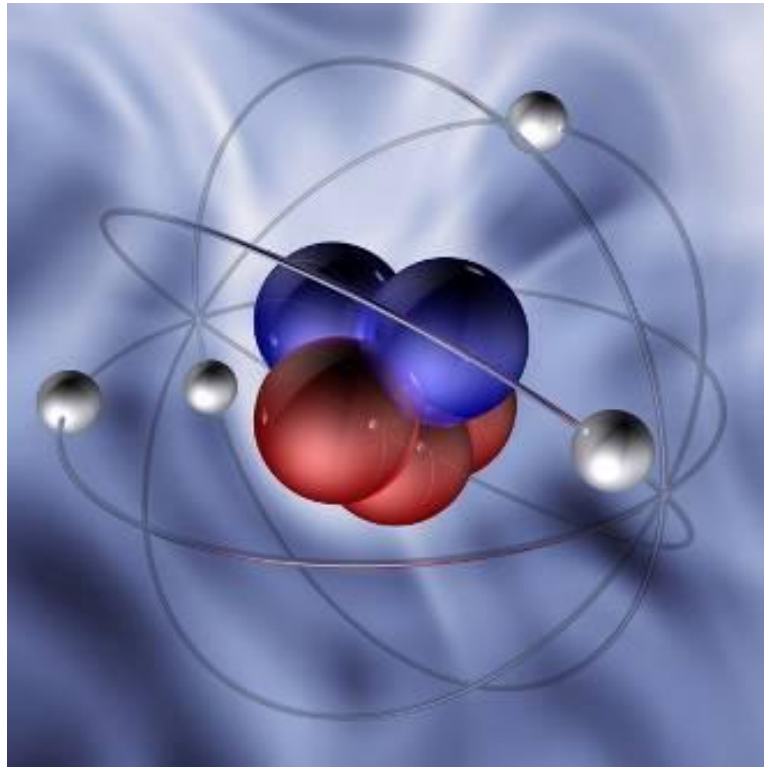


Электронное строение атома

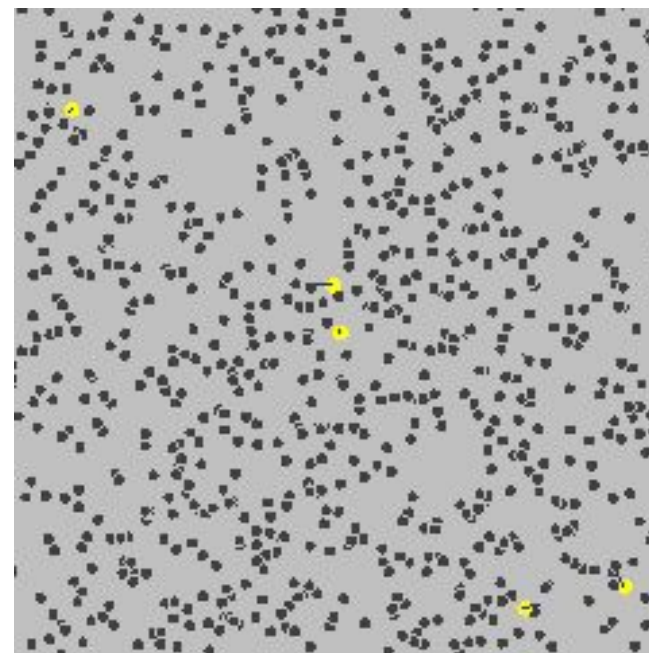
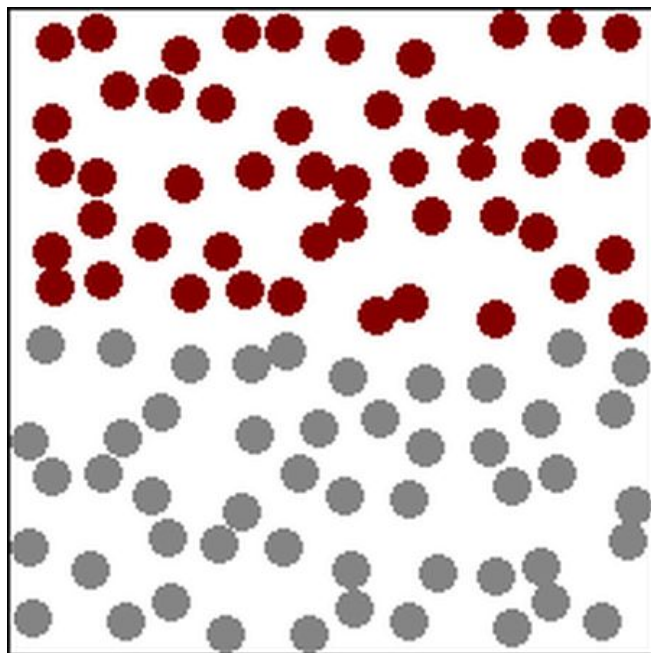


Основные положения атомно-молекулярного учения



- Вещества состоят из молекул, а молекулы из атомов.
- Молекула –мельчайшая частица вещества, сохраняющая состав и свойства данного вещества, физически неделимая.
- Атом - мельчайшая частица вещества, химически неделимая.
- При физических явлениях состав веществ не изменяется, при химических явлениях- изменяется, из одних веществ получаются другие.
- Молекулы и атомы находятся в постоянном, хаотическом движении.

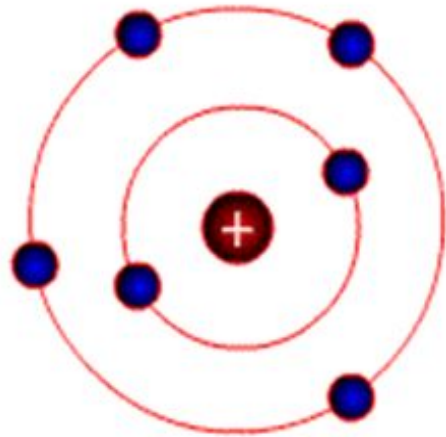
Молекулы и атомы находятся в постоянном, хаотическом движении.





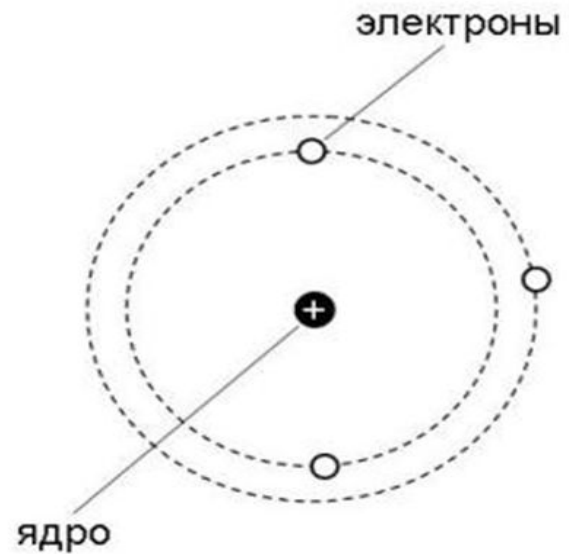
Атомы-это химические частицы, являющиеся пределом химического разложения любого вещества.

Рис.1



МОДЕЛЬ АТОМА УГЛЕРОДА

Рис. 2

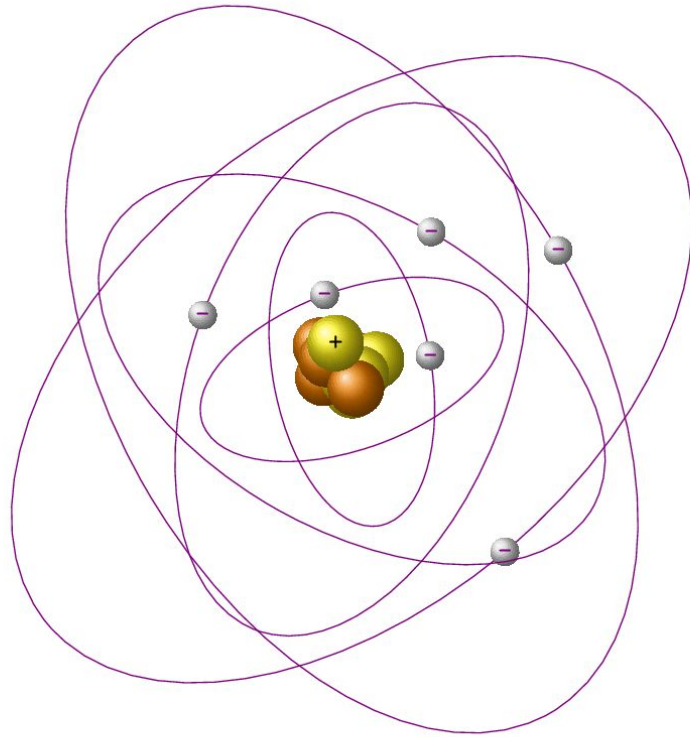


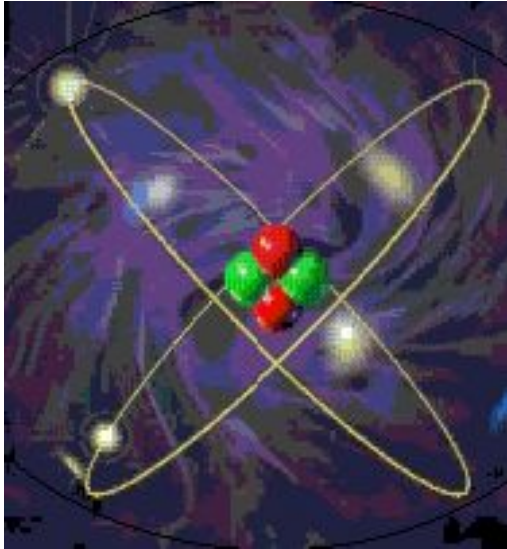
Современная модель атома

- Атом – электронейтральная частица
- Ядро атома – положительно заряженное
- Электроны – отрицательно заряженные
- Электроны вращаются вокруг ядра с определённой скоростью
- Электроны имеют двойственную природу



Современная модель атома





Строение атома

The structure of the atom

Атом atom

Ядро

СОСТОИТ ИЗ НУКЛОНОВ

Электронная оболочка

Состоит из электронов

Протон(p^+)

$$p^+ = Z$$

Нейтрон(n^0)

$$n^0 = A - Z$$

Электрон(e^-)

$$e^- = Z$$

$$n^0 = A - Z$$

Z- заряд ядра атома

A- массовое число

n- число нейтронов в ядре

p- число протонов в ядре

Строение атома

В 1913 г. английский физик Г. Мозли установил, что **положительный заряд ядра атома (в условных единицах) равен порядковому номеру элемента в периодической системе Д. И. Менделеева.**

Порядковый номер элемента = Заряд ядра атома = Число протонов в ядре = Число электронов в атоме

Строение атома

Частица	Обозначение
Электрон	\bar{e}
Протон	${}^1_1\text{p}$
Нейтрон	${}^1_0\text{n}$

*Массовое
число
атома (A) = Число
протонов (Z) + Число
нейтронов (N)*

$$A = Z + N$$

Строение атома

Атомы одного элемента, которые имеют разные массовые числа, называются изотопами.

Атомы изотопов одного элемента имеют одинаковое число протонов (Z) и отличаются друг от друга числом нейтронов (N).

${}^1_1\text{H}$

протий

1 протон,
нейтронов нет

${}^2_1\text{H}$ (D)

дейтерий

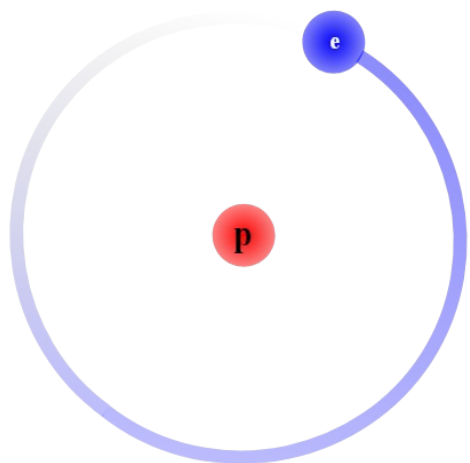
1 протон,
1 нейтрон

${}^3_1\text{H}$ (T)

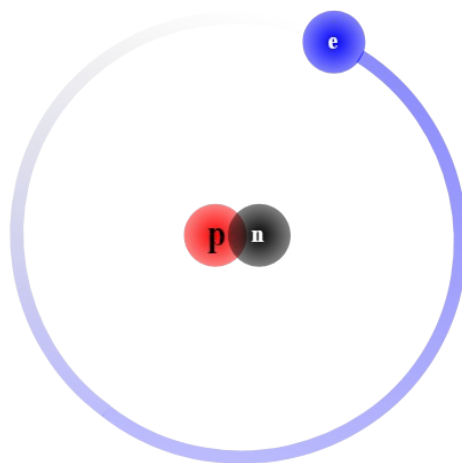
тритий

1 протон,
2 нейтрона

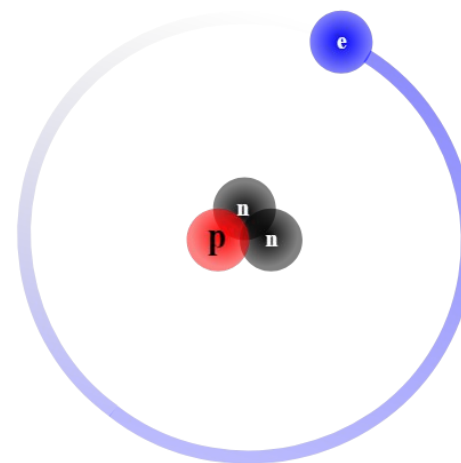
Изоотопы водорода



Протий



Дейтерий



Тритий

Строение электронной оболочки
атома. Квантовые числа.
Принцип Паули.

Атом состоит из ядра и электронной оболочки.

Электронная оболочка атома — это совокупность всех электронов в данном атоме.

Часть атомного пространства, в которой вероятность нахождения данного электрона наибольшая (равна $\approx 90\%$), называется атомной орбиталью.

Квантовые числа


Для характеристики орбиталей и электронов используют квантовые числа

◆ Главное квантовое число(n) – характеризует энергию энергетического уровня

Энергетический уровень – это совокупность орбиталей, которые имеют одинаковое значение главного квантового числа

Главное квантовое число принимает значения целых чисел от 1 до ∞ (бесконечности):

$$n = 1; 2, 3, 4, 5, 6, 7 \dots \infty$$

Значение n :	1	2	3	4	5	6	7
Обозначение уровня:	К	Л	М	Н	О	Р	Q
Энергия и размер орбиталей увеличиваются 							

Квантовые числа

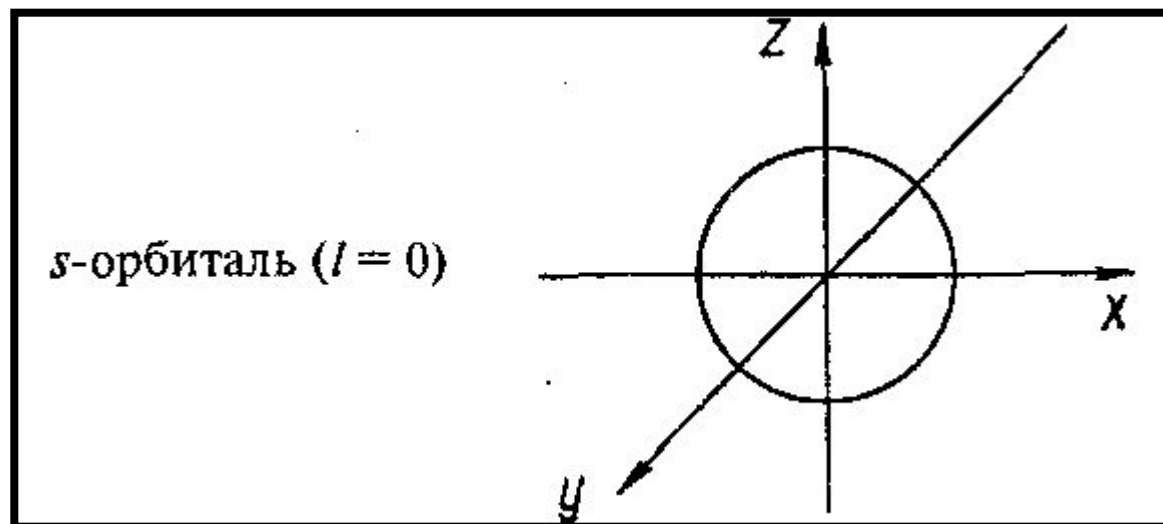
- ❖ Побочное (орбитальное) квантовое число (l) – характеризует форму орбиталей

Для орбиталей данного энергетического уровня побочное (орбитальное) квантовое число l принимает значения целых чисел от 0 до $n-1$

Квантовые числа

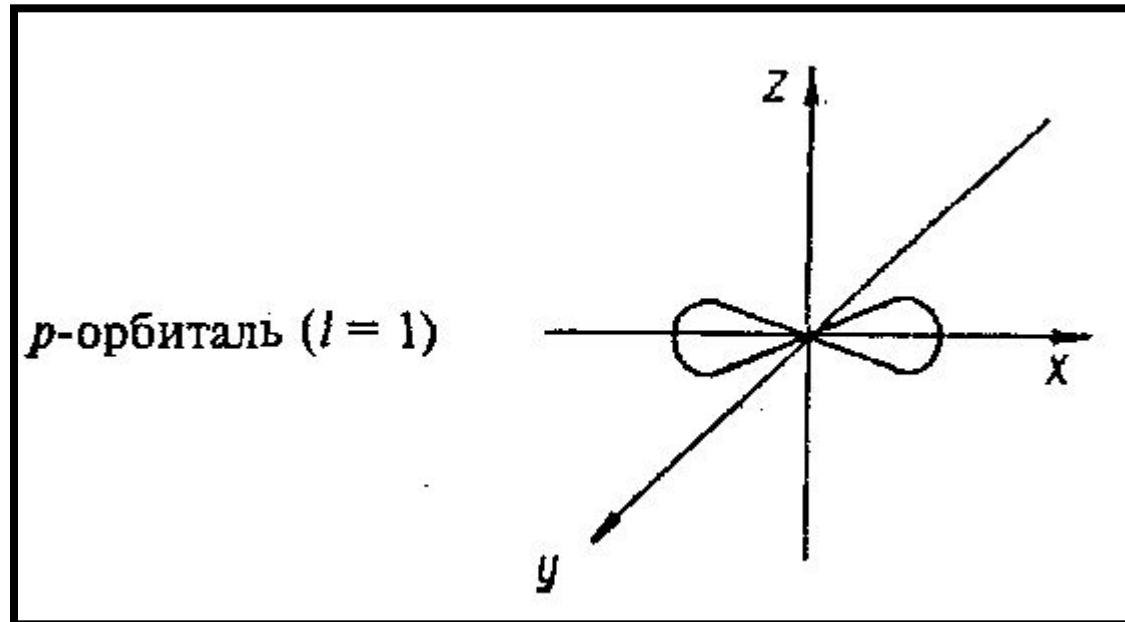
Формы орбиталей

- орбиталь имеет форму шара s-орбиталь $l = 0$

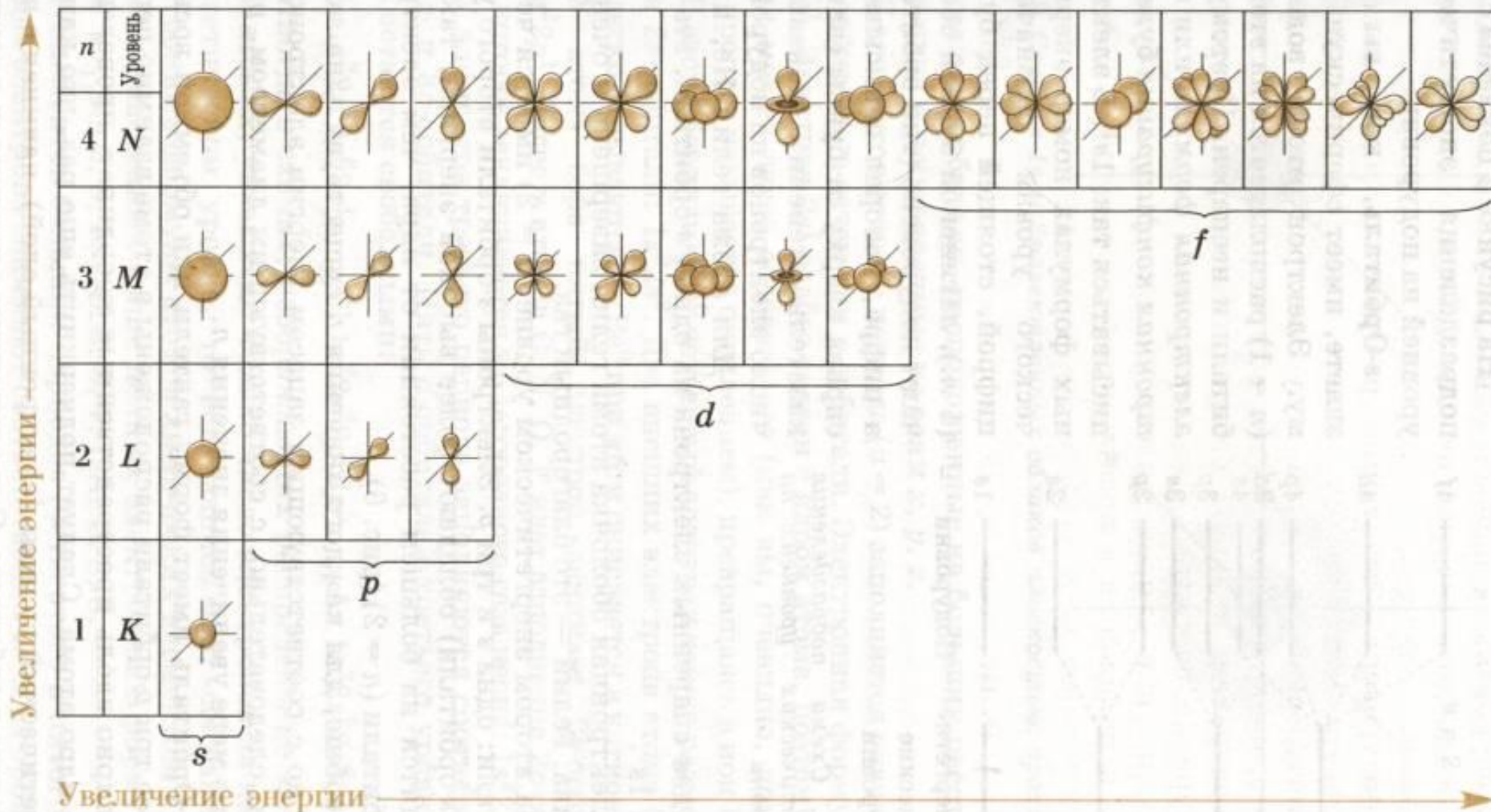


Квантовые числа

$l = 1$ - орбиталь имеет форму гантели **p-орбиталь**



Форма и размер электронных орбиталей атомов элементов



Квантовые числа

$l = 2$	d-орбитали
$l = 3$	f-орбитали

Энергия орбиталей (E), которые находятся на одном энергетическом уровне, но имеют различную форму, неодинакова:

$$E_s < E_p < E_d < E_f.$$



Поэтому энергетические уровни состоят из энергетических подуровней.

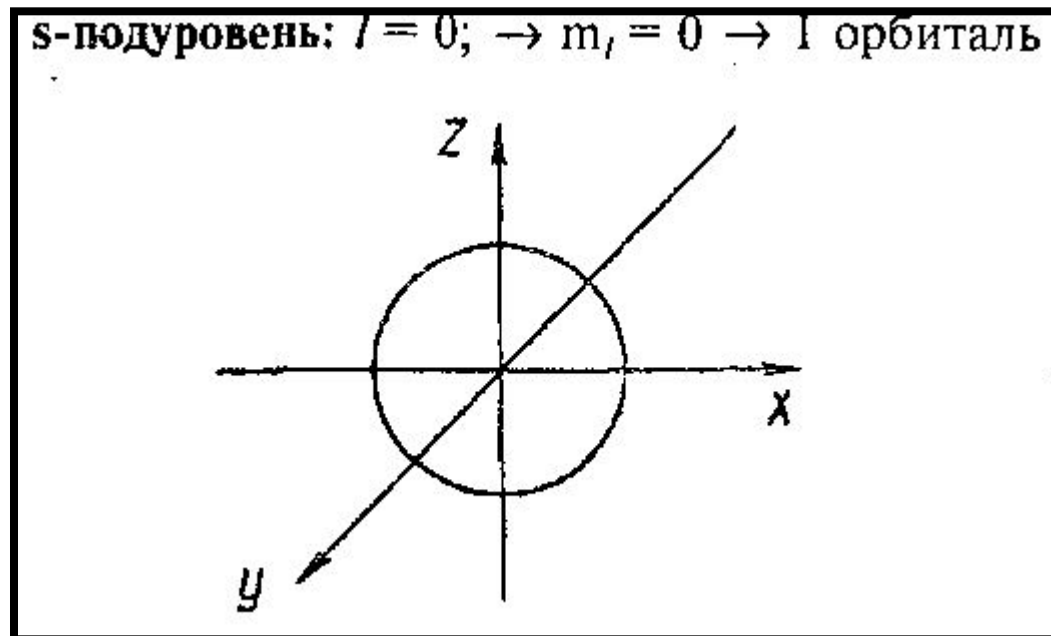
Квантовые числа

- ◆ **Магнитное квантовое число** – характеризует направление орбиталей в пространстве

Магнитное квантовое число принимает значения целых чисел от $-l$ через 0 до $+l$.

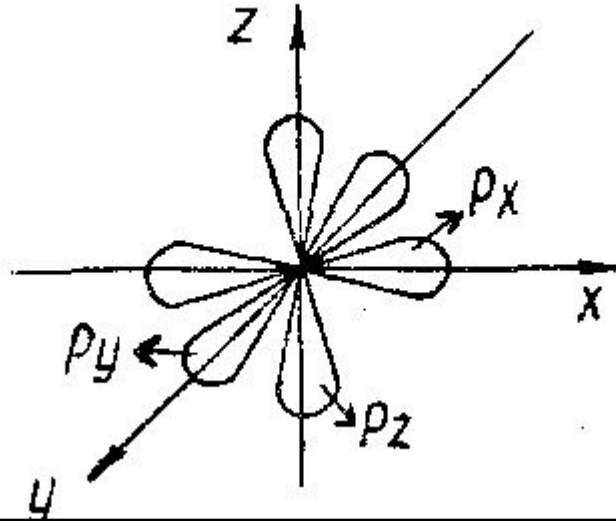
Квантовые числа

Число значений магнитного квантового числа определяет количество орбиталей на подуровне



Квантовые числа

p-подуровень: $l = 1$; $\rightarrow m_l = -1, 0, +1 \rightarrow 3$ орбитали



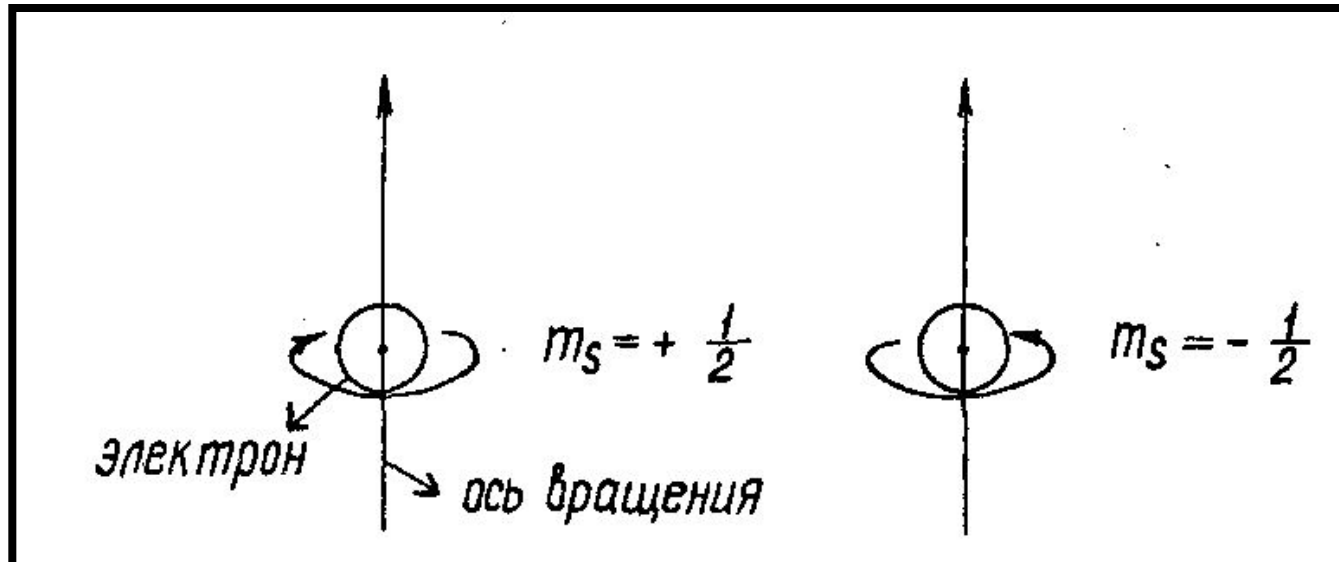
d-подуровень: $l = 2$; $m_l = -2, -1, 0, +1, +2 \rightarrow 5$ орбиталей.

Число орбиталей на подуровне равно: $2l + 1$

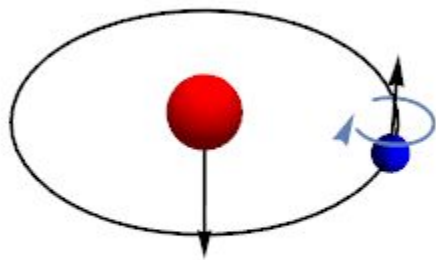
Квантовые числа

- ❖ Спиновое квантовое число – характеризует вращение электрона вокруг своей оси

принимает только два значения: $+\frac{1}{2}$ и $-\frac{1}{2}$



Спин электрона

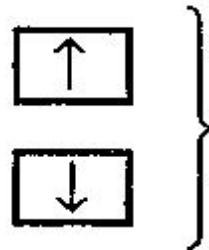


Принцип Паули

В атоме не может быть двух электронов с одинаковым набором всех четырех квантовых чисел.

Два электрона, которые находятся на одной орбитали, называются спаренными (или неподделенной электронной парой).

Спаренные электроны являются электронами с противоположными (антипараллельными) спинами.



Неспаренные
электроны

Строение электронной
оболочки атома. Заполнение
орбиталей электронами.

Порядок заполнения орбиталей электронами

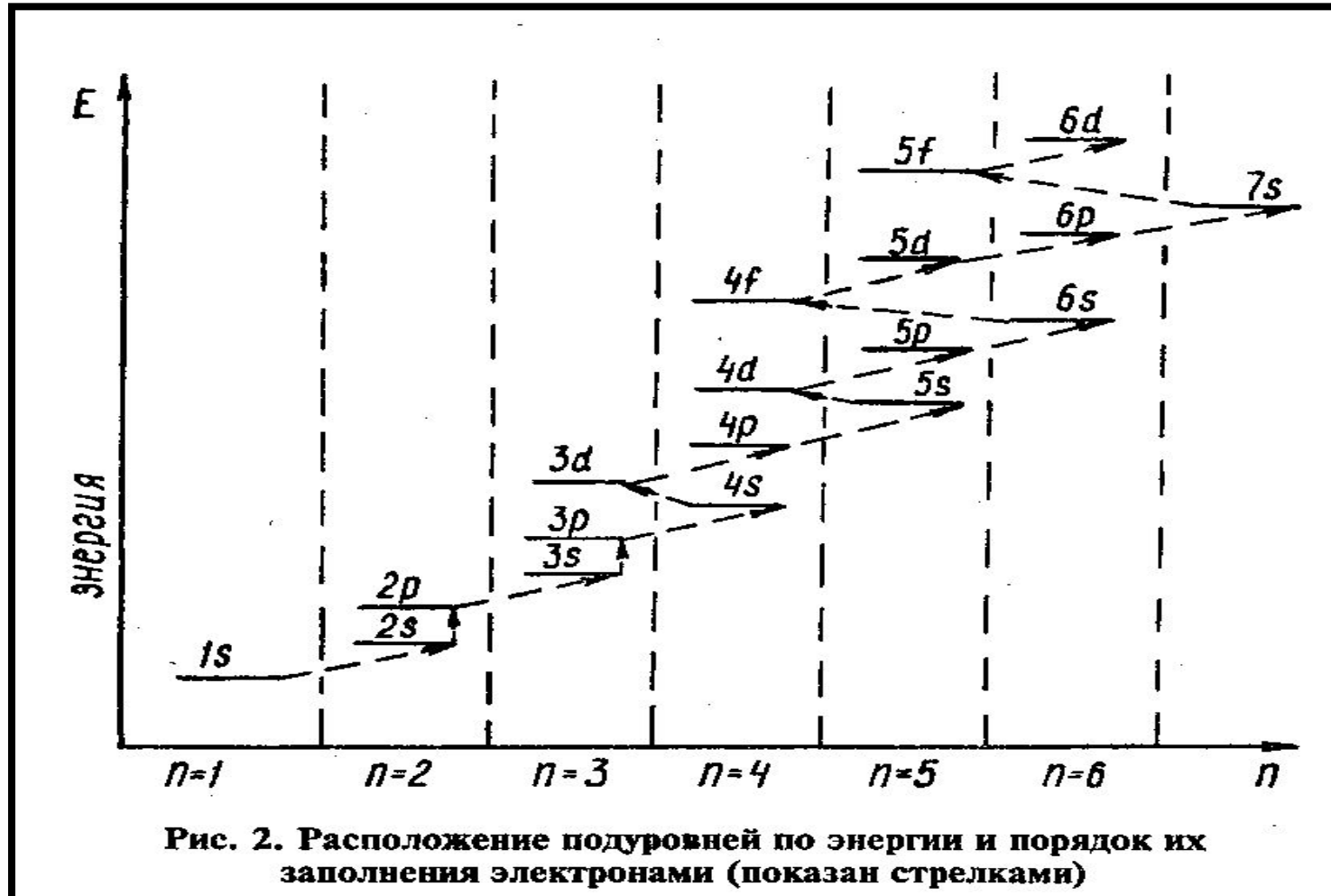
Принцип наименьшей энергии

Основное (устойчивое) состояние атома — это такое состояние, которое характеризуется минимальной энергией. Поэтому электроны заполняют орбитали в порядке увеличения их энергии.

Принцип наименьшей энергии определяет порядок заполнения энергетических подуровней

электроны заполняют энергетические подуровни в порядке увеличения их энергии.

Порядок заполнения орбиталей электронами

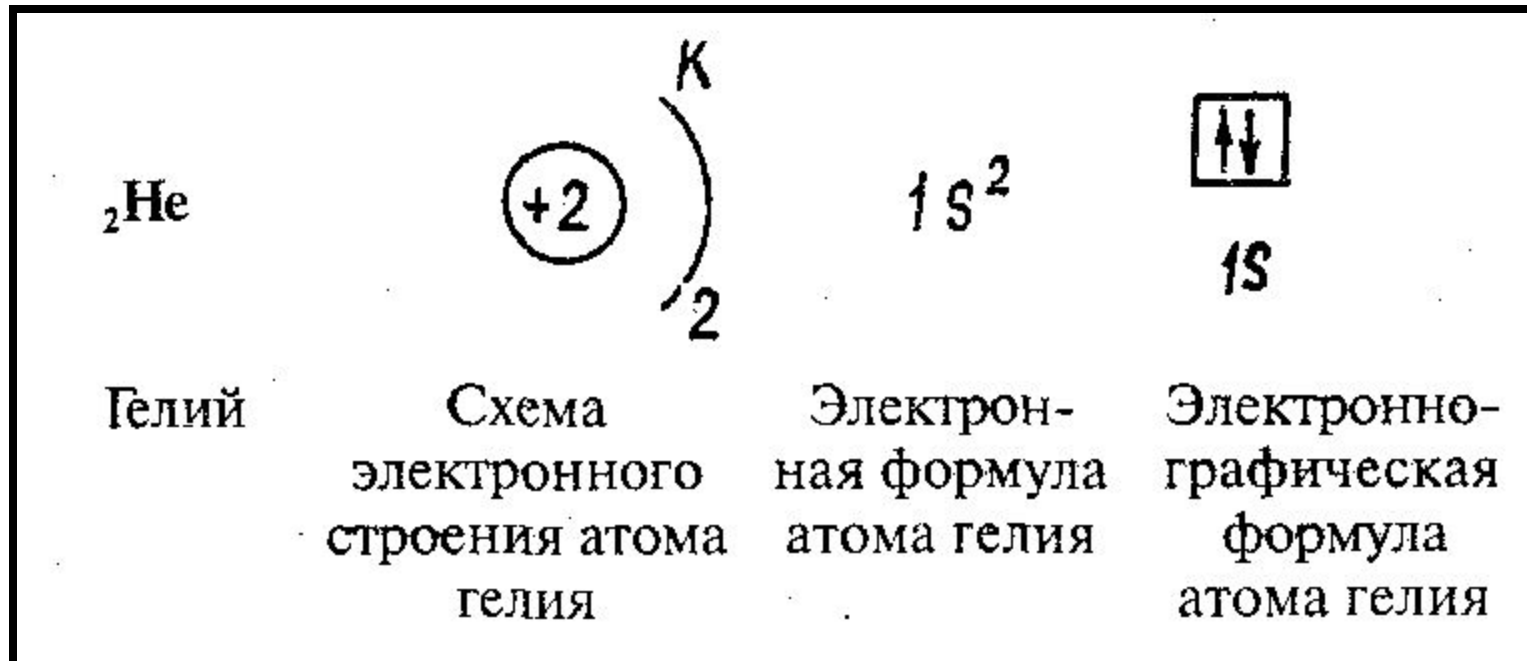


Правило Гунда

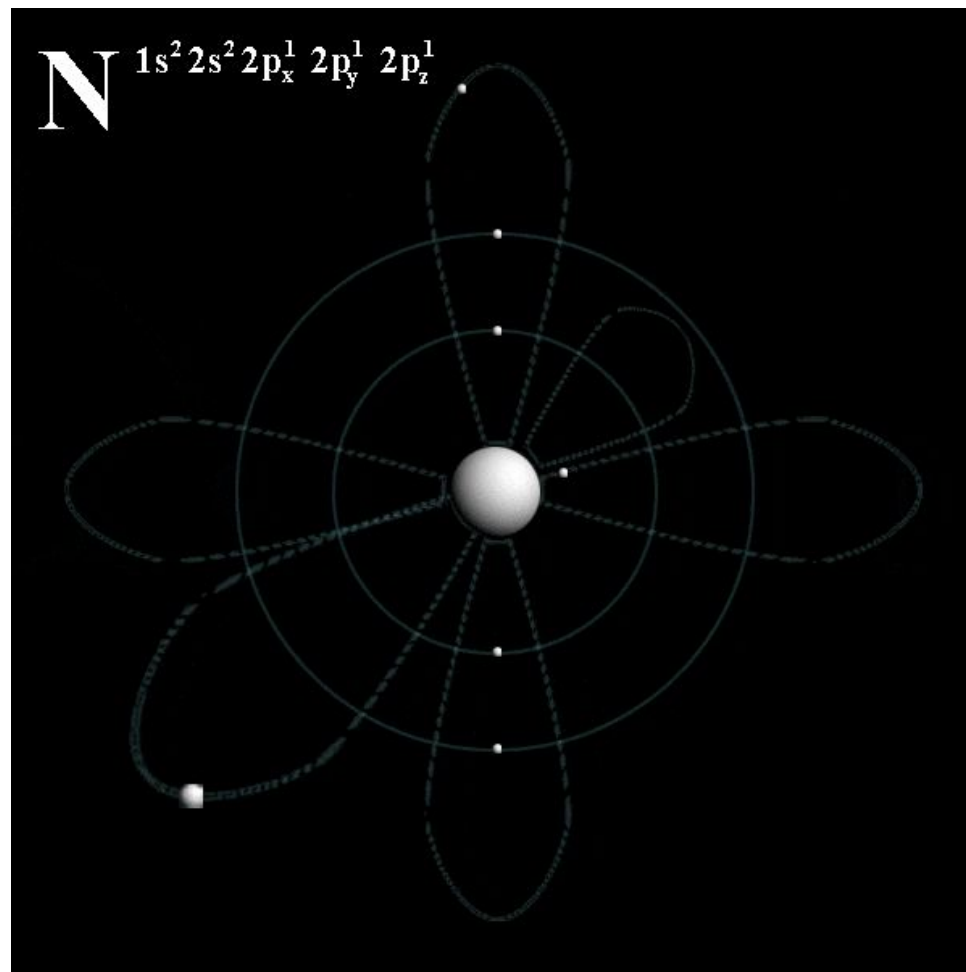
На одном подуровне электроны располагаются так, чтобы абсолютное значение суммы спиновых квантовых чисел (суммарного спина) было максимальным. Это соответствует устойчивому состоянию атома.

- 1) $\uparrow\downarrow\uparrow$ 2) $\uparrow\uparrow\uparrow$ 3) $\uparrow\uparrow\Box$ 4) $\uparrow\downarrow\Box$ 5) $\downarrow\downarrow\downarrow$?

Строение электронных оболочек



Строение атома азота

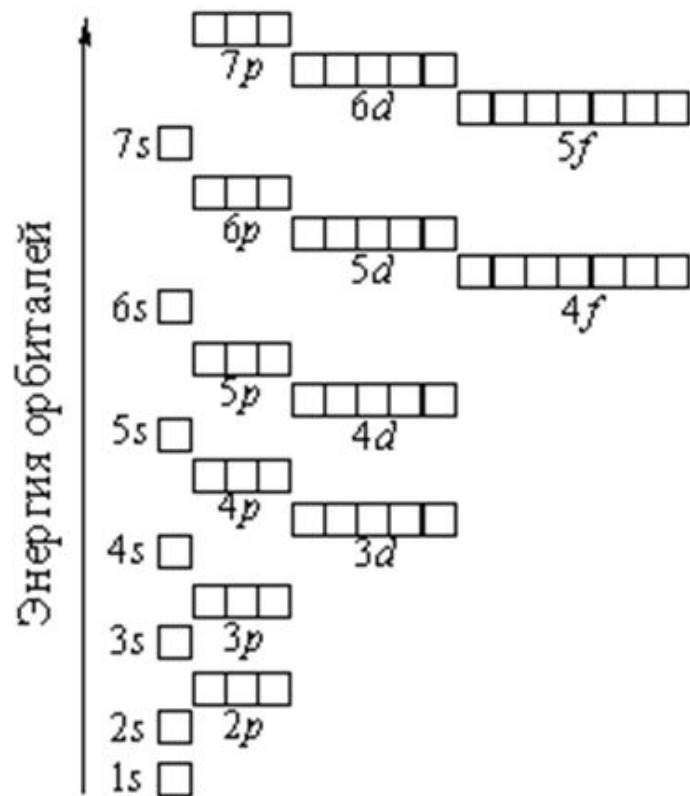


Порядок заполнения электронами орбиталей атома определяется тремя законами природы:

1. Принцип наименьшей энергии - электроны заполняют орбитали в порядке возрастания энергии орбиталей.
2. Принцип Паули - на одной орбитали не может быть больше двух электронов.
3. Правило Хунда - в пределах подуровня электроны сначала заполняют свободные орбитали (по одному), и лишь после этого образуют электронные пары.

Распределение подуровней по энергиям выражается рядом (в порядке увеличения энергии):

1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s, 5f, 6d, 7p ...



Наглядно эта последовательность выражается энергетической диаграммой:

Правило Клечковского (принцип наименьшей энергии)

- Заполнение электронами орбиталей в атоме происходит в порядке возрастания суммы главного и орбитального квантовых чисел $n + l$.
- При одинаковой сумме раньше заполняется орбиталь с меньшим значением n .

«Провал» электрона

- В атомах некоторых элементов электрон с s -подуровня внешнего энергетического уровня переходит на d -подуровень предвнешнего энергетического уровня.
- Идёт выигрыш в энергии.

Электронные семейства

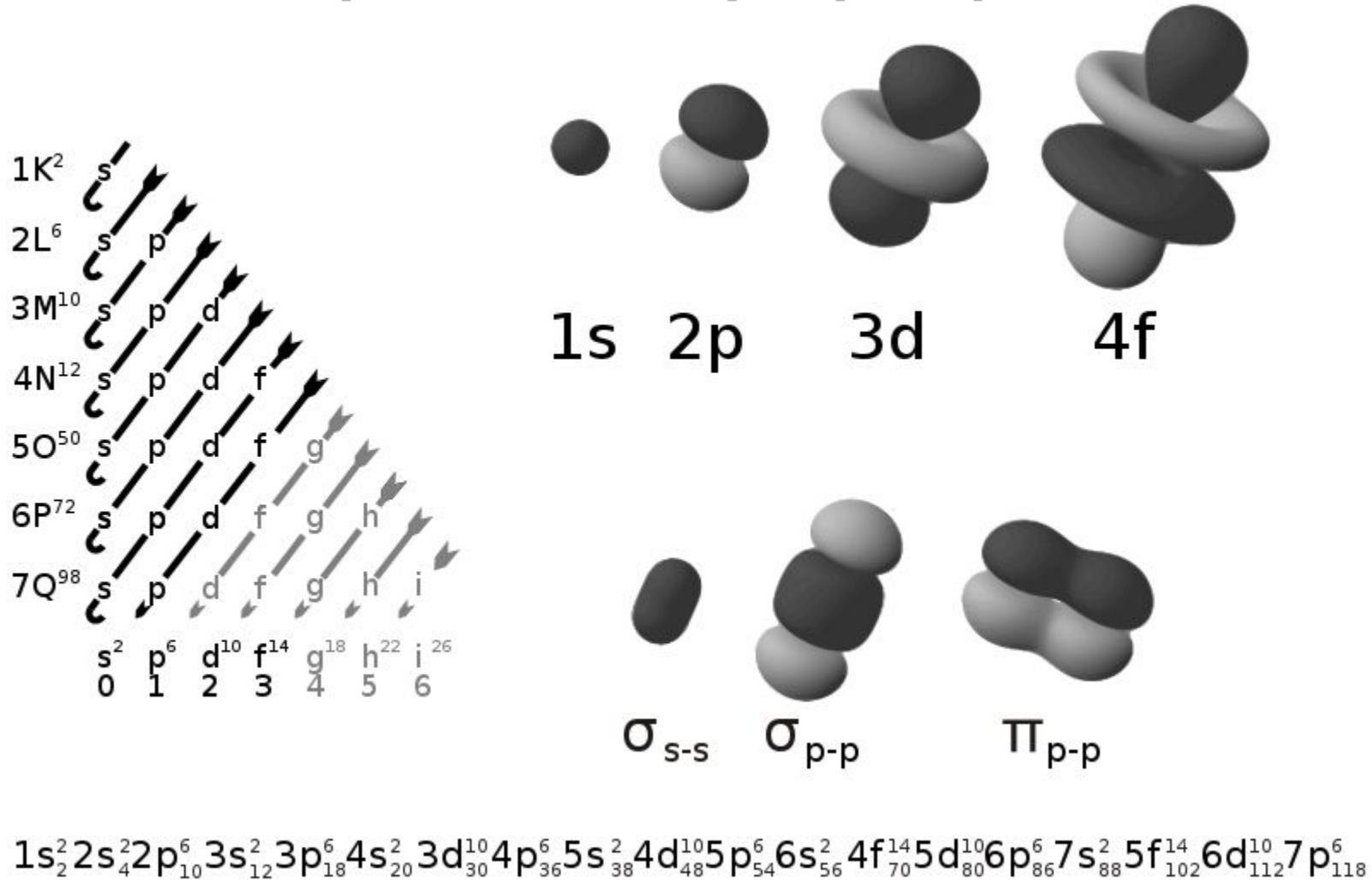
- s -элементы, если
заполняется s -подуровень
- p -элементы, если
заполняется p -подуровень
- d -элементы, если
заполняется d -подуровень
- f -элементы, если
заполняется f -подуровень

Электронная формула

- Электронная формула атома химического элемента показывает как распределяются электроны в атоме, учитывая их характеристику квантовыми числами
- 109 Mt мейтнерий



Электронная формула



Задача

- Составить электронные и электронно-графические формулы элемента:

I вариант	II вариант	III вариант
№ 15; 40	№ 20; 35	№ 12; 28

- Определить элемент:

I вариант	II вариант	III вариант
$4s^2 3d^6$	$4s^2 4p^3$	$5s^2 4d^1$

Задание

Z=15 (P)

$1s_2 2s_2 2p_6 3s_2 3p_3$

Z= 40 (Zr)

$1s_2 2s_2 2p_6 3s_2 3p_6 4s_2 3d_{10} 4p_6 5s_2 4d_2$

• Z=20 (Ca)

• $1s_2 2s_2 2p_6 3s_2 3p_6 4s_2$

• Z=35 (Br)

• $1s_2 2s_2 2p_6 3s_2 3p_6 4s_2 3d_{10} 4p_5$

2. Какие элементы, которые имеют электронные конфигурации:

1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$

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

3) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$

4) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

2. Какие элементы, которые имеют электронные конфигурации:

1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$ Ti 22

2) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ Si 14

3) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$ Fe 26

4) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ P 15

3. Составьте электронные формулы атомов калия и серы. Укажите их валентные электроны. К каким электронным семействам относятся эти элементы (s-, p-, d-элементы).

3. Составьте электронные формулы атомов калия и серы. Укажите их валентные электроны. К каким электронным семействам относятся эти элементы (s-, p-, d-элементы).

• K $Z=19$

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ (s-элемент)


• S $Z=16$

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ (p-элемент)

4. Изотоп какого элемента имеет массовое число 70 и 40 нейтронов в ядре.


$$Z = A - N$$

$$Z = 70 - 40 = 30 \quad \text{Zn} \quad 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d_{10}$$



5. Изотоп какого элемента имеет массовое число 34 и 18 нейтронов в ядре . Напишите электронную конфигурацию атома этого элемента.

Изотоп какого элемента имеет массовое число 135 и 79 нейтронов в ядре . Напишите электронную конфигурацию атома этого элемента.



5. Изотоп какого элемента имеет массовое число 34 и 18 нейтронов в ядре . Напишите электронную конфигурацию атома этого элемента

$$Z = 34 - 18 = 16 \quad (\text{S})$$



АТОМЫ И ИОНЫ

- Атом- это электронейтральная частица. В атоме число электронов (-) равно числу протонов(+).
- Ионы- это заряженные частицы. Они содержат разное количество электронов (-) и протонов (+).
- Число протонов (+) ПОСТОЯННО!(не может изменяться)
- Число электронов (-) может изменяться.



Положительно заряженные ионы называются КАТИОНЫ.

Например : H^+

Отрицательно заряженные ионы называются АНИОНЫ.

Например: H^-



Атом водорода Н

Содержит **1 протон(+)**(=порядковый номер элемента в таблице Менделеева) и 1 электрон (-)

Катион водорода Н⁺

Содержит **1 протон(+)** и 0 электронов(-).

Анион водорода Н⁻

Содержит **1 протон (+)** и 2 электрона(-).

6. Напишите электронные формулы атома водорода и ионов H^+ , H^- . Какие элементарные частицы входят в состав атома водорода и ионов?

H

$1s^1$, $p=1$; $e^- = 1$; $n=0$

H^+

$1s^0$, $p=1$; $e^- = 0$; $n=0$

H^-

$1s^2$, $p=1$; $e^- = 2$; $n=0$



7. Составить электронные формулы атома и иона кальция.

Составить электронные конфигурации атома и иона хлора.

Составить электронную конфигурацию атома магния и иона магния.



Тест. «Строение атома»

1. Атомное ядро состоит из:

- 1) протонов и электронов;
- 2) нейтронов и электронов;
- 3) протонов;
- 4) протонов и нейтронов.

2.20 электронов содержит атом химического элемента:

1) кислорода O

2) кальция Ca

3) кремния Si

4) бора B

3.19 электронов содержит атом:

- 1) кислорода O
- 2) кальция Ca
- 3) калия K
- 4) фтора F

4.12 протонов содержит ядро атома химического элемента:

1) C 2) K 3) Mg 4) S

5. Установите соответствие.

Химический элемент

число электронов в атоме

А) углерод

1) 18

Б) алюминий

2) 20

В) аргон

3) 6

Г) кальций

4) 13

6. Установите соответствие.

Химический элемент

число протонов в ядре

А) бор

1) 19

Б) неон

2) 15

В) фосфор

3) 5

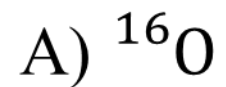
Г) калий

4) 10

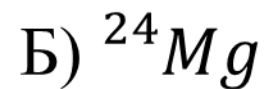
7. Установите соответствие.

Химический элемент

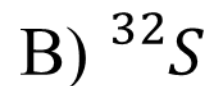
число нейтронов в ядре



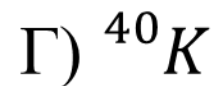
1) 12



2) 21



3) 8



4) 16



8.Изотопы химического элемента отличаются друг от друга:

1)числом нейтронов;

2)числом электронов;

3)числом протонов;

4)положением в Периодической системе



9. Химический элемент, атомное ядро которого содержит 24 протона и 28 нейтронов – это:

1) Si 2) Mg 3) Cr 4) Fe

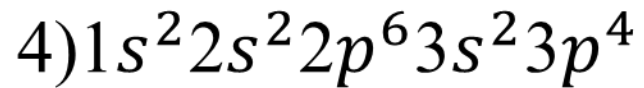
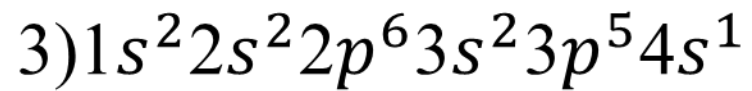
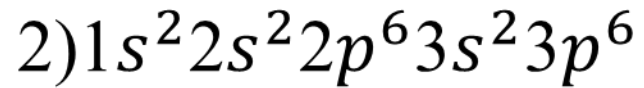
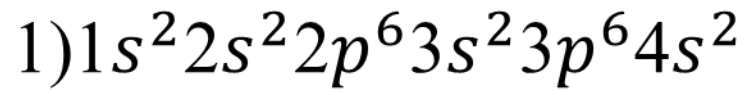
10. Число нейтронов в ядре атома ^{31}P равно:

- 1)31 2)46 3)15 4)16

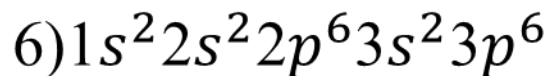
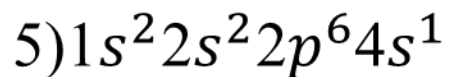
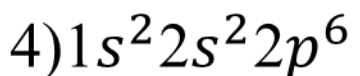
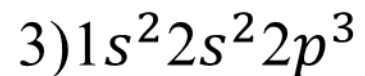
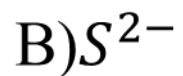
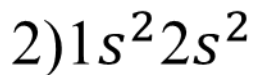
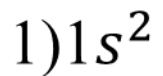
1. Определите количество электронов в ионе K^+ :

1)18 2)19 3)20 4)21

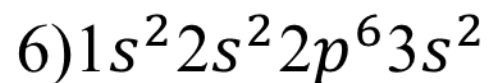
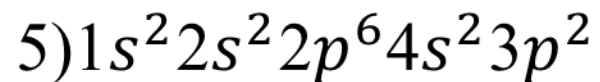
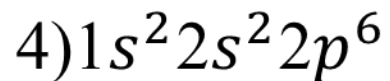
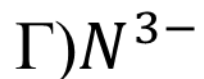
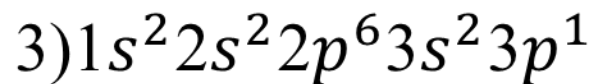
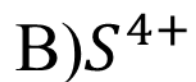
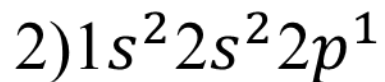
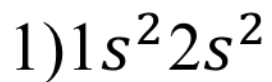
12. Установите, какая формула соответствует иону Ca^{2+} :



13. Установите соответствие между формулой частицы и ее электронным строением:



14. Установите соответствие между формулой частицы и ее электронным строением:



Типы заданий на строение атома

1. Число электронов на внешнем/предвнешнем уровне, на орбиталях одного вида.
2. Число неспаренных электронов.
3. Сходная и одинаковая конфигурация внешнего/предвнешнего уровня.
4. Валентные электроны.
5. Электронная конфигурация ионов, возбужденное состояние.

Основное состояние атома

VIA группа: 6e
на внешнем слое

8	16,00	O
16	32,06	S
34	78,96	Se

3 период:
заполняются
3 электронных
слоя

всего 16e

Электронная формула атома серы в основном состоянии:

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

или $[\text{Ne}] 3s^2 3p^4$

К L M

2 8 6

Распределение электронов по слоям

2 неспаренных
электрона

3 $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow \uparrow$
6 валентных электронов

внешний энергетический слой

$3s^2 3p^4 \rightarrow ns^2 np^4$ Общая формула для VIA группы

2 $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow$

предвнешний энергетический слой

$2s^2 2p^6 \rightarrow (n-1)s^2 (n-1)p^6$

1 $\uparrow\downarrow$

$1s^2$

[1] Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии содержат на внешнем энергетическом слое семь электронов.

- 1) F 2) Li 3) Br 4) N 5) S

--	--

[2] Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют конфигурацию внешнего электронного уровня ns^2 .

- 1) O 2) S 3) Sc 4) Be 5) Se

--	--

[3] Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии содержат на внешнем энергетическом слое один электрон.

- 1) Be 2) Cr 3) C 4) K 5) N

--	--

[4] Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют конфигурацию внешнего энергетического уровня ns^2np^1 .

- 1) B 2) P 3) Sc 4) Al 5) Ca

--	--

[5] Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют конфигурацию внешнего электронного уровня ns^2np^3 .

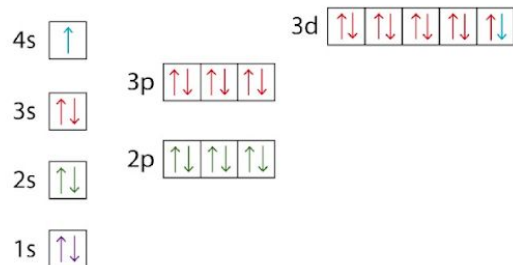
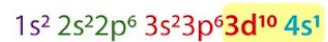
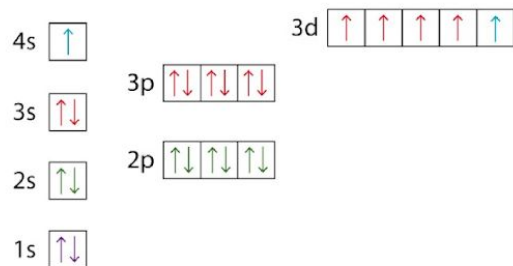
- 1) Cs 2) Li 3) P 4) Sb 5) Na

--	--

Проскок электрона

Ожидание

На самом деле



[6] Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии содержат на внешнем энергетическом уровне два электрона.

- 1) Cu 2) Al 3) Mg 4) He 5) Cl

--	--

[7] Определите, в наиболее распространенных изотопах каких из указанных в ряду элементов число нейтронов больше, чем число электронов.

- 1) Mg 2) F 3) C 4) P 5) Ca

--	--

[8] Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии содержат одинаковое число электронов на внешнем электронном слое.

- 1) Mn 2) N 3) F 4) Mg 5) Se

--	--

Сравнение конфигураций



[9] Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют схожую конфигурацию внешнего энергетического уровня.

- 1) Cl 2) Na 3) Mn 4) Cr 5) Si

--	--

[10] Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии содержат на внешнем энергетическом слое один электрон.

- 1) P 2) Mg 3) Cl 4) Cu 5) H

--	--

[11] Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов имеют в основном состоянии схожую конфигурацию внешнего электронного уровня.

- 1) Rb 2) Mg 3) P 4) Cr 5) Al

--	--

[12] Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют одинаковую конфигурацию внешнего энергетического уровня.

- 1) Cl 2) Ca 3) Mg 4) Al 5) Mn

--	--

[13] Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов имеют одинаковую конфигурацию внешнего электронного слоя.

- 1) Zn 2) K 3) Mg 4) Cr 5) Cl

--	--

[14] Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют конфигурацию $(n-1)d^{10}ns^2$.

- 1) Cu 2) Sr 3) S 4) Cd 5) Zn

--	--

[15] Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют конфигурацию предвнешнего электронного слоя $(n-1)s^2(n-1)p^6$.

- 1) K 2) Cr 3) Ne 4) P 5) Se

--	--

Валентные и внешние электроны



[17] Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии содержат одинаковое число валентных электронов.

1) Cr 2) Mn 3) Si 4) Br 5) Na

--	--

[18] Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии содержат валентные электроны как на s -, так и на d -подуровнях.

1) Br 2) Cr 3) Se 4) Fe 5) Si

--	--

[19] Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии содержат одинаковое число валентных электронов.

1) Mn 2) S 3) Ca 4) Na 5) Cr

--	--

[20] Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии содержат валентные электроны только на *s*-подуровне.

1) K 2) Cu 3) Si 4) Mg 5) Br

--	--

[21] Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов имеют в основном состоянии два неспаренных электрона.

1) Cl 2) O 3) Zn 4) Be 5) C

--	--

[22] Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии содержат одинаковое (ненулевое) число неспаренных *p*-электронов на внешнем электронном уровне.

1) Na 2) Ga 3) Cl 4) Cr 5) S

--	--

[23] Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии содержат одинаковое количество неспаренных электронов.

- 1) Cu 2) F 3) Mg 4) N 5) O

--	--

[24] Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов имеют в основном состоянии два неспаренных электрона.

- 1) F 2) Cl 3) Ni 4) As 5) S

--	--

[25] Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии содержат только один неспаренный электрон.

- 1) O 2) Mg 3) Cr 4) Al 5) Cl

--	--

[26] Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии содержат одинаковое (ненулевое) число неспаренных *s*-электронов на внешнем энергетическом уровне.

- 1) Na 2) As 3) Cr 4) Al 5) Se

--	--