

Электронные конфигурации атомов: таблица

Элемент	№	Электронная формула	Краткая запись	Неспаренные
Водород	1	1s ¹	1s ¹	1
Гелий	2	1s ²	1s ²	0
Литий	3	1s ² 2s ¹	[He]2s ¹	1
Бериллий	4	1s ² 2s ²	[He]2s ²	0
Бор	5	1s ² 2s ² 2p ¹	[He]2s ² 2p ¹	1
Углерод	6	1s ² 2s ² 2p ²	[He]2s ² 2p ²	2
Азот	7	1s ² 2s ² 2p ³	[He]2s ² 2p ³	3
Кислород	8	1s ² 2s ² 2p ⁴	[He]2s ² 2p ⁴	2
Фтор	9	1s ² 2s ² 2p ⁵	[He]2s ² 2p ⁵	1
Неон	10	1s ² 2s ² 2p ⁶	[He]2s ² 2p ⁶	0
Натрий	11	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ¹	[Ne]3s ¹	1
Магний	12	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ²	[Ne]3s ²	0
Алюминий	13	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ¹	[Ne]3s ² 3p ¹	1
Кремний	14	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ²	[Ne]3s ² 3p ²	2
Фосфор	15	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ³	[Ne]3s ² 3p ³	3
Сера	16	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁴	[Ne]3s ² 3p ⁴	2
Хлор	17	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁵	[Ne]3s ² 3p ⁵	1
Аргон	18	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶	[Ne]3s ² 3p ⁶	0
Калий	19	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ¹	[Ar]4s ¹	1
Кальций	20	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ²	[Ar]4s ²	0
Скандий	21	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹ 4s ²	[Ar]3d ¹ 4s ²	1
Титан	22	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ² 4s ²	[Ar]3d ² 4s ²	2
Ванадий	23	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ³ 4s ²	[Ar]3d ³ 4s ²	3
Хром	24	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ⁵ 4s ¹	[Ar]3d ⁵ 4s ¹	6
Марганец	25	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ⁵ 4s ²	[Ar]3d ⁵ 4s ²	5
Железо	26	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ⁶ 4s ²	[Ar]3d ⁶ 4s ²	4
Кобальт	27	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ⁷ 4s ²	[Ar]3d ⁷ 4s ²	3
Никель	28	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ⁸ 4s ²	[Ar]3d ⁸ 4s ²	2
Медь	29	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ¹	[Ar]3d ¹⁰ 4s ¹	1
Цинк	30	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ²	[Ar]3d ¹⁰ 4s ²	0
Галлий	31	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ¹	[Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ¹	1
Германий	32	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ²	[Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ²	2
Мышьяк	33	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ³	[Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ³	3
Селен	34	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁴	[Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁴	2
Бром	35	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁵	[Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁵	1
Криптон	36	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶	[Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶	0
Стронций	38	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 5s ²	[Kr]5s ²	0
Серебро	47	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ¹	[Kr]4d ¹⁰ 5s ¹	1
Олово	50	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ²	[Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ²	2
Иод	53	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁵	[Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁵	1
Цезий	55	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 6s ¹	[Xe]6s ¹	1
Барий	56	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 6s ²	[Xe]6s ²	0
Платина	78	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 4f ¹⁴ 5s ² 5p ⁶ 5d ⁹ 6s ¹	[Xe]4f ¹⁴ 5d ⁹ 6s ¹	2
Золото	79	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 4f ¹⁴ 5s ² 5p ⁶ 5d ¹⁰ 6s ¹	[Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ¹	1
Ртуть	80	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 4f ¹⁴ 5s ² 5p ⁶ 5d ¹⁰ 6s ²	[Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ²	0
Свинец	82	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 4f ¹⁴ 5s ² 5p ⁶ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ²	[Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ²	2

Формулы записаны по уровням: у железа 3d⁶ стоит перед 4s², хотя 4s заполняется раньше. Хром, медь, серебро, платина и золото — исключения с провалом электрона, их формулы взяты по данным NIST. Неспаренные электроны — в основном состоянии.

Порядок заполнения подуровней

Подуровень	$n + l$	Вмещает	Заполняют
1s	1	2	H, He
2s	2	2	Li, Be
2p	3	6	B — Ne
3s	3	2	Na, Mg
3p	4	6	Al — Ar
4s	4	2	K, Ca
3d	5	10	Sc — Zn
4p	5	6	Ga — Kr
5s	5	2	Rb, Sr
4d	6	10	Y — Cd
5p	6	6	In — Xe
6s	6	2	Cs, Ba

Правило Клечковского: подуровни заполняются по росту суммы $n + l$, а при равной сумме — сначала с меньшим n . Поэтому 4s ($4 + 0$) раньше 3d ($3 + 2$), а 3d раньше 4p ($4 + 1$).

Электронные конфигурации ионов

Ион	Электронов	Конфигурация	Как у
N^{3-}	10	$1s^2 2s^2 2p^6$	неона
O^{2-}	10	$1s^2 2s^2 2p^6$	неона
F^-	10	$1s^2 2s^2 2p^6$	неона
Na^+	10	$1s^2 2s^2 2p^6$	неона
Mg^{2+}	10	$1s^2 2s^2 2p^6$	неона
Al^{3+}	10	$1s^2 2s^2 2p^6$	неона
S^{2-}	18	$[Ne] 3s^2 3p^6$	аргона
Cl^-	18	$[Ne] 3s^2 3p^6$	аргона
K^+	18	$[Ne] 3s^2 3p^6$	аргона
Ca^{2+}	18	$[Ne] 3s^2 3p^6$	аргона
Cr^{3+}	21	$[Ar] 3d^3$	—
Mn^{2+}	23	$[Ar] 3d^5$	—
Fe^{2+}	24	$[Ar] 3d^6$	—
Fe^{3+}	23	$[Ar] 3d^5$	—
Cu^+	28	$[Ar] 3d^{10}$	—
Cu^{2+}	27	$[Ar] 3d^9$	—
Zn^{2+}	28	$[Ar] 3d^{10}$	—

Ионы d-элементов сначала теряют 4s-электроны и только потом 3d: у Fe^{2+} конфигурация $[Ar] 3d^6$, а не $[Ar] 3d^4 4s^2$.

Основное и возбуждённое состояние атома

Атом	Основное	Возбуждённое	Валентность
Бериллий	$2s^2$ (0 неспаренных)	$2s^1 2p^1$ (2)	II
Бор	$2s^2 2p^1$ (1)	$2s^1 2p^2$ (3)	III
Углерод	$2s^2 2p^2$ (2)	$2s^1 2p^3$ (4)	IV
Фосфор	$3s^2 3p^3$ (3)	$3s^1 3p^3 3d^1$ (5)	III, V
Сера	$3s^2 3p^4$ (2)	$3s^2 3p^3 3d^1$ (4); $3s^1 3p^3 3d^2$ (6)	II, IV, VI
Хлор	$3s^2 3p^5$ (1)	$3s^2 3p^4 3d^1$ (3); $3s^2 3p^3 3d^2$ (5); $3s^1 3p^3 3d^3$ (7)	I, III, V, VII

При возбуждении электрон переходит на свободную орбиталь того же уровня, и неспаренных становится больше. У азота, кислорода и фтора на втором уровне нет d-подуровня, поэтому возбуждённых состояний с большей валентностью у них нет.

