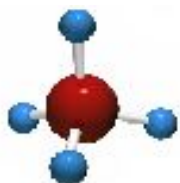
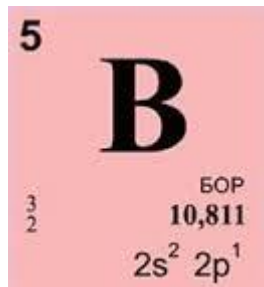


# ТЕМА УРОКА:

Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырех периодов: s-, p- и d-элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбужденное состояние атомов



# Строение атома



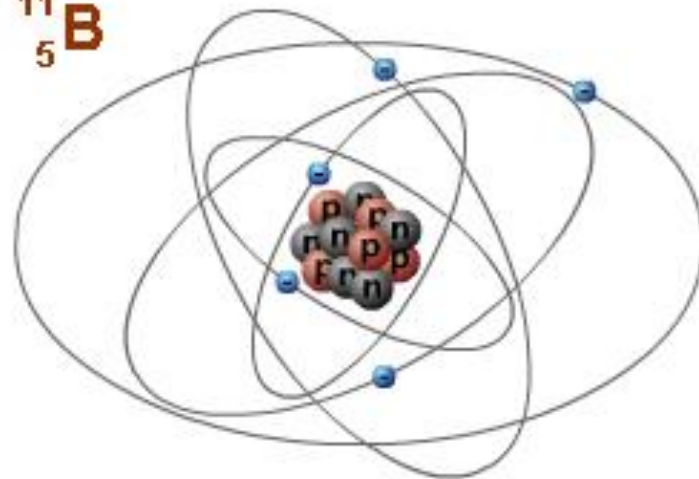
**Бор:**

Порядковый номер - 5

Электронов – 5

Протонов - 5

$^{11}_5\text{B}$



- Атом состоит из ядра и электронной оболочки
- Электронная оболочка** – совокупность движущихся вокруг ядра электронов
- Ядра атомов заряжены положительно, они состоят из протонов  $p^+$  и нейтронов  $n^0$  (вместе носят название нуклоны)
- Атом в целом электронейтрален, число электронов  $e^-$  равно числу протонов  $p^+$ , равно порядковому номеру элемента в таблице Менделеева
- При образовании положительно заряженного иона количество электронов уменьшается (на величину заряда данного иона), а при образовании отрицательно заряженного иона количество электронов увеличивается (на величину заряда данного иона).

**Порядковый номер =  $Z = p = e$**

$Z$ - заряд ядра

$p$  - число протонов(+)

$e$  - число электронов(-)



**A1**

Одинаковое число электронов содержат частицы

- 1)  $\text{Al}^{3+}$  и  $\text{N}^{3-}$       2)  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Cl}^{+5}$       3)  $\text{S}^0$  и  $\text{Cl}^-$       4)  $\text{N}^{3-}$  и  $\text{P}^{3-}$

| Периоды | Ряды | Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В |    |                                 |    |                                 |    |                                |    |                               |    |                                |    |                                 |    |                               |    |                                |    |                             |    |
|---------|------|-------------------------------|----|---------------------------------|----|---------------------------------|----|--------------------------------|----|-------------------------------|----|--------------------------------|----|---------------------------------|----|-------------------------------|----|--------------------------------|----|-----------------------------|----|
|         |      | I                             |    | II                              |    | III                             |    | IV                             |    | V                             |    | VI                             |    | VII                             |    | VIII                          |    | а                              |    |                             |    |
|         |      | а                             | б  | а                               | б  | а                               | б  | а                              | б  | а                             | б  | а                              | б  | а                               | б  | б                             |    |                                |    |                             |    |
| 1       | 1    | <b>H</b><br>водород<br>1,008  | 1  |                                 |    |                                 |    |                                |    |                               |    |                                |    |                                 |    |                               |    | <b>He</b><br>гелий<br>4,003    | 2  |                             |    |
| 2       | 2    | <b>Li</b><br>литий<br>6,941   | 3  | <b>Be</b><br>бериллий<br>9,0122 | 4  | <b>B</b><br>бор<br>10,811       | 5  | <b>C</b><br>углерод<br>12,011  | 6  | <b>N</b><br>азот<br>14,007    | 7  | <b>O</b><br>кислород<br>15,999 | 8  | <b>F</b><br>фтор<br>18,998      | 9  |                               |    | <b>Ne</b><br>неон<br>20,179    | 10 |                             |    |
| 3       | 3    | <b>Na</b><br>натрий<br>22,99  | 11 | <b>Mg</b><br>магний<br>24,312   | 12 | <b>Al</b><br>алюминий<br>26,992 | 13 | <b>Si</b><br>кремний<br>28,086 | 14 | <b>P</b><br>фосфор<br>30,974  | 15 | <b>S</b><br>сера<br>32,064     | 16 | <b>Cl</b><br>хлор<br>35,453     | 17 |                               |    | <b>Ar</b><br>аргон<br>39,948   | 18 |                             |    |
| 4       | 4    | <b>K</b><br>калий<br>39,102   | 19 | <b>Ca</b><br>кальций<br>40,08   | 20 | <b>Sc</b><br>скандий<br>44,956  | 21 | <b>Ti</b><br>титан<br>47,956   | 22 | <b>V</b><br>ванадий<br>50,941 | 23 | <b>Cr</b><br>хром<br>51,996    | 24 | <b>Mn</b><br>марганец<br>54,938 | 25 | <b>Fe</b><br>железо<br>55,849 | 26 | <b>Co</b><br>кобальт<br>58,933 | 27 | <b>Ni</b><br>никель<br>58,7 | 28 |
|         | 5    | <b>Cu</b><br>медь<br>63,546   | 29 | <b>Zn</b><br>цинк<br>65,37      | 30 | <b>Ga</b><br>галлий<br>69,72    | 31 | <b>Ge</b><br>германий<br>72,59 | 32 | <b>As</b><br>мышьяк<br>74,922 | 33 | <b>Se</b><br>селен<br>78,96    | 34 | <b>Br</b><br>бром<br>79,904     | 35 |                               |    | <b>Kr</b><br>криптон<br>83,8   | 36 |                             |    |

**Порядковый номер =  $Z = p = e$**

$Z$  - заряд ядра

$p$  - число протонов(+)

$e$  - число электронов(-)

$$\text{Э}^0 + n\text{e}^- = \text{Э}^{n-}$$

$$\text{Э}^0 - n\text{e}^- = \text{Э}^{n+}$$

Алгоритм для определения числа электронов:

- 1) Определяем место элемента в таблице: порядковый номер = числу электронов в атоме
- 2) Для отрицательной частицы: к порядковому номеру прибавляем величину заряда.
- 3) Для положительной частицы: отнимаем величину заряда

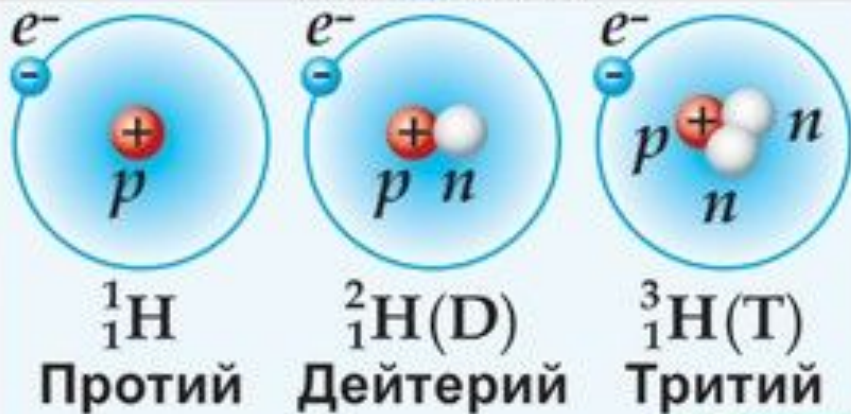
# СТРОЕНИЕ АТОМА. ИЗОТОПЫ



Массовое число  $A$  — 16  
Порядковый номер  
(число протонов)  $Z$  — 8

$A = Z + N$   
 $N$  — число нейтронов

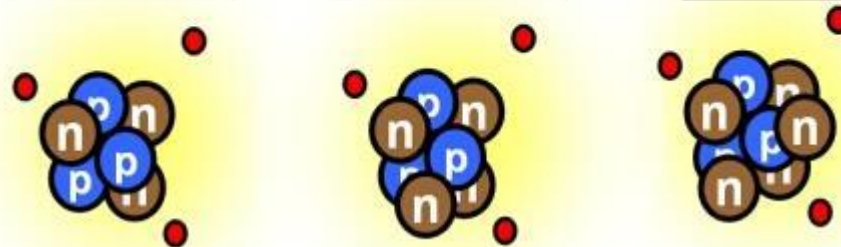
ИЗОТОПЫ ВОДОРОДА



${}^6_3\text{Li}$

${}^7_3\text{Li}$

${}^8_3\text{Li}$

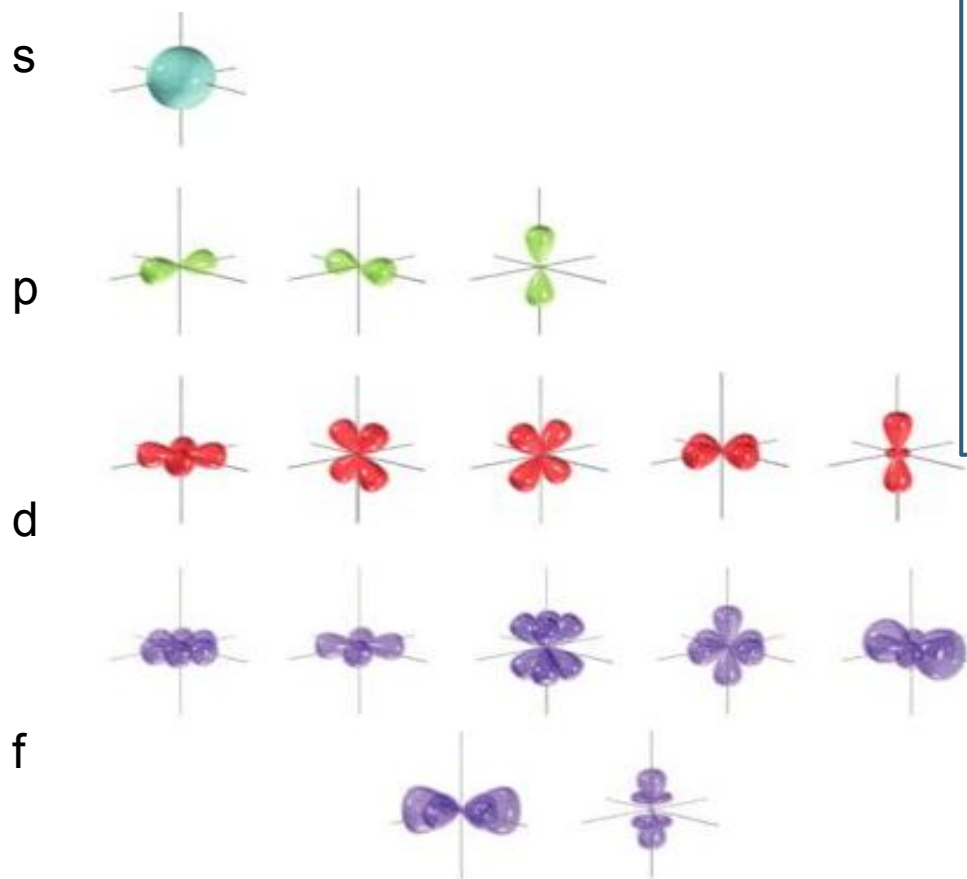


**Изотопы** - атомы одного элемента, имеющие одинаковый заряд ядра, но разные массовые числа. Изотопы содержат одинаковое число протонов, но разное число нейтронов.

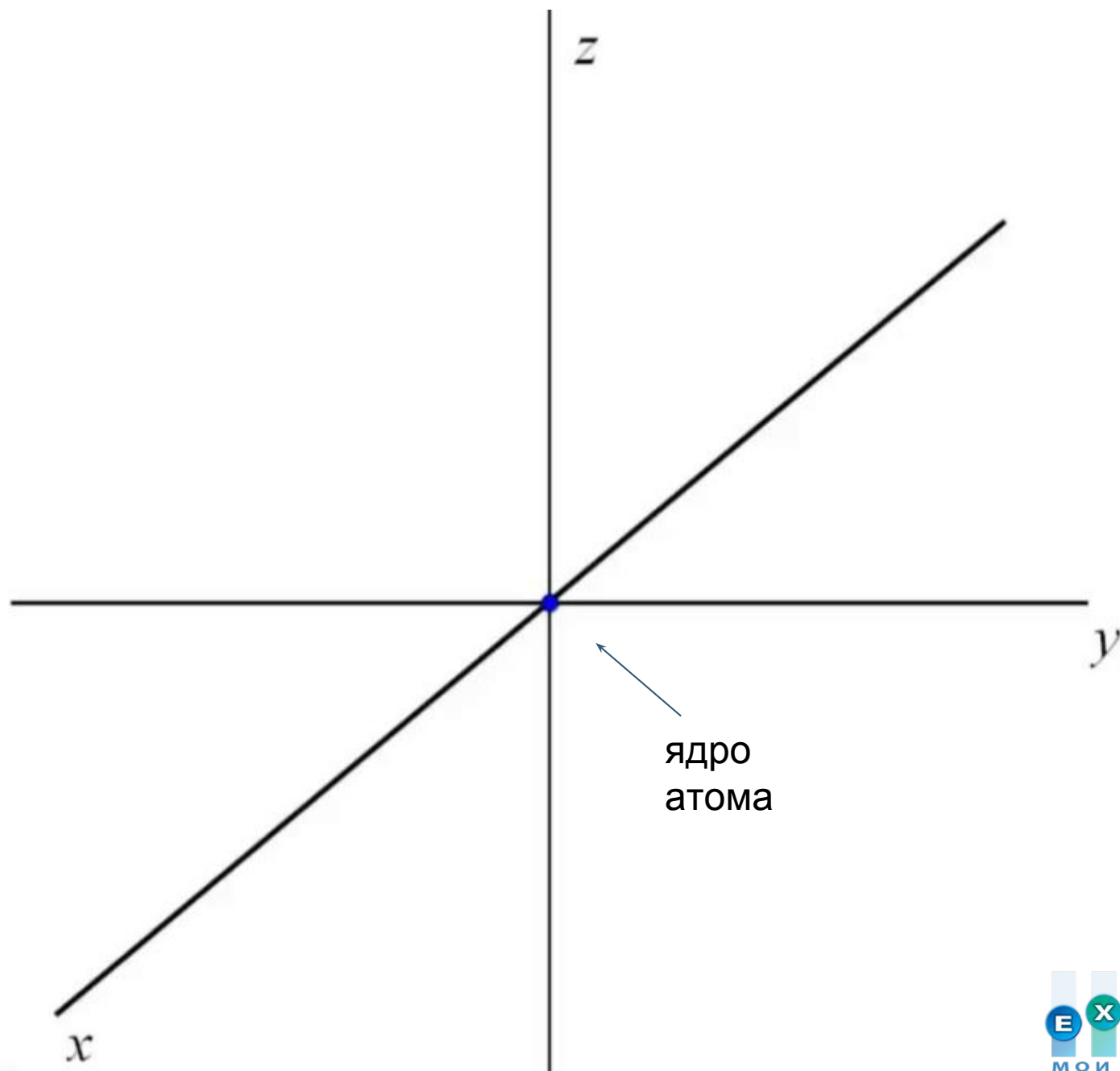
**Относительная атомная масса** – среднее арифметическое масс изотопов с учетом их % содержания.

## Квантовая модель строения атома:

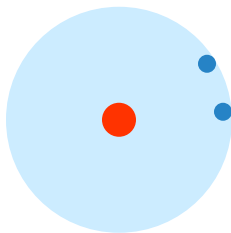
- Электрон имеет двойственную (корпускулярно-волновую) природу.
- Электрон в атоме не движется по определенным траекториям, а может находиться в любой части около ядерного пространства, однако вероятность его нахождения в разных частях этого пространства неодинакова. **Пространство вокруг ядра, в котором вероятность нахождения электрона достаточно велика, называют орбиталью.**



Орбитали различаются по форме и энергии. Каждая орбиталь обозначается цифрой и латинской буквой. Цифра указывает энергию (энергетический уровень, т.е. на сколько далеко орбиталь находится от ядра), а буква – форму орбитали.  
s – сферическая  
p – объемная восьмерка  
d и f – более сложной формы.



# He



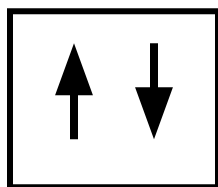
## 1s<sup>2</sup>

Номер  
уровня

Форма  
орбитали

Количество  
электронов на  
орбитали

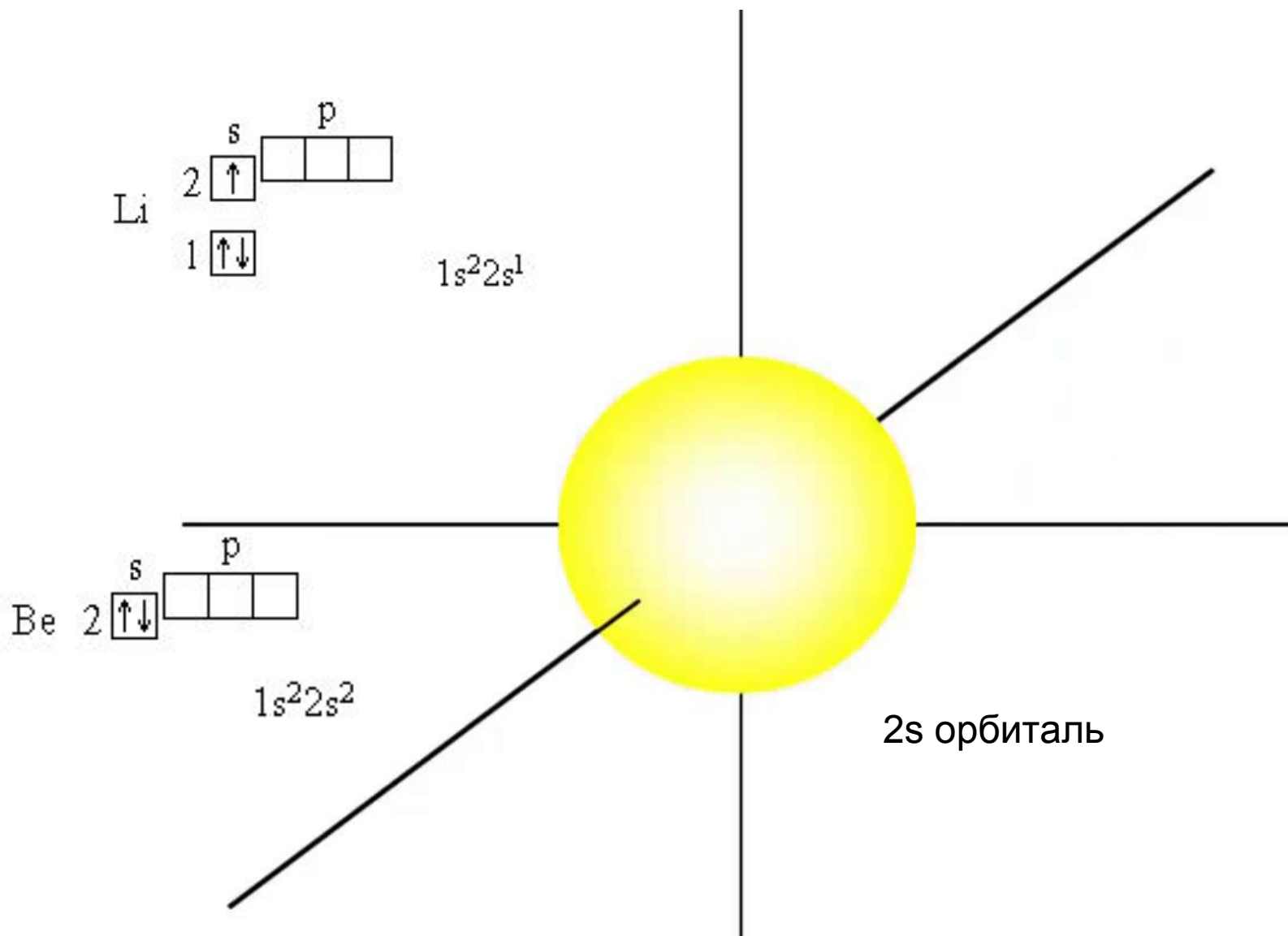
орбиталь



На одной орбитали не может быть двух электронов с одинаковыми спинами (в одном квадратике нельзя рисовать две стрелочки в одном направлении!). Это и есть принцип Паули, см с 18.

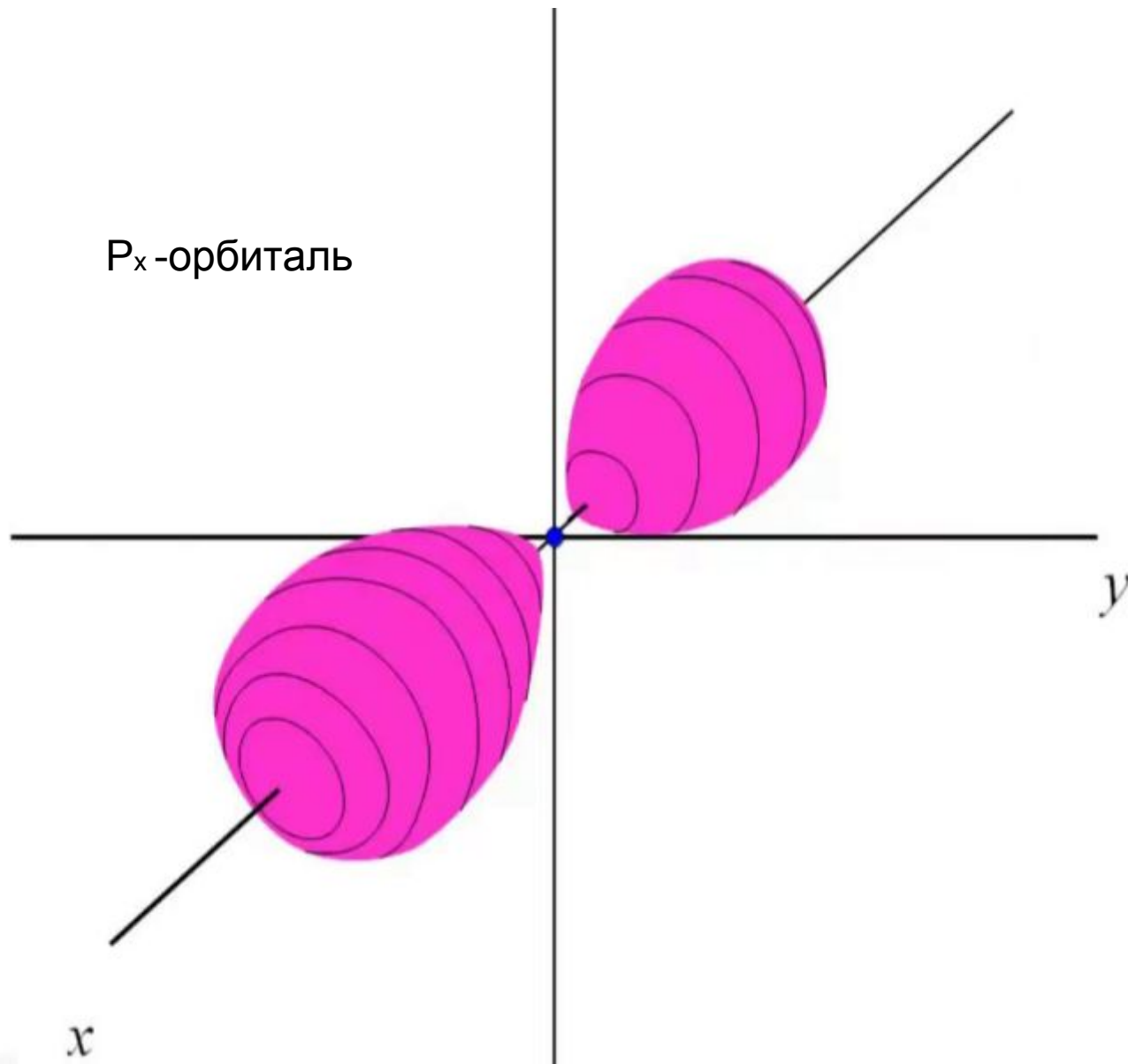
1S орбиталь имеет форму  
сферы с центром в ядре атома

Квантовые числа – это характеристики электрона, его полный «адрес». Спин – это четвертое квантовое число, и электроны находящиеся на одной орбитали (т. е. имеющие три одинаковых квантовых числа), должны различаться спиновым квантовым числом.

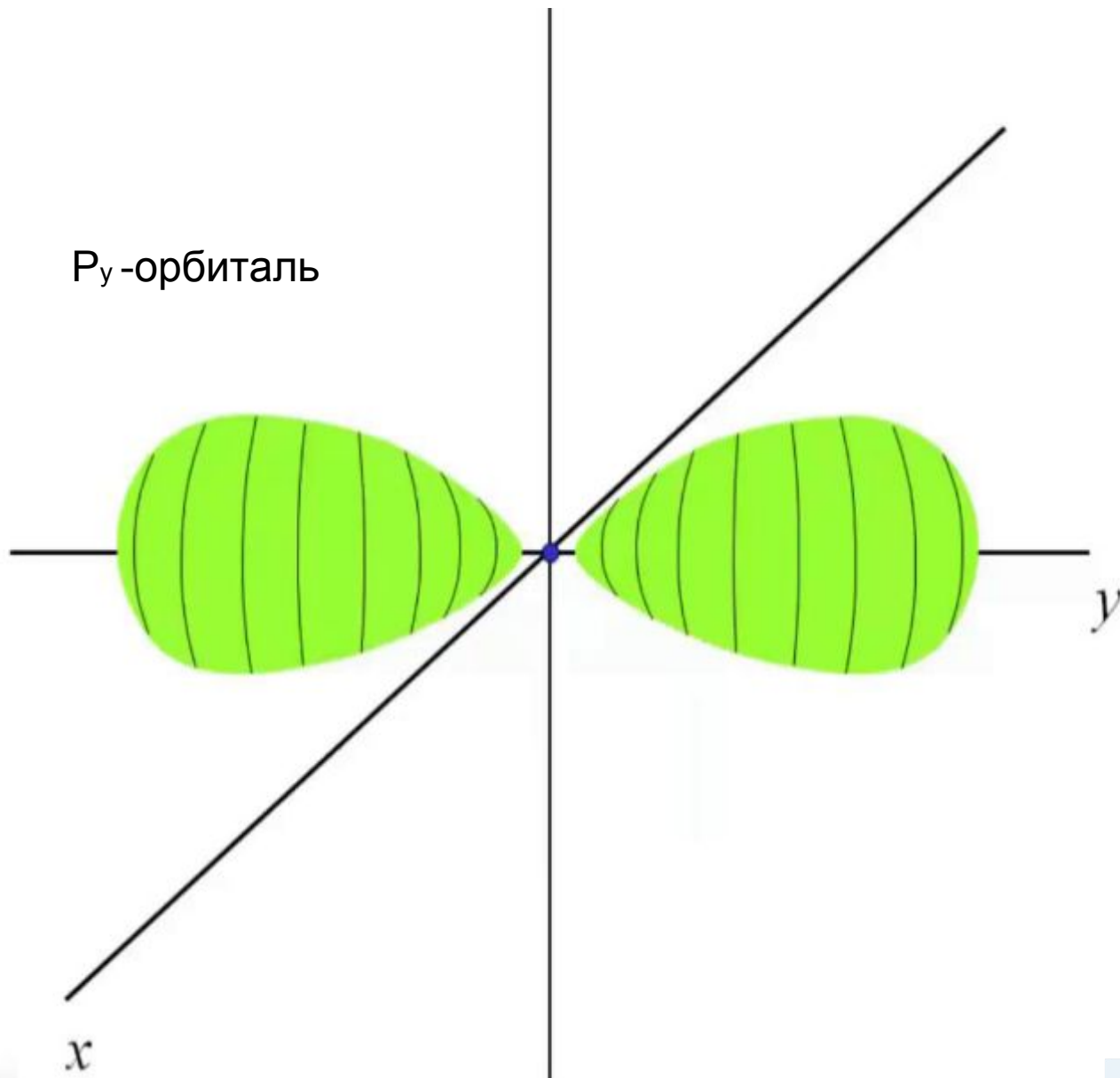


Электроны, находящиеся на орбитале 2s, имеют большую энергию по сравнению с 1s орбиталью, т.к. они расположены дальше от ядра

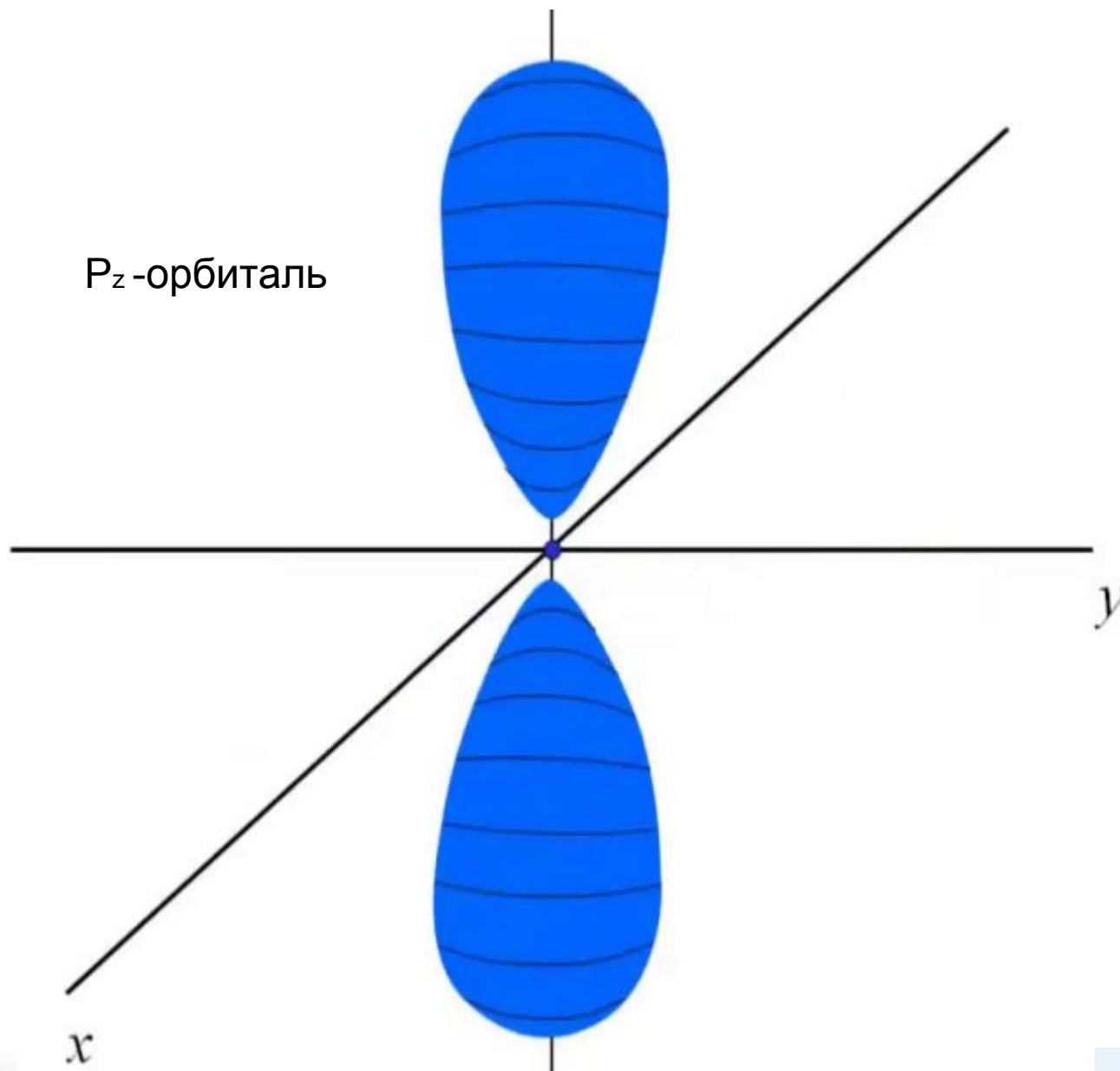
$P_x$ -орбиталь

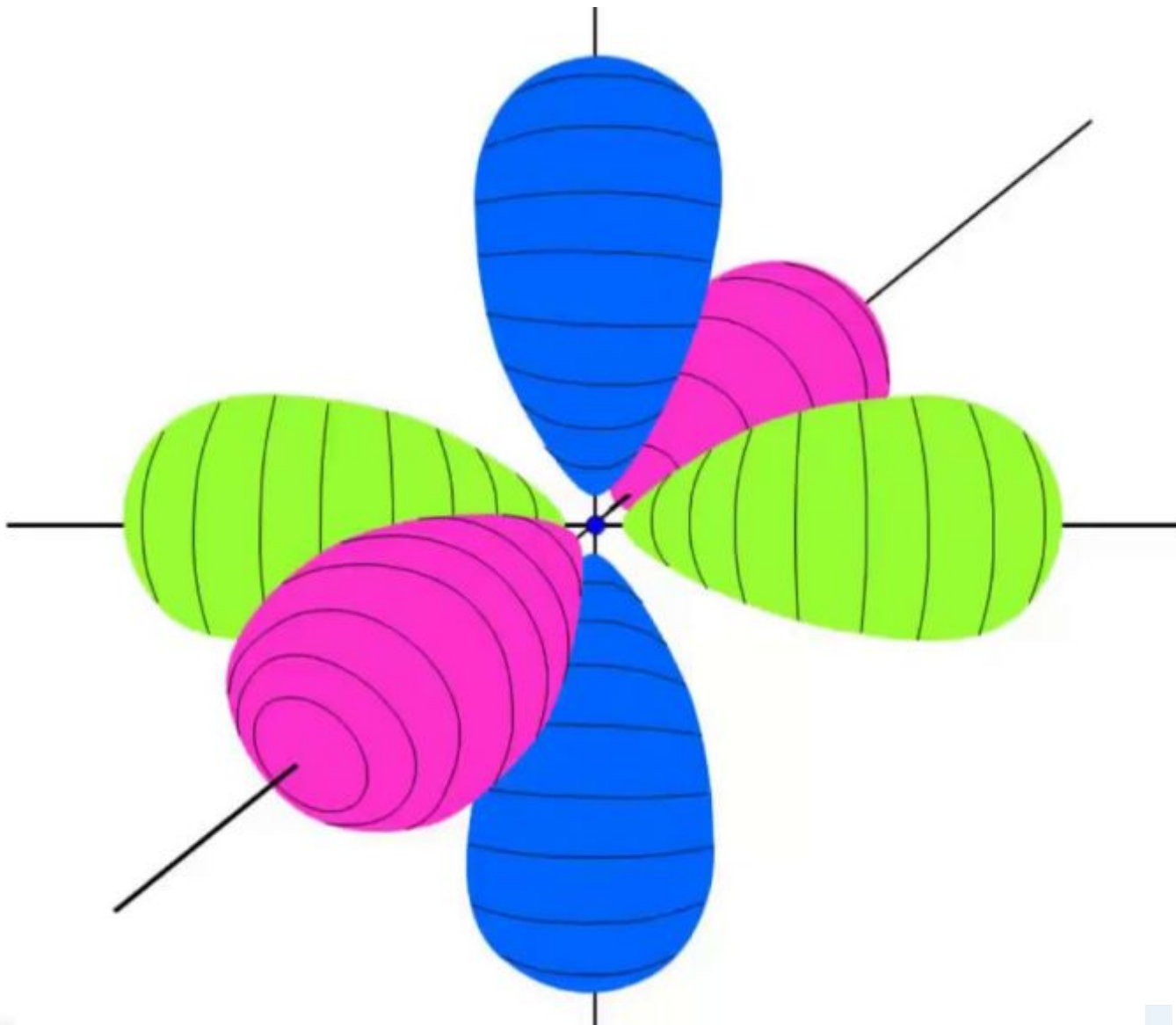


$P_y$ -орбиталь



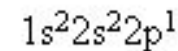
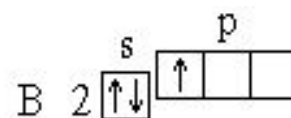
$P_z$ -орбиталь



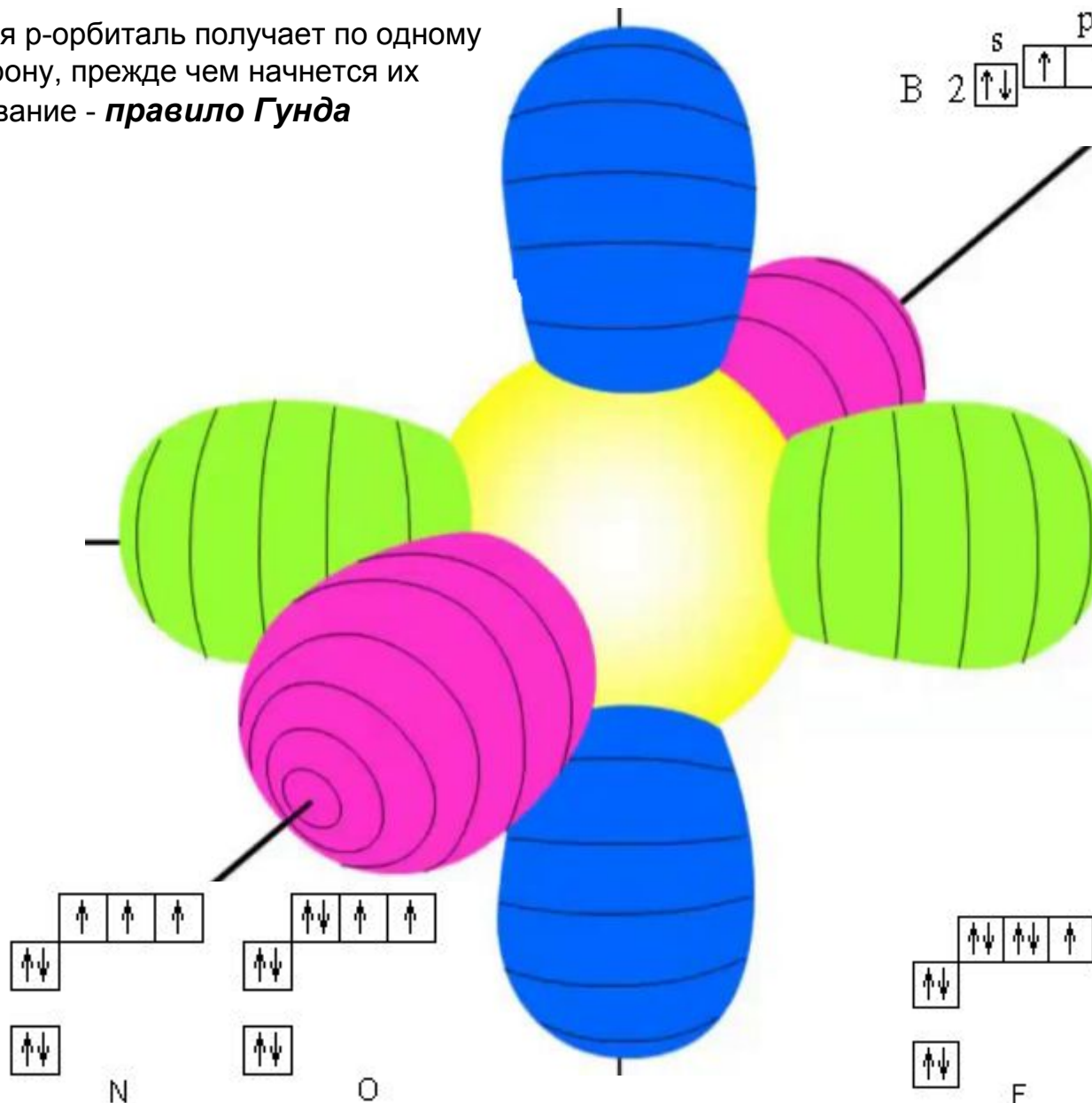


Три p-орбитали взаимно перпендикулярны

Каждая р-орбиталь получает по одному электрону, прежде чем начнется их спаривание - **правило Гунда**



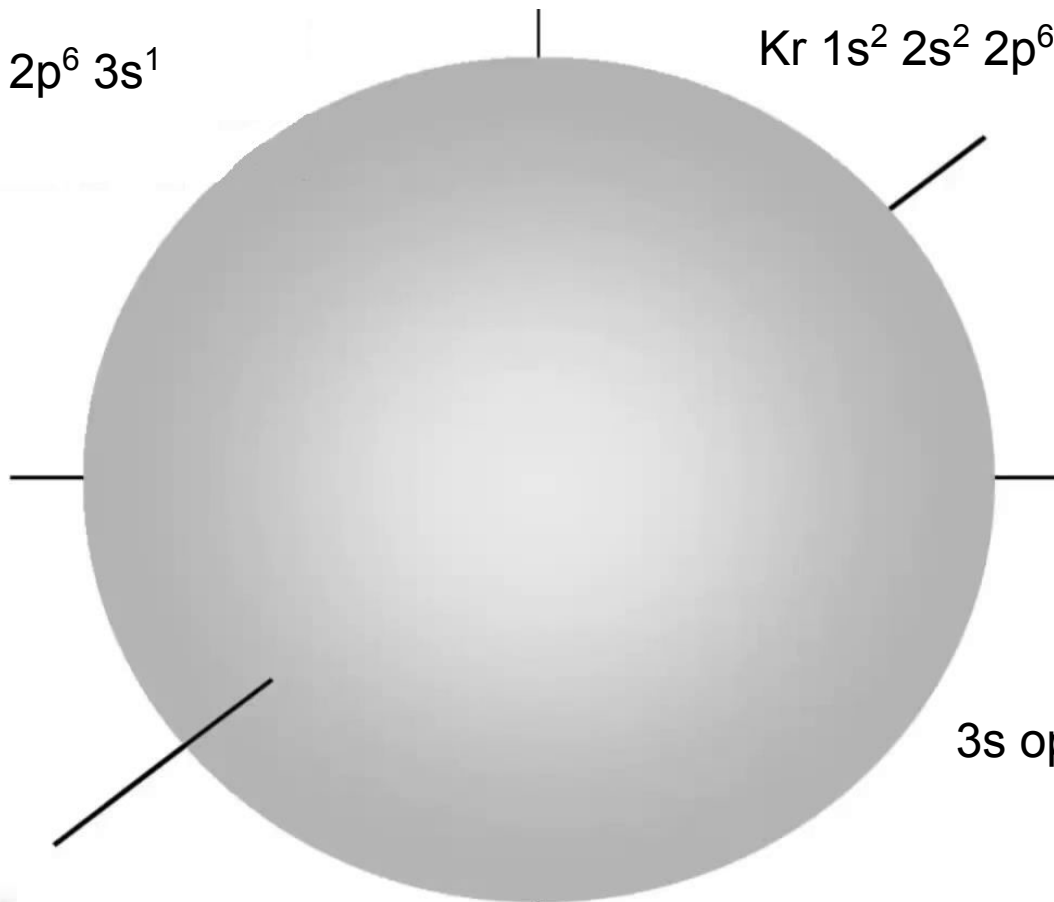
Атом неона имеет завершённый внешний уровень из восьми электронов ( $2s + 6p = 8$ ) такая конфигурация является энергетически выгодной, и её стремятся приобрести все другие атомы, вступая в химические взаимодействия. Именно поэтому элементы 8 А группы — благородные газы — столь инертны в химическом отношении (следствие их устойчивой электронной конфигурации).



Атомы других элементов образуют химические связи таким образом, чтобы на их внешней оболочке оказалось восемь электронов. Это положение часто называют **правилом октета**.

Na  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

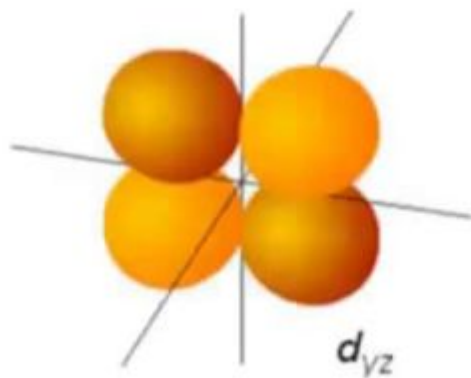
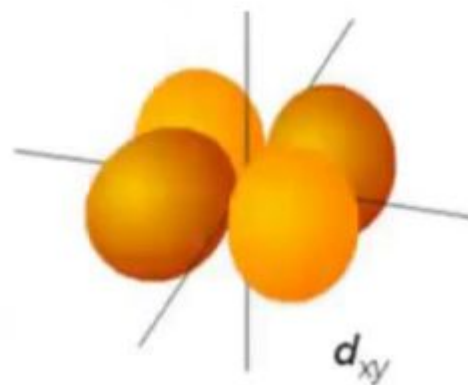
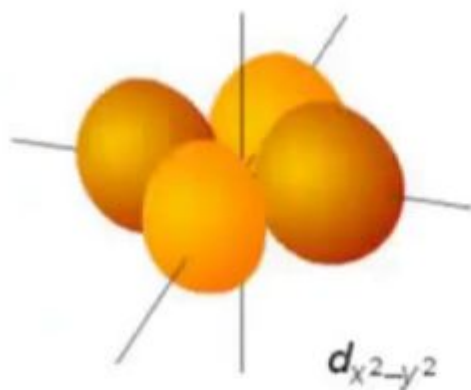
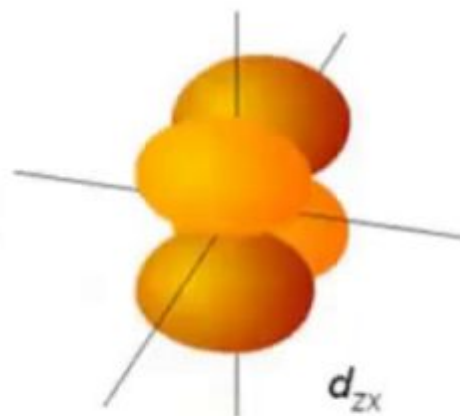
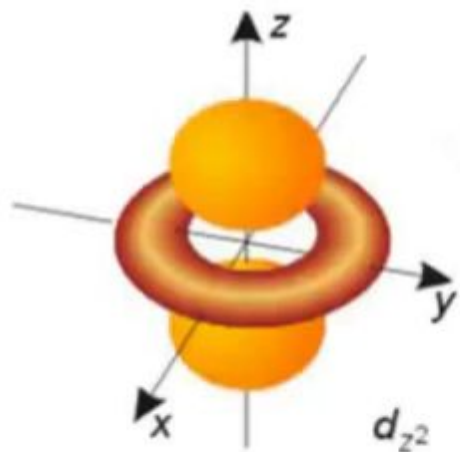
Kr  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$



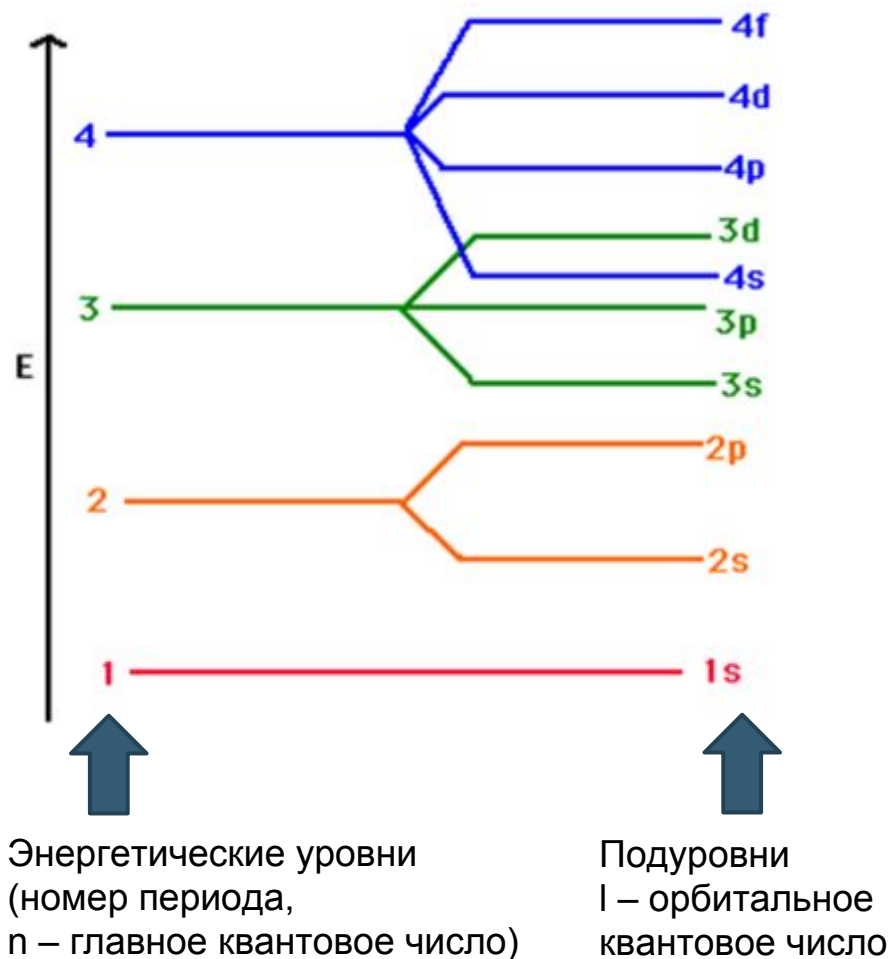
3s орбиталь

|         |      | Г Р У П П Ы   Э Л Е М Е Н Т О В |                          |                          |                         |                        |                         |                          |                        |                         |                      |    |   |     |   |      |                       |
|---------|------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------|----|---|-----|---|------|-----------------------|
| Периоды | Ряды | I                               |                          | II                       |                         | III                    |                         | IV                       |                        | V                       |                      | VI |   | VII |   | VIII |                       |
|         |      | а                               | б                        | а                        | б                       | а                      | б                       | а                        | б                      | а                       | б                    | а  | б | а   | б | а    |                       |
| 1       | 1    | Н<br>водород<br>1,008           |                          |                          |                         |                        |                         |                          |                        |                         |                      |    |   |     |   |      | He<br>гелий<br>4,003  |
| 2       | 2    | Li<br>литий<br>6,941            | Be<br>бериллий<br>9,0122 | B<br>бор<br>10,811       | C<br>углерод<br>12,011  | N<br>азот<br>14,007    | O<br>кислород<br>15,999 | F<br>фтор<br>18,998      |                        |                         |                      |    |   |     |   |      | Ne<br>неон<br>20,179  |
| 3       | 3    | Na<br>натрий<br>22,99           | Mg<br>магний<br>24,312   | Al<br>алюминий<br>26,982 | Si<br>кремний<br>28,086 | P<br>фосфор<br>30,974  | S<br>сера<br>32,064     | Cl<br>хлор<br>35,453     |                        |                         |                      |    |   |     |   |      | Ar<br>аргон<br>39,948 |
| 4       | 4    | K<br>калий<br>39,102            | Ca<br>кальций<br>40,08   | Sc<br>скандий<br>44,956  | Ti<br>титан<br>47,956   | V<br>ванадий<br>50,941 | Cr<br>хром<br>51,996    | Mn<br>марганец<br>54,938 | Fe<br>железо<br>55,845 | Co<br>кобальт<br>58,933 | Ni<br>никель<br>58,7 |    |   |     |   |      |                       |
|         | 5    | Cu<br>медь<br>63,546            | Zn<br>цинк<br>65,37      | Ga<br>галлий<br>69,72    | Ge<br>германий<br>72,59 | As<br>мышьяк<br>74,922 | Se<br>селен<br>78,96    | Br<br>бром<br>79,904     |                        |                         |                      |    |   |     |   |      | Kr<br>криптон<br>83,8 |

## Пять d-орбиталей



# Принципы заполнения орбиталей электронами



## Правило Клечковского ( $n+l$ )

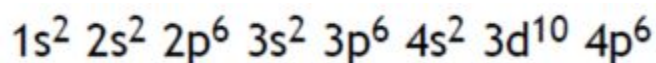
| $l$                             | 0 | 1 | 2 | 3 |
|---------------------------------|---|---|---|---|
| Буквенное обозначение подуровня | s | p | d | f |

Правило ( $n+l$ ) - Заполнение электронами орбиталей в атоме происходит в порядке возрастания суммы главного и орбитального квантовых чисел. **Орбиталь 4s заполняется раньше, чем орбиталь 3d**, потому что имеет меньшую энергию.

При одинаковой сумме раньше заполняется орбиталь с меньшим значением  $n$ .

| Подуровень | Кол-во орбиталей | Макс. кол-во электронов |
|------------|------------------|-------------------------|
|------------|------------------|-------------------------|

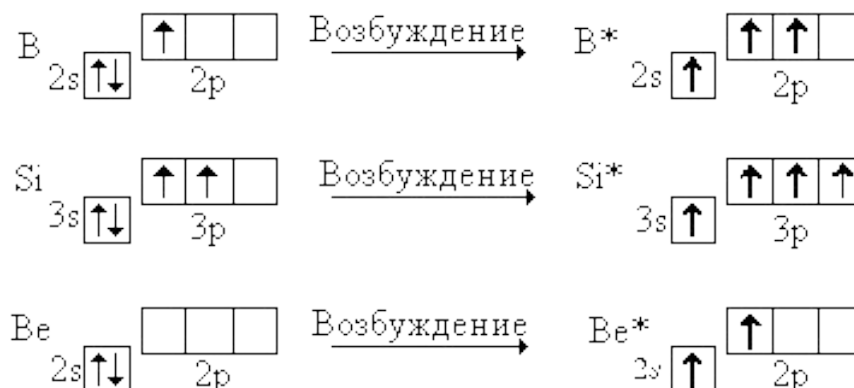
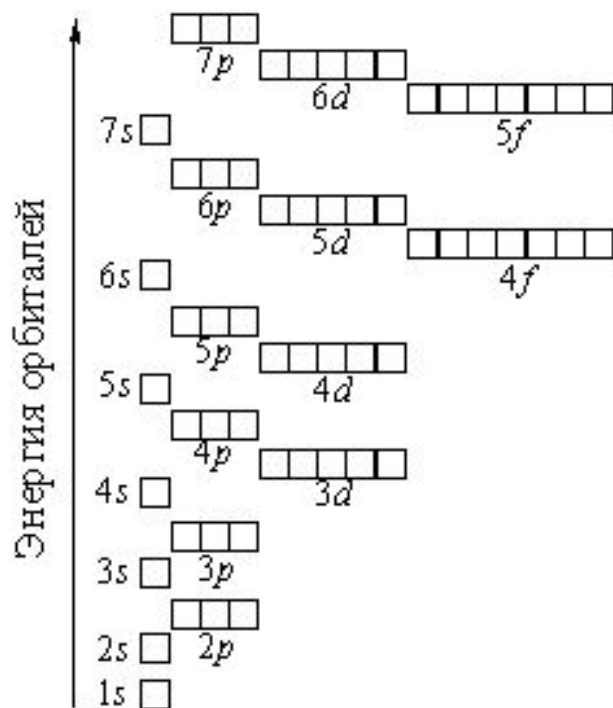
|   |   |   |   |   |   |   |   |                  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|------------------|
| s |   |   |   | s |   |   |   | $1 \cdot 2 = 2$  |
| p |   |   | p | p | p |   |   | $3 \cdot 2 = 6$  |
| d |   | d | d | d | d | d |   | $5 \cdot 2 = 10$ |
| f | f | f | f | f | f | f | f | $7 \cdot 2 = 14$ |



# Правила заполнения орбиталей

**1. Принцип наименьшей энергии:** при заполнения электронных оболочек в первую очередь заполняются более низкие, ближайшие к ядру уровни и подуровни.

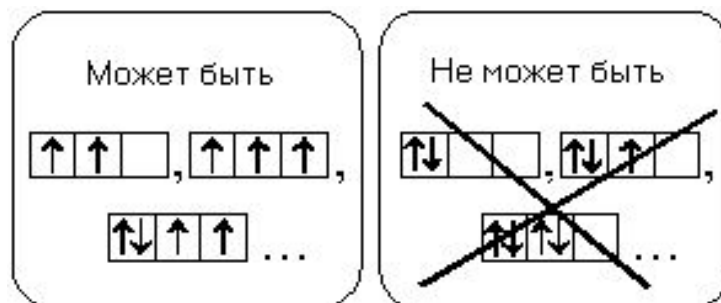
Суммарная энергия всех электронов атома должна быть минимальной. Если это так, то такое состояние атома называется основным или невозбужденным. Это устойчивое состояние атома. Любое другое состояние атома называется **возбужденным**.



# Правила заполнения орбиталей

## 2. Правило Гунда (Хунда)

при заполнении электронами одинаковых по энергии орбиталей электроны располагаются в первую очередь по одиночке на каждой орбитали, и лишь потом начинается заселение этих орбиталей вторыми электронами.



## 3. Принцип Паули (запрет Паули)

в атоме не может быть даже двух одинаковых электронов (со всеми четырьмя одинаковыми квантовыми числами)



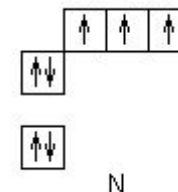
# Пример - электронная формула азота

число протонов  
в ядре

СИМВОЛ  
элемента

${}^7\text{N}$

число электронов (в сумме 7)



$1s^2 2s^2 2p^3$  — электронная формула азота

уровни ( $n = 1, n = 2$ )

подуровни (s, p)

| Периоды | Ряды | Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В |                                 |                                 |                                |                               |                                |                                 |                               |                                |                             |    |   |     |   |      |  |                              |    |
|---------|------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----|---|-----|---|------|--|------------------------------|----|
|         |      | I                             |                                 | II                              |                                | III                           |                                | IV                              |                               | V                              |                             | VI |   | VII |   | VIII |  | a                            |    |
|         |      | a                             | б                               | a                               | б                              | a                             | б                              | a                               | б                             | a                              | б                           | a  | б | a   | б | б    |  |                              |    |
| 1       | 1    | <b>H</b><br>водород<br>1,008  |                                 |                                 |                                |                               |                                |                                 |                               |                                |                             |    |   |     |   |      |  | <b>He</b><br>гелий<br>4,003  | 2  |
| 2       | 2    | <b>Li</b><br>литий<br>6,941   | <b>Be</b><br>бериллий<br>9,0122 | <b>B</b><br>бор<br>10,811       | <b>C</b><br>углерод<br>12,011  | <b>N</b><br>азот<br>14,007    | <b>O</b><br>кислород<br>15,999 | <b>F</b><br>фтор<br>18,998      |                               |                                |                             |    |   |     |   |      |  | <b>Ne</b><br>неон<br>20,179  | 10 |
| 3       | 3    | <b>Na</b><br>натрий<br>22,99  | <b>Mg</b><br>магний<br>24,312   | <b>Al</b><br>алюминий<br>26,992 | <b>Si</b><br>кремний<br>28,086 | <b>P</b><br>фосфор<br>30,974  | <b>S</b><br>сера<br>32,064     | <b>Cl</b><br>хлор<br>35,453     |                               |                                |                             |    |   |     |   |      |  | <b>Ar</b><br>аргон<br>39,948 | 18 |
| 4       | 4    | <b>K</b><br>калий<br>39,102   | <b>Ca</b><br>кальций<br>40,08   | <b>Sc</b><br>скандий<br>44,956  | <b>Ti</b><br>титан<br>47,956   | <b>V</b><br>ванадий<br>50,941 | <b>Cr</b><br>хром<br>51,996    | <b>Mn</b><br>марганец<br>54,938 | <b>Fe</b><br>железо<br>55,849 | <b>Co</b><br>кобальт<br>58,933 | <b>Ni</b><br>никель<br>58,7 |    |   |     |   |      |  |                              |    |
|         | 5    | <b>Cu</b><br>медь<br>63,546   | <b>Zn</b><br>цинк<br>65,37      | <b>Ga</b><br>галлий<br>69,72    | <b>Ge</b><br>германий<br>72,59 | <b>As</b><br>мышьяк<br>74,922 | <b>Se</b><br>селен<br>78,96    | <b>Br</b><br>бром<br>79,904     |                               |                                |                             |    |   |     |   |      |  | <b>Kr</b><br>криптон<br>83,8 | 36 |

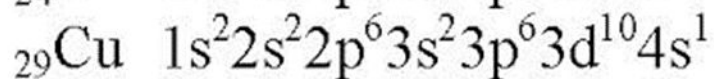
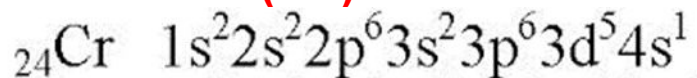
# Электронная конфигурация 3d элементов

| Периоды | Ряды | Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В |                            |                             |                            |                           |                           |                             |                           |                            |                         |    |   |     |   |      |                          |
|---------|------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------|----|---|-----|---|------|--------------------------|
|         |      | I                             |                            | II                          |                            | III                       |                           | IV                          |                           | V                          |                         | VI |   | VII |   | VIII |                          |
|         |      | а                             | б                          | а                           | б                          | а                         | б                         | а                           | б                         | а                          | б                       | а  | б | а   | б | б    | а                        |
| 1       | 1    | 1 Н<br>водород<br>1,008       |                            |                             |                            |                           |                           |                             |                           |                            |                         |    |   |     |   |      | 2 He<br>гелий<br>4,003   |
| 2       | 2    | 3 Li<br>литий<br>6,941        | 4 Be<br>бериллий<br>9,0122 | 5 B<br>бор<br>10,811        | 6 C<br>углерод<br>12,011   | 7 N<br>азот<br>14,007     | 8 O<br>кислород<br>15,999 | 9 F<br>фтор<br>18,998       |                           |                            |                         |    |   |     |   |      | 10 Ne<br>неон<br>20,179  |
| 3       | 3    | 11 Na<br>натрий<br>22,99      | 12 Mg<br>магний<br>24,312  | 13 Al<br>алюминий<br>26,982 | 14 Si<br>кремний<br>28,086 | 15 P<br>фосфор<br>30,974  | 16 S<br>сера<br>32,064    | 17 Cl<br>хлор<br>35,453     |                           |                            |                         |    |   |     |   |      | 18 Ar<br>аргон<br>39,948 |
| 4       | 4    | 19 K<br>калий<br>39,102       | 20 Ca<br>кальций<br>40,08  | 21 Sc<br>скандий<br>44,956  | 22 Ti<br>титан<br>47,887   | 23 V<br>ванадий<br>50,941 | 24 Cr<br>хром<br>51,996   | 25 Mn<br>марганец<br>54,938 | 26 Fe<br>железо<br>55,849 | 27 Co<br>кобальт<br>58,933 | 28 Ni<br>никель<br>58,7 |    |   |     |   |      |                          |
|         | 5    | 29 Cu<br>медь<br>63,54        | 30 Zn<br>цинк<br>65,37     | 31 Ga<br>галлий<br>69,72    | 32 Ge<br>германий<br>72,59 | 33 As<br>мышьяк<br>74,922 | 34 Se<br>селен<br>78,96   | 35 Br<br>бром<br>79,904     |                           |                            |                         |    |   |     |   |      | 36 Kr<br>криптон<br>83,8 |

Для хрома и меди наблюдается **проскок** (или провал) электрона на d-уровень: Cr –  $3d^5 4s^1$ , Cu –  $3d^{10} 4s^1$ .

Аналогичная аномалия наблюдается у серебра, молибдена и некоторых других элементов (у каждого четвертого и девятого d-элемента в периоде).

Такой проскок объясняется **стабильностью наполовину ( $d^5$ ) и полностью ( $d^{10}$ ) заполненных уровней.**



# Электронная конфигурация 3d элементов

| Периоды | Ряды | Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В |   |                          |   |                          |   |                         |   |                        |   |                         |   |                          |   |                           |  |                            |  |                         |  |                       |    |                       |
|---------|------|-------------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|-------------------------|---|------------------------|---|-------------------------|---|--------------------------|---|---------------------------|--|----------------------------|--|-------------------------|--|-----------------------|----|-----------------------|
|         |      | I                             |   | II                       |   | III                      |   | IV                      |   | V                      |   | VI                      |   | VII                      |   | VIII                      |  |                            |  |                         |  |                       |    |                       |
|         |      | а                             | б | а                        | б | а                        | б | а                       | б | а                      | б | а                       | б | а                        | б | б                         |  |                            |  |                         |  | а                     |    |                       |
| 1       | 1    | H<br>водород<br>1,008         |   |                          |   |                          |   |                         |   |                        |   |                         |   |                          |   |                           |  |                            |  |                         |  | He<br>гелий<br>4,003  | 2  |                       |
| 2       | 2    | Li<br>литий<br>6,941          |   | Be<br>бериллий<br>9,0122 |   | B<br>бор<br>10,811       |   | C<br>углерод<br>12,011  |   | N<br>азот<br>14,007    |   | O<br>кислород<br>15,999 |   | F<br>фтор<br>18,998      |   |                           |  |                            |  |                         |  | Ne<br>неон<br>20,179  | 10 |                       |
| 3       | 3    | Na<br>натрий<br>22,99         |   | Mg<br>магний<br>24,312   |   | Al<br>алюминий<br>26,982 |   | Si<br>кремний<br>28,086 |   | P<br>фосфор<br>30,974  |   | S<br>сера<br>32,064     |   | Cl<br>хлор<br>35,453     |   |                           |  |                            |  |                         |  | Ar<br>аргон<br>39,948 | 18 |                       |
| 4       | 4    | K<br>калий<br>39,102          |   | Ca<br>кальций<br>40,08   |   | Sc<br>скандий<br>44,956  |   | Ti<br>титан<br>47,956   |   | V<br>ванадий<br>50,941 |   | Cr<br>хром<br>51,996    |   | Mn<br>марганец<br>54,938 |   | 26 Fe<br>железо<br>55,849 |  | 27 Co<br>кобальт<br>58,933 |  | 28 Ni<br>никель<br>58,7 |  |                       |    |                       |
|         | 5    | 29 Cu<br>медь<br>63,546       |   | 30 Zn<br>цинк<br>65,37   |   | Ga<br>галлий<br>69,72    |   | Ge<br>германий<br>72,59 |   | As<br>мышьяк<br>74,922 |   | Se<br>селен<br>78,96    |   | Br<br>бром<br>79,904     |   |                           |  |                            |  |                         |  |                       |    | Kr<br>криптон<br>83,8 |

Начиная со скандия (Sc) происходит внутренняя застройка 3d-орбиталей

|           |                                      | 3d             | 4s |
|-----------|--------------------------------------|----------------|----|
| Sc (Z=21) | [Ar]3d <sup>1</sup> 4s <sup>2</sup>  | ↑              | ↑↓ |
| Ti (Z=22) | [Ar]3d <sup>2</sup> 4s <sup>2</sup>  | ↑ ↑            | ↑↓ |
| V (Z=23)  | [Ar]3d <sup>3</sup> 4s <sup>2</sup>  | ↑ ↑ ↑          | ↑↓ |
| Cr (Z=24) | [Ar]3d <sup>5</sup> 4s <sup>1</sup>  | ↑ ↑ ↑ ↑ ↑      | ↑  |
| Mn (Z=25) | [Ar]3d <sup>5</sup> 4s <sup>2</sup>  | ↑ ↑ ↑ ↑ ↑      | ↑↓ |
| Fe (Z=26) | [Ar]3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>  | ↑↓ ↑ ↑ ↑ ↑     | ↑↓ |
| Co (Z=27) | [Ar]3d <sup>7</sup> 4s <sup>2</sup>  | ↑↓ ↑↓ ↑ ↑ ↑    | ↑↓ |
| Ni (Z=28) | [Ar]3d <sup>8</sup> 4s <sup>2</sup>  | ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑ ↑   | ↑↓ |
| Cu (Z=29) | [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>1</sup> | ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ | ↑  |
| Zn (Z=30) | [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> | ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ | ↑↓ |

Следует отметить существование двух аномалий. Хром и медь имеют на своих 4s-орбиталях всего по одному электрону. Дело в том, что **полузаполненные или полностью заполненные подорбитали обладают большей устойчивостью, чем частично заполненные подорбитали.**

В атоме хрома на каждой из пяти 3d-орбиталей имеется по одному электрону. Такая подорбиталя является полузаполненной.

В атоме меди на каждой из пяти 3d-орбиталей находится по паре электронов.

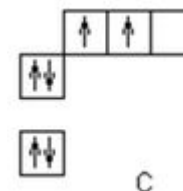


# Типовые задания №1

Пример 2.

Два неспаренных электрона на внешнем уровне в основном состоянии имеет атом

- 1) магния
- 2) углерода
- 3) хлора
- 4) бериллия



| Периоды | Ряды | Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В |                               |                                |                               |                              |                              |                                |                              |                               |                            |    |   |     |   |      |                             |
|---------|------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----|---|-----|---|------|-----------------------------|
|         |      | I                             |                               | II                             |                               | III                          |                              | IV                             |                              | V                             |                            | VI |   | VII |   | VIII |                             |
|         |      | а                             | б                             | а                              | б                             | а                            | б                            | а                              | б                            | а                             | б                          | а  | б | а   | б | б    | а                           |
| 1       | 1    | 1<br>Н<br>водород<br>1,008    |                               |                                |                               |                              |                              |                                |                              |                               |                            |    |   |     |   |      | 2<br>He<br>гелий<br>4,003   |
| 2       | 2    | 3<br>Li<br>литий<br>6,941     | 4<br>Be<br>бериллий<br>9,0122 | 5<br>B<br>бор<br>10,811        | 6<br>C<br>углерод<br>12,011   | 7<br>N<br>азот<br>14,007     | 8<br>O<br>кислород<br>15,999 | 9<br>F<br>фтор<br>18,998       |                              |                               |                            |    |   |     |   |      | 10<br>Ne<br>неон<br>20,179  |
| 3       | 3    | 11<br>Na<br>натрий<br>22,99   | 12<br>Mg<br>магний<br>24,312  | 13<br>Al<br>алюминий<br>26,992 | 14<br>Si<br>кремний<br>28,086 | 15<br>P<br>фосфор<br>30,974  | 16<br>S<br>сера<br>32,064    | 17<br>Cl<br>хлор<br>35,453     |                              |                               |                            |    |   |     |   |      | 18<br>Ar<br>аргон<br>39,948 |
| 4       | 4    | 19<br>K<br>калий<br>39,102    | 20<br>Ca<br>кальций<br>40,08  | 21<br>Sc<br>скандий<br>44,956  | 22<br>Ti<br>титан<br>47,956   | 23<br>V<br>ванадий<br>50,941 | 24<br>Cr<br>хром<br>51,996   | 25<br>Mn<br>марганец<br>54,938 | 26<br>Fe<br>железо<br>55,849 | 27<br>Co<br>кобальт<br>58,933 | 28<br>Ni<br>никель<br>58,7 |    |   |     |   |      |                             |
|         | 5    | 29<br>Cu<br>медь<br>63,546    | 30<br>Zn<br>цинк<br>65,37     | 31<br>Ga<br>галлий<br>69,72    | 32<br>Ge<br>германий<br>72,59 | 33<br>As<br>мышьяк<br>74,922 | 34<br>Se<br>селен<br>78,96   | 35<br>Br<br>бром<br>79,904     |                              |                               |                            |    |   |     |   |      | 36<br>Kr<br>криптон<br>83,8 |

Число неспаренных электронов в атоме серы в основном состоянии равно

- 
- Diagram illustrating the electronic configuration of Vanadium (V) in its ground state and in the +II oxidation state, showing the transition from the ground state to the +II state.
- Ground State (Right):** The electronic configuration is  $3s^2 3p^3 3d^3$ . The 3s orbital contains 2 electrons (paired), the 3p orbitals contain 3 unpaired electrons, and the 3d orbitals contain 3 unpaired electrons. The total number of unpaired electrons is 4, corresponding to a valency of IV.
- +II Oxidation State (Left):** The electronic configuration is  $3s^2 3p^3 3d^1$ . The 3s orbital contains 2 electrons (paired), the 3p orbitals contain 3 unpaired electrons, and the 3d orbital contains 1 unpaired electron. The total number of unpaired electrons is 2, corresponding to a valency of II.
- A blue arrow labeled "энергия" (energy) points from the ground state to the +II state, indicating the transition.

| Периоды | Ряды | Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В |   |                          |   |                          |   |                         |   |                        |   |                         |   |                          |   |                           |  |                            |    |                         |  |    |
|---------|------|-------------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|-------------------------|---|------------------------|---|-------------------------|---|--------------------------|---|---------------------------|--|----------------------------|----|-------------------------|--|----|
|         |      | I                             |   | II                       |   | III                      |   | IV                      |   | V                      |   | VI                      |   | VII                      |   | VIII                      |  | a                          |    |                         |  |    |
|         |      | а                             | б | а                        | б | а                        | б | а                       | б | а                      | б | а                       | б | а                        | б | б                         |  |                            |    |                         |  |    |
| 1       | 1    | Н<br>водород<br>1,008         |   |                          |   |                          |   |                         |   |                        |   |                         |   |                          |   |                           |  | He<br>гелий<br>4,003       | 2  |                         |  |    |
| 2       | 2    | Li<br>литий<br>6,941          |   | Be<br>бериллий<br>9,0122 |   | B<br>бор<br>10,811       |   | C<br>углерод<br>12,011  |   | N<br>азот<br>14,007    |   | O<br>кислород<br>15,999 |   | F<br>фтор<br>18,998      |   |                           |  | Ne<br>неон<br>20,179       | 10 |                         |  |    |
| 3       | 3    | Na<br>натрий<br>22,99         |   | Mg<br>магний<br>24,312   |   | Al<br>алюминий<br>26,992 |   | Si<br>кремний<br>28,086 |   | P<br>фосфор<br>30,974  |   | S<br>сера<br>32,064     |   | Cl<br>хлор<br>35,453     |   |                           |  | Ar<br>аргон<br>39,948      | 18 |                         |  |    |
| 4       | 4    | K<br>калий<br>39,102          |   | Ca<br>кальций<br>40,08   |   | Sc<br>скандий<br>44,956  |   | Ti<br>титан<br>47,956   |   | V<br>ванадий<br>50,941 |   | Cr<br>хром<br>51,996    |   | Mn<br>марганец<br>54,938 |   | 26 Fe<br>железо<br>55,849 |  | 27 Co<br>кобальт<br>58,933 |    | 28 Ni<br>никель<br>58,7 |  |    |
|         | 5    | 29 Cu<br>медь<br>63,546       |   | 30 Zn<br>цинк<br>65,37   |   | Ga<br>галлий<br>69,72    |   | Ge<br>германий<br>72,59 |   | As<br>мышьяк<br>74,922 |   | Se<br>селен<br>78,96    |   | Br<br>бром<br>79,904     |   |                           |  |                            |    | Kr<br>криптон<br>83,8   |  | 36 |

| Периоды | Ряды | Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В |    |                                 |    |                                 |    |                                |    |                               |    |                                |    |                                 |    |                               |                             |                                |    |                              |    |
|---------|------|-------------------------------|----|---------------------------------|----|---------------------------------|----|--------------------------------|----|-------------------------------|----|--------------------------------|----|---------------------------------|----|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----|------------------------------|----|
|         |      | I                             |    | II                              |    | III                             |    | IV                             |    | V                             |    | VI                             |    | VII                             |    | VIII                          |                             | a                              |    |                              |    |
|         |      | а                             | б  | а                               | б  | а                               | б  | а                              | б  | а                             | б  | а                              | б  | б                               |    |                               |                             |                                |    |                              |    |
| 1       | 1    | <b>H</b><br>водород<br>1,008  | 1  |                                 |    |                                 |    |                                |    |                               |    |                                |    |                                 |    |                               | <b>He</b><br>гелий<br>4,003 | 2                              |    |                              |    |
| 2       | 2    | <b>Li</b><br>литий<br>6,941   | 3  | <b>Be</b><br>бериллий<br>9,0122 | 4  | <b>B</b><br>бор<br>10,811       | 5  | <b>C</b><br>углерод<br>12,011  | 6  | <b>N</b><br>азот<br>14,007    | 7  | <b>O</b><br>кислород<br>15,999 | 8  | <b>F</b><br>фтор<br>18,998      | 9  |                               |                             | <b>Ne</b><br>неон<br>20,179    | 10 |                              |    |
| 3       | 3    | <b>Na</b><br>натрий<br>22,99  | 11 | <b>Mg</b><br>магний<br>24,312   | 12 | <b>Al</b><br>алюминий<br>26,992 | 13 | <b>Si</b><br>кремний<br>28,086 | 14 | <b>P</b><br>фосфор<br>30,974  | 15 | <b>S</b><br>сера<br>32,064     | 16 | <b>Cl</b><br>хлор<br>35,453     | 17 |                               |                             | <b>Ar</b><br>аргон<br>39,948   | 18 |                              |    |
| 4       | 4    | <b>K</b><br>калий<br>39,102   | 19 | <b>Ca</b><br>кальций<br>40,08   | 20 | <b>Sc</b><br>скандий<br>44,956  | 21 | <b>Ti</b><br>титан<br>47,956   | 22 | <b>V</b><br>ванадий<br>50,941 | 23 | <b>Cr</b><br>хром<br>51,996    | 24 | <b>Mn</b><br>марганец<br>54,938 | 25 | <b>Fe</b><br>железо<br>55,849 | 26                          | <b>Co</b><br>кобальт<br>58,933 | 27 | <b>Ni</b><br>никель<br>58,7  | 28 |
|         | 5    | <b>Cu</b><br>медь<br>63,546   | 29 | <b>Zn</b><br>цинк<br>65,37      | 30 | <b>Ga</b><br>галлий<br>69,72    | 31 | <b>Ge</b><br>германий<br>72,59 | 32 | <b>As</b><br>мышьяк<br>74,922 | 33 | <b>Se</b><br>селен<br>78,96    | 34 | <b>Br</b><br>бром<br>79,904     | 35 |                               |                             |                                |    | <b>Kr</b><br>криптон<br>83,8 | 36 |

# Типовые задания №1

Пример 5.

Электронная конфигурация  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$  соответствует частице

1)  $N^{3-}$

2)  $Ca^{2+}$

3)  $F^-$

4)  $Al^{3+}$

В условии дано 18е (сумма верхних индексов), следовательно, это  $Ca^{2+}$

| Периоды | Ряды | Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В |    |                                 |    |                                 |    |                                |    |                               |    |                                |    |                                 |    |                               |                             |                                |    |                              |    |
|---------|------|-------------------------------|----|---------------------------------|----|---------------------------------|----|--------------------------------|----|-------------------------------|----|--------------------------------|----|---------------------------------|----|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----|------------------------------|----|
|         |      | I                             |    | II                              |    | III                             |    | IV                             |    | V                             |    | VI                             |    | VII                             |    | VIII                          |                             | a                              |    |                              |    |
|         |      | а                             | б  | а                               | б  | а                               | б  | а                              | б  | а                             | б  | а                              | б  | а                               | б  | б                             |                             |                                |    |                              |    |
| 1       | 1    | <b>H</b><br>водород<br>1,008  | 1  |                                 |    |                                 |    |                                |    |                               |    |                                |    |                                 |    |                               | <b>He</b><br>гелий<br>4,003 | 2                              |    |                              |    |
| 2       | 2    | <b>Li</b><br>литий<br>6,941   | 3  | <b>Be</b><br>бериллий<br>9,0122 | 4  | <b>B</b><br>бор<br>10,811       | 5  | <b>C</b><br>углерод<br>12,011  | 6  | <b>N</b><br>азот<br>14,007    | 7  | <b>O</b><br>кислород<br>15,999 | 8  | <b>F</b><br>фтор<br>18,998      | 9  |                               |                             | <b>Ne</b><br>неон<br>20,179    | 10 |                              |    |
| 3       | 3    | <b>Na</b><br>натрий<br>22,99  | 11 | <b>Mg</b><br>магний<br>24,312   | 12 | <b>Al</b><br>алюминий<br>26,982 | 13 | <b>Si</b><br>кремний<br>28,086 | 14 | <b>P</b><br>фосфор<br>30,974  | 15 | <b>S</b><br>сера<br>32,064     | 16 | <b>Cl</b><br>хлор<br>35,453     | 17 |                               |                             | <b>Ar</b><br>аргон<br>39,948   | 18 |                              |    |
| 4       | 4    | <b>K</b><br>калий<br>39,102   | 19 | <b>Ca</b><br>кальций<br>40,08   | 20 | <b>Sc</b><br>скандий<br>44,956  | 21 | <b>Ti</b><br>титан<br>47,88    | 22 | <b>V</b><br>ванадий<br>50,941 | 23 | <b>Cr</b><br>хром<br>51,996    | 24 | <b>Mn</b><br>марганец<br>54,938 | 25 | <b>Fe</b><br>железо<br>55,849 | 26                          | <b>Co</b><br>кобальт<br>58,933 | 27 | <b>Ni</b><br>никель<br>58,7  | 28 |
|         | 5    | <b>Cu</b><br>медь<br>63,546   | 29 | <b>Zn</b><br>цинк<br>65,37      | 30 | <b>Ga</b><br>галлий<br>69,72    | 31 | <b>Ge</b><br>германий<br>72,59 | 32 | <b>As</b><br>мышьяк<br>74,922 | 33 | <b>Se</b><br>селен<br>78,96    | 34 | <b>Br</b><br>бром<br>79,904     | 35 |                               |                             |                                |    | <b>Kr</b><br>криптон<br>83,8 | 36 |