали



**Если $n = 4$,
то $l = 0, 1, 2, 3$.**

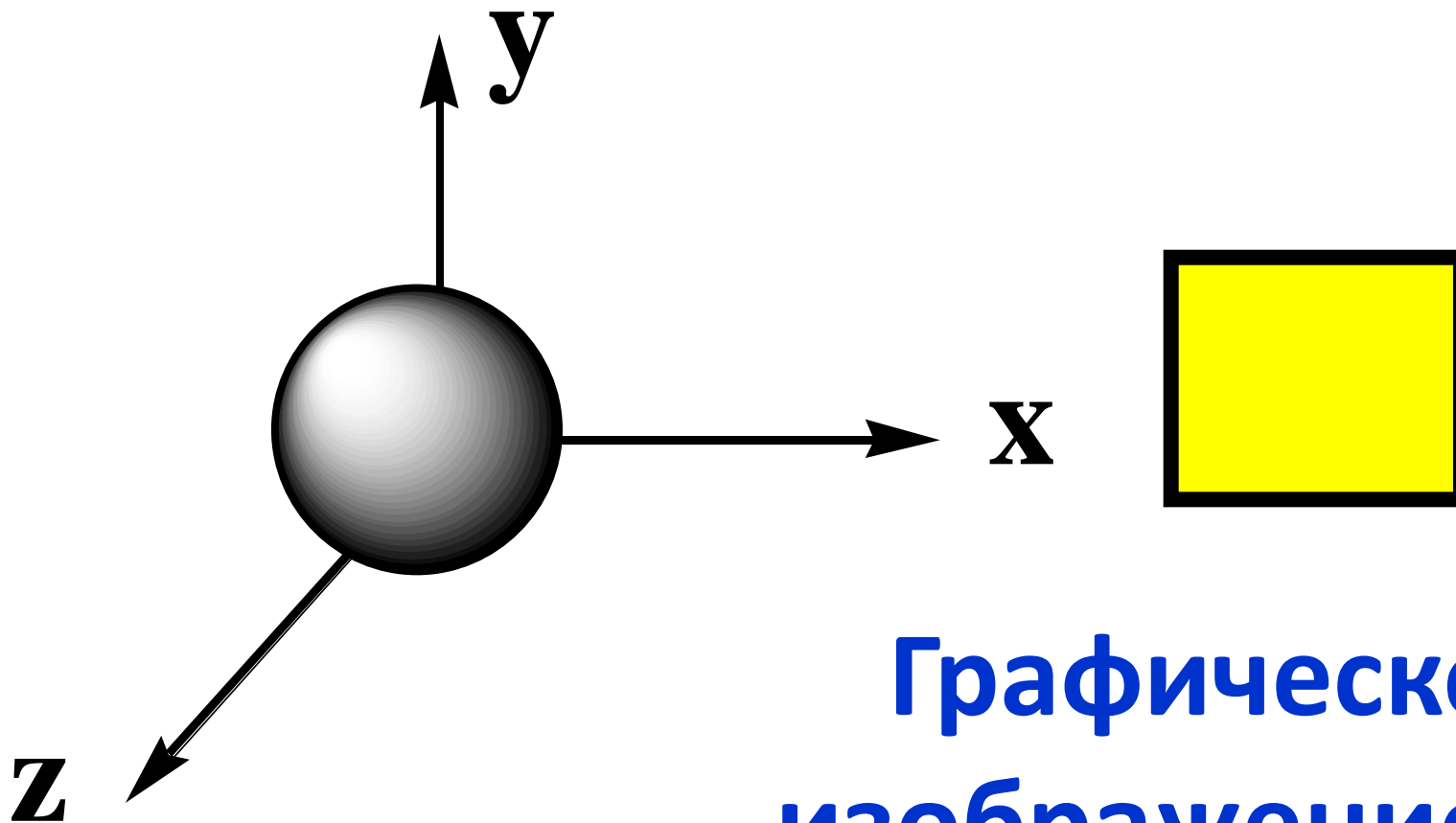
**$l=3$ соответствует
f-подуровню, на**

**котором располагаются
f-орбитали.**

Магнитное квантовое число (m) –
характеризует ориентацию АО в
пространстве, а так же количество АО на
подуровне.

$$***$m = 2l + 1$***$$

Оно зависит от орбитального квантового
числа и принимает значения от $-l$, 0 , $+l$.

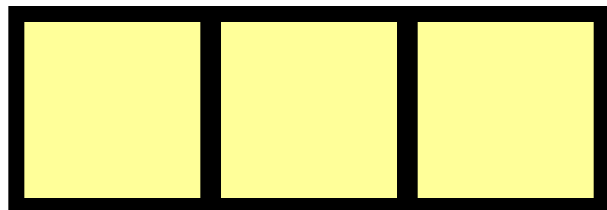


**Графическое
изображение АО**

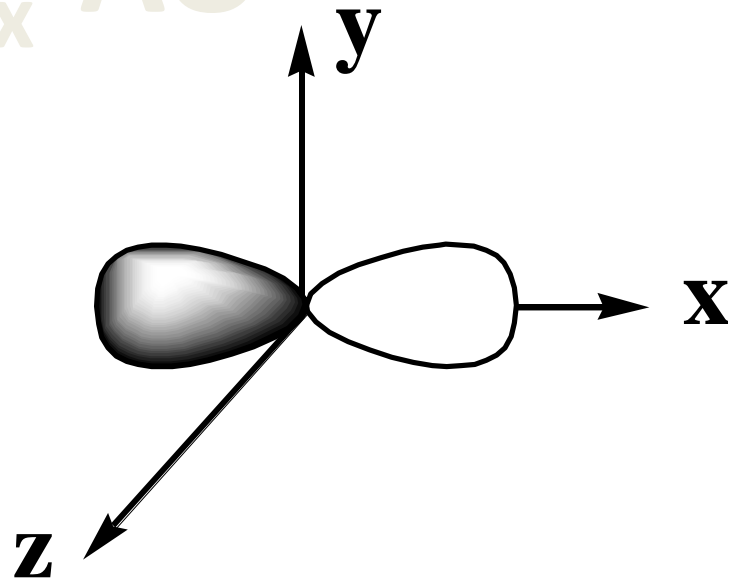
Для р-подуровня
($l = 1$) $m_l = -1, 0, +1$,

следовательно на

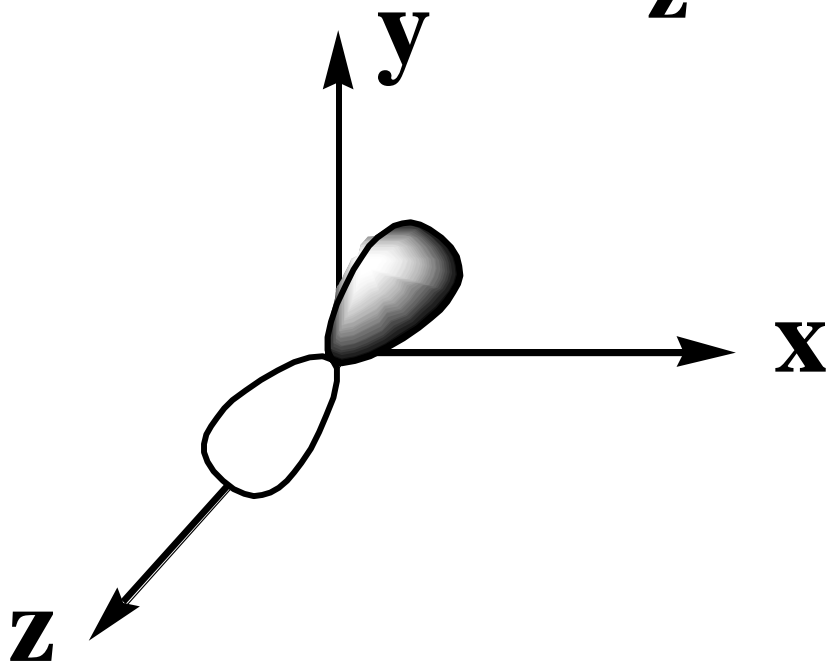
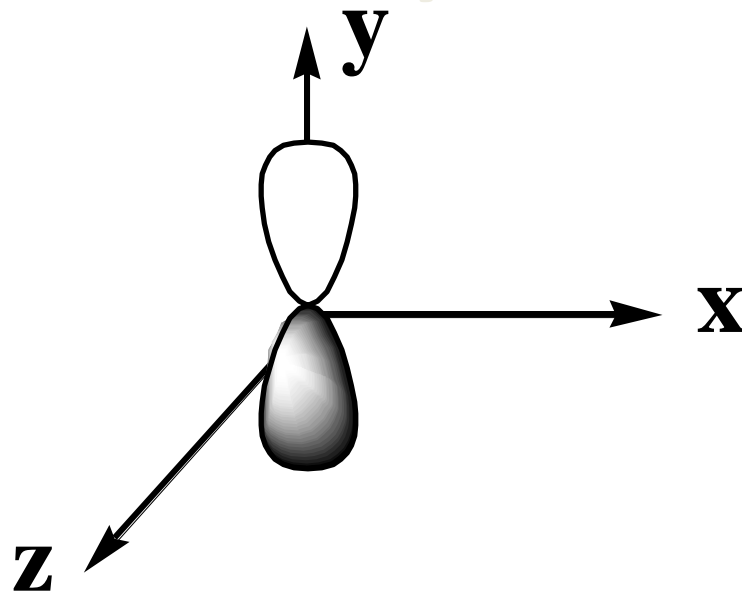
р-подуровне находятся три
орбитали: p_x, p_y, p_z



P_x -AO



P_y -AO



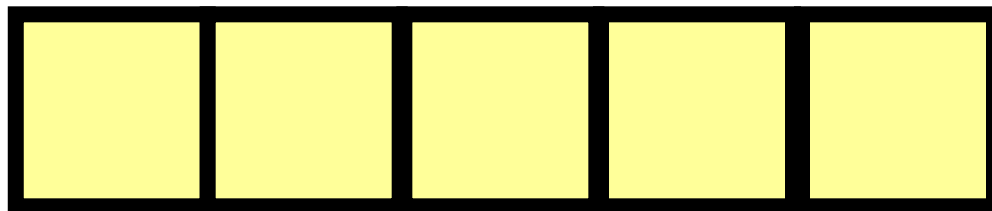
P_z -AO

Для d-подуровня ($l = 2$)

$$m_d = -2, -1, 0, 1, 2,$$

следовательно на

d-подуровне находятся пять
орбиталей:

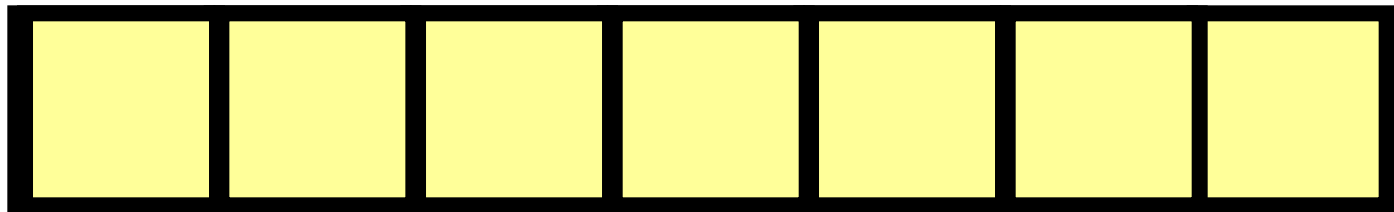


Для f-подуровня ($l = 3$)

$m_f = -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$

следовательно на

f-подуровне находятся семь
орбиталей:



Спиновое квантовое число(s)
характеризует момент вращения
электрона вокруг собственной оси (по или
против часовой стрелки)

$$s = \pm 1/2$$

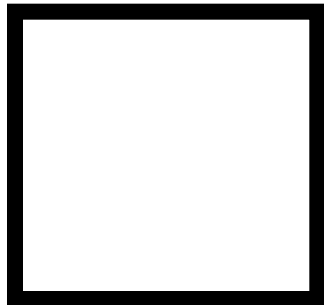
3. ПРАВИЛА ЗАПОЛНЕНИЯ АТОМНЫХ ОРБИТАЛЕЙ И ПОДУРОВНЕЙ

Принцип наименьшей энергии.

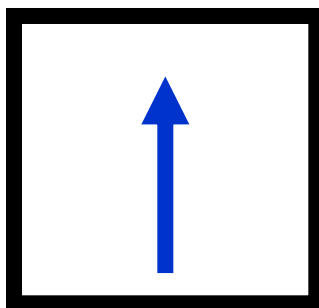
Электроны в атоме распределяются по орбиталям таким образом, что энергия атома оказывается наименьшей.

Принцип Паули определяет емкость АО:
в атоме не может быть двух электронов
с одинаковым набором всех четырех
квантовых чисел.

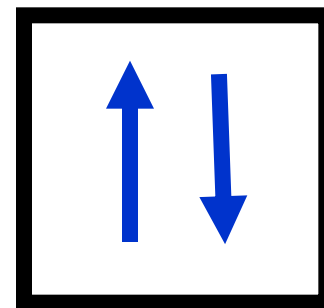
- на одной АО – 2 электрона;
- на подуровне l – $2(2l+1)$ электрона;
- на уровне n – $2n^2$ электронов.



**Вакантная
орбиталь**



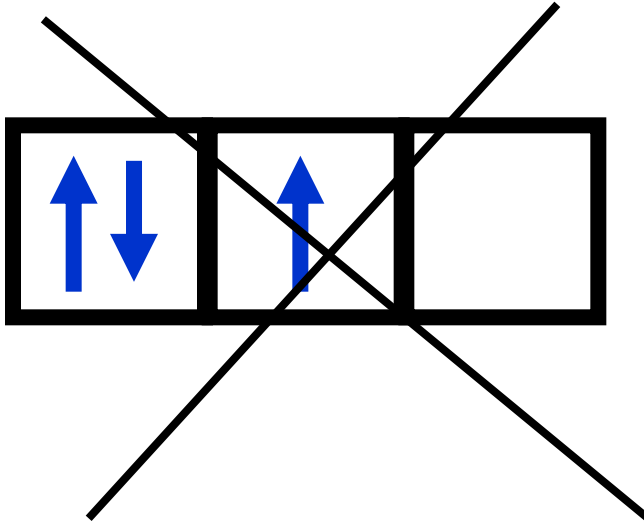
**Неспаренный
электрон**



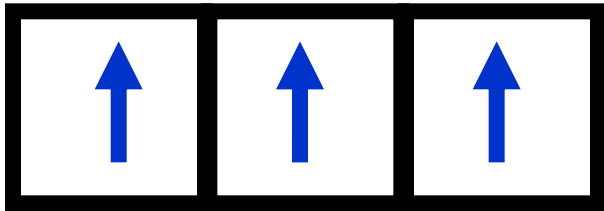
**Электронная
пара**

Правило Хунда (Гунда) описывают порядок заполнения электронами АО одного подуровня:

в данном подуровне электроны стремятся заполнять энергетические состояния (АО) таким образом, чтобы сумма их спинов по абсолютной величине была максимальна. При этом энергия системы минимальна.



$$\sum s = \frac{1}{2}$$

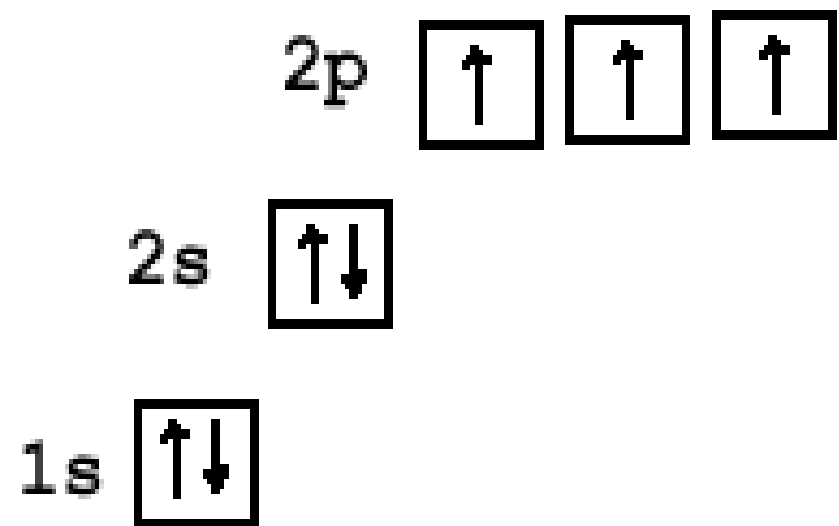


$$\sum s = \frac{3}{2}$$

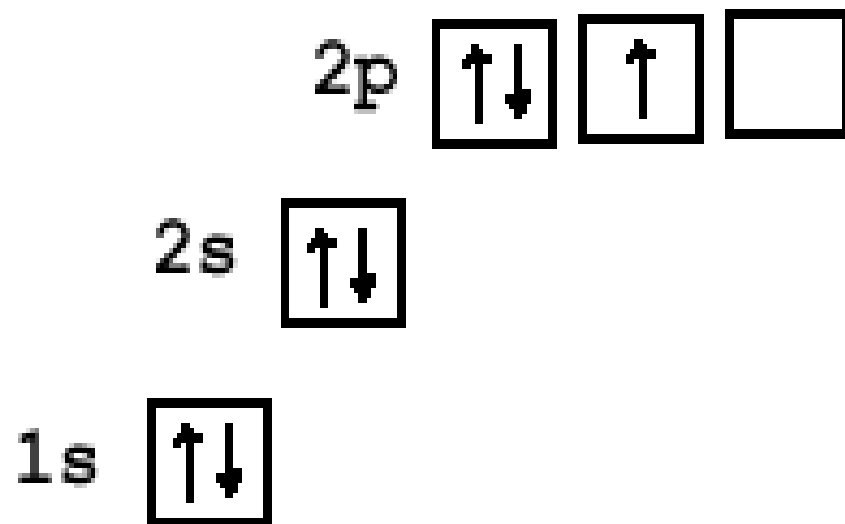
**ПРАВИЛЬНАЯ (А) И НЕПРАВИЛЬНАЯ (Б)
ОРБИТАЛЬНАЯ ДИАГРАММА АЗОТА.**

правильно

неправильно



а



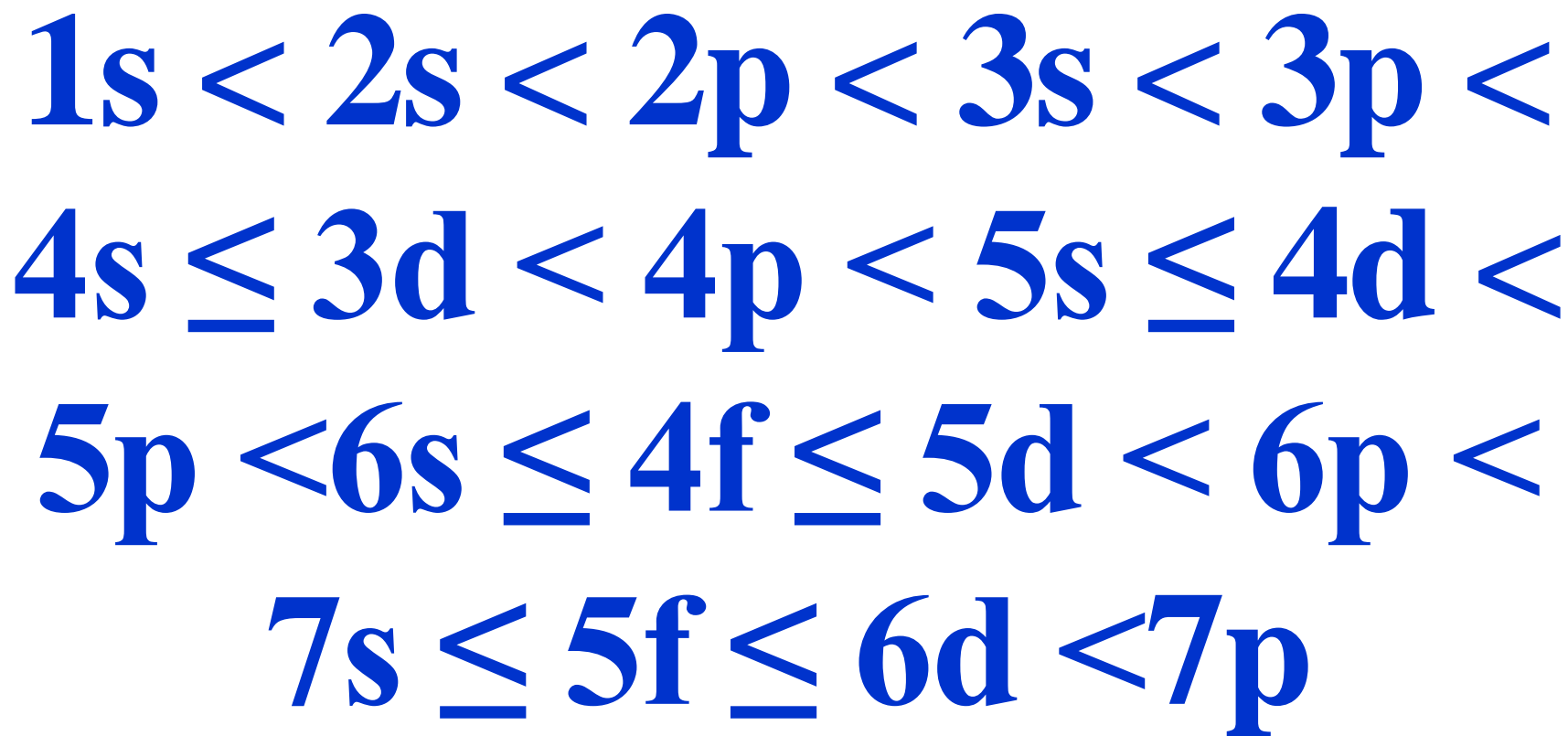
б

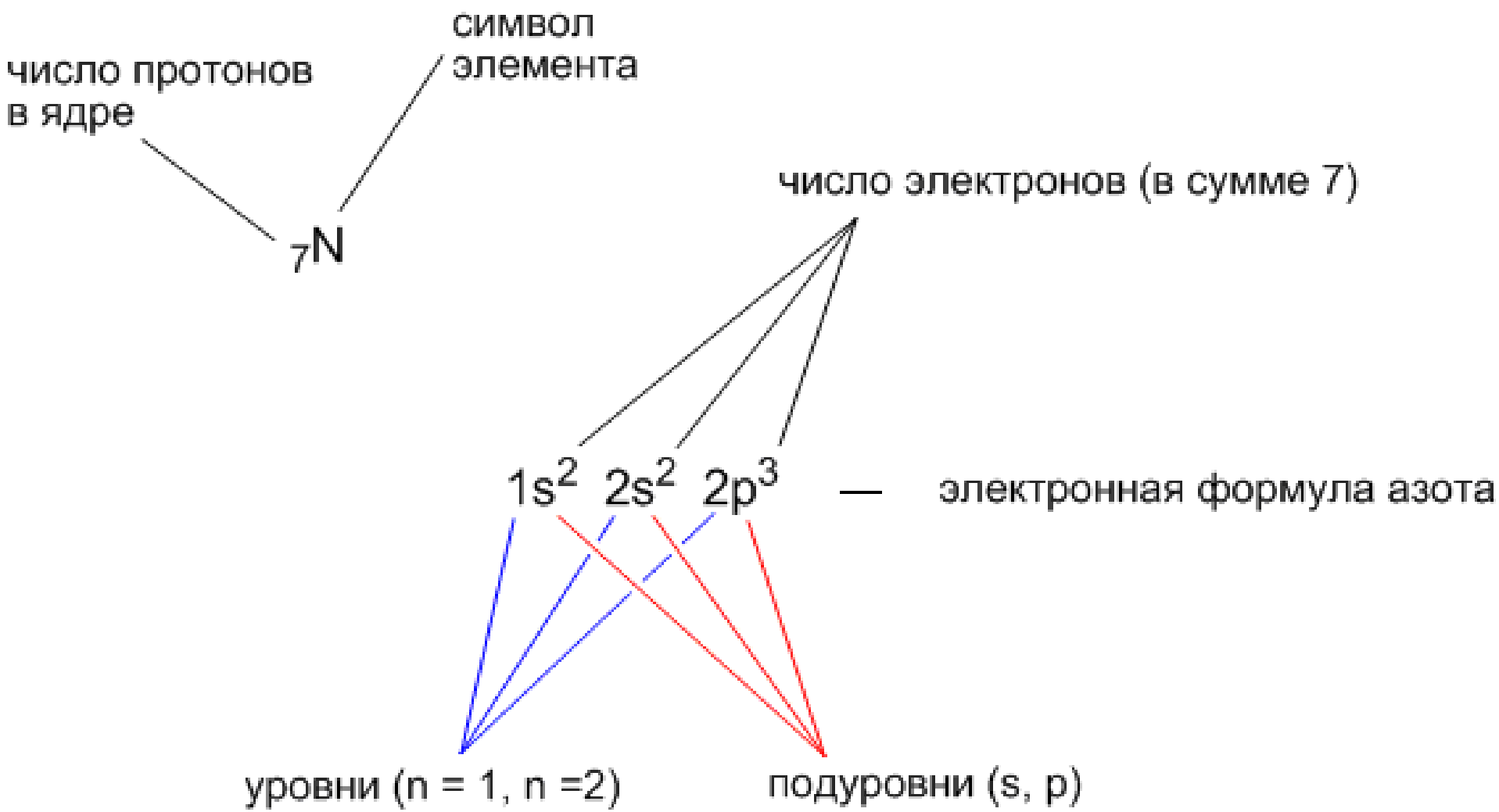
**ПОРЯДОК ЗАПОЛНЕНИЯ АО ПО ЭНЕРГИИ
ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ
ДВУМЯ ПРАВИЛАМИ КЛЕЧКОВОГО:**

энергия электрона в основном определяется значениями главного (n) и орбитального (l) квантовых чисел:

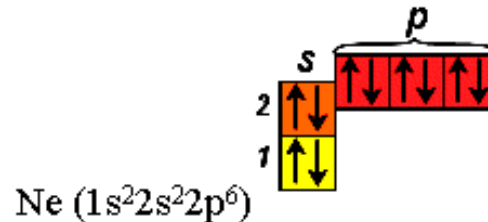
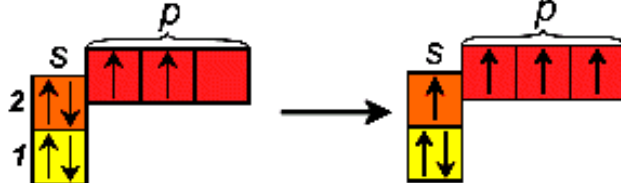
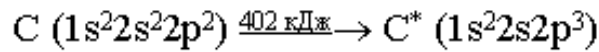
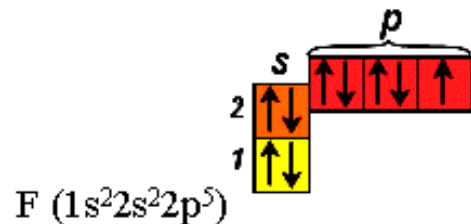
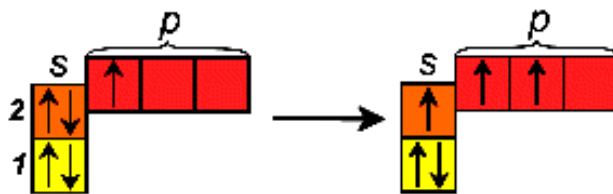
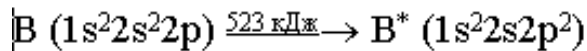
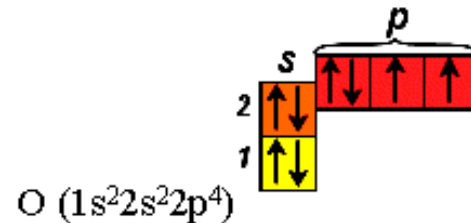
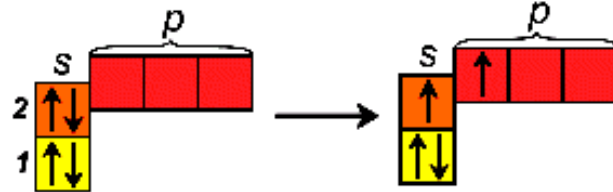
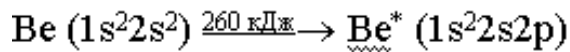
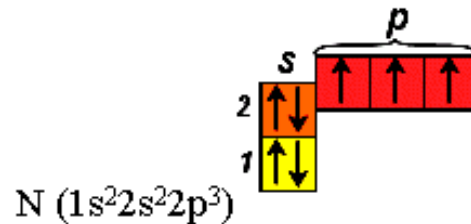
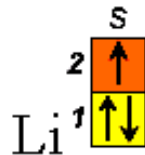
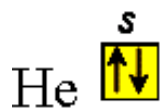
- 1) сначала электронами заполняются те подуровни, для которых сумма ($n + l$) меньше.**
- 2) в случае, если сумма ($n + l$) для двух подуровней одинакова заполняется электронами уровень с меньшим n .**

Порядок заполнения АО по энергии





РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ ПО ОРБИТАЛЯМ В АТОМАХ ГЕЛИЯ И ЭЛЕМЕНТОВ ВТОРОГО ПЕРИОДА



4. Сущность периодического закона.

ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН (СОВРЕМЕННАЯ ФОРМУЛИРОВКА):

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

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: $\text{Э} - \bar{e} \rightarrow \text{Э}$
+

4) Сродство к электрону

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



5) Электроотрицательность

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

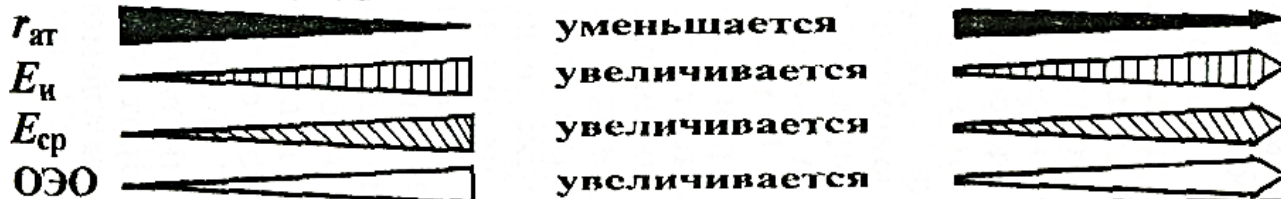
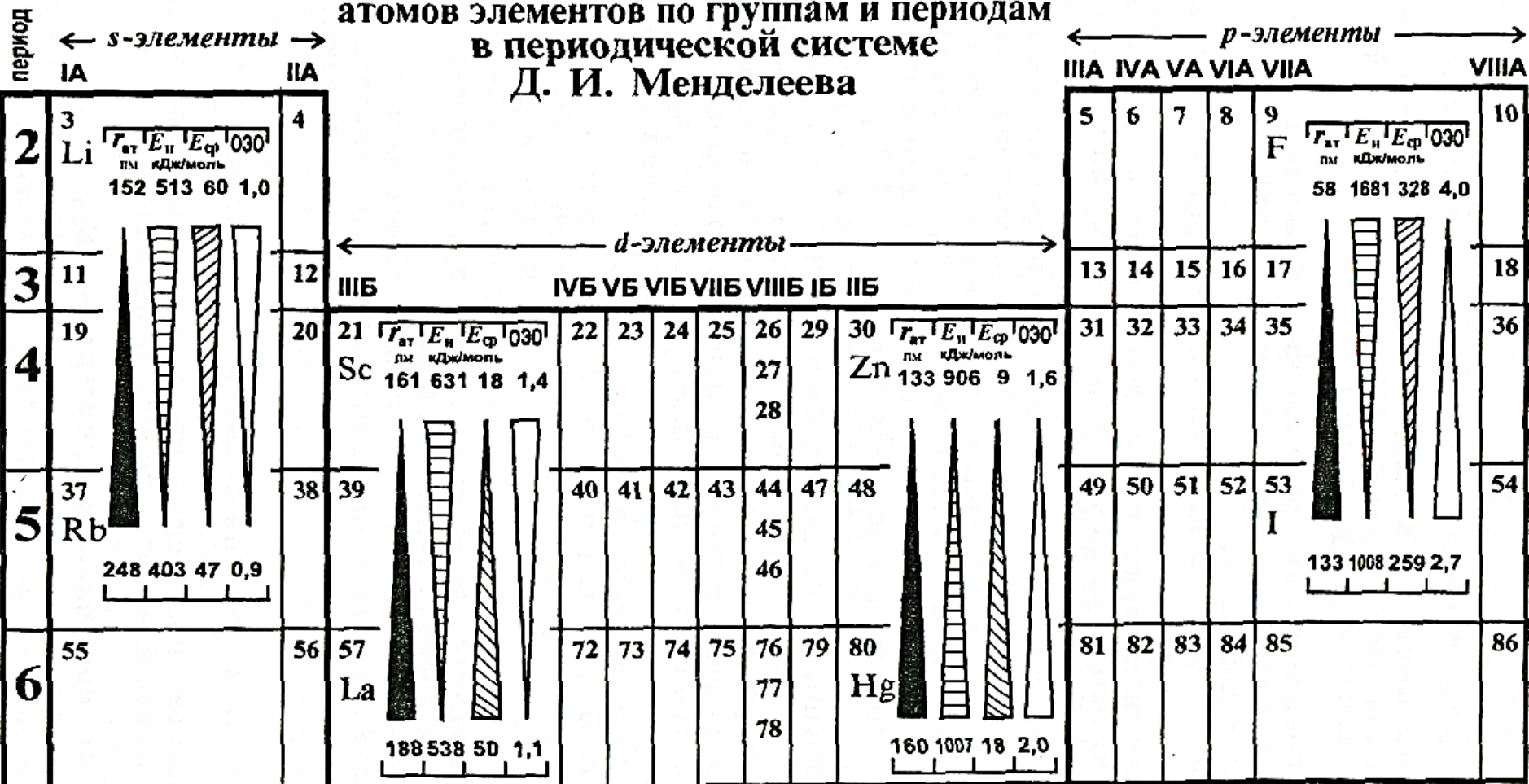
–это способность атома
притягивать к себе электроны
при образовании химической
связи.

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

атомов элементов по группам и периодам

в периодической системе

Д. И. Менделеева



Вариант Д. И. Менделеева

Отделение ~~химии~~ ~~физики~~ ~~математики~~ ~~естественных наук~~
 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
Ba	137	Ba	137	Ba	137
Ca	40	Ca	40	Ca	40
Mg	24	Mg	24	Mg	24
Zn	65	Zn	65	Zn	65
Al	27	Al	27	Al	27
Fe	56	Fe	56	Fe	56
Cu	63	Cu	63	Cu	63
Pb	207	Pb	207	Pb	207
Ag	108	Ag	108	Ag	108
Hg	200	Hg	200	Hg	200
As	75	As	75	As	75
S	32	S	32	S	32
P	31	P	31	P	31
N	14	N	14	N	14
O	16	O	16	O	16
C	12	C	12	C	12
H	1	H	1	H	1

При этом $\frac{1}{2}$ в элемент
 Vaporis (two parts chlorine and
 fraction chlorine to chlorine)
 X $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$

$\frac{11}{17}$

... ..

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

Актиноиды													
90 232,038 6d ² 7s ² Торий	91 [231] 5f ² 6d ¹ 7s ² Протактиний	92 238,03 5f ³ 6d ¹ 7s ² Уран	93 [237] 5f ⁴ 6d ¹ 7s ² Нептуний	94 [244] 5f ⁴ 7s ² Плутоний	95 [243] 5f ⁷ 7s ² Америций	96 [247] 5f ⁷ 6d ¹ 7s ² Кюрий	97 [247] 5f ⁹ 6d ¹ 7s ² Берклий	98 [251] 5f ¹⁰ 6d ¹ 7s ² Калифорний	99 [254] 5f ¹¹ 7s ² Эйнштейний	100 [257] 5f ¹² 7s ² Фермий	101 [258] 5f ¹³ 7s ² Менделевий	102 [255] 5f ¹⁴ 7s ² Лавренсий	103 [256] 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² Лоуренсий

Полудлинный вариант

Таблица 1. Периодическая таблица химических элементов рекомендованная IUPAC.

IUPAC Periodic Table of the Elements

1	2
3	4
11	12
19	20
37	38
55	56
87	88

Key:	
atomic number	
Symbol	
name	
standard atomic weight	

13	14	15	16	17	18
5	6	7	8	9	10
13	14	15	16	17	18
31	32	33	34	35	36
49	50	51	52	53	54
81	82	83	84	85	86
114			116		

1																	2		
3	4											5	6	7	8	9	10		
11	12	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54		
55	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86		
87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112		114		116				
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71					
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103					

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									
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								

PERIODIC TABLE Atomic Properties of the Elements

Frequently used fundamental physical constants
For the most accurate values of these and other constants, visit physics.nist.gov/constants
1 second = 9 192 631 770 periods of radiation corresponding to the transition between the two hyperfine levels of the ground state of ^{133}Cs

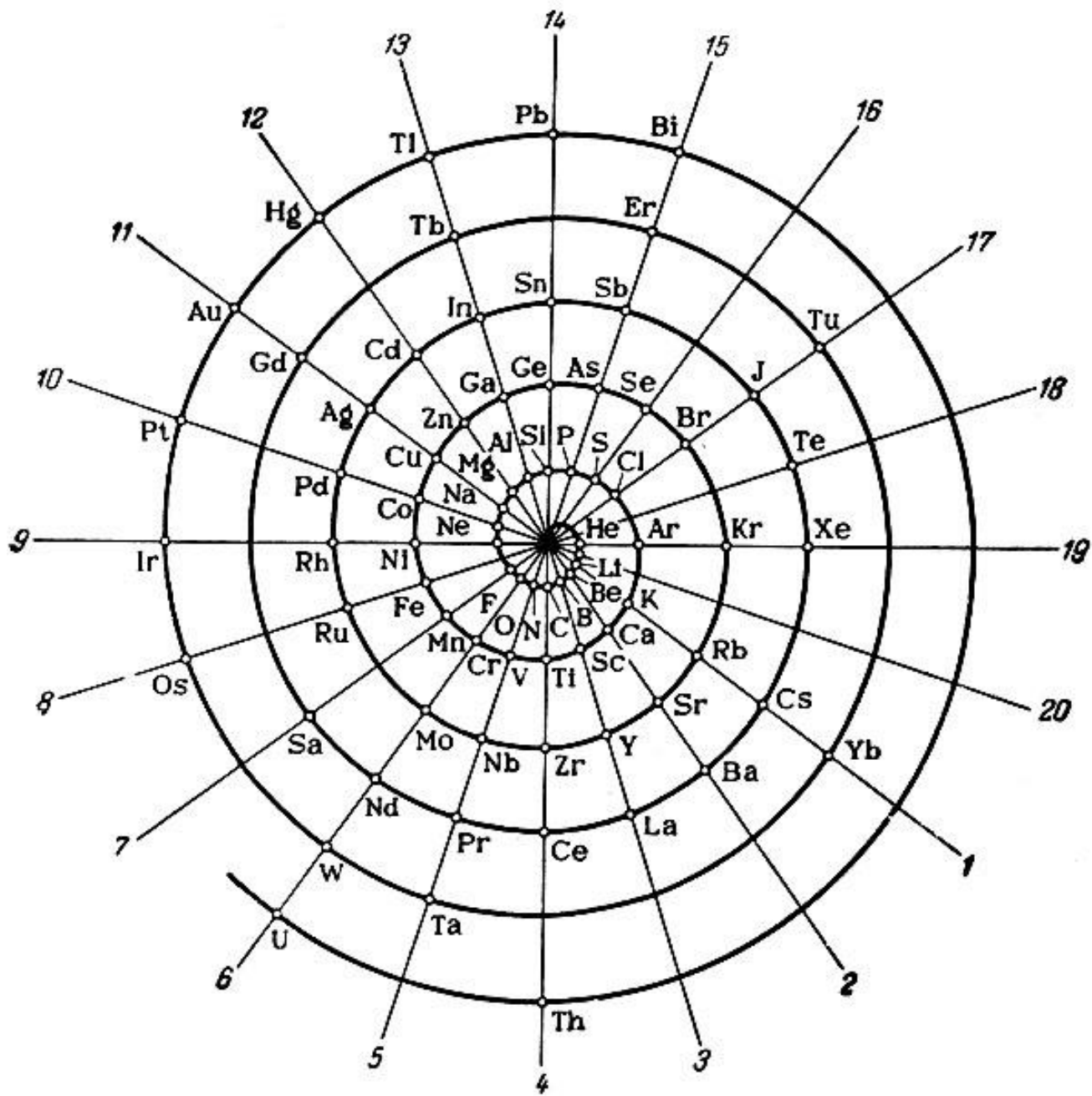
speed of light in vacuum	c	299 792 458 m s ⁻¹ (exact)
Planck constant	h	6.626 070 15 × 10 ⁻³⁴ J s (exact) ($h = h/2\pi$)
elementary charge	e	1.602 176 634 × 10 ⁻¹⁹ C
electron mass	m_e	9.109 383 56 × 10 ⁻³¹ kg
	$m_e c^2$	0.5110 MeV
proton mass	m_p	1.672 621 63 × 10 ⁻²⁷ kg
fine-structure constant	α	1/137.035 999 084
Rydberg constant	R_∞	10 973 731.752 177 03 m ⁻¹
	$R_\infty c$	3.289 841 96 × 10 ¹⁵ Hz
	$R_\infty h c$	13.605 698 06 eV
Boltzmann constant	k	1.380 658 367 × 10 ⁻²³ J K ⁻¹

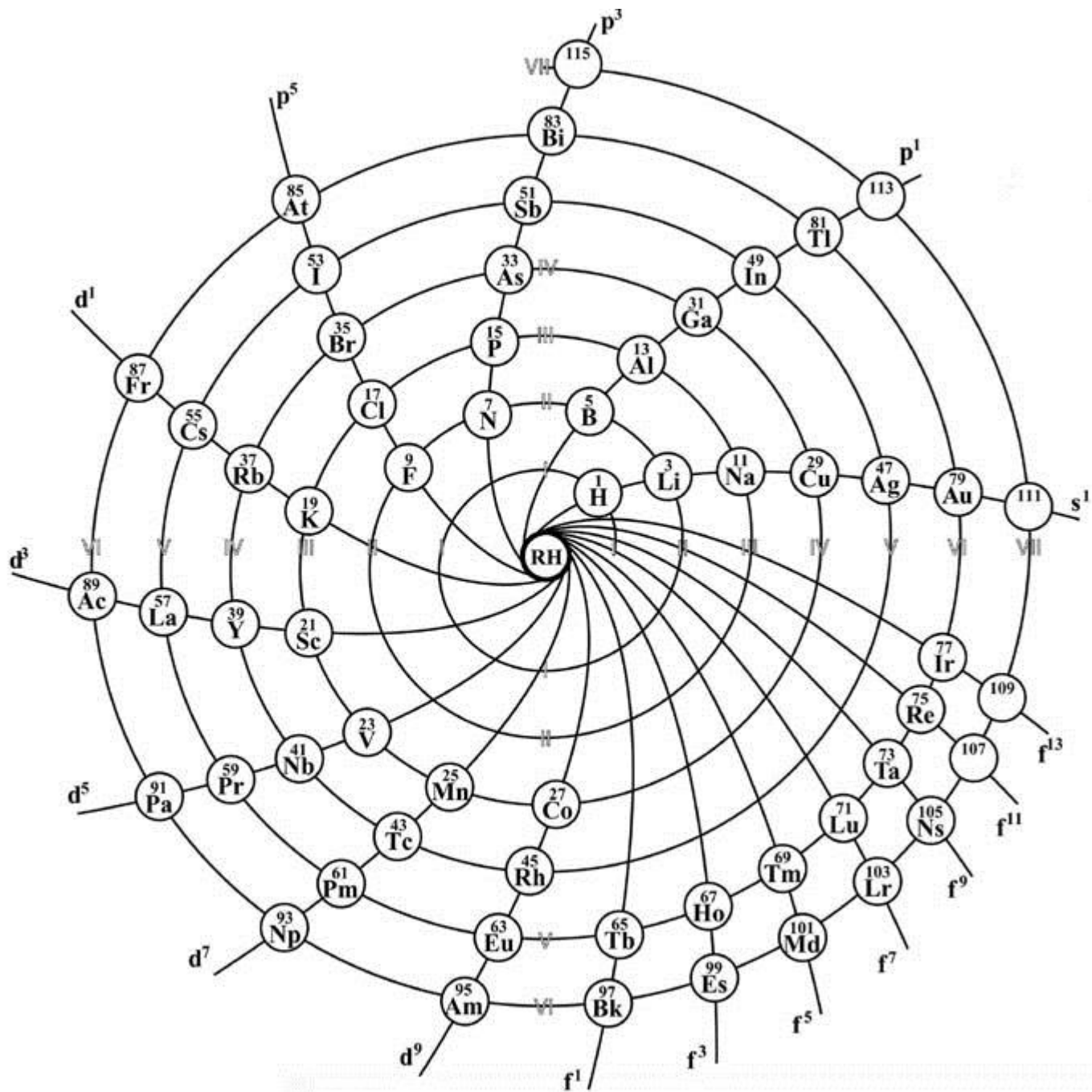
- Solids
- Liquids
- Gases
- Artificially Prepared

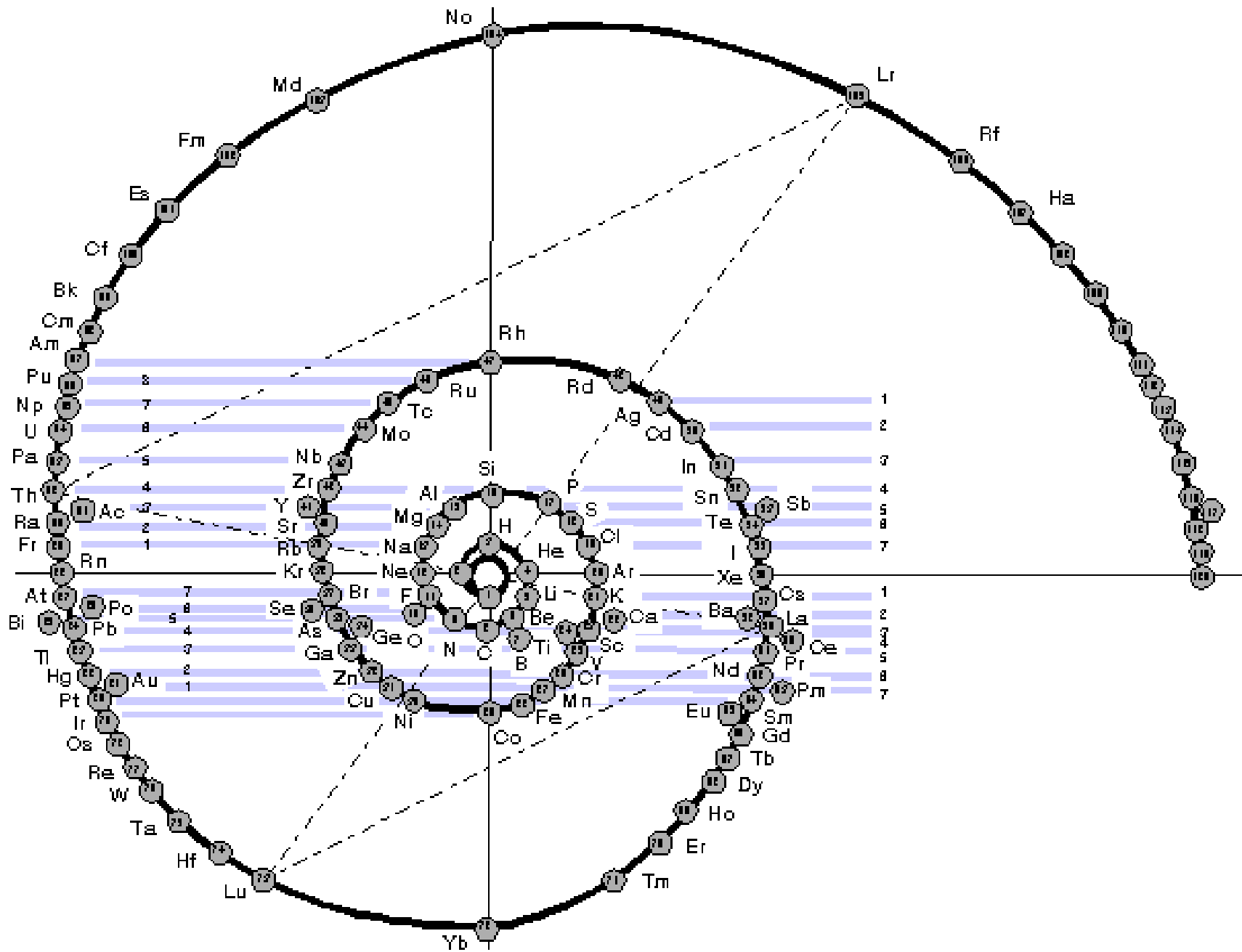
Physics Laboratory
physics.nist.gov

Standard Reference Data
www.nist.gov/srd

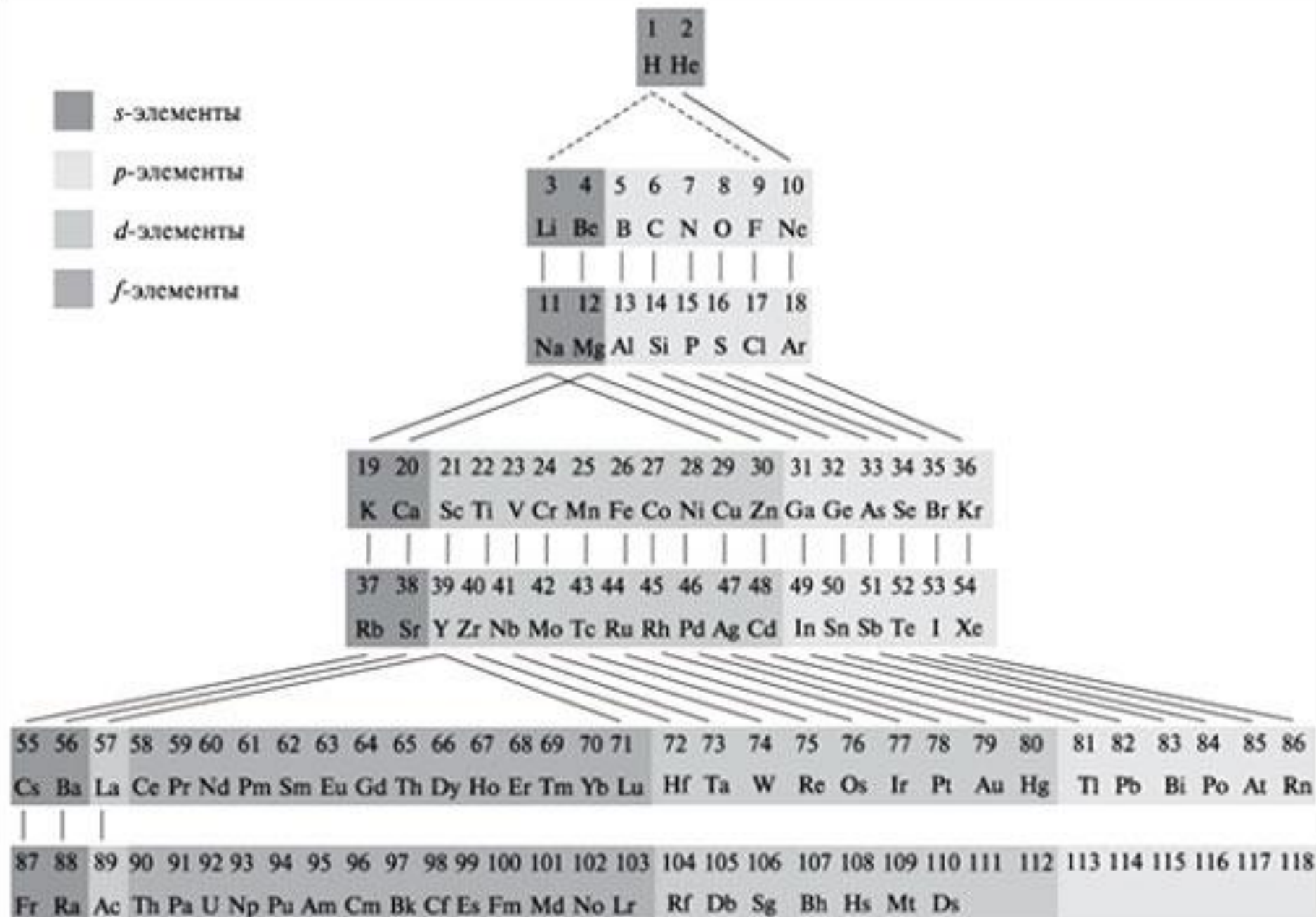
Group	1 IA	2 IIA											13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA
1	H Hydrogen 1.00794 1s 13.5984												B Boron 10.811 1s ² 2s ² 2p ¹ 6.2980	C Carbon 12.0107 1s ² 2s ² 2p ² 11.2603	N Nitrogen 14.0067 1s ² 2s ² 2p ³ 14.0361	O Oxygen 15.9994 1s ² 2s ² 2p ⁴ 13.6181	F Fluorine 18.9984032 1s ² 2s ² 2p ⁵ 17.4226	Ne Neon 20.1797 1s ² 2s ² 2p ⁶ 21.5645
2	Li Lithium 6.941 1s ² 2s ¹ 5.3917	Be Beryllium 9.012182 1s ² 2s ² 8.3227											Al Aluminum 26.9815386 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ¹ 9.9856	Si Silicon 28.0855 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ² 8.1517	P Phosphorus 30.973762 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ³ 10.4867	S Sulfur 32.065 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁴ 10.3602	Cl Chlorine 35.453 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁵ 12.9679	Ar Argon 39.948 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 15.7596
3	Na Sodium 22.98976928 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ¹ 5.1391	Mg Magnesium 24.3050 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 7.6922	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 IB	12 IIB	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA
4	K Potassium 39.0983 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ¹ 4.3407	Ca Calcium 40.078 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 6.1132	Sc Scandium 44.955912 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹ 4s ² 6.5615	Ti Titanium 47.887 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ² 4s ² 6.8281	V Vanadium 50.9415 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ³ 4s ² 6.7432	Cr Chromium 51.9961 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ⁵ 4s ¹ 6.7665	Mn Manganese 54.938045 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ⁵ 4s ² 7.4363	Fe Iron 55.845 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ⁶ 4s ² 7.9024	Co Cobalt 58.933195 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ⁷ 4s ² 7.8812	Ni Nickel 58.9332 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ⁸ 4s ² 7.6399	Cu Copper 63.546 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ¹ 7.7294	Zn Zinc 65.38 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 8.3367	Ga Gallium 69.723 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ¹ 5.9932	Ge Germanium 72.64 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ² 7.8994	As Arsenic 74.92160 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ³ 8.7886	Se Selenium 78.96 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁴ 8.7524	Br Bromine 79.904 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁵ 11.8135	Kr Krypton 83.796 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 13.9999
5	Rb Rubidium 85.4678 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 5s ¹ 4.1771	Sr Strontium 87.62 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 5s ² 6.5949	Y Yttrium 88.905848 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹ 5s ² 6.2173	Zr Zirconium 91.224 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ⁵ 4s ² 4p ⁶ 4d ² 5s ² 6.6329	Nb Niobium 92.90638 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ⁵ 4s ² 4p ⁶ 4d ⁴ 5s ¹ 6.6329	Mo Molybdenum 95.96 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ⁵ 4s ² 4p ⁶ 4d ⁵ 5s ¹ 7.228	Tc Technetium (98) 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ⁵ 4s ² 4p ⁶ 4d ⁵ 5s ² 7.28	Ru Ruthenium 101.07 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ⁷ 4s ² 4p ⁶ 4d ⁸ 5s ¹ 7.3925	Rh Rhodium 102.90550 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ⁸ 4s ² 4p ⁶ 4d ⁹ 5s ¹ 7.4582	Pd Palladium 106.42 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ⁰ 8.3367	Ag Silver 107.8682 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ¹ 7.5702	Cd Cadmium 112.411 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 8.9328	In Indium 114.818 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ¹ 7.3432	Sn Tin 118.710 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ² 8.8084	Sb Antimony 121.760 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ³ 9.8084	Te Tellurium 127.60 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁴ 9.0096	I Iodine 126.90447 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁵ 10.4513	Xe Xenon 131.293 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 12.1299
6	Cs Cesium 132.9054519 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 6s ¹ 3.8939	Ba Barium 137.327 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 6s ² 5.2117	Lanthanides	Hf Hafnium 178.49 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 5d ² 6s ² 6.8251	Ta Tantalum 180.94788 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 5d ³ 6s ² 7.5496	W Tungsten 183.84 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 5d ⁴ 6s ² 7.8642	Re Rhenium 186.207 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 5d ⁵ 6s ² 7.5335	Os Osmium 190.23 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 5d ⁶ 6s ² 8.4382	Ir Iridium 192.222 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 5d ⁷ 6s ² 8.9672	Pt Platinum 195.084 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 5d ⁹ 6s ¹ 8.5585	Au Gold 196.966569 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 5d ¹⁰ 6s ¹ 8.2255	Hg Mercury 200.59 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 5d ¹⁰ 6s ² 10.4375	Tl Thallium 204.3833 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 6s ² 6p ¹ 6.1082	Pb Lead 207.2 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 6s ² 6p ² 7.4167	Bi Bismuth 208.98040 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 6s ² 6p ³ 7.2855	Po Polonium (209) 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 6s ² 6p ⁴ 8.414	At Astatine (210) 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 6s ² 6p ⁵ 8.99	Rn Radon (222) 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 6s ² 6p ⁶ 12.7485
7	Fr Francium (223) 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 6s ² 6p ⁶ 7s ¹ 4.0727	Ra Radium (226) 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 6s ² 6p ⁶ 7s ² 5.2784	Lanthanides	104 Rutherfordium (261) 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶ 7s ² 7p ¹ 6.07	105 Dubnium (268) 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶ 7s ² 7p ² 6.07	106 Seaborgium (271) 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶ 7s ² 7p ³ 6.07	107 Bohrium (272) 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶ 7s ² 7p ⁴ 6.07	108 Hassium (277) 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶ 7s ² 7p ⁵ 6.07	109 Meitnerium (276) 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶ 7s ² 7p ⁶ 6.07	110 Darmstadtium (281) 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶ 7s ² 7p ⁷ 6.07	111 Roentgenium (282) 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶ 7s ² 7p ⁸ 6.07	112 Copernicium (285) 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶ 7s ² 7p ⁹ 6.07	113 Uuntrium (284) 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶ 7s ² 7p ¹⁰ 6.07	114 Uuquadium (289) 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶ 7s ² 7p ¹¹ 6.07	115 Uupentium (288) 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶ 7s ² 7p ¹² 6.07	116 Uuhexium (293) 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶ 7s ² 7p ¹³ 6.07	117 Uunseptium (294) 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶	





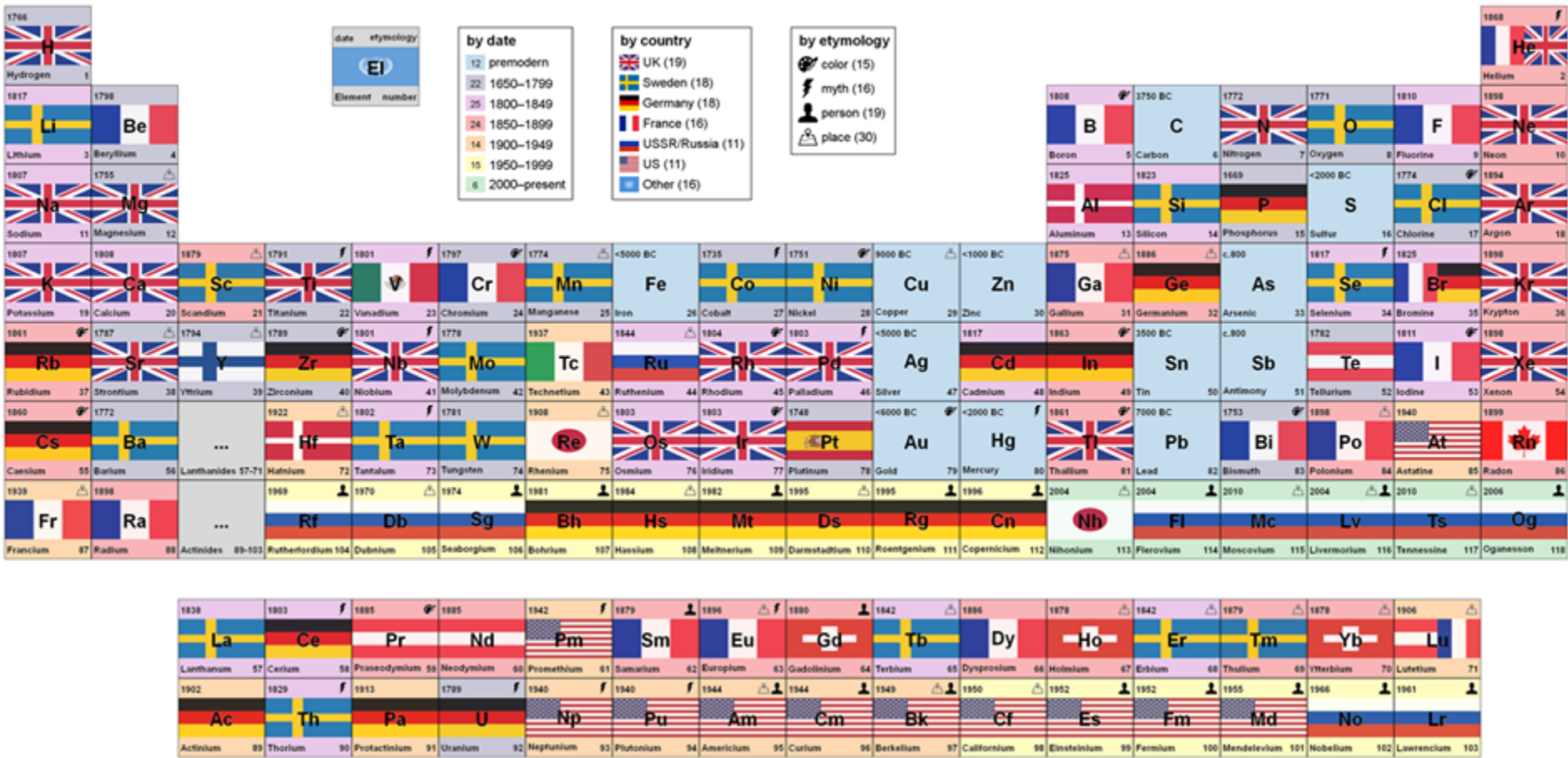


- s*-элементы
- p*-элементы
- d*-элементы
- f*-элементы



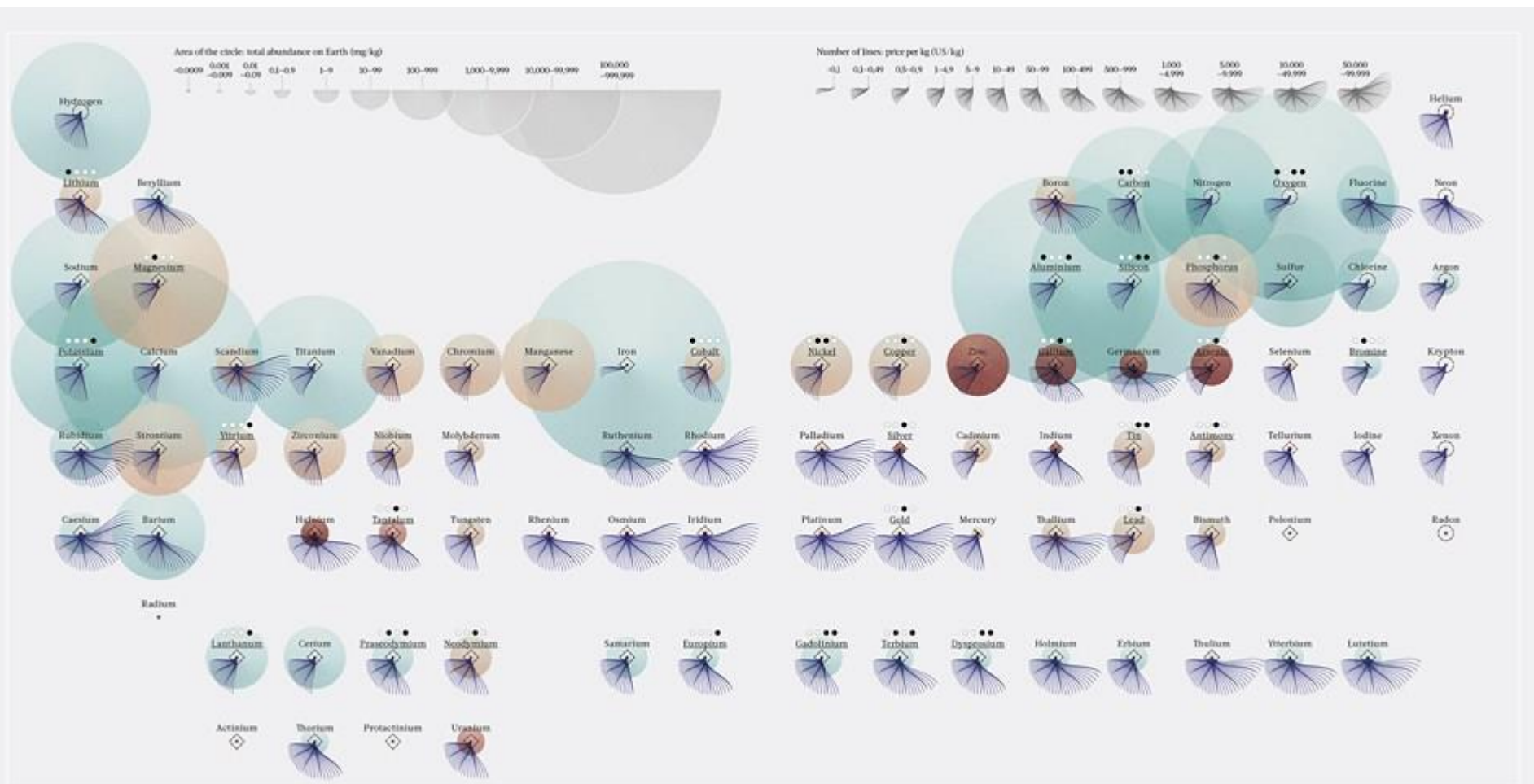
THE PERIODIC TABLE

with country and date of discovery

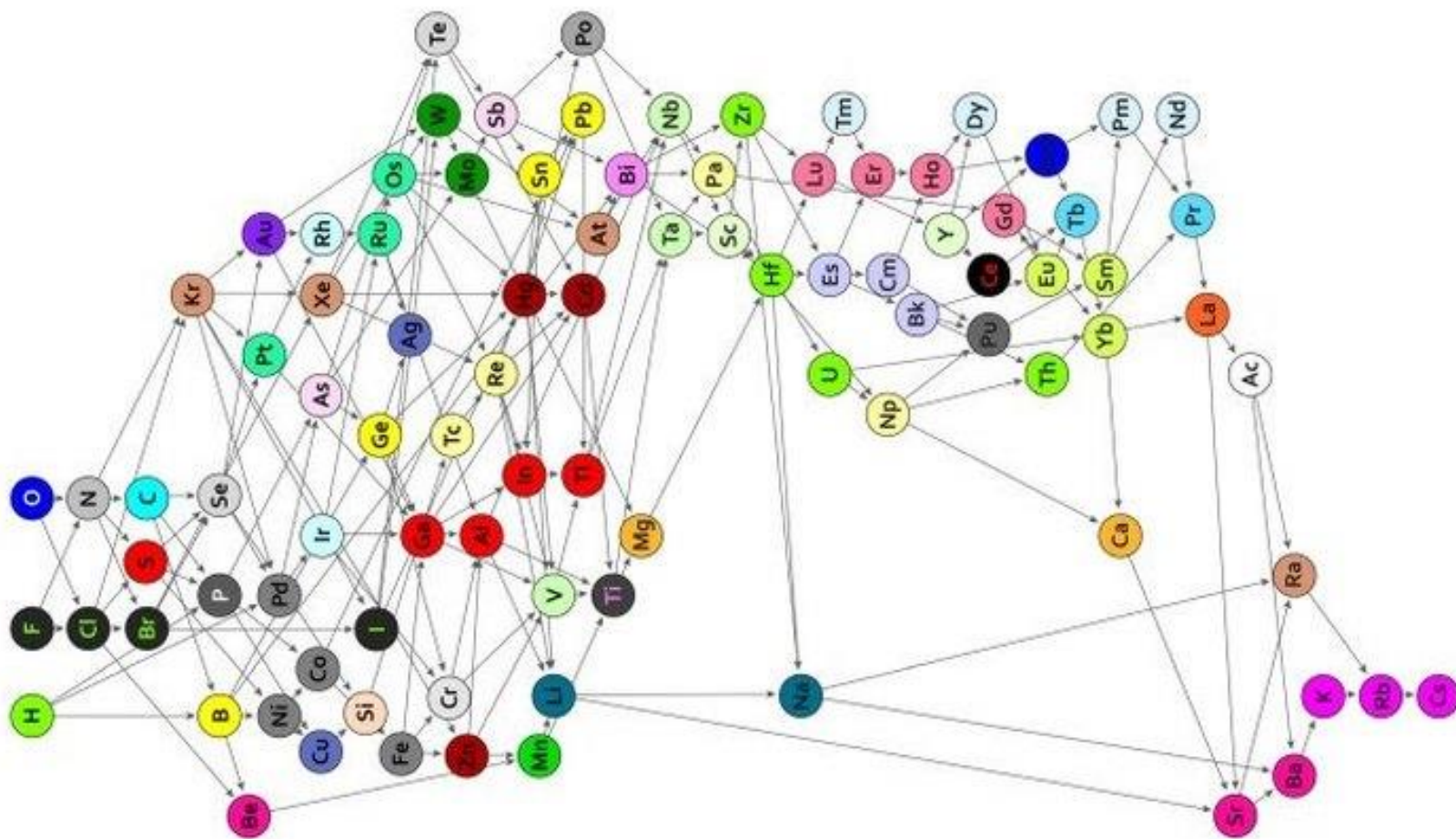


*dates, discoverers, etymologies and flags all from Wikipedia; etymology icons by Simpleicon and Freepik from www.flaticon.com, licensed by CC 3.0 BY.

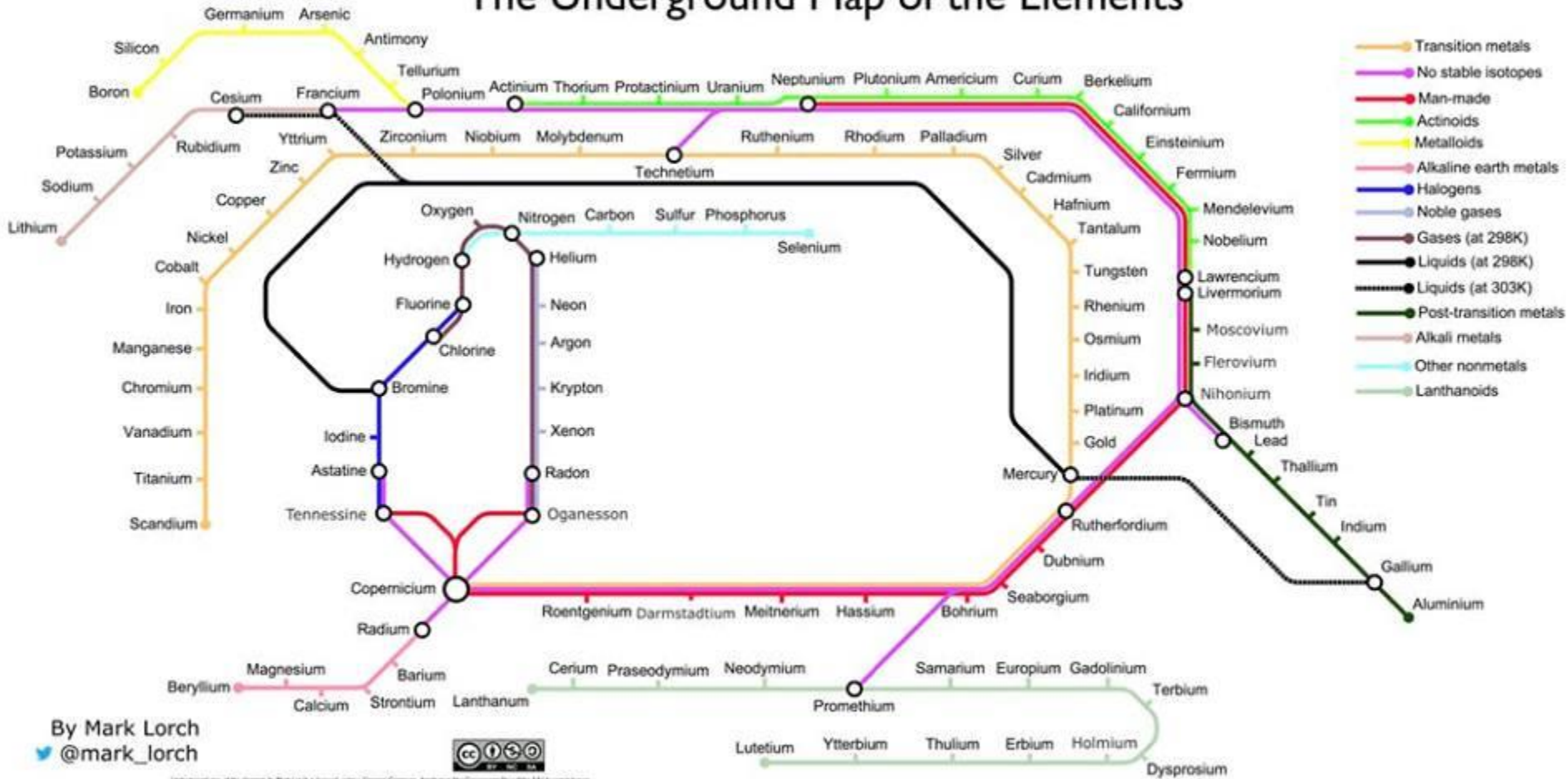
Инфографика: каких элементов Таблицы Менделеева осталось меньше всего в природе



Математики из Института Макса Планка предложили альтернативные способы компоновки элементов внутри периодической таблицы. Выглядят они странно, но могут быть на удивление полезными для исследователей.



The Underground Map of the Elements



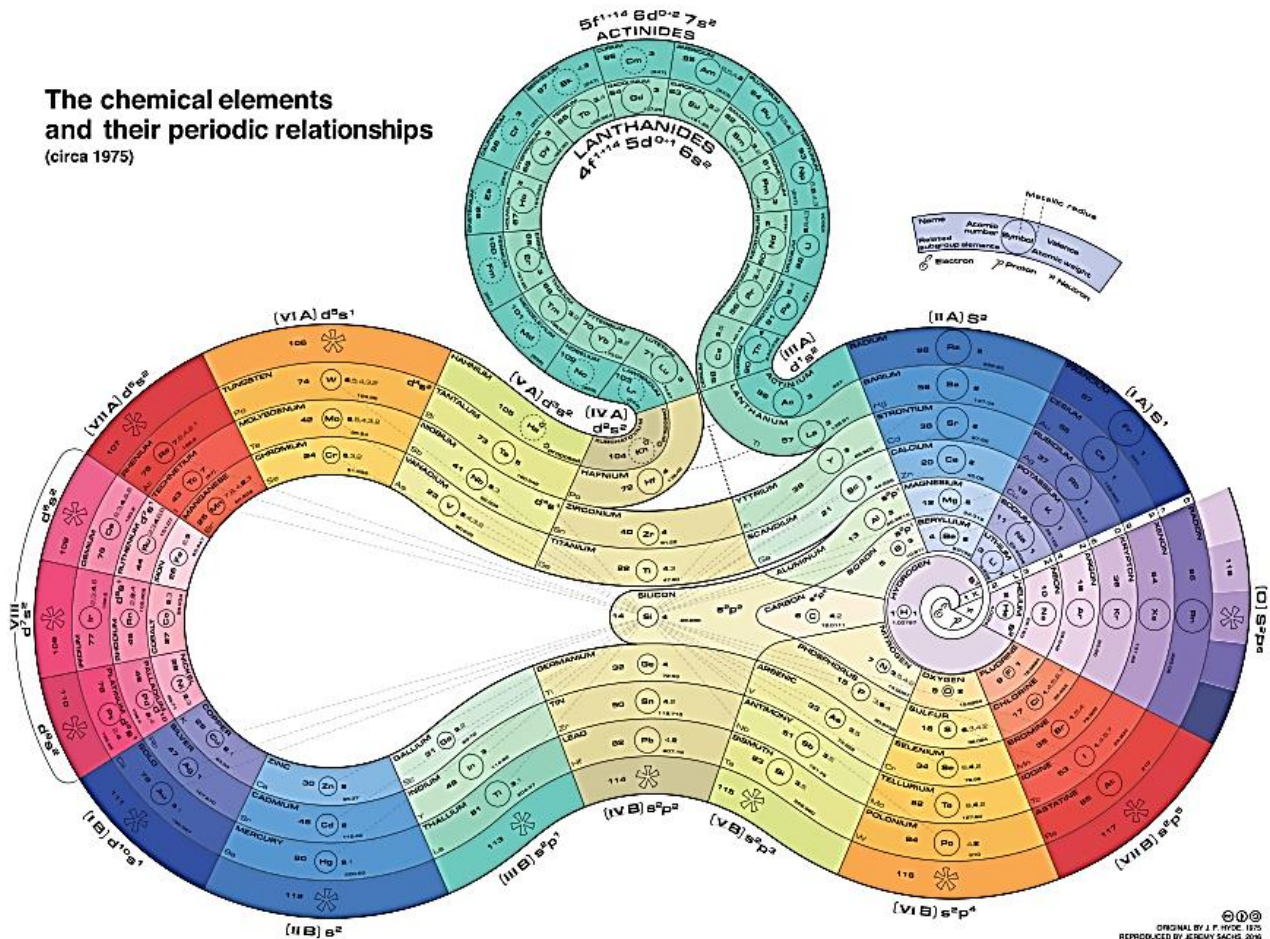
By Mark Lorch
 @mark_lorch



Underground map of the elements by Mark Lorch is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International license.

Радужная лента

Химик Джеймс Франклин Хайд в 1975 году создал таблицу, в основе которой лежит кремний. По его словам, этот элемент связан со многими в таблице, поэтому таблица разрабатывалась именно по взаимодействию кремния с другими элементами. При этом в центре все равно остается водород.



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]
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, 64 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) Унунквдий	Uup 115 (285) Унунпентий	Uuh 116 (285) Унунгексий	Uus 117 (285) Унунсептий
Uuo 118 (285) Унуноксий	Uuq 119 (285) Унунквдий	Uuh 120 (285) Унунгексий	Uuh 121 (285) Унунгексий	Uuh 122 (285) Унунгексий	Uuh 123 (285) Унунгексий
Uue 119 (318) Унунексий	Ubn 120 (318) Унунбий	Ubu 121 (318) Унунбий	Ubp 122 (318) Унунпентий	Ubh 123 (318) Унунгексий	Ubs 124 (318) Унунсептий
Uhe 169 (466) Унунгексий	Uhn 170 (466) Унунгексий	Uhu 171 (466) Унунгексий	Uhu 172 (466) Унунгексий	Uhu 173 (466) Унунгексий	Uhu 174 (466) Унунгексий

Ce 58 140, 118 4f ¹ 5d ¹ 6s ² Церий	Pr 59 140, 90765 4f ² 5d ⁰ 6s ² Прометий	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, 93534 4f ⁷ 5d ¹ 6s ² Тербий	Dy 66 162, 50 4f ⁹ 5d ⁰ 6s ² Диспрозий	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 Йттербий	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 (247) 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 Менделеев	No 102 (259) 5f ¹⁰ 6d ¹ 7s ² Нобелий	Lr 103 (260) 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² Лоренсий
Ubb 122 (324) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунбий	Uqu 141 (374) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uqb 142 (378) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uqt 143 (380) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uqq 144 (382) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uqh 145 (386) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uqj 146 (388) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uqs 147 (390) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uqo 148 (394) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uqe 149 (396) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uqn 150 (398) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Upu 151 (402) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Upb 152 (404) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Upt 153 (406) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий
Ush 172 (474) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Ueu 191 (522) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Ueb 192 (521) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uet 193 (522) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Ueq 194 (525) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uep 195 (530) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Ueh 196 (541) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Ues 197 (543) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Ueo 198 (547) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uee 199 (549) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Bnn 200 (552) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Bnu 201 (556) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Bnb 202 (557) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Bnt 203 (560) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий

Ubt 123 (326) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Ubq 124 (330) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Ubp 125 (332) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Ubh 126 (334) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Ubs 127 (338) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Ubo 128 (340) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Ube 129 (342) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Utn 130 (346) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Utu 131 (348) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Utb 132 (350) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Utt 133 (354) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Utg 134 (356) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Utp 135 (358) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uth 136 (362) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uts 137 (364) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uto 138 (366) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Ute 139 (370) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uqn 140 (372) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий
Ust 173 (477) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Usq 174 (480) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Usp 175 (483) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Ush 176 (485) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uss 177 (487) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uso 178 (491) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Use 179 (494) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uon 180 (495) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uou 181 (499) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uob 182 (502) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uot 183 (506) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uoq 184 (508) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uop 185 (510) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uoh 186 (514) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uos 187 (516) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uoo 188 (519) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uoe 189 (522) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий	Uen 190 (524) 5g ¹⁰ 5f ¹⁴ 8s ¹ 7p ¹ Унунквдий

Спасибо за внимание!