

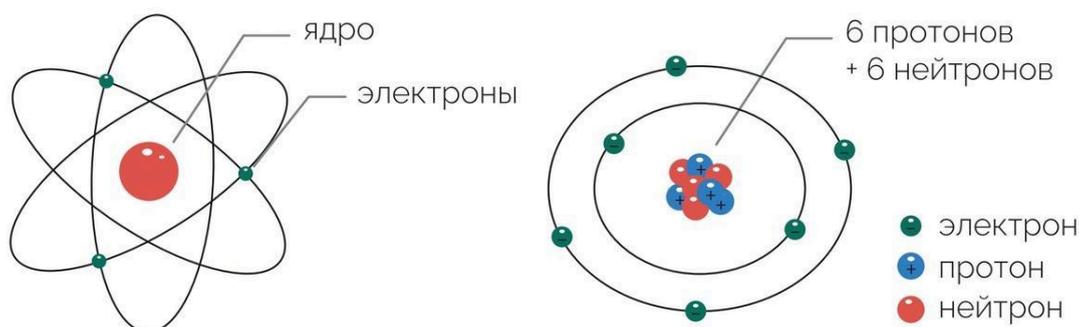
Строение атома. Электронная конфигурация

- Атом — это мельчайшая химически неделимая электронейтральная частица из которой состоят все химические элементы

Разберёмся со строением атома более детально:

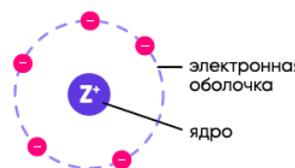
В центре атома находится положительно заряженное ядро, вокруг которого вращаются отрицательно (-) заряженные электроны

Ядро любого атома состоит из **протонов (p)** и **нейтронов (n)**, причём протоны имеют положительный заряд (+), а нейтроны имеют заряд (0)



Строение атома, электронная конфигурация атома

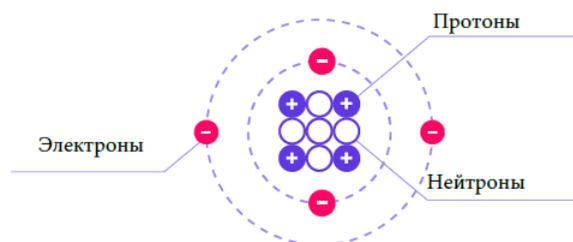
Атом — состоит из ядра и электронной оболочки.



Строение атома

Ядро состоит из протонов (заряжены положительно) и нейтронов (не имеют заряда).

Электронная оболочка состоит из электронов (заряжены отрицательно).



Отсюда выходит, что **ядро имеет положительный заряд — Z** , который равен кол-ву протонов

Также в составе атома имеются отрицательно заряженные частицы — **электроны (-)**, которые вращаются вокруг ядра

Поскольку в целом атом электронейтрален т.е. его заряд равен 0, это означает что кол-во протонов (+) совпадает с количеством электронов (-), чтобы суммарно получился заряд 0

Какие выводы можно сделать исходя из данных приведённых выше?

Заряд ядра атома (Z) = количеству протонов — N(p) = количеству электронов — N(e)

Также атом имеет свою массу и в основном она сосредоточена именно в ядре, поэтому суммарное кол-во протонов и нейтронов называют массовым числом

A (массовое число) = N(p) + N(n)

Как посчитать число протонов, нейтронов, электронов

Для этого понадобится **таблица Менделеева**. Если ты только начал изучать химию, то мы советуем использовать **цветную** таблицу, так будет намного проще. На ЕГЭ же выдадут **черно-белый** вариант

Таблица химических элементов
Д. И. Менделеева 

I																VIII																
1	H водород 1.008																He гелий 4.00															
2	Li литий 6.94		Be бериллий 9.01		B бор 10.81		C углерод 12.01		N азот 14.00		O кислород 16.00		F фтор 19.00		Ne неон 20.18																	
3	Na натрий 22.99		Mg магний 24.31		Al алюминий 26.98		Si кремний 28.09		P фосфор 30.97		S сера 32.06		Cl хлор 35.45		Ar аргон 39.95																	
4	K калий 39.10		Ca кальций 40.08		Sc скандий 44.96		Ti титан 47.90		V ванадий 50.94		Cr хром 52.00		Mn марганец 54.94		Fe железо 55.85		Co кобальт 58.93		Ni никель 58.69													
5	Cu медь 63.55		Zn цинк 65.39		Ga галлий 69.72		Ge германий 72.59		As мышьяк 74.92		Se селен 78.96		Br бром 79.90		Kr криптон 83.80																	
6	Rb рубидий 85.47		Sr стронций 87.62		Y иттрий 88.91		Zr цирконий 91.22		Nb ниобий 92.91		Mo молибден 95.94		Tc технеций 98.91		Ru рутений 101.07		Rh родий 102.91		Pd палладий 106.42													
7	Cs цезий 132.91		Ba барий 137.33		La лантан 138.91		Hf гофний 178.49		Ta тантал 180.95		W вольфрам 183.85		Re рений 186.21		Os осмий 190.2		Ir иридий 192.22		Pt платина 195.08													
8	Au золото 196.97		Hg ртуть 200.59		Tl таллий 204.38		Pb свинец 207.2		Bi висмут 208.98		Po полоний [209]		At астат [210]		Rn радон [222]																	
9	Fr франций [223]		Ra радий [226]		Ac актиний [227]		Rf резерфордий [261]		Db дубний [262]		Sg сиборгий [266]		Bh борий [264]		Hs хассий [269]		Mt мейтнерий [268]		Ds дармштадтий [271]													
10	Rg рентгений [280]		Cn коперниций [285]		Nh нихоний [286]		Fl флеровий [289]		Mc московский [290]		Lv ливнерморий [293]		Ts теннесси [294]		Og оганесон [294]																	

Задизайнено в ChemFamily Юлианом Рыжовым

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

		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											2 He 4,00 Гелий					
	2	3 Li 6,94 Литий	4 Be 9,01 Бериллий	5 B 10,81 Бор	6 C 12,01 Углерод	7 N 14,00 Азот	8 O 16,00 Кислород	9 F 19,00 Фтор					10 Ne 20,18 Неон					
	3	11 Na 22,99 Натрий	12 Mg 24,31 Магний	13 Al 26,98 Алюминий	14 Si 28,09 Кремний	15 P 30,97 Фосфор	16 S 32,06 Сера	17 Cl 35,45 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							
		29 Cu 63,55 Медь	30 Zn 65,39 Цинк	31 Ga 69,72 Галлий	32 Ge 72,59 Германий	33 As 74,92 Мышьяк	34 Se 78,96 Селен	35 Br 79,90 Бром					36 Kr 83,80 Криптон					
	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							
		47 Ag 107,87 Серебро	48 Cd 112,41 Кадмий	49 In 114,82 Индий	50 Sn 118,69 Олово	51 Sb 121,75 Сурьма	52 Te 127,60 Теллур	53 I 126,90 Йод					54 Xe 131,29 Ксенон					
	6	55 Cs 132,91 Цезий	56 Ba 137,33 Барий	57 La 138,91 Лантан	58 Ce 140,12 Церий	59 Pr 140,91 Прометий	60 Nd 144,24 Неодим	61 Pm [145] Прометий	62 Sm 150,36 Самарий	63 Eu 151,96 Европий	64 Gd 157,25 Гадолиний	65 Tb 158,93 Тербий	66 Dy 162,50 Диспрозий	67 Ho 164,93 Гольмий	68 Er 167,26 Эрбий	69 Tm 168,93 Тулий	70 Yb 173,05 Иттербий	71 Lu 174,97 Лютеций
		79 Au 196,97 Золото	80 Hg 200,59 Ртуть	81 Tl 204,38 Таллий	82 Pb 207,2 Свинец	83 Bi 208,98 Висмут	84 Po [209] Полоний	85 At [210] Астат						86 Rn [222] Радон				
	7	87 Fr [223] Франций	88 Ra 226 Радий	89 Ac [227] Актиний	90 Th [232] Торий	91 Pa [231] Протактиний	92 U 238 Уран	93 Np [237] Нептуний	94 Pu [244] Плутоний	95 Am [243] Америций	96 Cm [247] Кюрий	97 Bk [247] Берклий	98 Cf [251] Калифорний	99 Es [252] Эйнштейний	100 Fm [257] Фермий	101 Md [258] Менделеев	102 No [259] Нобелий	103 Lr [262] Лоуренсий
		111 Rg [280] Рентгений	112 Cn [285] Коперниций	113 Nh [286] Нихоний	114 Fl [289] Флеровий	115 Mc [290] Московский	116 Lv [293] Ливерморий	117 Ts [294] Теннесси							118 Og [294] Оганесон			

* Лантаноиды

58 Ce 140 Церий	59 Pr 141 Прозеодим	60 Nd 144 Неодим	61 Pm [145] Прометий	62 Sm 150 Самарий	63 Eu 152 Европий	64 Gd 157 Гадолиний	65 Tb 159 Тербий	66 Dy 162,5 Диспрозий	67 Ho 165 Гольмий	68 Er 167 Эрбий	69 Tm 169 Тулий	70 Yb 173 Иттербий	71 Lu 175 Лютеций
------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	------------------------------------	--------------------------------	------------------------------	------------------------------	---------------------------------	--------------------------------

** Актиноиды

90 Th 232 Торий	91 Pa 231 Протактиний	92 U 238 Уран	93 Np 237 Нептуний	94 Pu [244] Плутоний	95 Am [243] Америций	96 Cm [247] Кюрий	97 Bk [247] Берклий	98 Cf [251] Калифорний	99 Es [252] Эйнштейний	100 Fm [257] Фермий	101 Md [258] Менделеев	102 No [259] Нобелий	103 Lr [262] Лоуренсий
------------------------------	------------------------------------	----------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

Посмотри на клетку любого элемента, тебе важны 2 цифры — его **порядковый номер** (целое число) и **масса** (обычно дробное число). В разных таблицах эти цифры находятся в разных местах

Для кислорода порядковый номер 8, а масса 15.999

Число протонов = число электронов = порядковый номер

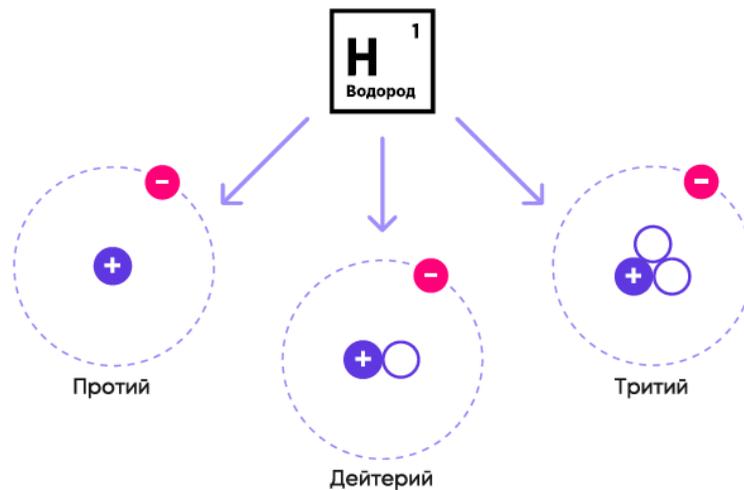
Тогда у кислорода будет 8 протонов и 8 электронов

Число нейтронов = масса элемента — число протонов

При этом массу нужно **округлить** по стандартным правилам округления. Для кислорода масса будет не 15.999, а 16. Но **масса хлора не округляется — 35.5**
Масса кислорода 16, число протонов 8. Тогда число нейтронов будет 16-8=8

Изотопы

— разновидности атомов одного и того же элемента, отличающиеся друг от друга числом нейтронов в ядрах их атомов.



Массовое число

$$A = N(p^+) + N(n^0)$$

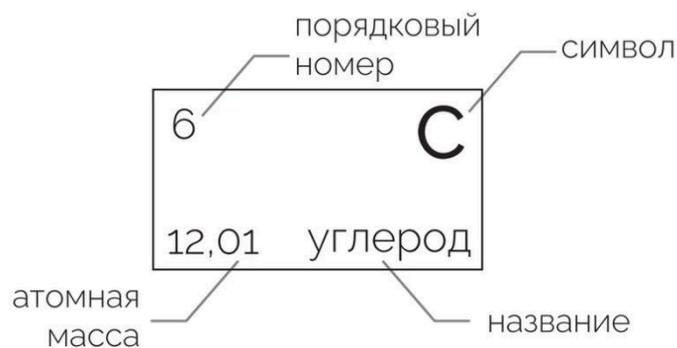
массовое число — A
число протонов — Z X — символ элемента

Изотопы — атомы **одного** элемента с **разной массой**. Если добавлять к атому нейтроны, то масса атома изменится, а **химические свойства нет**

Если в задании нужно найти число протонов и нейтронов в изотопе, то для него обязательно дается масса

В изотопе ${}^3\text{H}$ масса водорода — 3. Тогда число протонов — 1 (порядковый номер), а число нейтронов $3-1=2$

Теперь перейдём к химическим элементам из таблицы Менделеева и на примере углерода (C) более детально с ними разберёмся



Что мы здесь можем с вами увидеть?

Во-первых, порядковый номер говорит нам о суммарном кол-ве электронов данного элемента (т.е. у углерода их всего 6), а следовательно о кол-ве протонов и заряде ядра атома данного элемента

Порядковый № = Z (заряд ядра атома) = N(p) = N(e)

Также мы можем увидеть атомную массу данного элемента — 12, 01

Какую ещё информацию по таблице Менделеева мы можем получить?

Периодическая система элементов Д.И. Менделеева

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	2
1	1 H 1,00797 Водород								4,0026 He Гелий
2	3 Li 6,939 Литий	4 Be 9,0122 Бериллий	5 10,811 Bор	6 12,01115 C Углерод	7 14,0067 N Азот	8 15,9994 O Кислород	9 18,9984 F Фтор		10 20,183 Ne Неон

Углерод находится во 2 периоде, 4 группе (периоды располагаются слева, группы сверху)

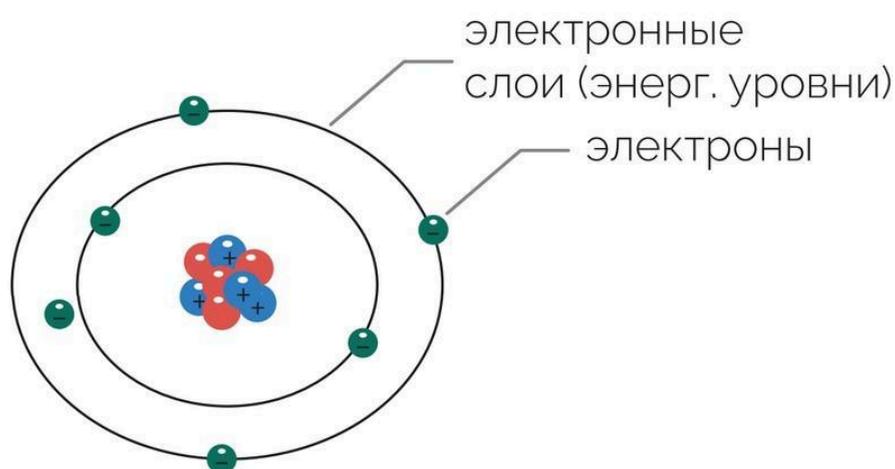
- **Номер периода = кол-ву энергетических уровней, получается у углерода всего 2 энергетических уровня (далее узнаете, что это такое)**

Также для элементов главных (A) подгрупп кол-во электронов на внешнем уровне **равняется номеру группы**, получается у углерода на внешнем энергетическом уровне будет 4 электрона (т.к он находится в 4 группе главной подгруппе)

Теперь более подробно поговорим об электрончиках (отрицательно заряженных частицах), которые вращаются вокруг ядра атома

Именно электронам уделяется в ЕГЭ больше всего внимания !

Электроны в составе атома располагаются **не хаотично**, у них есть определённое местоположение, которое называется — **электронным слоем, или энергетическим уровнем**



В свою очередь энергетические уровни подразделяются на подуровни (орбитали), именно здесь и будут располагаться наши электрончики

(причём важно запомнить что **номер уровня = кол-ву подуровней**)

К примеру на 1 энергетическом уровне может быть только один подуровень, на втором два и так далее

Теперь осталось разобраться что за подуровни и зачем они вообще нужны?

Здесь очень хорошо помогает лайфак с **многоэтажным домом**, т.е. по сути электрончики находятся **на этажах (это их электронные слои или энергетические уровни)**, а на каждом этаже имеются квартиры это по сути и есть подуровни (орбитали) в которых размещаются наши электрончики

На различных подуровнях (орбиталях) может находиться различное кол-во электрончиков, по аналогии с квартирами, в однокомнатной квартире поместится меньше человек чем, например, в двухкомнатной и т.д.

Теперь более детально про подуровни (орбитали), для ЕГЭ вам понадобятся следующие:

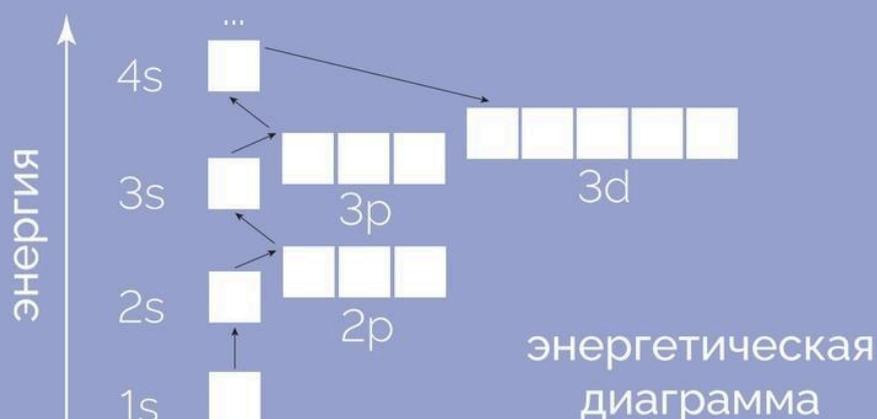


- **S-орбиталь** представляет из себя одну ячейку в которой может располагаться только 2 электрончика
- **P — орбиталь** представляет из себя 3 ячейки, в которых может располагаться всего 6 электрончиков
- **d — орбиталь** представляет из себя 5 ячеек в которых может расположиться всего 10 электрончиков

Теперь необходимо разобраться с порядком заполнения этих орбиталей нашими электрончиками

Порядок заполнения атомных орбиталей

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 3d < 4s \dots$$



- На **1 уровне** у нас есть только **одна s — орбиталь (один подуровень)**, поэтому здесь мы можем расположить всего **2** электрончика
- На **2 уровне** уже **две орбитали (два подуровня)**, одна s — орбиталь и p — орбиталь, поэтому суммарно здесь уже может расположиться **8** электрончиков
- На **3 уровне три орбитали (3 подуровня)**, одна s — орбиталь, p — орбиталь и появляется d — орбиталь, поэтому суммарно здесь уже может расположиться **18** электрончиков и так далее.

Итак, Каждый слой делится на **орбитали (подуровни)**. При этом в каждом слое разное число орбиталей

- 1й слой — s орбиталь
- 2й слой — s, p орбитали
- 3й слой — s, p, d орбитали

Вне зависимости от слоя **s орбиталь** вмещает **2** электрона, **p орбиталь 6** электронов, а **d орбиталь — 10**

Теперь посмотри на цветной вариант таблицы Менделеева. Если элемент выделен **розовым**, то у него в данный момент заполняется **s орбиталь**. Если **желтым**, то в данный момент заполняется **p орбиталь**. Если **синим** — **d орбиталь**. А электронные слои, про которые речь шла выше, это **периоды** таблицы Менделеева (горизонтальные строчки). **Не перепутай** периоды с рядами!

Глядя на таблицу Менделеева, можно легко вывести **порядок заполнения уровней**. Для этого пойдем по всем элементам подряд: H, He, Li, Be, B

*Н и Не выделены розовым и находятся в 1 периоде, значит сначала заполняется 1s орбиталь. Потом идут розовые Li и Be из 2 периода — 2s. Потом идут желтые В, С, N, O, F, Ne из 2 периода — 2p. Потом снова розовые Na и Mg, но уже из 3 периода — 3s. Потом желтые Al-Ar из 3 периода — 3p. Затем розовые K и Ca из 4 периода — 4s, а потом 10 синих элементов Sc-Zn — несмотря на то, что они находятся в 4 периоде, это уровень 3d, потому что d уровень запаздывает и **всегда появляется на период позже**. Потом желтые Ga-Kr в 4 периоде — 4p и так далее*

Получается такой **порядок заполнения**: $1s \rightarrow 2s \rightarrow 2p \rightarrow 3s \rightarrow 3p \rightarrow 4s \rightarrow 3d \rightarrow 4p$ и т.д.

Теперь напишем электронную конфигурацию для углерода. Он находится **во 2 периоде** и выделен **желтым**. Значит, его **внешний уровень** — **2p**. Уровни выше (3s, 3p, 4s) рисовать сейчас не имеет смысла, они пустые. Если заполняется уровень 2p, то это значит, что все уровни до него **заполнены** автоматически

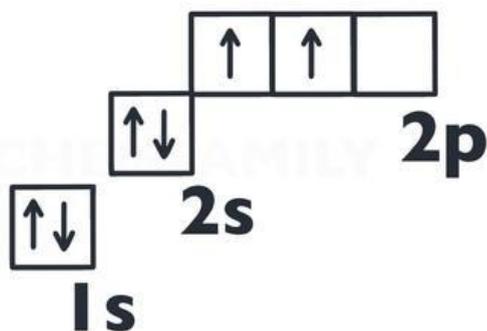
Получаем $\rightarrow 1s^2 2s^2 2p^?$

Осталось определиться, сколько электронов расположено на орбитали 2p. Еще раз посмотрим в таблицу и найдем, какой по счету углерод среди p-элементов (среди желтых) — углерод это **второй** желтый элемент в ряду, значит на 2p орбитали у него **2 электрона**

Получаем $\rightarrow 1s^2 2s^2 2p^2$

Можно считать кучей **других способов**, но на наш взгляд, **этот способ** — **самый простой и быстрый**

Теперь изобразим полученную электронную конфигурацию углерода на рисунке в виде **квантовых ячеек**



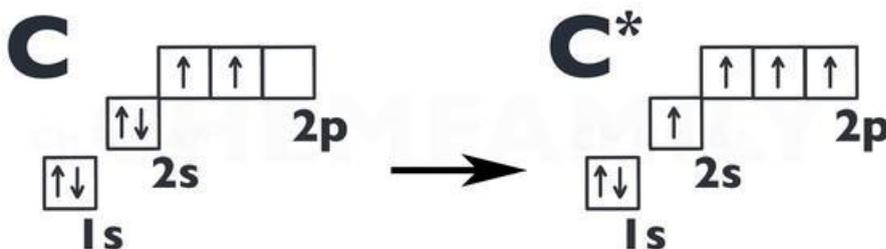
Правило троллейбуса — при заполнении квантовых ячеек электрон всегда идет в **свободную ячейку**, если она есть. Как пассажир садится на свободное сидение, если оно есть. А если нет, то электрон подсаживается в ячейку к другому электрону

Из рисунка видно, что у углерода **2 неподеленные электронные пары** и **2 неспаренных электрона**

Именно **неспаренные электроны** на внешнем уровне определяют **валентность** атома — количество связей, которое он может образовать

Внешний уровень — слой с наибольшей цифрой. У углерода **полная** электронная конфигурация $1s^2 2s^2 2p^2$, а электронная конфигурация **внешнего уровня** — $2s^2 2p^2$

Кроме **основного состояния**, у атома бывает **возбужденное состояние**, при котором некоторые или все неподделенные электронные пары на внешнем уровне распариваются и освободившиеся электроны переходят на **свободные ячейки**, если они есть. Атом в возбужденном состоянии обозначается **звездочкой**



Вся сложность этой темы в том, что очень часто вместо того, чтобы **разобраться** в том, как рисуются электронные конфигурации атомов, ученики запоминают несколько быстрых **правил**, которые, конечно, работают в ряде случаев, но не всегда

Например, говорят, что **число электронов на внешнем уровне** равно номеру группы. Но это справедливо только для элементов **главной** подгруппы. Вертикальные ряды в таблице Менделеева называются **группами**. Если элемент находится в ячейке **слева**, то он в **главной** подгруппе. Если **справа**, то в **побочной**. Когда говорят «элементы 1й группы», обычно подразумевается главная подгруппа (H, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) а не побочная (Cu, Ag, Au)

В **главной** подгруппе номер группы равен числу электронов на внешнем уровне. Например, углерод находится в 4й группе, его конфигурация $1s^2 2s^2 2p^2$ — действительно на внешнем уровне 4 электрона ($2s^2 2p^2$)

Но в **побочной** подгруппе **другая** ситуация. Например, электронная конфигурация хрома $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$. Хром находится в 6 группе, в **побочной** подгруппе. Но что считать у него **внешним** уровнем: только $4s^1$ или $4s^1 3d^5$? В разных источниках можно встретить разное, но в заданиях **ФИПИ** внешним уровнем для d-элементов считается уровень с максимальной цифрой, то есть в случае хрома $4s^1$. Поэтому у хрома в 6 группе 1 электрон на внешнем уровне

Валентные электроны это электроны, которые **теоретически** могли бы образовать связи. Не путай их с **валентностью**. Например, электронная конфигурация углерода в основном состоянии $1s^2 2s^2 2p^2$. В данный момент валентность углерода 2, так как он содержит 2 неспаренных электрона. Но в теории этот атом мог бы возбудиться, распарить пару на **2s** орбитали, приобрести конфигурацию $1s^2 2s^1 2p^3$ и валентность 4. Таким образом, у углерода в любом случае 4 электрона, которые могли бы образовать

связи, т.е. 4 валентных электрона. Для элементов **основной** подгруппы число валентных электронов равно числу электронов на внешнем уровне

Но у d-элементов ситуация **другая**. Как мы установили ранее, у хрома 1 электрон на внешнем уровне, но связей он может образовать намного больше. У d-элементов валентные электроны находятся на **внешней** s-орбитали и на **предвнешней** d-орбитали. Таким образом, число валентных электронов у хрома равно 6 ($4s^1 3d^5$) и равно номеру группы

*На самом деле, у d-элементов валентные электроны расположены не просто на d-орбитали, а на **незаполненной** d-орбитали. Но число валентных электронов у Си, Zn и подобных элементов в ЕГЭ не спрашивается*

Если элементы находятся в **одной** группе (либо оба в главной подгруппе, либо оба в побочной), то их атомы имеют сходные электронные конфигурации внешнего уровня. Например для лития это $2s^1$, а для натрия $3s^1$. Поэтому можно сказать, что электронная конфигурация атомов главной подгруппы 1 группы это ns^1 (где $n = 1, 2, 3$ и т.д.). Только не перепутай, **нельзя** сказать, что у лития и натрия **одинаковая** электронная конфигурация. Она **сходная**, но **не одинаковая**

Для тренировки запишем электронные конфигурации для первых элементов

H	$1s^1$
He	$1s^2$
Li	$1s^2 2s^1$
Be	$1s^2 2s^2$
B	$1s^2 2s^2 2p^1$
C	$1s^2 2s^2 2p^2$
N	$1s^2 2s^2 2p^3$
O	$1s^2 2s^2 2p^4$
F	$1s^2 2s^2 2p^5$
Ne	$1s^2 2s^2 2p^6$
Na	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

И так далее до Ca

Остался последний рыбок — **d элементы**. Запишем электронную конфигурацию внешнего уровня для d-элементов 4 периода

Sc	4s² 3d¹
Ti	4s² 3d²
V	4s² 3d³
Cr	4s¹ 3d⁵
Mn	4s² 3d⁵
Fe	4s² 3d⁶
Co	4s² 3d⁷
Ni	4s² 3d⁸
Cu	4s¹ 3d¹⁰
Zn	4s² 3d¹⁰

Вся сложность тут — **Cr, Mn, Cu, Zn**. Энергетически выгодно, чтобы d-орбиталь была заполнена либо **наполовину** (5 электронов), либо **целиком** (10 электронов). Поэтому ожидаемая электронная конфигурация хрома **4s² 3d⁴** оказывается **неустойчивой** и электрон с s-орбитали **переходит на d-орбиталь**, чтобы та оказалась заполненной наполовину. Потом у Mn следующий электрон появляется **не на d-орбитали**, а закрывает долг перед s-орбиталью, идя на нее. Ровно такая же ситуация с **Cu** и **Zn**, только там d-уровень хочет быть заполненным **целиком**

Электронная конфигурация иона

Ион — атом или молекула с определенным зарядом. **Катион** — положительно заряженный ион. **Анион** — отрицательно заряженный ион

Заряд определяется **избытком** или **недостатком** электронов. Так как заряд электрона -1, то в катионе C⁺² **не хватает двух** электронов, а в анионе C⁻² есть **2 лишних** электрона

Электронная конфигурация углерода 1s² 2s² 2p²

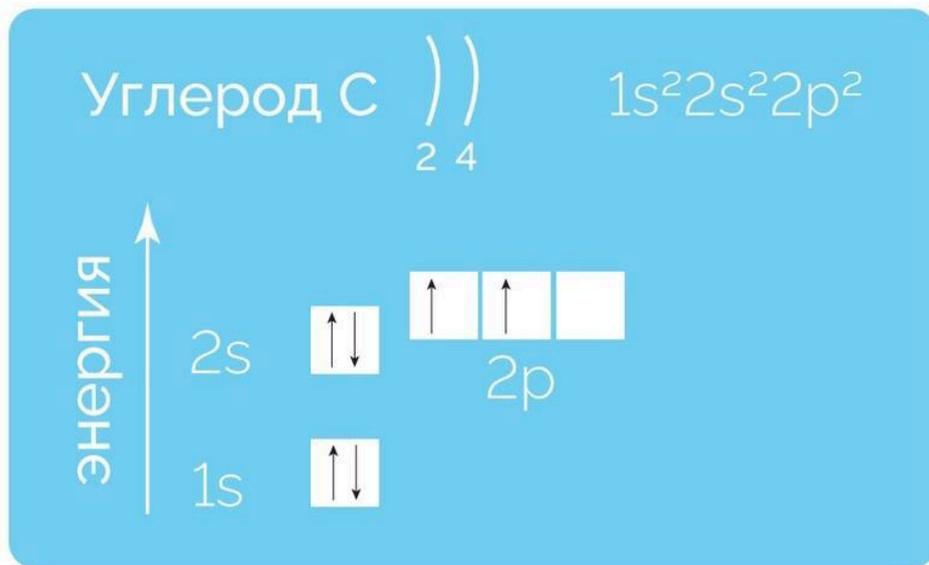
Электронная конфигурация катиона C⁺² 1s² 2s² (2p⁰) (убрали 2 электрона)

Электронная конфигурация аниона C⁻² 1s² 2s² 2p⁴ (добавили 2 электрона)

И еще раз повторим!!!!

Пример заполнения орбиталей у углерода:

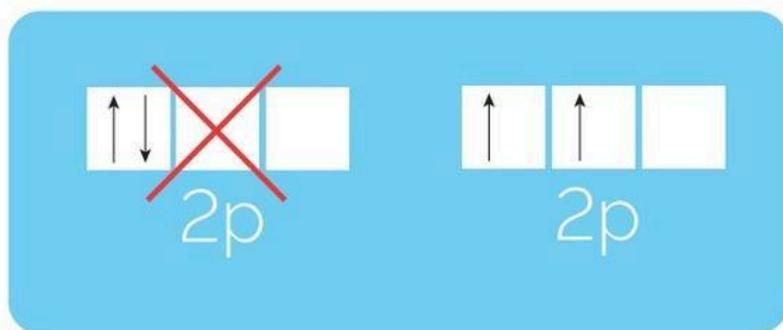
Углерод имеет порядковый номер 6, следовательно у него всего 6 электронов, располагается он во 2 периоде значит имеет 2 энергетических уровня, давайте теперь попытаемся правильно расположить эти 6 электрончиков на наших уровнях и подуровнях



На 1 уровне имеется только одна s — орбиталь, туда мы можем поместить всего 2 электрона, остаётся распределить 4 (т.к. суммарно у нас их 6)

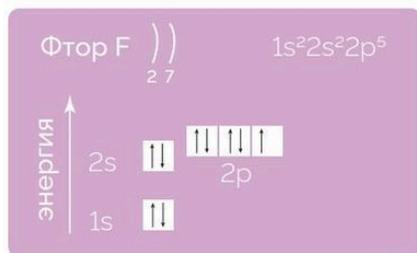
На 2 уровне мы помним, что у нас уже 2 орбитали, s и p, сначала полностью заполняем 2 электрончиками s — орбиталь и у нас остаётся в p орбитали 3 пустые ячейки, а свободных электронов осталось всего два, как правильно их расположить?

Здесь есть 2 случая



Правильный вариант показан на 2 картинке, заполнять ячейки необходимо добавляя по 1 электрончику в каждую ячейку, а уже затем в случае если остаются свободные электрончики, добавлять их к уже имеющимся

Примеры заполнения атомных орбиталей у фтора и магния:



Составление электронной конфигурации атомов является ключом к решению 1 задания тестовой линии в ЕГЭ по химии

Что вообще можно определить по электронной конфигурации атома?

- 1) К какому типу относятся элементы (*s*, *p* или *d* элементы)
- 2) Число электронов на внешнем энергетическом уровне
- 3) Число валентных электронов
- 4) Число неспаренных электронов

Тест!

1. Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют одинаковую электронную конфигурацию внешнего энергетического уровня.

1) N 2) Mn 3) Ca 4) Br 5) F

Запишите номера выбранных элементов.

Решение:

- 1) азот не подходит, конфигурация внешнего слоя $2s^2 2p^3$
- 2) марганец подходит, конфигурация внешнего слоя $4s^2$. Является *d*-элементом. У *d*-элементов внешним уровнем является *s*-орбиталь, а не *d*. У марганца заполняется $3d$ -орбиталь, но внешним уровнем все равно будет $4s^2$
- 3) кальций подходит, конфигурация внешнего слоя $4s^2$
- 4) бром не подходит, конфигурация внешнего слоя $4s^2 4p^5$
- 5) фтор не подходит, конфигурация внешнего слоя $2s^2 2p^5$

Ответ: 23

Источник: Реальное задание ЕГЭ (собрано Ермолаевым И. С.)

2. Определите элементы, катионы которых имеют электронную формулу $1s^2 2s^2 2p^6$.

1) C 2) Cr 3) Mg 4) F 5) Na

Запишите номера выбранных элементов.

Решение: Катионы — положительно заряженные частицы. Данная конфигурация соответствует неону. Неон содержит 10 электронов, значит искомые катионы должны иметь 10 электронов.

- 1) углерод не подходит. Катион углерода имеет заряд +4: содержит 2 электрона ($6 - 4 = 2$)

2) хром не подходит. У атома хрома в основном состоянии 24 электрона, он не сможет образовать ион с 10 электронами

3) магний подходит. Катион магния имеет заряд +2: содержит 10 электронов ($12 - 2 = 10$)

4) фтор не подходит. Анион фтора имеет заряд -1: содержит 10 электронов ($9 + 1 = 10$)

5) натрий подходит. Катион натрия имеет заряд +1: содержит 10 электронов ($11 - 1 = 10$)

Ответ: 35

Источник: Реальное задание ЕГЭ (собрано Ермолаевым И. С.)

3. Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют один неспаренный электрон во внешнем слое.

1) С 2) Cr 3) Cu 4) Be 5) N

Запишите номера выбранных элементов.

Решение: Если в квантовой ячейке находится один электрон, то он называется неспаренным. Если в ячейке находятся два электрона, то они называются спаренными.

1) углерод не подходит, у атома 2 неспаренных электрона на внешнем энергетическом уровне ($2s^2 2p^2$)

2) хром подходит, у атома 1 неспаренный электрон на внешнем энергетическом уровне из-за аномалии заполнения ($4s^1 3d^5$). Является d -элементом. У d -элементов внешним уровнем является s -орбиталь, а не d . У хрома заполняется $3d$ -орбиталь, но внешним уровнем все равно будет $4s^1$

3) медь подходит, у атома 1 неспаренный электрон на внешнем энергетическом уровне из-за аномалии заполнения ($4s^1 3d^{10}$). Является d -элементом. У d -элементов внешним уровнем является s -орбиталь, а не d . У меди заполняется $3d$ -орбиталь, но внешним уровнем все равно будет $4s^1$

4) бериллий не подходит, у атома нет неспаренных электронов на внешнем энергетическом уровне ($2s^2$)

5) азот не подходит, у атома 3 неспаренных электрона на внешнем энергетическом уровне ($2s^2 2p^3$)

Ответ: 23

Источник: Реальное задание ЕГЭ (собрано Ермолаевым И. С.)