



# Строение атома

к.х.н., доц. Губанов Александр  
Иридиевич

# Что читать?

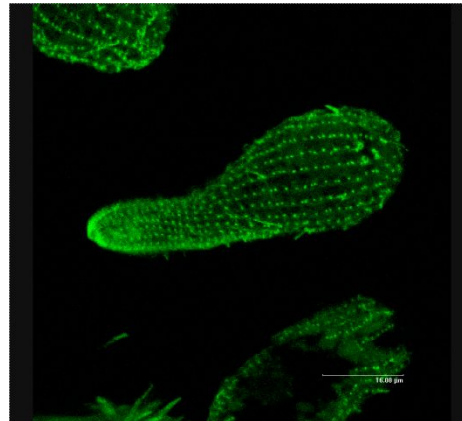
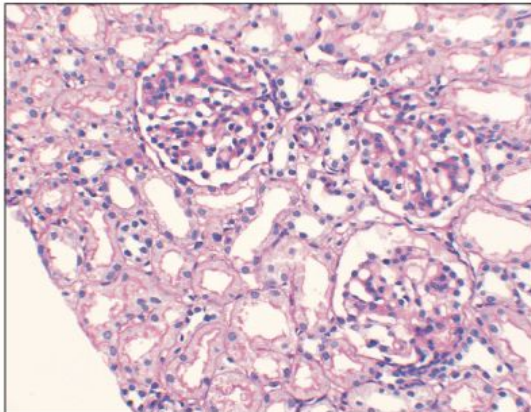
Чупахин А. П. Общая химия. Химическая связь и строение вещества.

Карапетьянц М. Х., Дракин С. И. Общая и неорганическая химия.

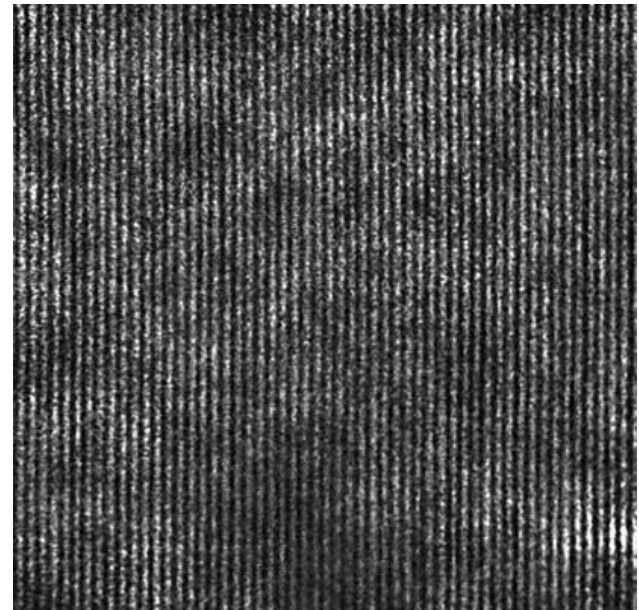
Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия.

*Глинка Н.Л. Общая химия.*

# Строение вещества

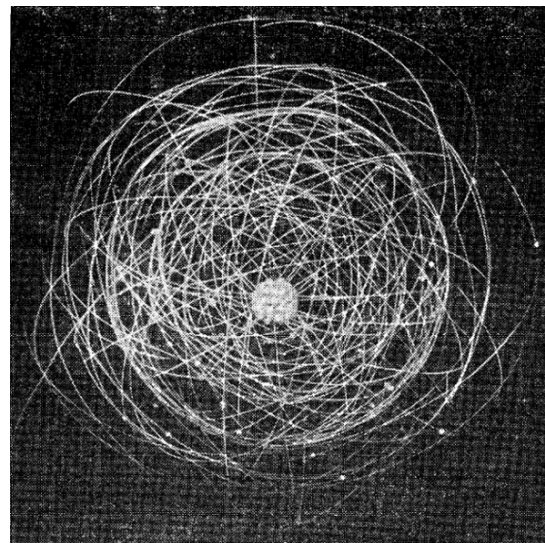
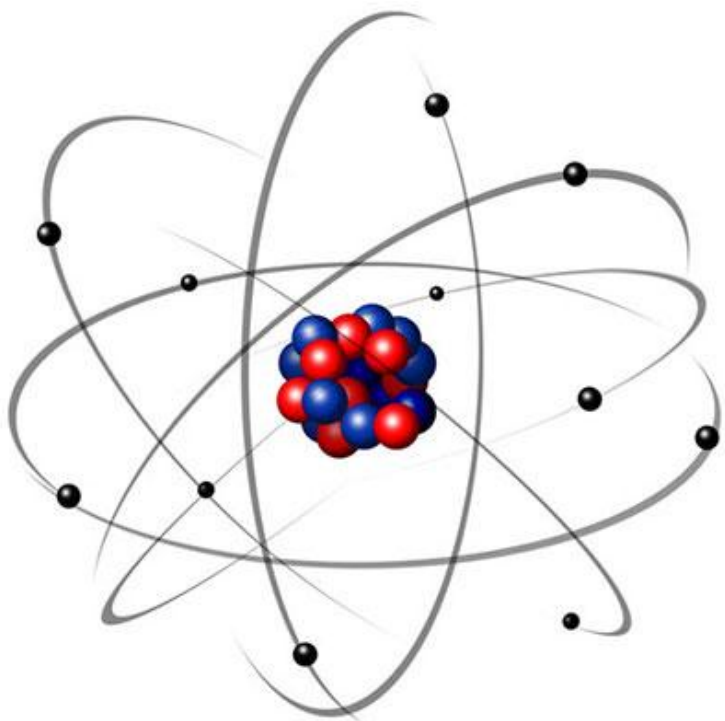


# Электронная микроскопия

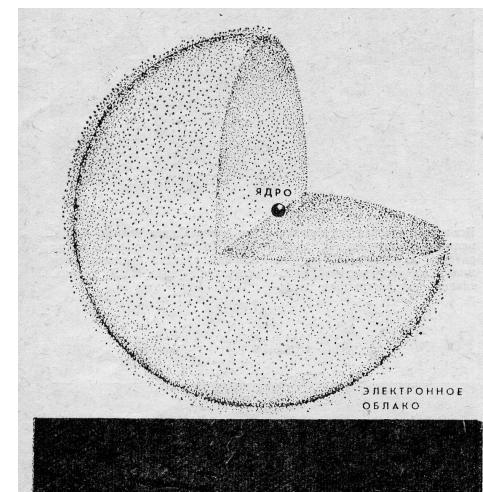


Изображение атомной решётки плёнки золота. Расстояние между кристаллографическими плоскостями  $2,04 \text{ \AA}$ .

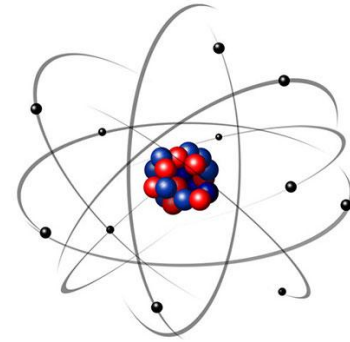
# Планетарная модель атома



**Атом** (от [др.-греч.](#) ἄτομος — неделимый) — частица вещества микроскопических размеров и массы, наименьшая часть [химического элемента](#), являющаяся носителем его свойств.



# АТОМ



- Атом состоит из атомного ядра и электронов.
- Атомное ядро несет 99,9% массы атома. Состоит из нуклонов: протонов и нейтронов.
- Заряд ядра определяется количеством протонов.
- Размер атома определяется размером электронных облаков.

# Элементарные частицы

Название, обозначени е	Заряд		Масса		Спин ед. $\hbar$
	ед. СГСЕ	Кл	а.е.м.	кг	
Протон, p	+1	$+1,6 \cdot 10^{-19}$	1,00727647	$1,6726485 \cdot 10^{-27}$	$\pm 1/2$
Нейтрон, n	0	0	1,00866501	$1,6749543 \cdot 10^{-27}$	$\pm 1/2$
Электрон, e	-1	$-1,6 \cdot 10^{-19}$	0,00054858	$9,109534 \cdot 10^{-31}$	$\pm 1/2$
Позитрон, e <sub>+</sub>	+1	$+1,6 \cdot 10^{-19}$	0,00054858	$9,109534 \cdot 10^{-31}$	$\pm 1/2$

**Занимательная ядерная физика** Автор: Константин Никифорович  
Мухин Издательство: Атомиздат Год издания: 1969

# Корпускулярно-волновой дуализм

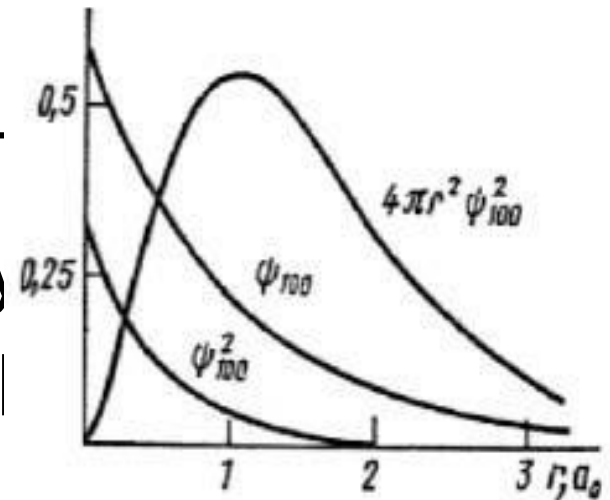
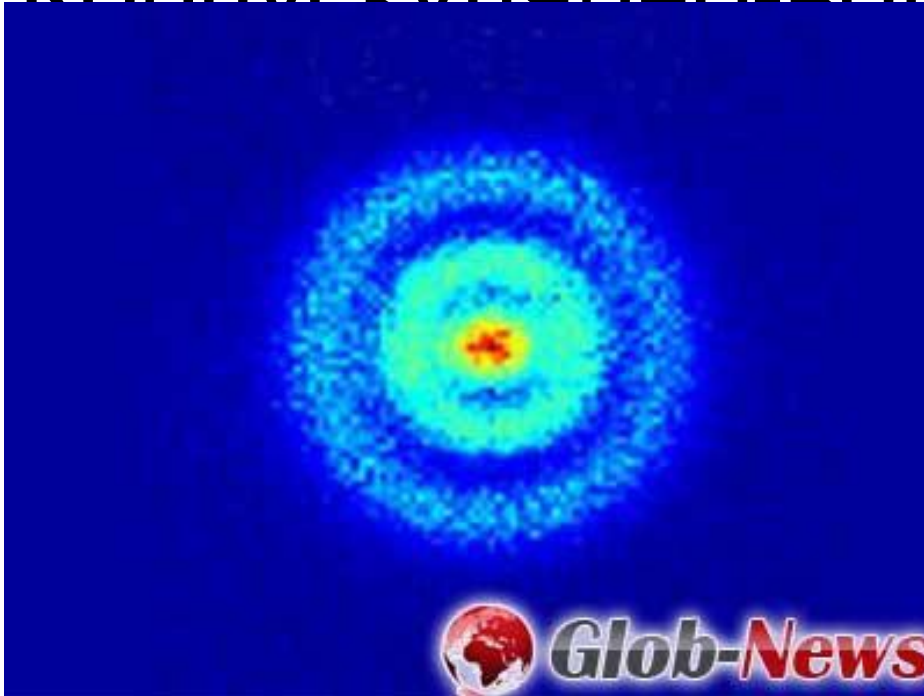
новой

согласно которому  
проявлять

ист

- Относиться и к электрону  
вероятность найти элект  
пространство.

$$|\psi(t)\rangle = \int \Psi(x, t) |x\rangle dx$$





# Химические элементы

- Химическое вещество – субстанция с одинаковыми химическими и физическими свойствами.



Сера



Железо



Азотная кислота

Свойства определяются составом и строением составляющих частиц (атомов).

Если свойства атомов одинаковые, то их можно отнести к одному классу.

# Химические элементы

- Свойства атома определяются количеством электронов
- Количество электронов равно количеству протонов.
- **Химические элементы** – *частицы с одинаковым количеством протонов, называемым атомным номером,  $Z$ .*

# Химические элементы



Сера

S  
16 –  
протонов

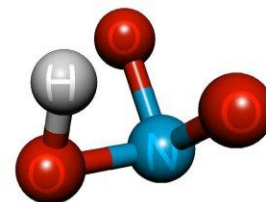


Железо

Fe  
26 –  
протонов



Азотная кислота



HNO<sub>3</sub>  
H – 1 протон  
N – 7 протонов  
3O – по 8  
протонов

# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

www.calc.ru



Д.И. Менделеев  
1834–1907

Периоды	Ряды	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ																Энергетические уровни	
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII			a
		a	б	a	б	a	б	a	б	a	б	a	б	a	б				
1	1															He ГЕЛИЙ 4,003	2	К	
2	2	Li ЛИТИЙ 6,941	Be БЕРИЛЛИЙ 9,0122	B БОР 10,811	C УГЛЕРОД 12,011	N АЗОТ 14,007	O КИСЛОРОД 15,999	F ФТОР 18,998									Ne НЕОН 20,179	10	К
3	3	Na НАТРИЙ 22,99	Mg МАГНИЙ 24,312	Al АЛЮМИНИЙ 26,982	Si КРЕМНИЙ 28,086	P ФОСФОР 30,974	S СЕРА 32,064	Cl ХЛОР 35,453									Ar АРГОН 39,948	18	М Л К
4	4	K КАЛИЙ 39,102	Ca КАЛЬЦИЙ 40,08	Sc СКАНДИЙ 44,956	Ti ТИТАН 47,887	V ВАНАДИЙ 50,941	Cr ХРОМ 51,996	Mn МАРГАНЕЦ 54,938	Fe ЖЕЛЕЗО 55,849	Co КОБАЛЬТ 58,933	Ni НИКЕЛЬ 58,7						Kr КРИПТОН 83,8	36	М Л К М Л К
	5	Cu МЕДЬ 63,546	Zn ЦИНК 65,37	Ga ГАЛЛИЙ 69,72	Ge ГЕРМАНИЙ 72,59	As МЫШЬЯК 74,922	Se СЕЛЕН 78,96	Br БРОМ 79,904											
5	6	Rb РУБИДИЙ 85,468	Sr СТРОНЦИЙ 87,62	Y ИТРИЙ 88,906	Zr ЦИРКОНИЙ 91,22	Nb НИОБИЙ 92,906	Mo МОЛИБДЕН 95,94	Tc ТЕХНЕЦИЙ [99]	Ru РУТЕНИЙ 101,07	Rh РОДИЙ 102,906	Pd ПАЛЛАДИЙ 106,4					Xe КСЕНОН 131,3	54	М Л К М Л К М Л К	
	7	Ag СЕРЕБРО 107,868	Cd КАДМИЙ 112,41	In ИНДИЙ 114,82	Sn ОЛОВО 118,69	Sb СУРЬМА 121,75	Te ТЕЛЛУР 127,6	I ИОД 126,905											
6	8	Cs ЦЕЗИЙ 132,905	Ba БАРИЙ 137,34	57–71 ЛАНТАНОИДЫ		Hf ГАФИЙ 178,49	Ta ТАНТАЛ 180,948	W ВОЛЬФРАМ 183,85	Re РЕНИЙ 186,207	Os ОСМИЙ 190,2	Ir ИРИДИЙ 192,22	Pt ПЛАТИНА 195,09				Rn РАДОН [222]	86	М Л К М Л К М Л К М Л К	
	9	Au ЗОЛОТО 196,967	Hg РУТУТЬ 200,59	Tl ТАЛЛИЙ 204,37	Pb СВИНЕЦ 208,98	Bi ВИСМУТ 208,98	Po ПОЛОНИЙ [210]	At АСТАТ [210]											
7	10	Fr ФРАНЦИЙ [223]	Ra РАДИЙ [226]	89–103 АКТИНОИДЫ		Rf РЕЗЕРФОРДИЙ [261]	Db ДУБНИЙ [262]	Sg СИБОРГИЙ [263]	Bh БОРИЙ [262]	Hn ХАНИЙ [265]	Mt МЕЙТНЕРИЙ	110							
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ	R <sub>2</sub> O		RO		R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		RO <sub>2</sub>		R <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		RO <sub>3</sub>		R <sub>2</sub> O <sub>7</sub>		RO <sub>4</sub>				
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ					RH <sub>4</sub>		RH <sub>3</sub>		H <sub>2</sub> R		HR								

СИМВОЛ ЭЛЕМЕНТА      ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР

**Rb 37**  
РУБИДИЙ  
85,468

НАЗВАНИЕ ЭЛЕМЕНТА

ОТНОСИТЕЛЬНАЯ АТОМНАЯ МАССА

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ ПО СЛОЯМ

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

## ЛАНТАНОИДЫ

57 La ЛАНТАН 138,906	58 Ce ЦЕРИЙ 140,12	59 Pr ПРАЗЕОДИЙ 140,908	60 Nd НЕОДИМ 144,24	61 Pm ПРОМЕТИЙ [145]	62 Sm САМАРИЙ 150,4	63 Eu ЕВРОПИЙ 151,96	64 Gd ГАДОЛИНИЙ 157,25	65 Tb ТЕРБИЙ 158,926	66 Dy ДИСПРОСИЙ 162,5	67 Ho ГОЛЬМИЙ 164,93	68 Er ЭРБИЙ 167,26	69 Tm ТУЛИЙ 168,934	70 Yb ИТТЕРБИЙ 173,04	71 Lu ЛЮТЕЦИЙ 174,97
----------------------------	--------------------------	-------------------------------	---------------------------	----------------------------	---------------------------	----------------------------	------------------------------	----------------------------	-----------------------------	----------------------------	--------------------------	---------------------------	-----------------------------	----------------------------

## АКТИНОИДЫ

89 Ac АКТИНИЙ [227]	90 Th ТОРИЙ 232,036	91 Pa ПРОТАКТИНИЙ [231]	92 U УРАН 238,29	93 Np НЕПУТНИЙ [237]	94 Pu ПУТОНИЙ [244]	95 Am АМЕРИЦИЙ [243]	96 Cm КЮРИЙ [247]	97 Bk БЕРКЛИЙ [247]	98 Cf КАЛИФОРНИЙ [251]	99 Es ЭЙНШТЕЙНИЙ [254]	100 Fm ФЕРМИЙ [257]	101 Md МЕНДЕЛЕВИЙ [258]	102 No НОБЕЛИЙ [259]	103 Lr ЛОУРЕНСИЙ [260]
---------------------------	---------------------------	-------------------------------	------------------------	----------------------------	---------------------------	----------------------------	-------------------------	---------------------------	------------------------------	------------------------------	---------------------------	-------------------------------	----------------------------	------------------------------

# Изотопы и изобары

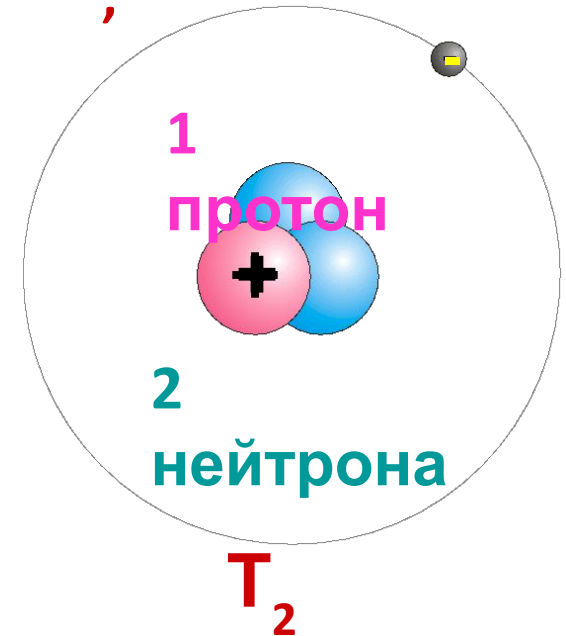
- Частицы одного элемента с различным массовым числом называют ***изотопами***.
- Частицы с одинаковыми массовыми числами, но разными атомными номерами, называются ***изобарами***.

# Изотопы водорода

Протий  ${}^1_1\text{H} = \text{H}$

Дейтерий  ${}^2_1\text{H} = \text{D}$

Тритий  ${}^3_1\text{H} = \text{T}$



Химические свойства воды и «тяжелой» воды – почти одинаковы!

Радиоактивные изотопы

– нестабильные изотопы, которые самопроизвольно распадаются.

${}^{18}\text{O}$

${}^{15}\text{N}$

${}^{14}\text{C}$

${}^{233}\text{U}$

# Изобары с массовым числом

## 3

${}^3\text{T}$  – тритий

${}^3\text{He}$  - гелий

1 протон + 2 нейтрона = 3 нуклона

2 протона + 1 нейтрон = 3 нуклона

# Памятка!!!!

Массовое число:

количество



Общий заряд

частицы:

16

0

—

8

3

Порядковый номер:

Число атомов

данного типа в составе частицы

Количество  $p^+$

$N_p$	$N_n$	$N_e$
$3 * 8 = 24$	$(16 - 8) * 3 = 24$	$24 + 1 = 25$



# ЗАДАНИЕ №1

Выучит наизусть символы, русские и латинские наименования всех элементов с 1 по 92.

Проверка состоится через десять дней на компьютерном тестировании с 15 по 19 сентября.

U – Уран

Po – Полоний

Ru – Рутений

Ag – Серебро

Сера – S

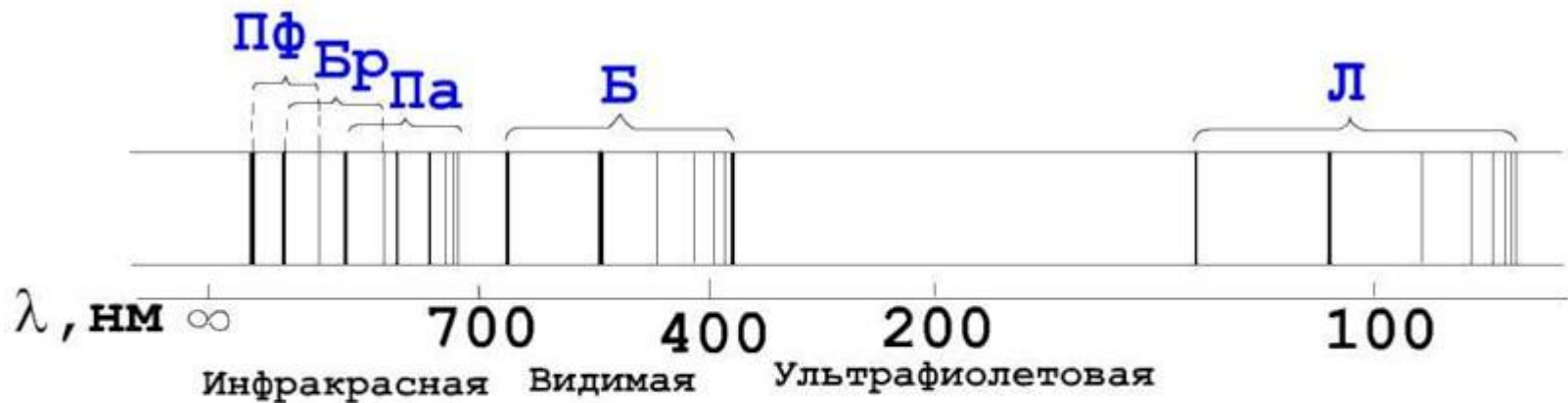
Железо – Fe

Рубидий – Rb

Сурьма – As

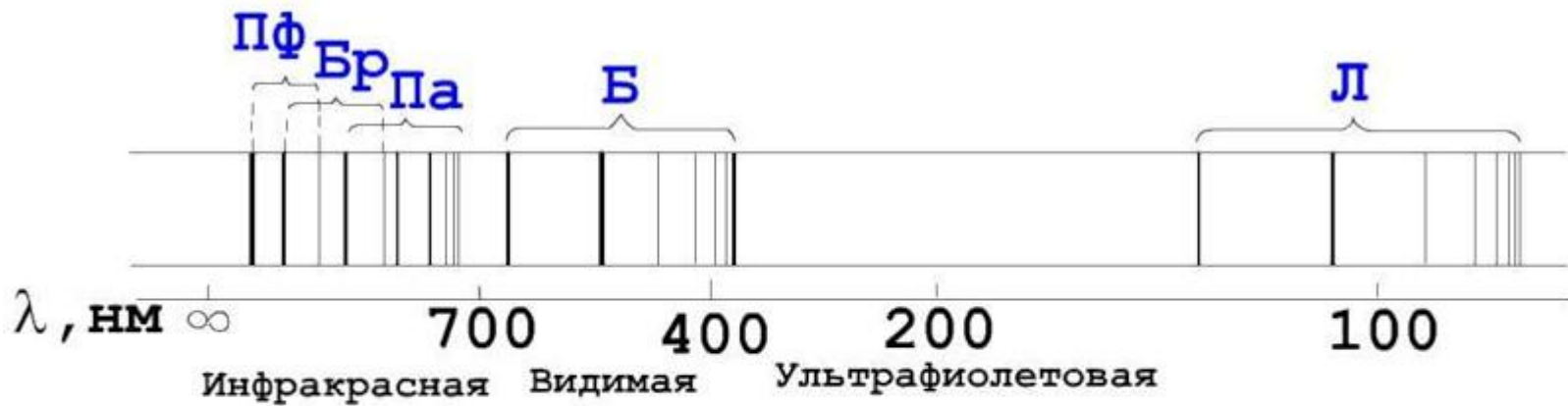
# Химические свойства определяются электронным строением атома.

Как устроено электронное окружение атома? Как увидеть то, чего не видно?



Серии: Пф – Пфунда;  
 Br – Бреккета;  
 Па – Пашена;  
 Б – Бальмера;  
 Л – Лаймана;  
 серия Br перекрывается  
 сериями Пф и Па.

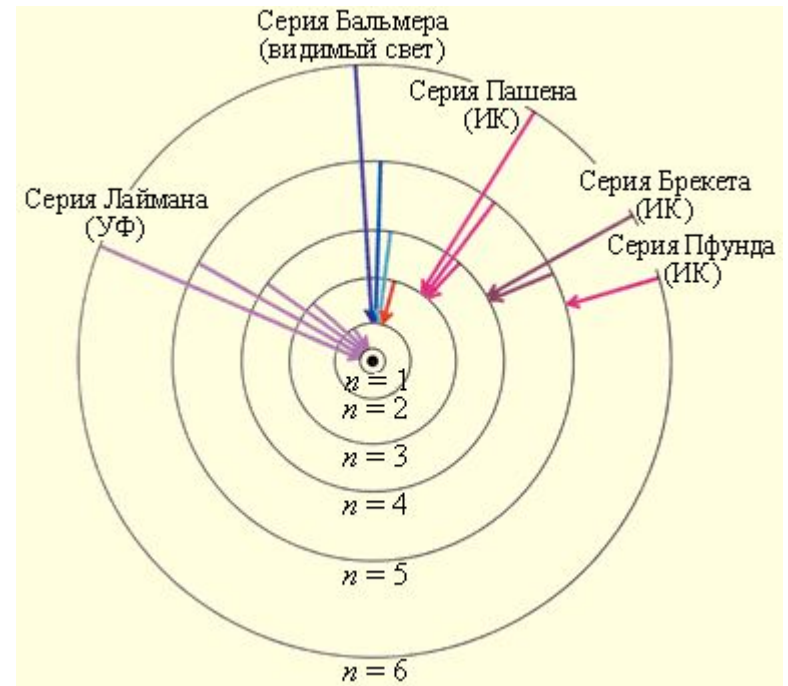
Спектроскопия!!!



Серии: Пф – Пфунда;  
 Бр – Бреккета;  
 Па – Пашена;  
 Б – Бальмера;  
 Л – Лаймана;  
 серия Бр перекрывается  
 сериями Пф и Па.

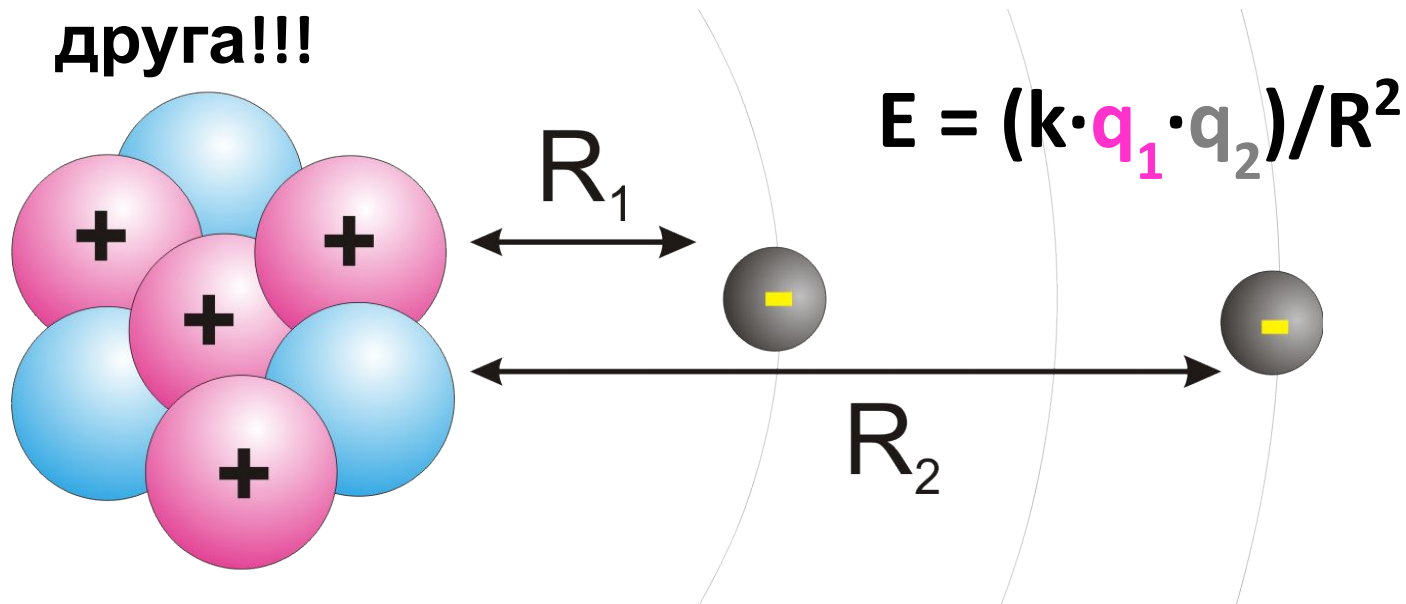
$$E_n = -\frac{Z^2 C}{n^2}$$

$Z$  – заряд ядра,  $n$  – номер уровня,  
 $C = 13.6 \text{ эВ} = 1312 \text{ кДж/моль}$



# Электроны в атоме

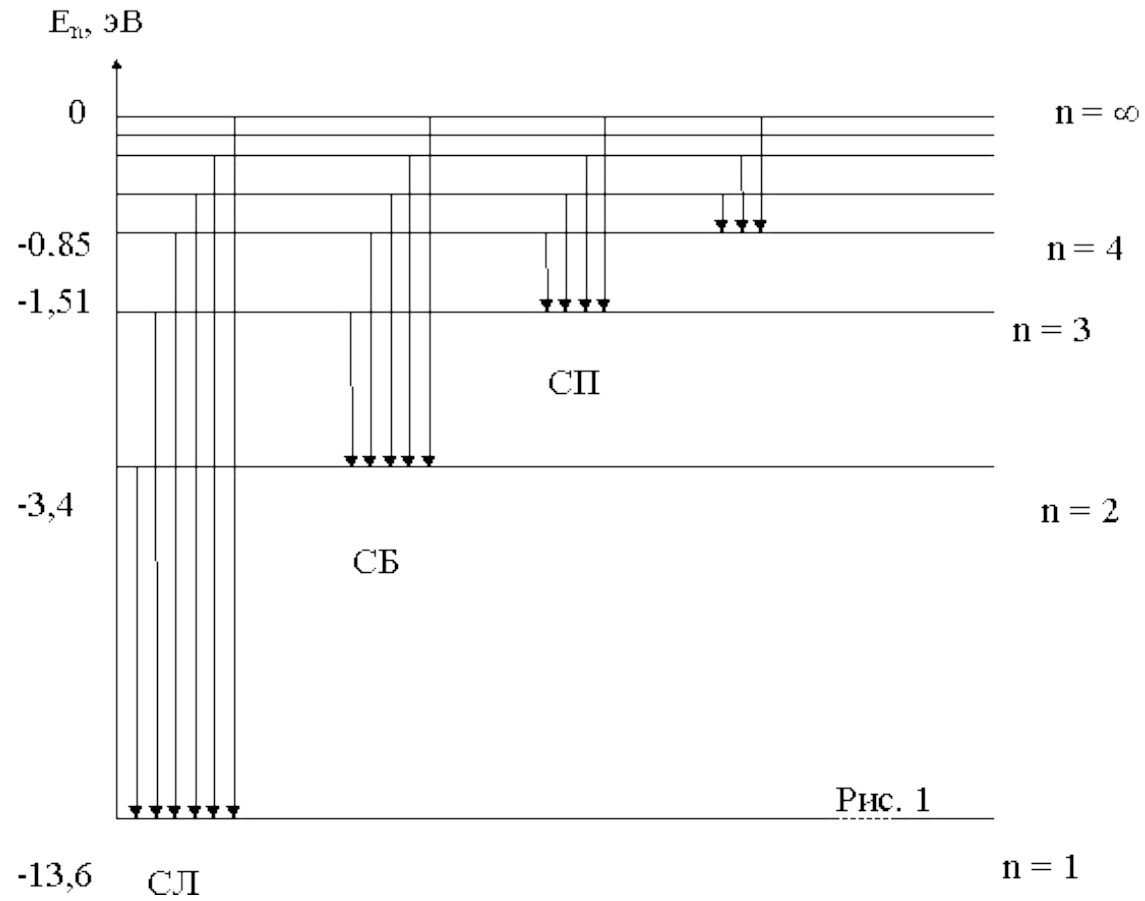
Все электроны отличаются друг от друга!!!



Одни электроны двигаются около ядра, а другие вдали от него.

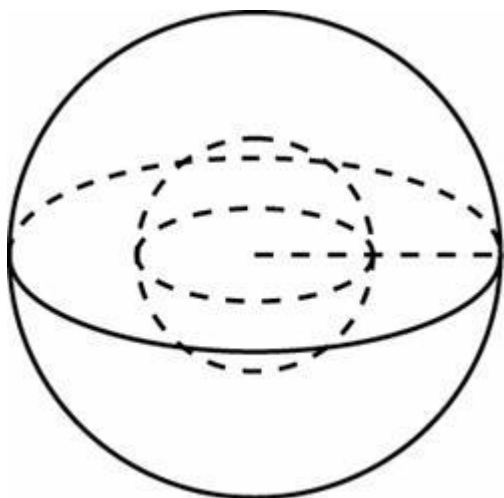
Энергия взаимодействия с ядром - разная.

Запрет Паули: В одном атоме не может быть двух абсолютно одинаковых электронов!!!



$$E_{n-k} = -Z^2 C \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2} \right)$$

## КОЛИЧЕСТВО ЭЛЕКТРОНОВ НА УРОВНЕ



$$S = 4 \pi r^2$$

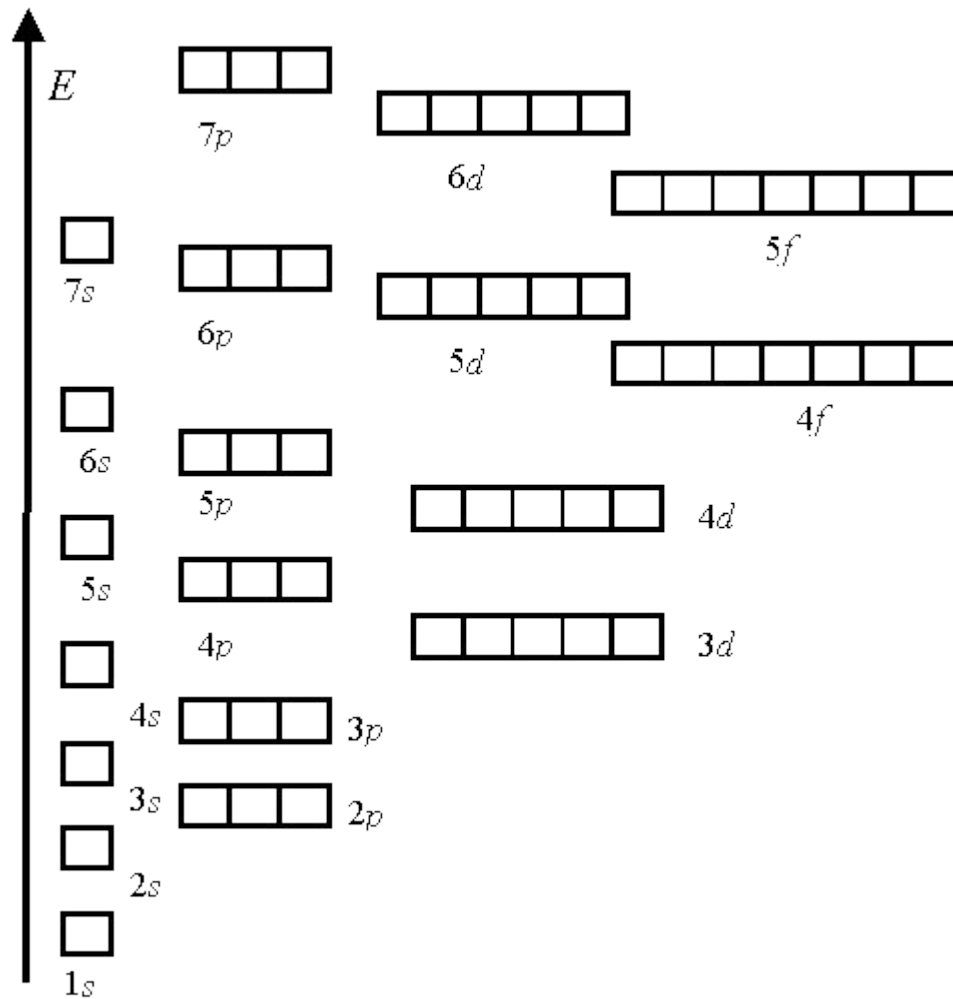
Чем дальше от центра, тем больше мест.  
Количество мест растет квадратично.

$$N_{\text{орбиталей}} = n^2$$

Состояние электрона в атоме без учета спина  
получило название *атомная орбиталь (АО)*  
(по сути, АО и  $\Psi$ -функция – синонимы)

АО – комната для проживания 2 электронов с  
противоположными спинами.

## ОРБИТАЛИ



# Электроны в атоме

Каждый электрон в атоме характеризуется четырьмя квантовыми числами

Название	Обозначение	Принимаемые значения
<u>Главное</u> квантовое число	<b>n</b>	От 1 до $\infty$
<u>Орбитальное</u> квантовое число	<b>l</b>	От 0 до <b>n-1</b>
<u>Магнитное</u> квантовое число	<b>m</b>	От <b>-l</b> до <b>+l</b>
<u>Спиновое</u> квантовое число	<b>s</b>	<b>-1/2</b> или <b>+1/2</b>

Принцип Паули: В одном атоме не может быть двух электронов с одинаковым набором квантовых чисел!!!



# Электроны в атоме

## Главное квантовое

1. Характеризует энергию взаимодействия электрона с ядром

2. У



## Орбитальное квантовое

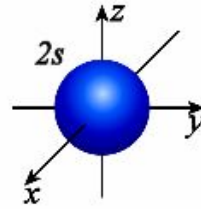
1. Характеризует форму электронного облака

2. Указывает номер электронного

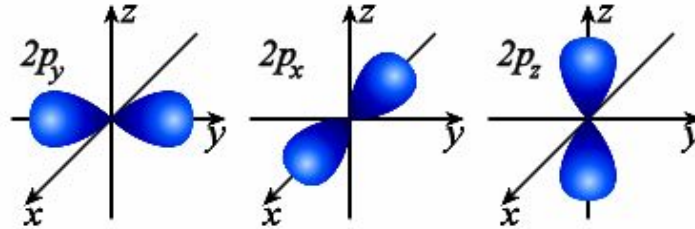
<u>Орбитальное</u> <u>подуровня</u>	0	1	2	3	4
число $l$					
Обозначение	s	p	d	f	g

# Форма электронных облаков

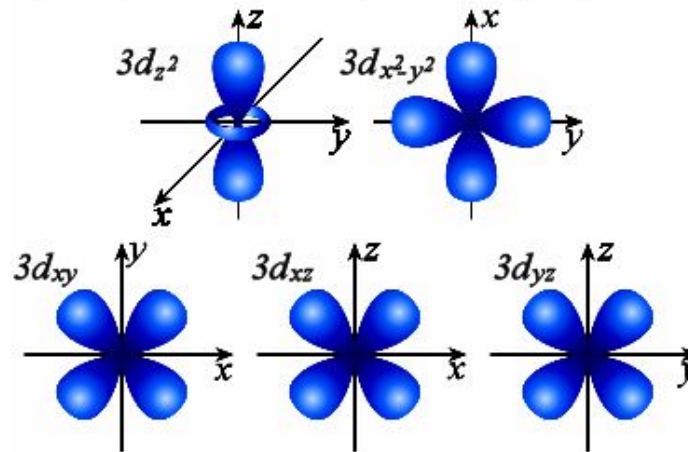
$l = 0$  – это  $s$   
“Сфера”  
 подуровень



$l = 1$  – это  $p$   
“Гантелька”  
 подуровень



$l = 2$  – это  $d$   
“Перевернутые гантельки”  
 подуровень



Электроны двигаются вокруг ядра очень быстро.  
 Они размазаны в пространстве или “делокализованны”

# Электроны в атоме

## Магнитное квантовое число

1. Характеризует  **$m$** : ориентацию электронного облака в пространстве

<u>Магнитное</u> число (от $-\ell$ до $+\ell$ )	0	-1, 0, +1	-2, -1, 0, +1, +2	???
<u>Орбитальное</u> число $\ell$	0 (s)	1 (p)	2 (d)	3 (f)

## Спиновое квантовое

1. Характеризует **число  $S$** : собственное движение электрона
2. Независимая характеристика электрона

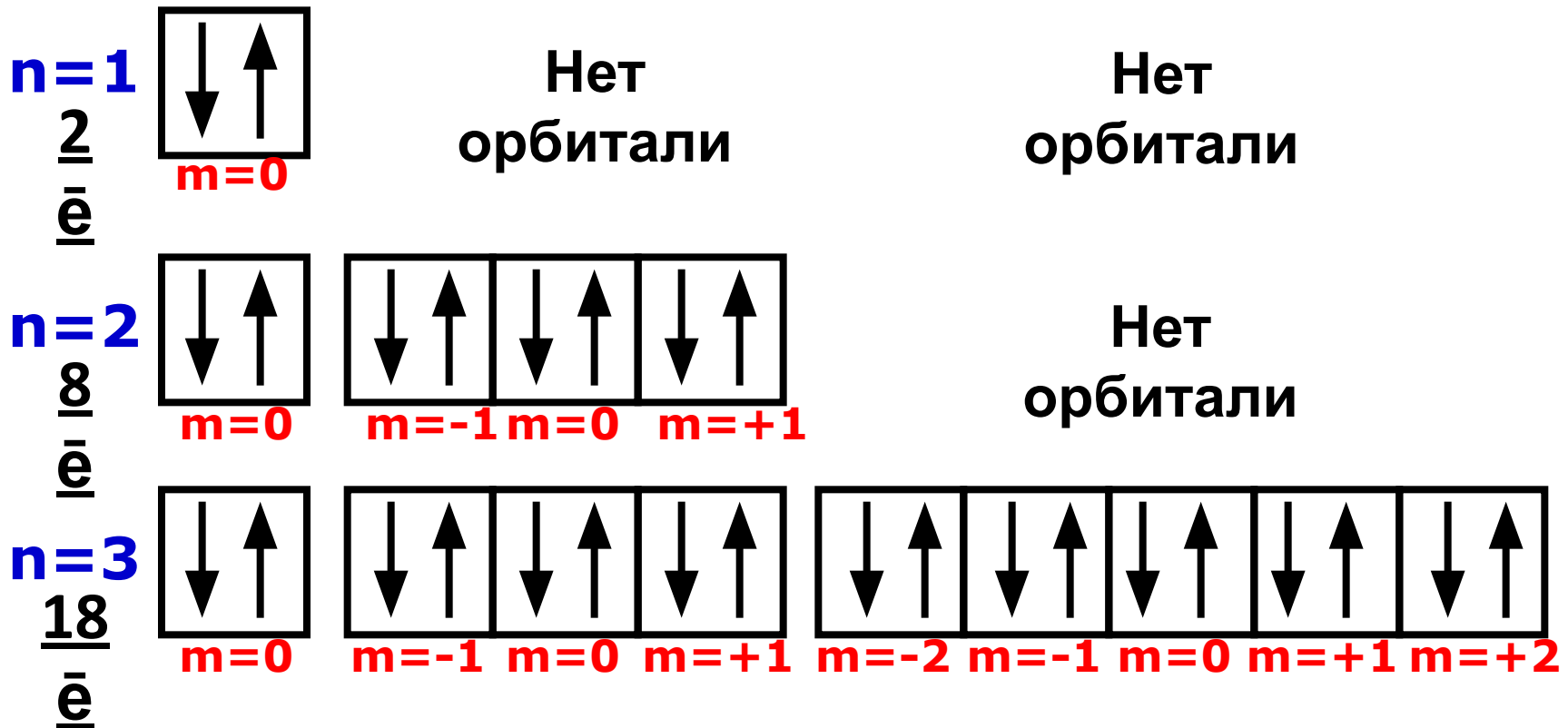


# Квантовые ячейки

s ( $\ell=0$ )

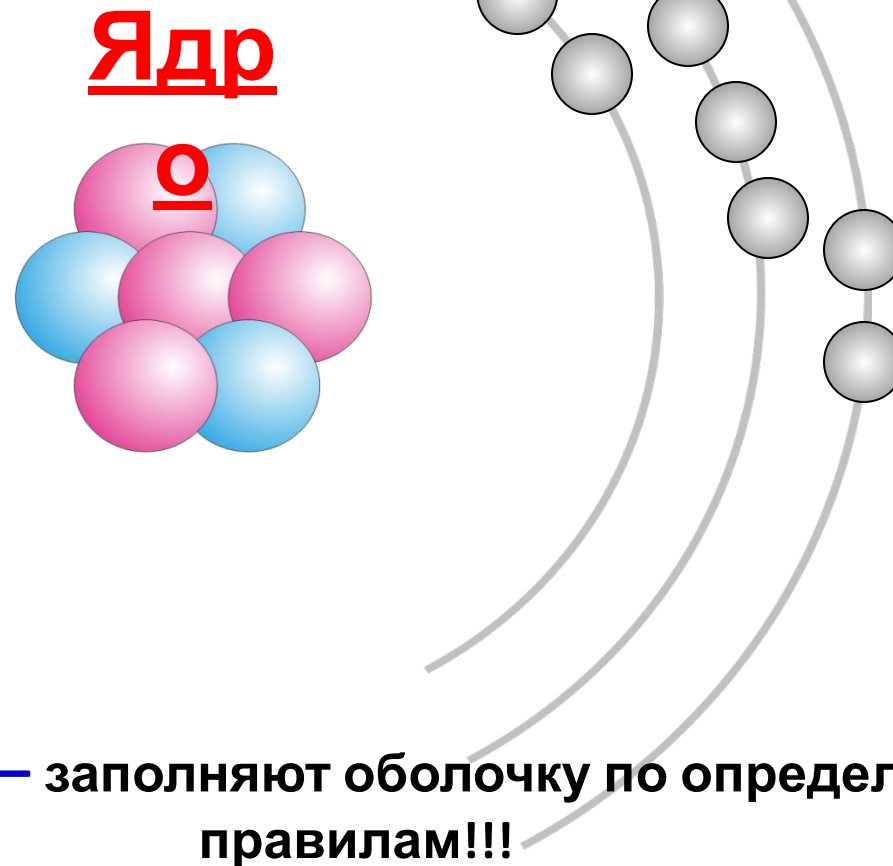
p ( $\ell=1$ )

d ( $\ell=2$ )



В каждой ячейке может находиться не больше двух электронов (спин =  $+1/2$  и  $-1/2$ )

# Заполнение электронной оболочки



Электроны – заполняют оболочку по определенным правилам!!!

# Заполнение электронной оболочки <sup>30</sup>

## Правила заполнения орбиталей

### 1. Принцип минимальной энергии

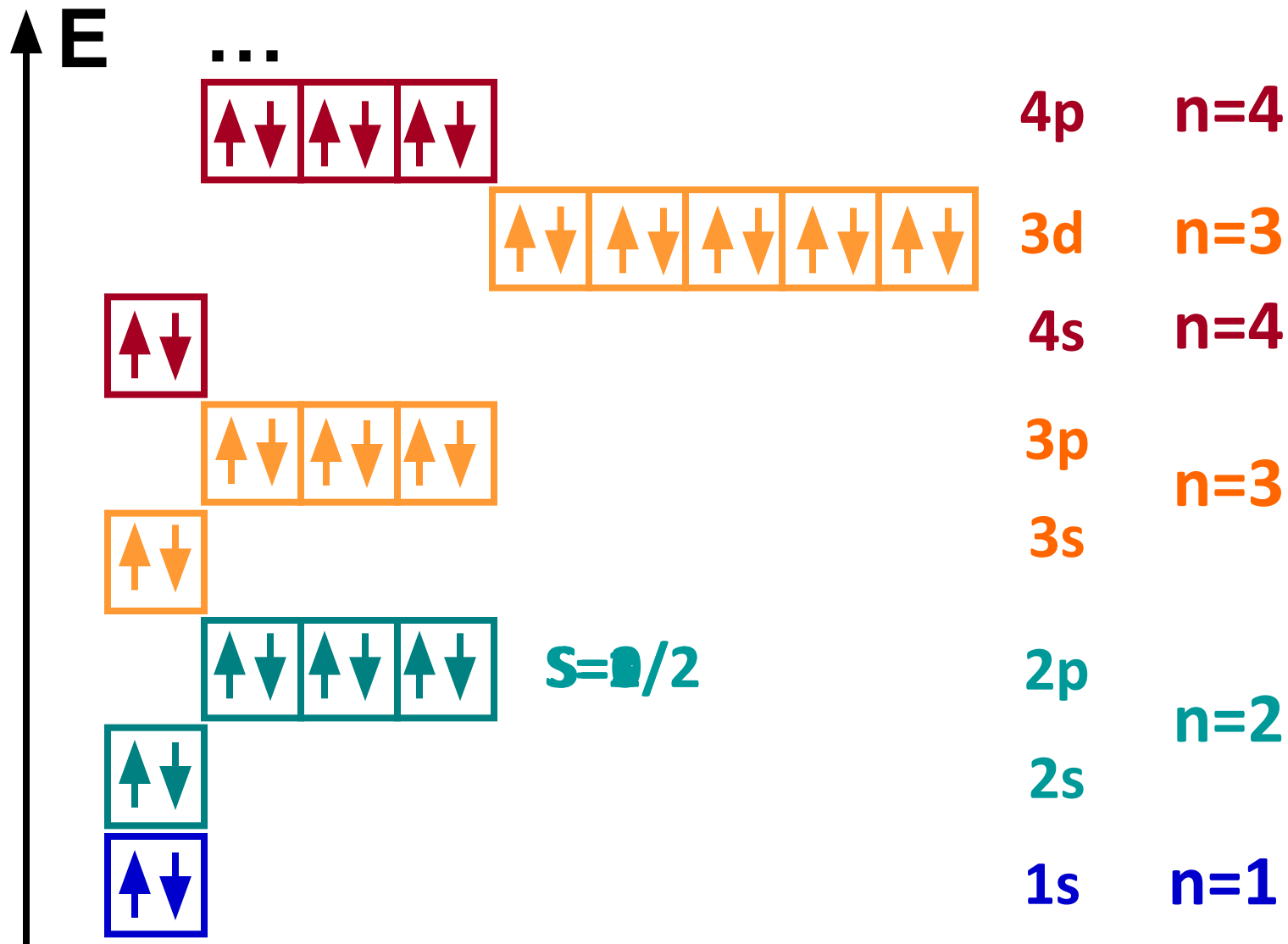
В первую очередь заполняются орбитали, у которых энергия меньше:

- a) Энергия орбитали определяется суммой главного и орбитального квантовых чисел  $n+l$ . Чем меньше значение  $n+l$ , тем ниже энергия орбитали.
- b) При одинаковых значениях суммы  $n+l$  энергия орбитали ниже там, где меньше значение  $n$ .

### 2. Правило Хунда

Заполнение орбитали происходит так, чтобы суммарный спин электронов на орбитали был максимальным.

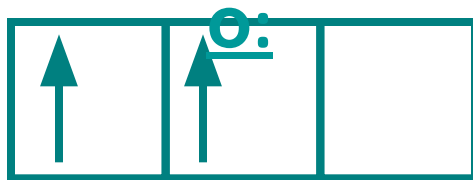
# Заполнение электронной оболочки <sup>31</sup>



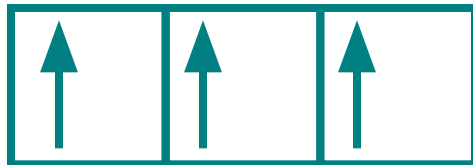
# Правило Хунда (p-орбиталь)

Правильн

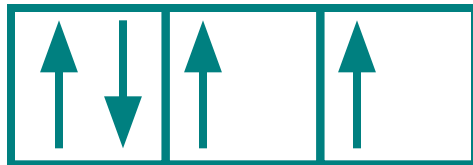
$S=1$



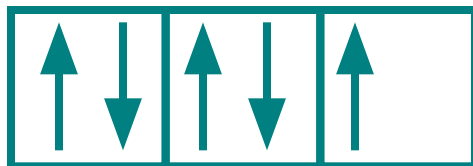
$S=3/2$



$S=1$

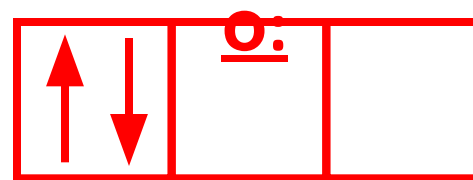


$S=1/2$

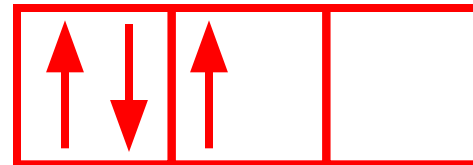


Неправильн

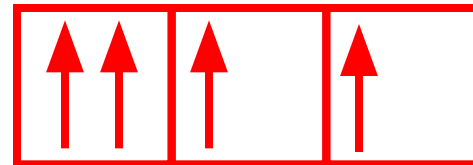
$S=0$



$S=1/2$



$S=2$



Принцип  
Паули  
запрещает!!!



# Электронная конфигурация

Электронная конфигурация – запись распределения электронов атома по энергетическим орбиталям!!!

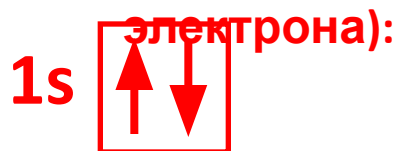
1. Атом водорода Н (1



Электронная конфигурация Н:



2. Атом гелия Ne (2



Электронная конфигурация Ne:



3. Атом лития Li (3

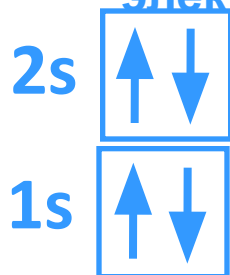


Электронная конфигурация Li:



# Электронная конфигурация

4. Атом лития Be (4  
электрона):



Электронная конфигурация Be:



5. Атом лития В (5  
электронов):



Электронная конфигурация В:

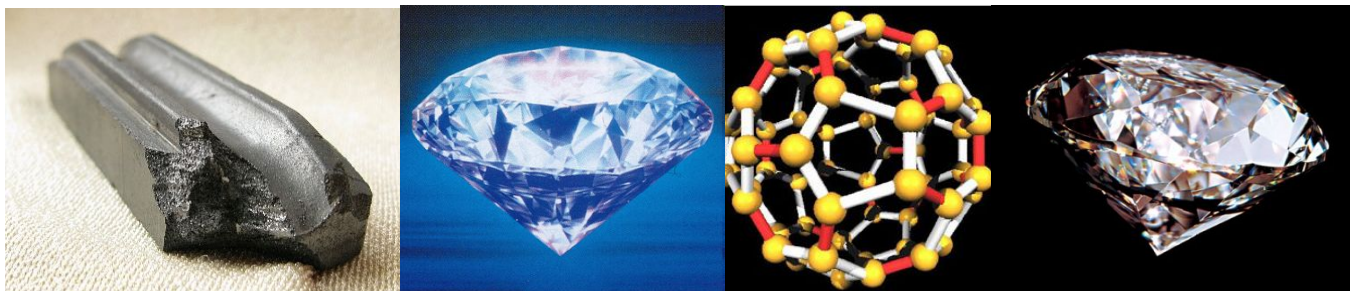


Химические свойства определяются электронным строением внешнего электронного слоя атома.

Электроны на внешнем уровне называются ***валентными***.

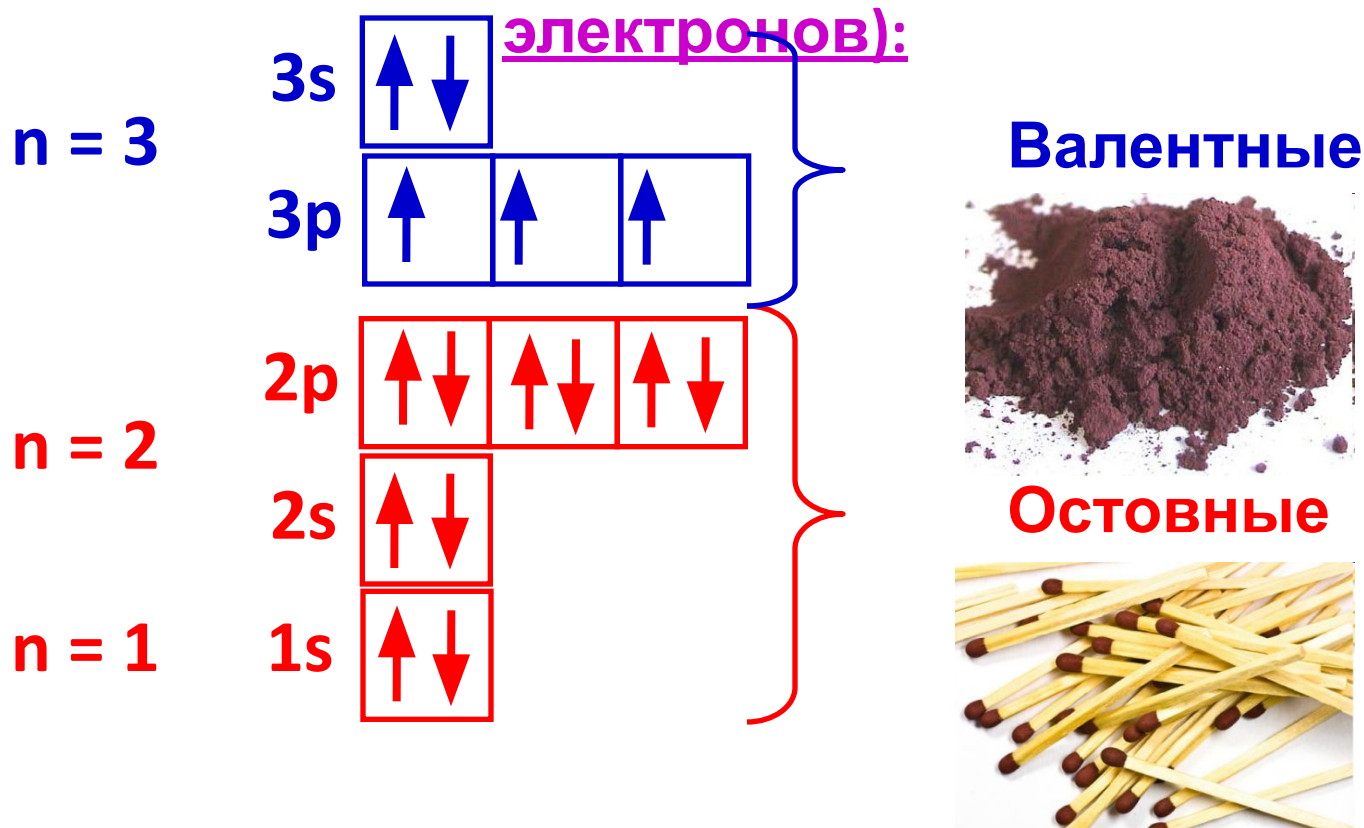
# Валентные электроны

Электроны, находящиеся на открытом (незавершенном) электронном уровне атома называют валентными.  
Остальные электроны называют основными.



# Валентные электроны

Атом фосфора (15



Валентные электроны определяют химические свойства элементов!

# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

www.calc.ru



Д.И. Менделеев  
1834–1907

СИМВОЛ ЭЛЕМЕНТА      ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР

НАЗВАНИЕ ЭЛЕМЕНТА  
ОТНОСИТЕЛЬНАЯ АТОМНАЯ МАССА

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ ПО СЛОЯМ

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

Периоды	Ряды	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ																Энергетические уровни	
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII			
		a	б	a	б	a	б	a	б	a	б	a	б	a	б	а			
1	1	<b>H</b> ВОДОРОД 1,008																<b>He</b> ГЕЛИЙ 4,003	2
2	2	<b>Li</b> ЛИТИЙ 6,941	<b>Be</b> БЕРИЛЛИЙ 9,0122	<b>B</b> БОР 10,811	<b>C</b> УГЛЕРОД 12,011	<b>N</b> АЗОТ 14,007	<b>O</b> КИСЛОРОД 15,999	<b>F</b> ФТОР 18,998										<b>Ne</b> НЕОН 20,179	10
3	3	<b>Na</b> НАТРИЙ 22,99	<b>Mg</b> МАГНИЙ 24,312	<b>Al</b> АЛЮМИНИЙ 26,982	<b>Si</b> КРЕМНИЙ 28,086	<b>P</b> ФОСФОР 30,974	<b>S</b> СЕРА 32,064	<b>Cl</b> ХЛОР 35,453										<b>Ar</b> АРГОН 39,948	18
4	4	<b>K</b> КАЛИЙ 39,102	<b>Ca</b> КАЛЬЦИЙ 40,08	<b>Sc</b> СКАНДИЙ 44,956	<b>Ti</b> ТИТАН 47,956	<b>V</b> ВАНАДИЙ 50,941	<b>Cr</b> ХРОМ 51,996	<b>Mn</b> МАРГАНЦ 54,938	<b>Fe</b> ЖЕЛЕЗО 55,849	<b>Co</b> КОБАЛЬТ 58,933	<b>Ni</b> НИКЕЛЬ 58,7								
	5	<b>Cu</b> МЕДЬ 63,546	<b>Zn</b> ЦИНК 65,37	<b>Ga</b> ГАЛЛИЙ 69,72	<b>Ge</b> ГЕРМАНИЙ 72,59	<b>As</b> МЫШЬЯК 74,922	<b>Se</b> СЕЛЕН 78,96	<b>Br</b> БРОМ 79,904											<b>Kr</b> КРИПТОН 83,8
5	6	<b>Rb</b> РУБИДИЙ 85,468	<b>Sr</b> СТРОНЦИЙ 87,62	<b>Y</b> ИТРИЙ 88,906	<b>Zr</b> ЦИРКОНИЙ 91,22	<b>Nb</b> НИОБИЙ 92,906	<b>Mo</b> МОЛИБДЕН 95,94	<b>Tc</b> ТЕХНЕЦИЙ [99]	<b>Ru</b> РУТЕНИЙ 101,07	<b>Rh</b> РОДИЙ 102,906	<b>Pd</b> ПАЛЛАДИЙ 106,4								
	7	<b>Ag</b> СЕРЕБРО 107,868	<b>Cd</b> КАДМИЙ 112,41	<b>In</b> ИНДИЙ 114,82	<b>Sn</b> ОЛОВО 118,69	<b>Sb</b> СУРЬМА 121,75	<b>Te</b> ТЕЛЛУР 127,6	<b>I</b> ИОД 126,905											<b>Xe</b> КСЕНОН 131,3
6	8	<b>Cs</b> ЦЕЗИЙ 132,905	<b>Ba</b> БАРИЙ 137,34	57–71 ЛАНТАНОИДЫ		<b>Hf</b> ГАФИЙ 178,49	<b>Ta</b> ТАНТАЛ 180,948	<b>W</b> ВОЛЬФРАМ 183,85	<b>Re</b> РЕНИЙ 186,207	<b>Os</b> ОСМИЙ 190,2	<b>Ir</b> ИРИДИЙ 192,22	<b>Pt</b> ПЛАТИНА 195,09							
	9	<b>Au</b> ЗОЛОТО 196,967	<b>Hg</b> РУТУТЬ 200,59	<b>Tl</b> ТАЛЛИЙ 204,37	<b>Pb</b> СВИНЕЦ 207,19	<b>Bi</b> ВИСМУТ 208,98	<b>Po</b> ПОЛОНИЙ [210]	<b>At</b> АСТАТ [210]											<b>Rn</b> РАДОН [222]
7	10	<b>Fr</b> ФРАНЦИЙ [223]	<b>Ra</b> РАДИЙ [226]	89–103 АКТИНОИДЫ		<b>Rf</b> РЕЗЕРФОРДИЙ [261]	<b>Db</b> ДУБНИЙ [262]	<b>Sg</b> СИБОРГИЙ [263]	<b>Bh</b> БОРИЙ [262]	<b>Hn</b> ХАНИЙ [265]	<b>Mt</b> МЕЙТНЕРИЙ	110							
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ		$R_2O$	$RO$	$R_2O_3$	$RO_2$	$R_2O_5$	$RO_3$	$R_2O_7$	$RO_4$										
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ					$RH_4$	$RH_3$	$H_2R$	$HR$											

## ЛАНТАНОИДЫ

57 <b>La</b> ЛАНТАН 138,906	58 <b>Ce</b> ЦЕРИЙ 140,12	59 <b>Pr</b> ПРАЗЕОДИЙ 140,908	60 <b>Nd</b> НЕОДИМ 144,24	61 <b>Pm</b> ПРОМЕТИЙ [145]	62 <b>Sm</b> САМАРИЙ 150,4	63 <b>Eu</b> ЕВРОПИЙ 151,96	64 <b>Gd</b> ГАДОЛИНИЙ 157,25	65 <b>Tb</b> ТЕРБИЙ 158,926	66 <b>Dy</b> ДИСПРОЗИЙ 162,5	67 <b>Ho</b> ГОЛЬМИЙ 164,93	68 <b>Er</b> ЭРБИЙ 167,26	69 <b>Tm</b> ТУЛЛИЙ 168,934	70 <b>Yb</b> ИТТЕРБИЙ 173,04	71 <b>Lu</b> ЛЮТЕЦИЙ 174,97
-----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

## АКТИНОИДЫ

89 <b>Ac</b> АКТИНИЙ [227]	90 <b>Th</b> ТОРИЙ 232,036	91 <b>Pa</b> ПРОТАКТИНИЙ [231]	92 <b>U</b> УРАН 238,29	93 <b>Np</b> НЕПУНИЙ [237]	94 <b>Pu</b> ПЛУТОНИЙ [244]	95 <b>Am</b> АМЕРЦИЙ [243]	96 <b>Cm</b> КУРИЙ [247]	97 <b>Bk</b> БЕРКЛИЙ [247]	98 <b>Cf</b> КАЛИФОРНИЙ [251]	99 <b>Es</b> ЭЙНШТЕЙНИЙ [254]	100 <b>Fm</b> ФЕРМИЙ [257]	101 <b>Md</b> МЕНДЕЛЕВИЙ [258]	102 <b>No</b> НОБЕЛИЙ [259]	103 <b>Lr</b> ЛОУРЕНСОН [260]
----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

# Современная периодическая система элементов Д.И.Менделеева

Group 1 Грунна												18	
Ia												0	
Period Период	1											2	
	1s <sup>1</sup>											1s <sup>2</sup>	
Hydrogen Водород												Helium Гелий	
11 Na 12 Mg												10 Ne	
Lithium Литий												Neon Неон	
11 Na 12 Mg												10 Ne	
Sodium Натрий												Argon Аргон	
Magnesium Магний												Krypton Криптон	
3												4	
19 K 20 Ca												36 Kr	
Potassium Калий												Krypton Криптон	
Calcium Кальций												Xenon Ксенон	
4												5	
37 Rb 38 Sr												54 Xe	
Rubidium Рубидий												Xenon Ксенон	
Strontium Стронций												Radon Радон	
5												6	
55 Cs 56 Ba												86 Rn	
Caesium Цезий												Radon Радон	
Barium Барий												Oganesson Оганесон	
6												7	
87 Fr 88 Ra												118 Og	
Francium Франций												Oganesson Оганесон	
Radium Радий												Tennessine Теннесси	
7												8	
89 Ac												119 Uue	
Actinium Актиний												Ununennium Унуненний	
9												10	
101 Rf												120 Uuq	
Rutherfordium Резерфордий												Ununquadium Унунквадий	
11												12	
103 Lr												132 Uub	
Lawrencium Лоренсий												Ununseptium Унунсептий	
* Element has no stable nuclides. For radioactive elements the value in parentheses refers to the number of nucleons (mass number) of the most stable isotope (IUPAC, 1995)													
* Элемент не имеет устойчивых изотопов. Для него в скобках приведено значение массового числа (число нуклонов в ядре) наиболее долгоживущего изотопа (ИЮПАК, 1995).													
{} Alternative english name													
[] American spelling of the element's name													
{} Альтернативное английское название													
[] Американское написание названия элемента													

Атомная масса, относительная 186.207 Atomic mass, relative

Атомный номер. Обозначение **75Re** Atomic No. Symbol

Распределение электронов [Xe]4f<sup>14</sup>5d<sup>5</sup>6s<sup>2</sup> Electron configuration

Температура плавления (°C) 3180 Melting point (°C)

Температура кипения (°C) 5627 Boiling point (°C)

Электроотрицательность 1.9/1.46 Electronegativity (Pauling/Allred & Rochov)

Название Rhenium Рений Name

Латинское название Rhenium Latin name

Groups 1...18 IUPAC 1989  
Groups IA...VIII...0 IUPAC 1970  
Группы 1...18 ИЮПАК, 1989  
Группы IA...VIII...0 ИЮПАК, 1970

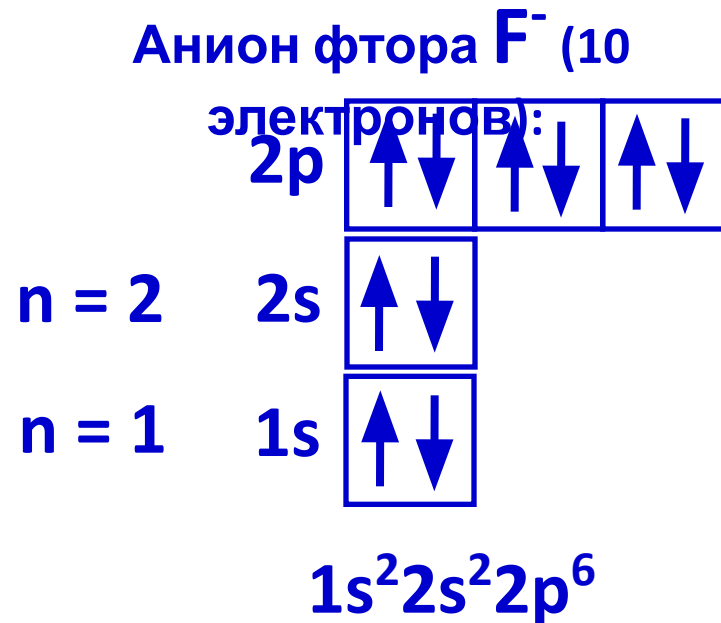
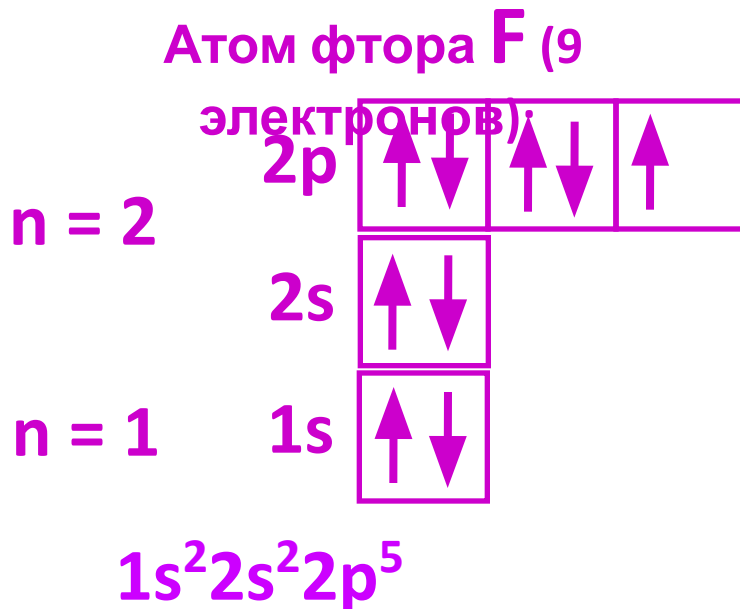
13	14	15	16	17
IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa
5 B	6 C	7 N	8 O	9 F
10	11	12	13	14
Aluminum (Aluminium) Алюминий	Silicon Кремний	Phosphorus Фосфор	Sulfur Сера	Chlorine Хлор

© П.С.Саффуллин,  
А.Р.Саифуллин, 2004  
© R.S.Saifullin,  
A.R.Saifullin, 2004

Mar. 2004

# Электронная конфигурация аниона

Атомы приобретают дополнительные электроны в порядке заполнения электронной оболочки.



Пример  
ы:





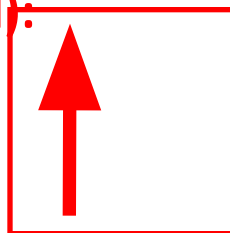
- *Энергия выделяющаяся или поглощающаяся при присоединении электрона к атому называется **средство к электрону***
- $A + e \rightarrow A^-$
- $A(Li) = - 57 \text{ кДж/моль}$  (энергия выделяется)
- $A(N) = 20 \text{ кДж/моль}$  (энергия поглощается)

# Электронная конфигурация катиона

Атомы теряют электроны в порядке обратном заполнению электронной оболочки.

1. Атом водорода **H** (1

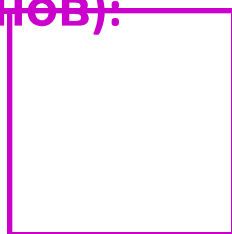
электрон):  
 $n = 1$      $1s$



$1s^1$

1. Катион водорода **H<sup>+</sup>** (0

электронов):  
 $n = 1$      $1s$



$1s^0$

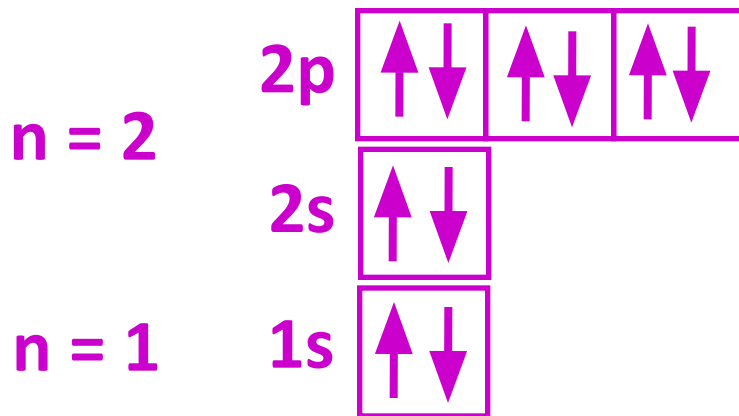
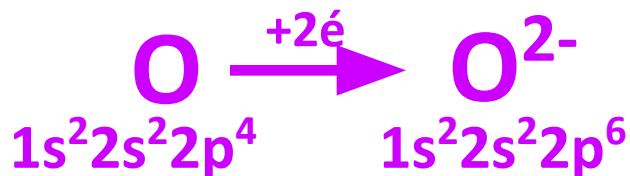
В первую очередь атом теряет валентные  
Валентные электроны определяют химические свойства  
 элементов!

**Для d – элементов сначала теряются s – электроны!!!**

- Fe – [Ar] 3d<sup>6</sup>4s<sup>2</sup>
- Fe<sup>2+</sup> – [Ar]3d<sup>6</sup>
- Энергия необходимая для отрыва электрона называется ***энергия ионизации.***
  - A → A<sup>±</sup> + e
  - I(H) = 1312 кДж/моль
  - I<sub>1</sub>(Na) = 495 кДж/моль
  - I<sub>2</sub>(Na) = 4565 кДж/моль

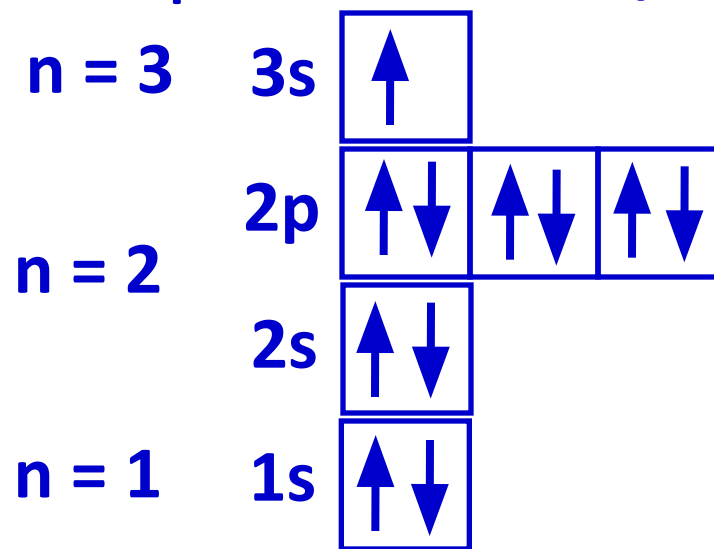
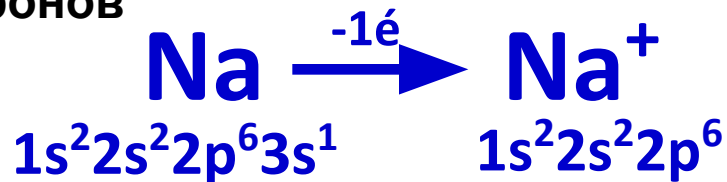
# Изоэлектронные частицы

Изоэлектронные частицы – частицы с одинаковым количеством электронов



10

=



10

Частицы  $\text{O}^{2-}$  и  $\text{Na}^+$  - изоэлектронны друг другу!!!

# К чему стремятся атомы?

- Основное состояние.
- К полностью заполненному внешнему уровню. Октет электронов.
- Или на половину заполненному.

