

СТРОЕНИЕ АТОМА

АТОМ

А́том (от др.-греч. *ἄτομος* - неделимый) - частица вещества, наименьшая часть химического элемента, являющаяся носителем его свойств.

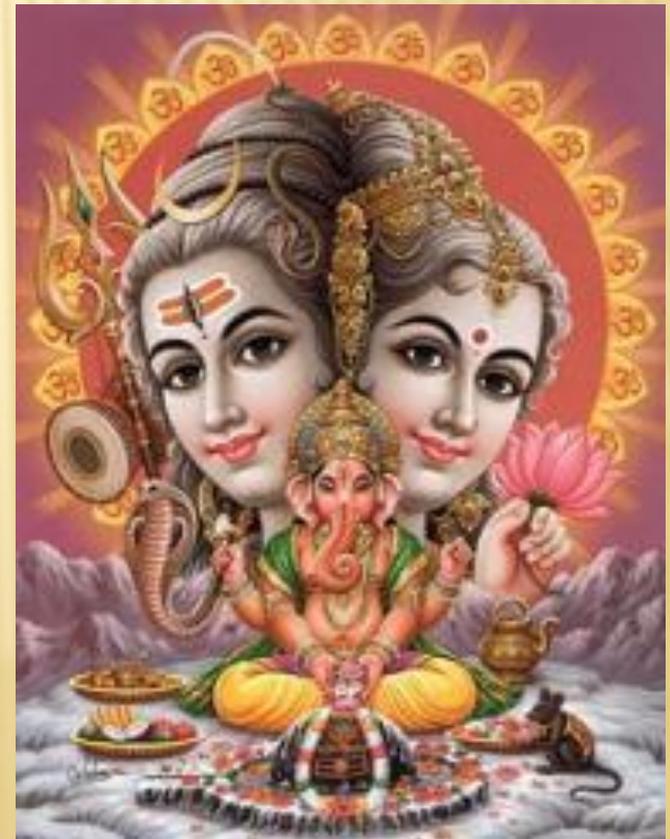
Атомистические теории

ИНДИЙСКИЙ АТОМИЗМ

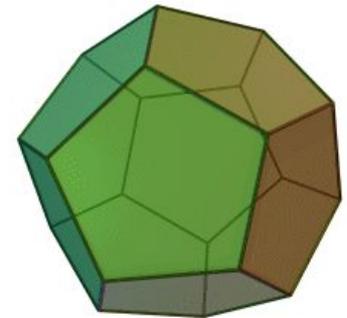
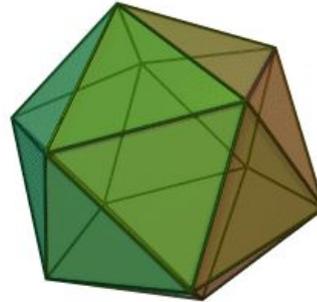
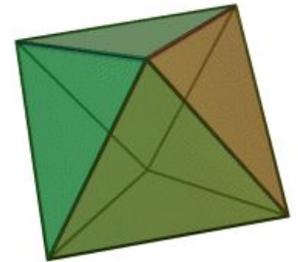
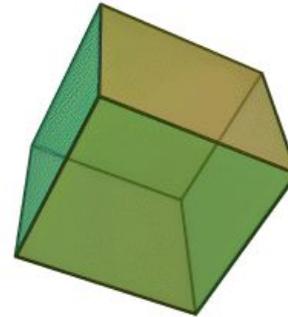
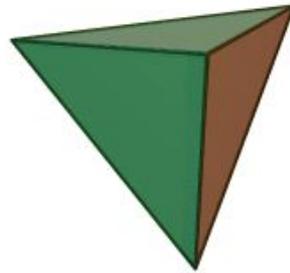
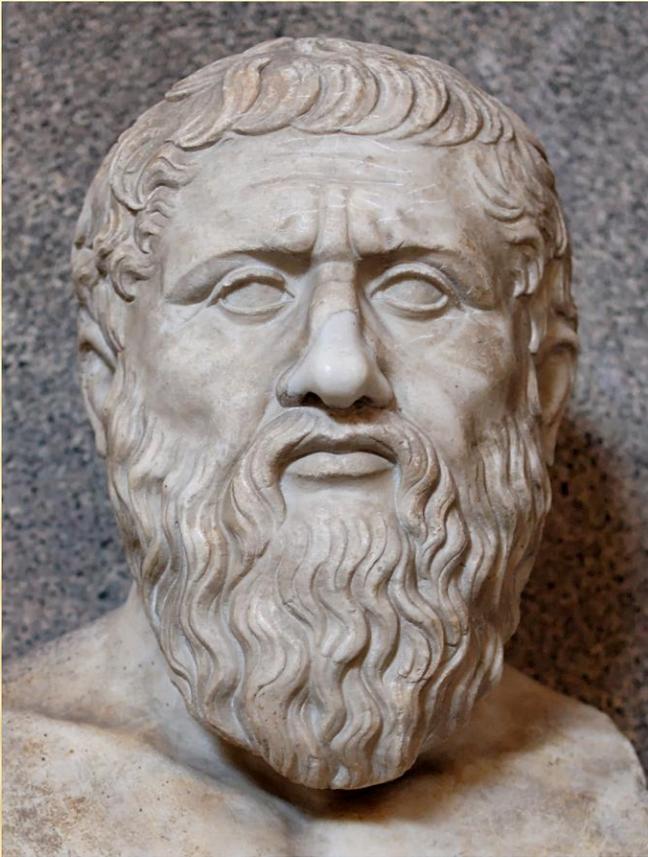
Параману - элементарная частичка мироздания, предельно малая частичка, сферической формы, субстрат постоянных качеств.

Неизменные, невоспринимаемые, неделимые атомы образуют временные и воспринимаемые объекты.

Основу неделимых частичек и их связь между собой осуществляет сила нематериального характера.



Платон (V в. до н.э.)

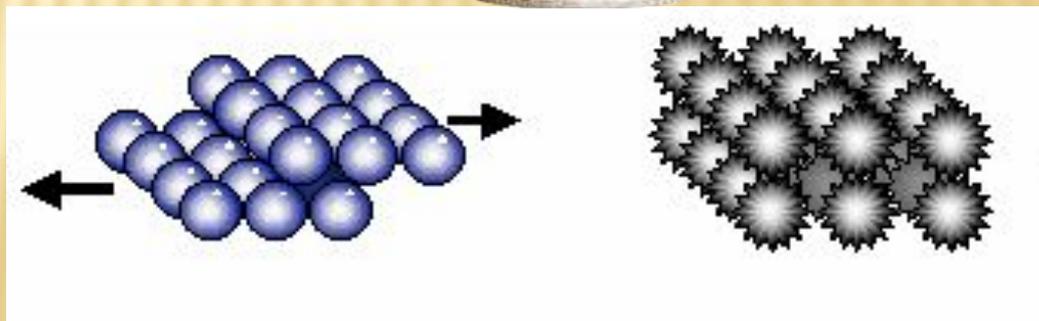
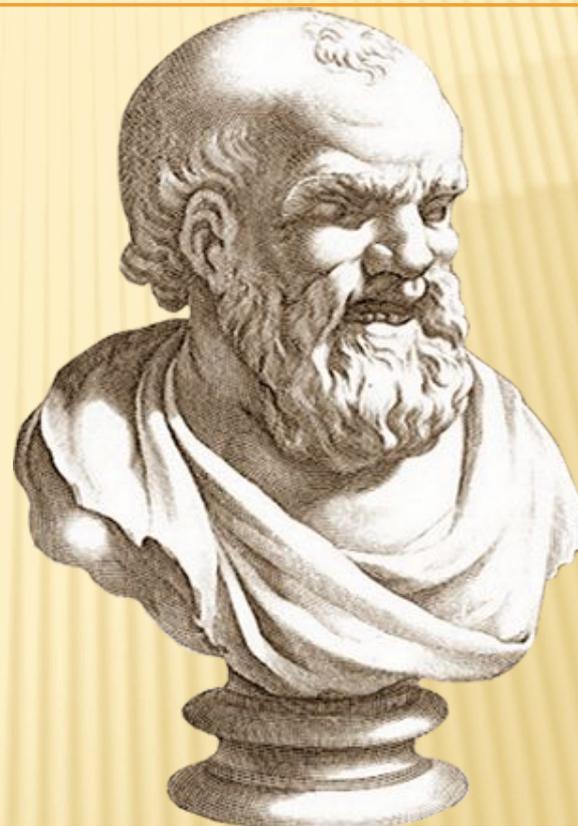


Треугольники - дискретные порции
континуума. Многогранники –
«молекулы»

▣ *Демокрит* (IV в. до н.э.)

Весь мир состоит из
атомов и пустоты.

Атомы едины,
неделимы, неизменны,
неуничтожимы,
непроницаемы.

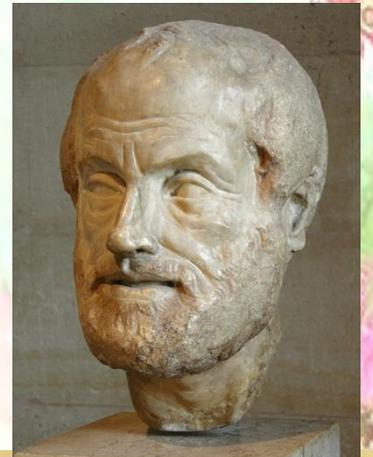


КОНТИНУАЛИЗМ

БЕСКОНЕЧНАЯ ВЛОЖЕННОСТЬ МАТЕРИИ

Древняя Китайская философия

Аристотель (IV в. до н.э.)

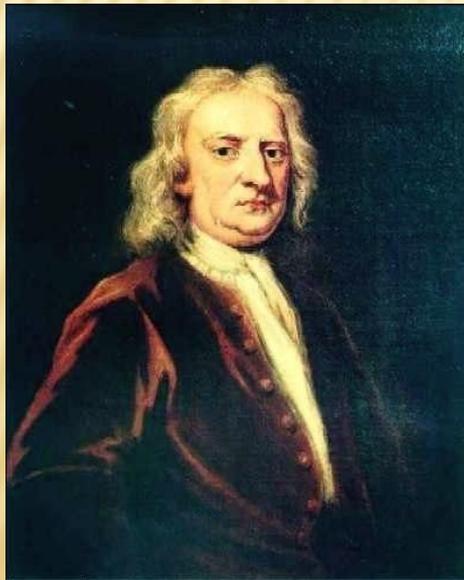


НАУЧНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ XVII В.

Пьер Гассендис (1592-1655г):

неделимые, исчезающие
атомы.

Взаимодействие тел за счет
потоков атомов.



Исаак Ньютон (1643 -1727г):

иерархия корпускул,
образованная интенсивными
силами взаимного притяжения
частей.

«Неразложимость частиц»

следствие ограниченных
возможностей

экспериментальной техники.

ПРИРОДА СВЕТА



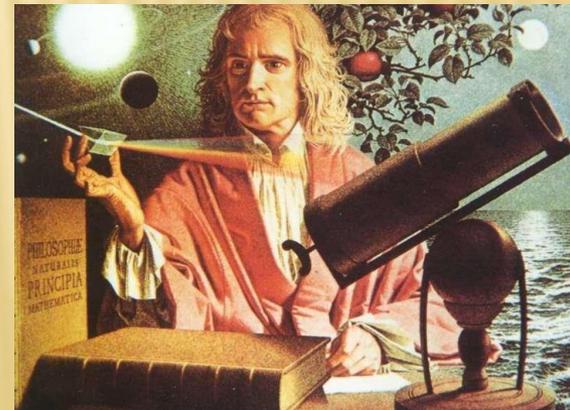
Christaan Huygens
(1629-1695)

Волновая - свет есть
волна в невидимом эфире



Robert Hooke
(1635-1703)

Корпускулярная - свет состоит
из мелких частиц (корпускул),
излучаемых светящимся телом.



Михаило Ломоносов

(1711-1765)



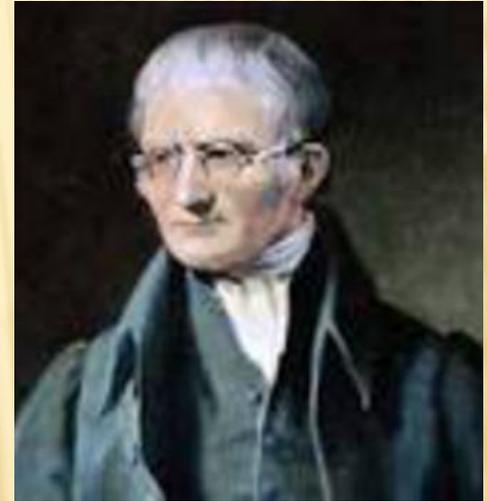
Элемент (атом) - шарообразная
вращающаяся частица

«Элемент есть часть тела, не состоящая из каких-либо других меньших и отличающихся от него тел... Корпускула есть собрание элементов, образующее одну малую массу».

«Однородные» корпускулы состоят из «одинакового числа одних и тех же элементов, соединённых одинаковым образом», и «разнородные» из разных.

АТОМИСТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ДАЛЬТОНА

- ✓ Все вещества состоят из большого числа атомов (простых или сложных).
- ✓ Атомы одного вещества полностью тождественны. Простые атомы абсолютно неизменны и неделимы.
- ✓ Атомы различных элементов способны соединяться между собой в определённых соотношениях.
- ✓ Важнейшим свойством атомов является *атомный вес*.

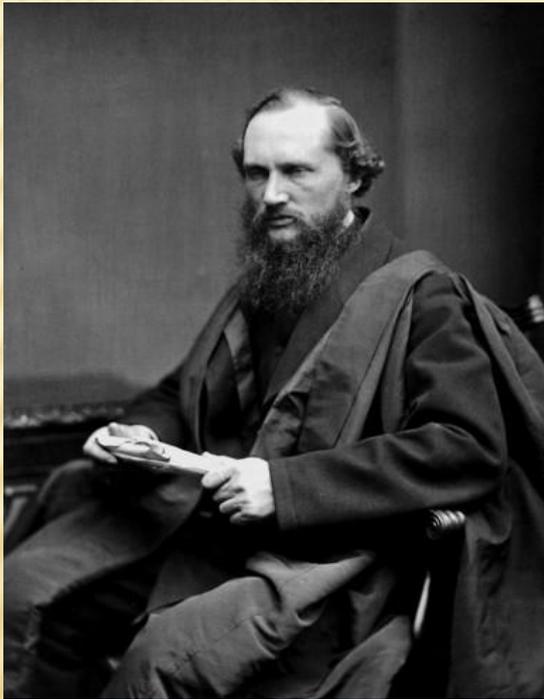


Дальтон (Dalton), Джон (1766-1844)

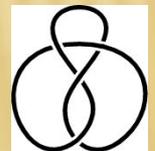
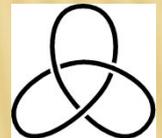
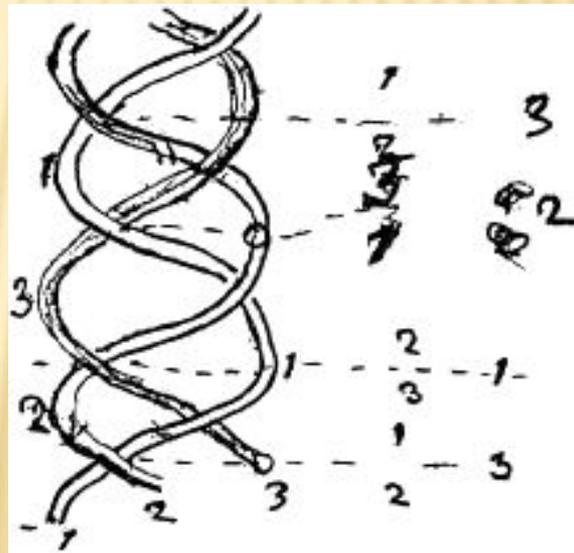
ELEMENTS			
	<u>Wt.</u>		<u>Wt.</u>
⊙ Hydrogen	1	⊙ Copper	56
⊕ Azote	5	⊕ Lead	90
⊙ Carbon	6	⊙ Silver	190
⊙ Oxygen	7	⊙ Gold	190
⊕ Phosphorus	9	⊕ Platina	190
⊕ Sulfur	13	⊙ Mercury	167

Уильям Томсон, барон Кельвин

(1824 -1907)



Атомы - узлы в эфире. Узлы сами формируются из вихрей эфира. Тип узла обуславливает физико-химические свойства атомов.



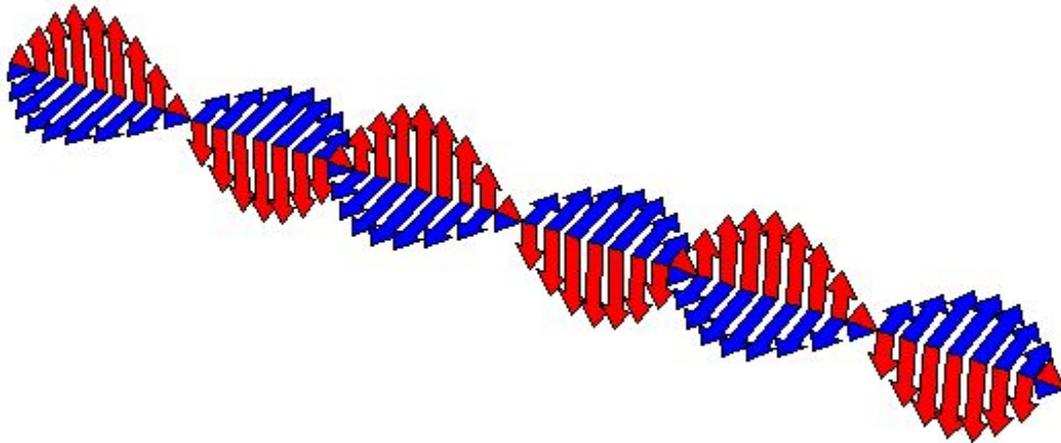
Три переплетенных Вихря эфира

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ПРИРОДА СВЕТА

Джеймс Клерк Максвелл

(1831 - 1879)

В 1864г. создал теорию
электромагнитного поля, предположил
существование э/м волн.



Свет –
электромагнитная
волна,
колебания
невидимого эфира

ОТКРЫТИЕ РАДИОАКТИВНОСТИ

- В 1896 г. *А. Беккерель*, изучая явление люминесценции солей урана, обнаружил явление радиоактивности.
- 1897-98 г. *Мария Склодовская-Кюри* обнаружила аналогичное излучение у тория и открыла новые радиоактивные элементы: полоний, радий.
- 1899г. - *Э. Резерфорд* в результате проведенных опытов открыл неоднородность радиоактивного излучения, α, β, γ -лучи

Макс Планк (1858 -1947)

Квантовая гипотеза:

при тепловом излучении энергия испускается и поглощается не непрерывно, а порциями. Каждая порция-квант имеет энергию, пропорциональную частоте ν излучения:

$$\Delta E = h\nu$$

$$h = 6,626\ 070\ 040(81) \times 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$$

$$\hbar \equiv \frac{h}{2\pi}$$

$$\hbar = 1,054\ 571\ 800(13) \times 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$$





Альберт Эйнштейн (1879-1955):

1905 г. Специальная теория относительности.

Закон взаимосвязи массы и энергии: .

$$E=mc^2$$

$$c = 299\,792\,458 \text{ м/с}$$

Квантовая теория фотоэффекта.

Любое монохроматическое излучение состоит из совокупности квантов, энергия кванта пропорциональна частоте, а коэффициент пропорциональности - постоянная Планка.

1907—1916г. Общая теория относительности.

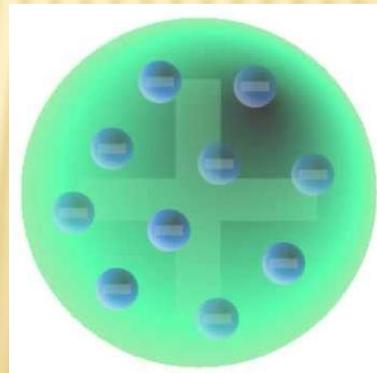
Джозеф Джон Томсон
(1856 - 1940)

1897г. - открыл электрон.

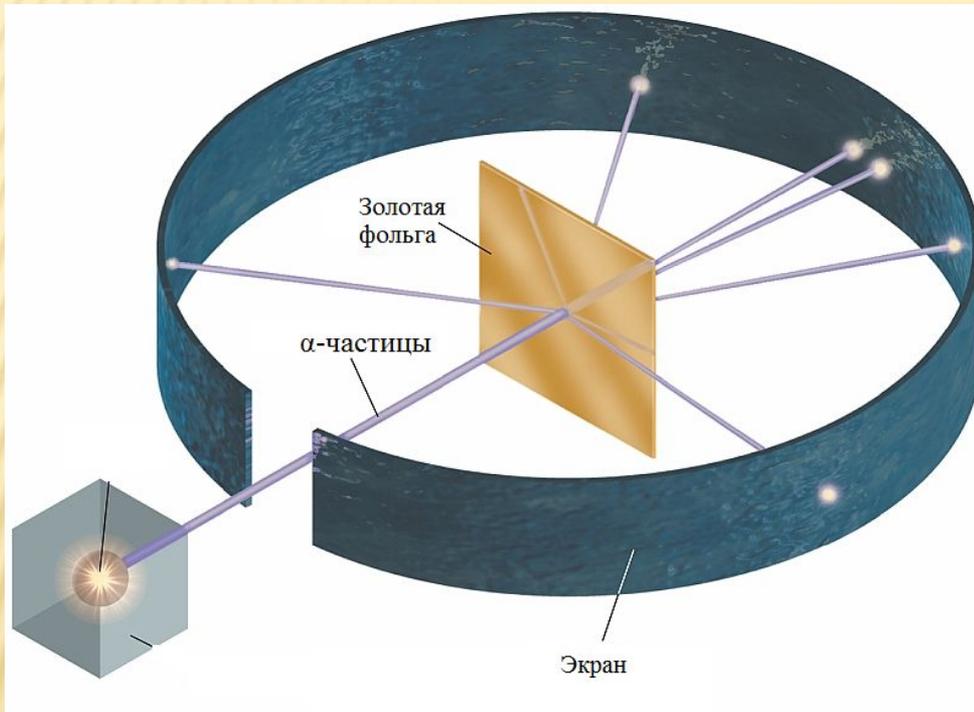
1904г. - выдвинул гипотезу о том, что электрон находится внутри атома.



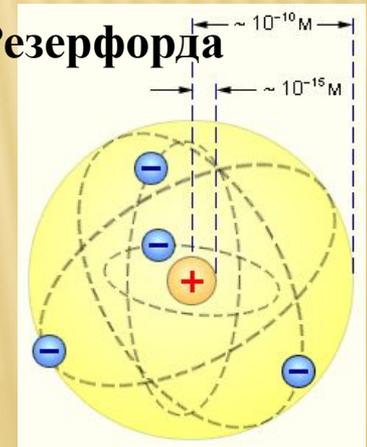
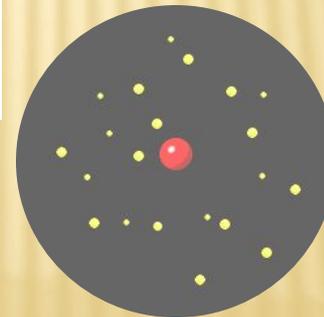
Модель атома Томсона



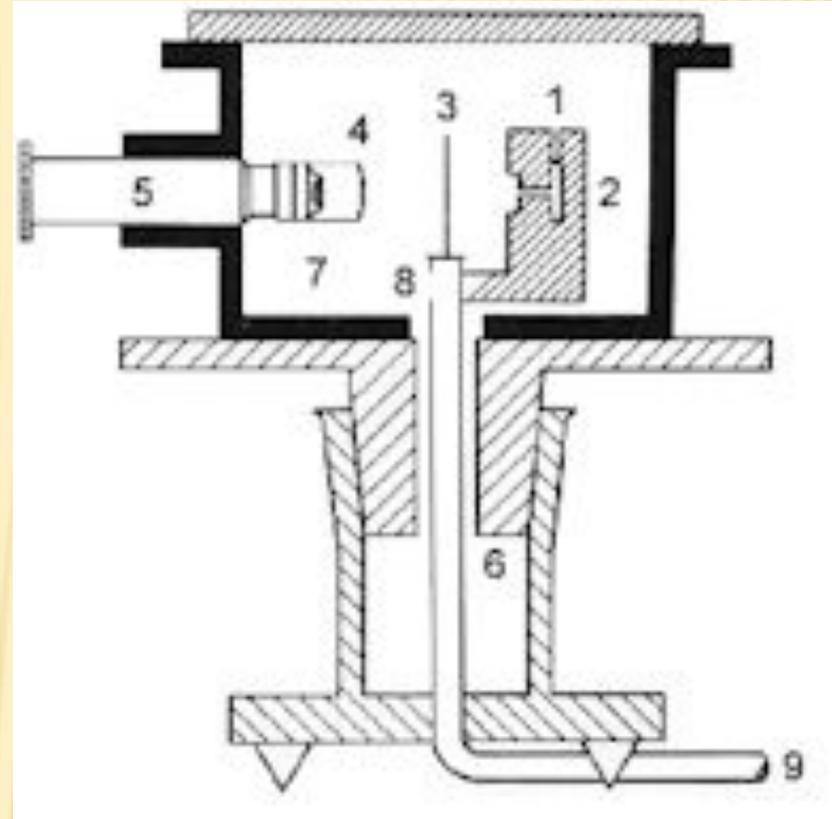
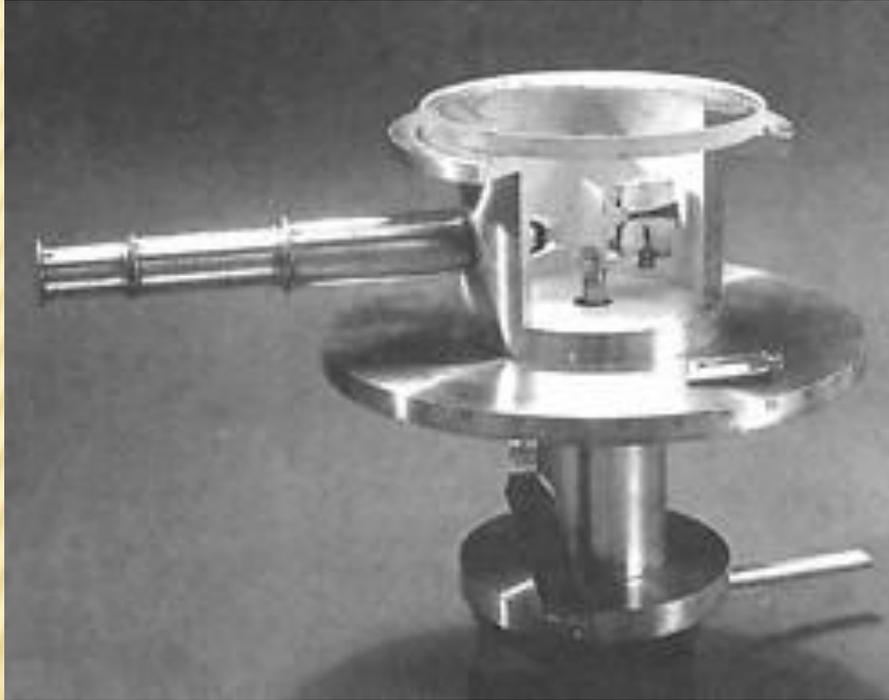
ОПЫТЫ РЕЗЕРФОРДА



Модель атома Резерфорда



1911 г.



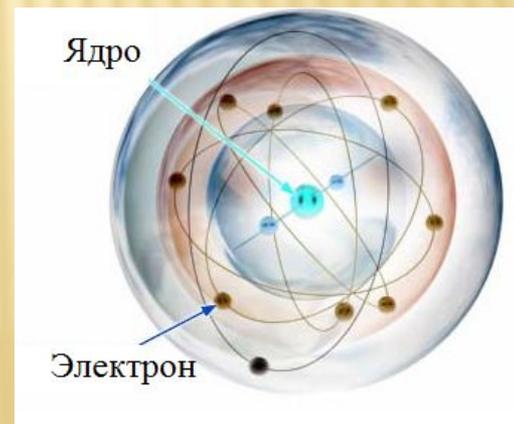
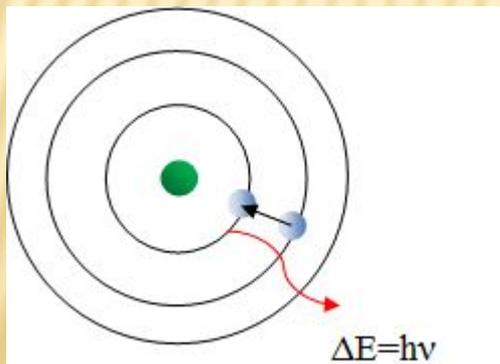
1 – источник α -частиц (свинцовая камера с радием), 3 – золотая фольга, 5 – микроскоп для наблюдения, 7 – экран ZnS

Нильс Бор (1885-1962)

1913 г. создал квантовую теорию водородоподобного атома. H, He⁺



Планетарная модель атома



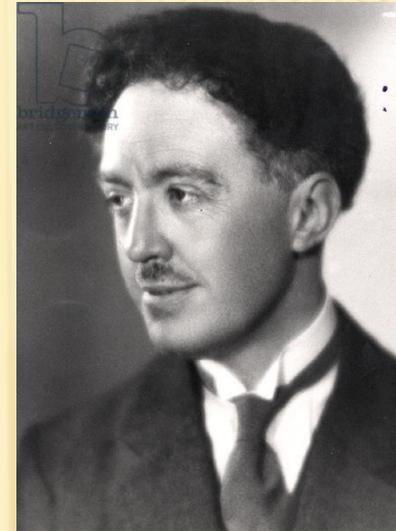
Квантово-волновой дуализм

Луи де Бройль (1892-1987)

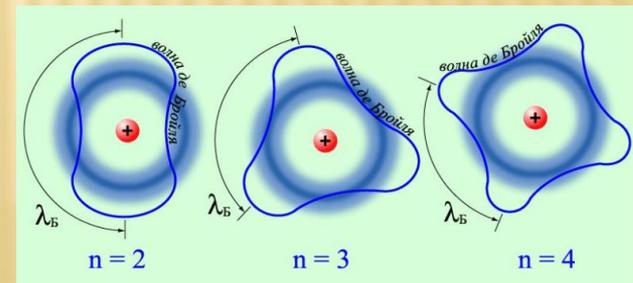
1924 г. гипотеза о волновых свойствах частиц

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

Частицы микромира могут быть описаны как с использованием математического аппарата, основанного на волновых уравнениях, так и с помощью формализма, основанного на представлении об объекте как о частице или как о системе частиц.



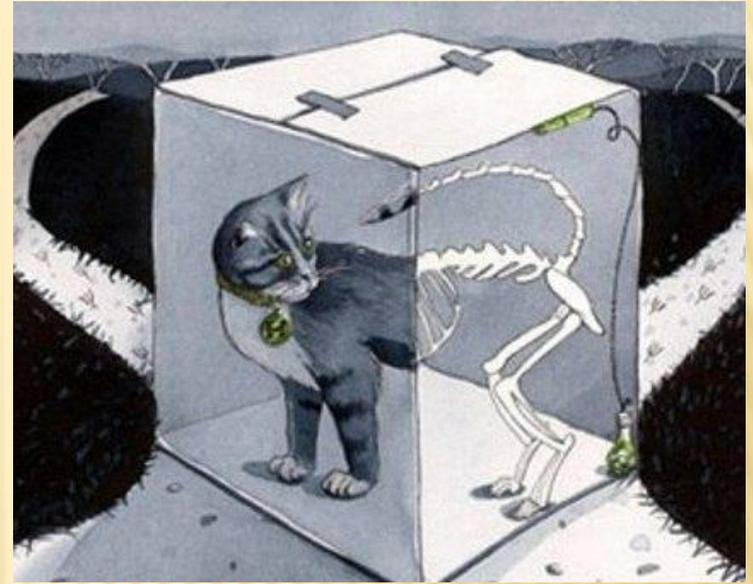
Модель атома





*Эрвин
Шрёдингер
(1887-1961)*

*Аналог классического
волнового уравнения
был предложен в 1926 г.*



Стационарное уравнение Шредингера $t=const$

$$\hat{H} \cdot \Psi(x, y, z) = E \cdot \Psi(x, y, z)$$

$$\nabla^2 \Psi(x, y, z) + \frac{8\pi^2 m}{h^2} \cdot (E - V) \cdot \Psi(x, y, z) = 0$$

$$\hat{H} = -\frac{\hbar^2}{2 \cdot m} \nabla^2 + V(x, y, z)$$

$$\nabla^2 \Psi = \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2}$$

ПРИНЦИП НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ (1927)

$$\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2}$$

Δx среднее квадратичное отклонение координат

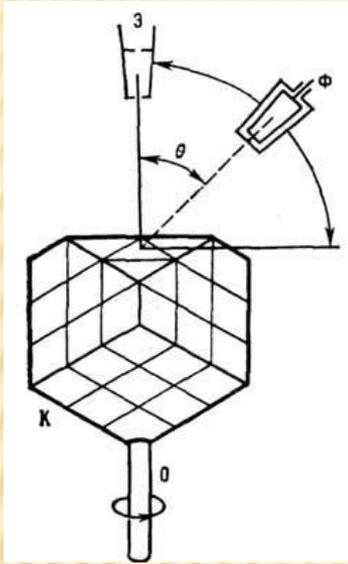
Δp и среднее квадратичное отклонение импульса

Определение координат электрона
заменяется определением вероятности
нахождения электрона в какой-то области
пространства



*Вернер Карл
Гейзенберг
(1901-1976)*

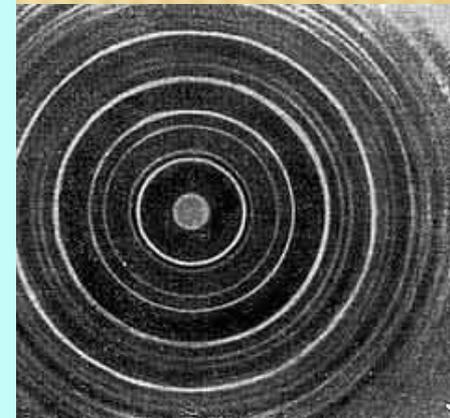
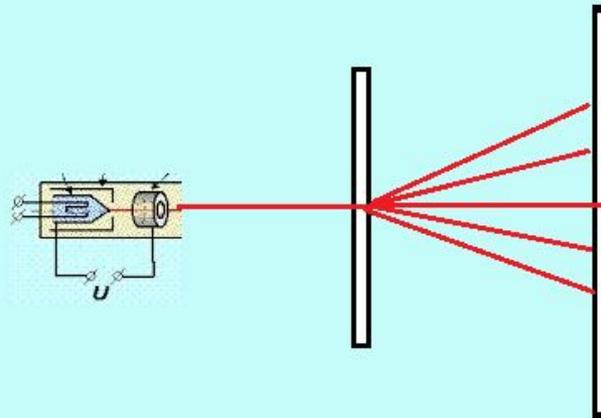
ДИФРАКЦИЯ ЭЛЕКТРОНОВ НА КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКЕ



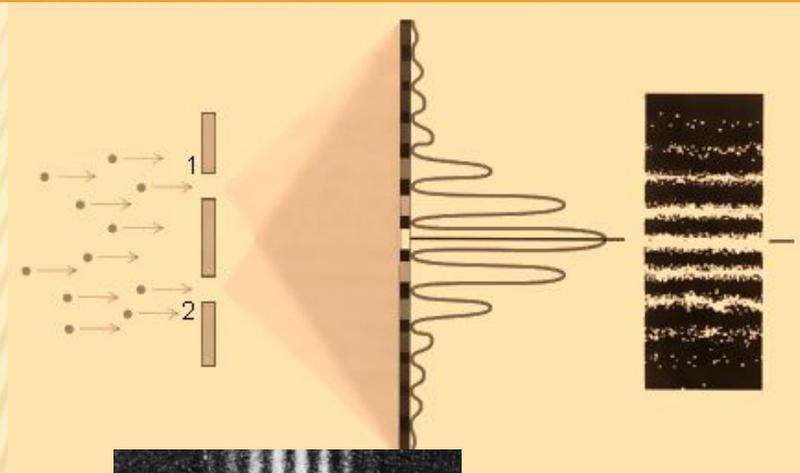
Дэвиссон Клинтон
и Джермер Лестер открыли
дифракцию электронов на
кристаллах (1927г.)



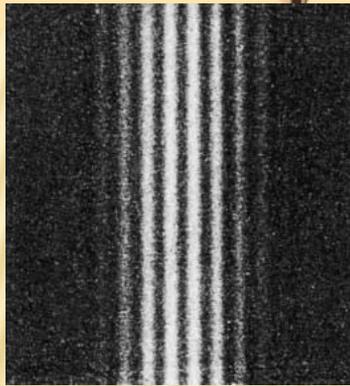
Джордж Пэйджст Томсон (1892-1975),
дифракция электронов на поликристаллах
в 1928 г.



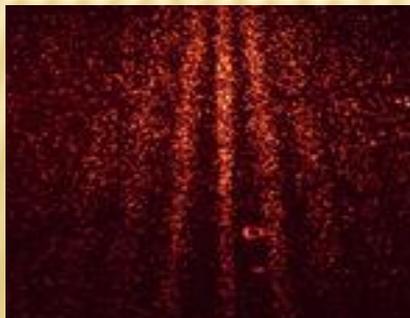
ДИФРАКЦИЯ ЧАСТИЦ НА ДВУХ ЩЕЛЯХ



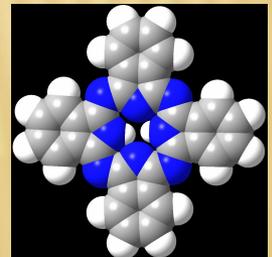
Йонссон, Клаус (1961г.)
провел наглядные опыты
по дифракции электронов



Дифракция фталоцианина и его производного
M=512 и 1298 а.е.



Ref.: Thomas Juffmann, et al., Real-time
single-molecule imaging of quantum
interference, *Nature Nanotechnology*,
2012;



ВОЛНОВАЯ ФУНКЦИЯ И ЕЁ ФИЗИЧЕСКИЙ СМЫСЛ

ψ – волновая функция, описывающая поведение электрона

Макс Борн предложил вероятностную интерпретацию волновой функции.

Квадрат модуля волновой функции в любой точке пространства пропорционален вероятности обнаружения частицы этой.

dP вероятность обнаружить частицу в объёме dV можно записать в следующем виде

$$dP = |\psi|^2 dV$$



Макс Борн (1882-1970)

Обычно выбирают ψ - функцию так, чтобы $A = 1$,

$$\int |\psi|^2 dV = 1$$

РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ ШРЕДИНГЕРА: НАХОЖДЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ ФУНКЦИЙ И СОБСТВЕННЫХ ЭНЕРГИЙ

Ψ -функция:

- ✓ однозначна,
- ✓ непрерывна,
- ✓ конечна,
- ✓ должна иметь непрерывную и конечную производную.

Уравнение имеет «хорошие» решения лишь при некоторых «хороших» значениях - **собственных значениях энергии E** . Решения, соответствующие собственным значениям E , называются **собственными функциями**.

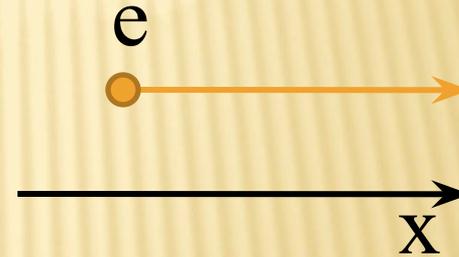
РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ ШРЕДИНГЕРА

ДЛЯ СВОБОДНОГО ЭЛЕКТРОНА

$$V = 0; E = E_K$$

$$\hat{H} \cdot \Psi(x) = E_K \cdot \Psi(x) \quad \hat{H} = -\frac{\hbar^2}{2 \cdot m} \nabla^2$$

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \cdot \frac{d^2 \psi(x)}{dx^2} = E \psi(x)$$



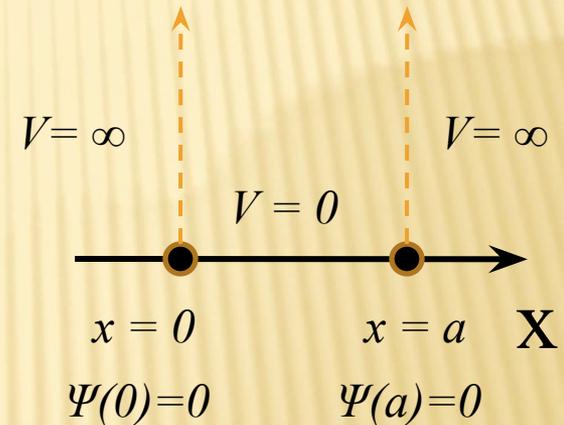
$$\psi(x) = A e^{i \frac{p_x}{\hbar} x}$$

$$E = \frac{p_x^2}{2m}$$

Энергия имеет непрерывный спектр

РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ ШРЕДИНГЕРА ЭЛЕКТРОНА В ОДНОМЕРНОМ ПОТЕНЦИАЛЬНОМ ЯЩИКЕ

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \cdot \frac{d^2\psi(x)}{dx^2} = E\psi(x)$$

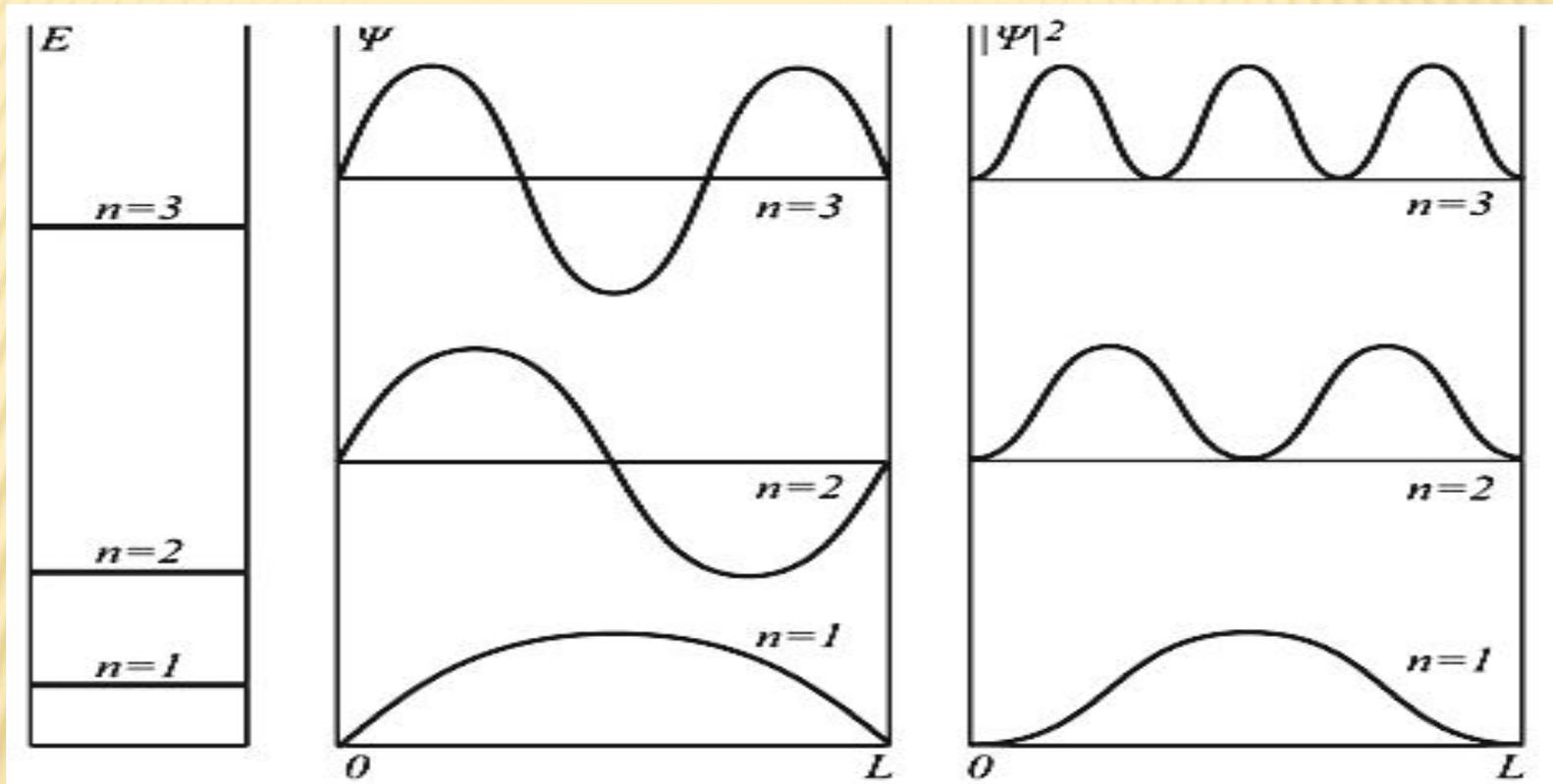


$$\Psi(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \cdot \sin \frac{\pi \cdot n}{a} x \quad n = 1, 2, 3, 4 \dots - \text{квантовое число}$$

$$E = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2ma^2} \cdot n^2$$

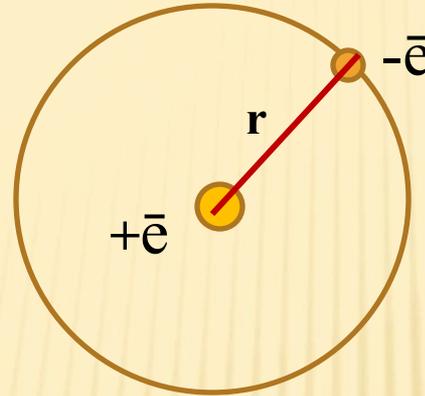
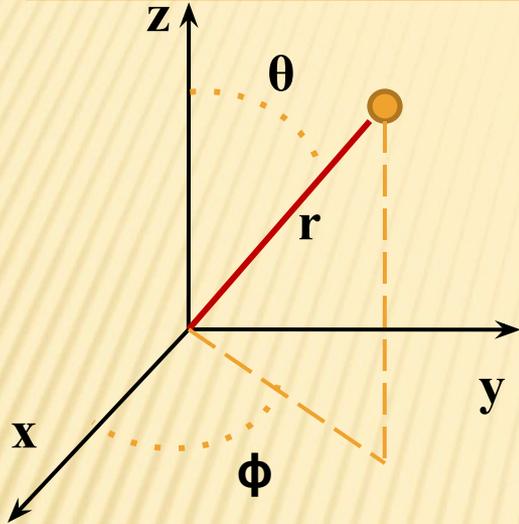
Энергия имеет дискретный спектр

ГРАФИКИ ВОЛНОВЫХ ФУНКЦИЙ ПЕРВЫХ ТРЕХ КВАНТОВЫХ СОСТОЯНИЙ И ГРАФИКИ ПЛОТНОСТИ ВЕРОЯТНОСТИ.



Плотность вероятности нахождения электрона на различных расстояниях от стенок ямы $\frac{dP(x)}{dx} = \psi^2(x)$ определяется его энергией

ЭЛЕКТРОН В АТОМЕ ВОДОРОДА



$$V = -\frac{k \cdot e^2}{r}$$

$$k = 1, \text{ (СГСЭ)}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}, \text{ (СИ)}$$

$\epsilon_0 \approx 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м - электрическая постоянная

$$-\frac{\hbar^2}{2m_e} \nabla^2 \psi - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r} \psi = E\psi$$

$E > 0$

несвязанные состояния электрона,

$E < 0$

электрон связан с атомом



$$E_n = -\left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right)^2 \frac{m_e e^4}{2\hbar^2} \cdot \frac{1}{n^2},$$

$n = 1, 2, 3, \dots$

$$E_n = - \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \right)^2 \frac{m_e e^4}{2\hbar^2} \cdot \frac{1}{n^2}$$

$$n = 1, 2, 3, 4, \dots$$

Собственные значения энергии электрона в атоме водорода, определяющий набор волновых функций

Решения уравнения Шредингера – набор волновых функций, отличающихся друг от друга величиной целочисленных параметров: n, l, m_l

n, l, m_l – квантовые числа:

главное – n , возможны значения = 1, 2, 3, 4...∞

орбитальное – l , возможны значения = 0, 1, 2, 3 ... (n - 1)

s, p, d, f

магнитное – m_l , возможны значения = -l, (-l+1), ..., 0, ..., (l-1), l

спин – $m_s = \pm 1/2$

ОСНОВНОЕ СОСТОЯНИЕ АТОМА ВОДОРОДА

$$n=1, l=0(s), m=0$$

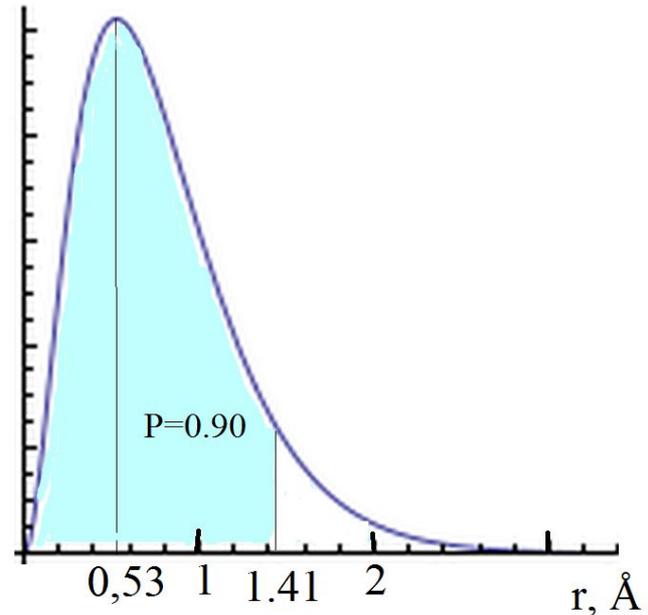
$$\psi_{100}(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi r_0^3}} e^{-r/r_0}$$

$$r_0 = 4\pi\epsilon_0\hbar^2 / m_e e^2 = 0,529 \text{ \AA}$$

$$E_n = -\left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right)^2 \frac{m_e e^4}{2\hbar^2}$$

Электронная орбиталь - область пространства в которой вероятность нахождения электрона $P=0.9$

$$\Psi^2 \cdot 4\pi r^2 = dP/dr$$



ФИЗИЧЕСКИЙ СМЫСЛ КВАНТОВЫХ ЧИСЕЛ

Главное квантовое число

- ✓ Энергия электрона зависит только от главного квантового числа - $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ (совпадает с номером энергетического уровня)
- ✓ Каждому собственному значению энергии соответствует одна или несколько собственных функций различающихся значениями квантовых чисел l, m_l
- ✓ Состояния с одинаковой энергией называются вырожденными, а число состояний с одинаковым значением энергии называется кратностью вырождения энергетического уровня.

Орбитальное квантовое число

Значение орбитального момента количества движения электрона определяет орбитальное квантовое число l

$$L = \hbar \sqrt{l(l+1)} ,$$

$$l = 0, 1, 2, 3 \dots (n - 1)$$

l характеризует энергетический подуровень, значения $l = 0, 1, 2, 3$ соответствуют подуровням s, p, d, f .

1s,			
2s,	2p,		
3s,	3p,	3d,	
4s,	4p,	4d,	4f

**Орбитальное квантовое число определяет форму
электронной орбитали**

Магнитное квантовое число

Магнитное квантовое число m_l определяет проекцию момента импульса на выбранное направление в пространстве, (ось z).

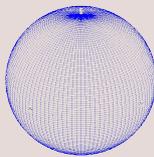
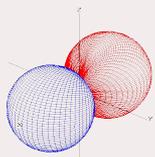
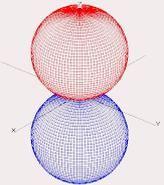
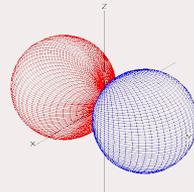
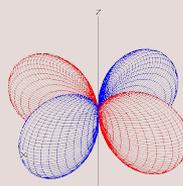
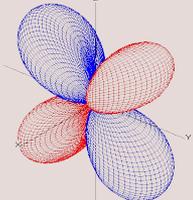
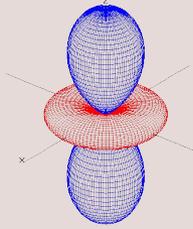
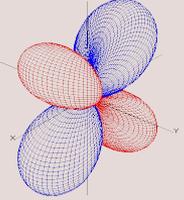
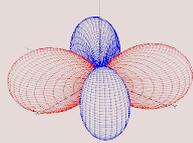
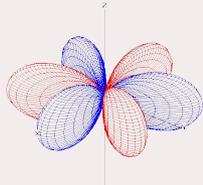
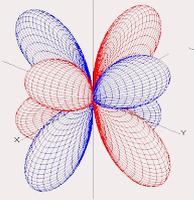
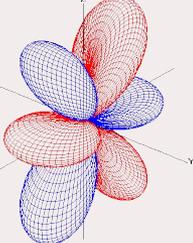
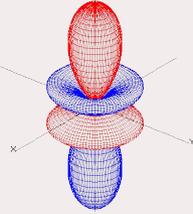
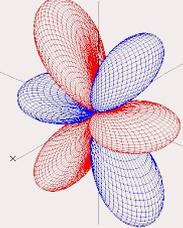
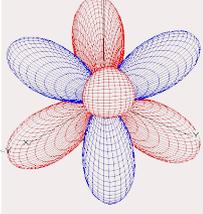
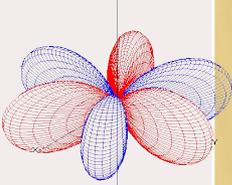
$$L_z = m_l \hbar$$

При заданном l

$$m_l = -l, (-l+1), \dots, 0, \dots, (l-1), l$$

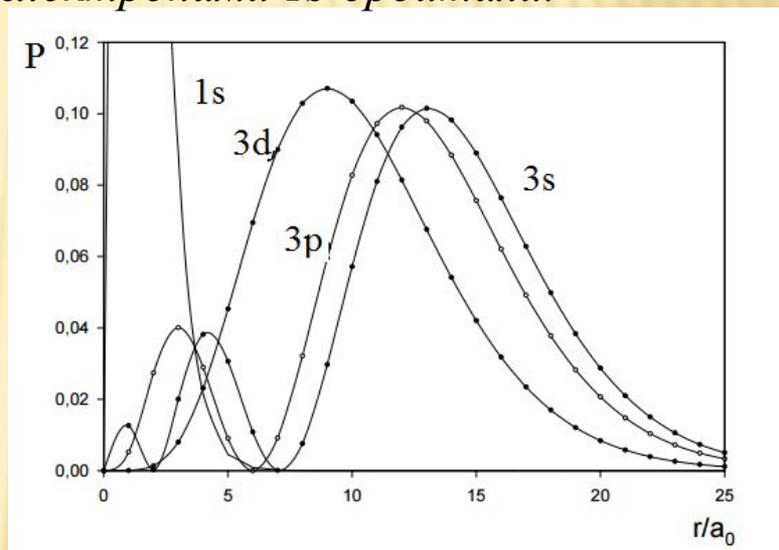
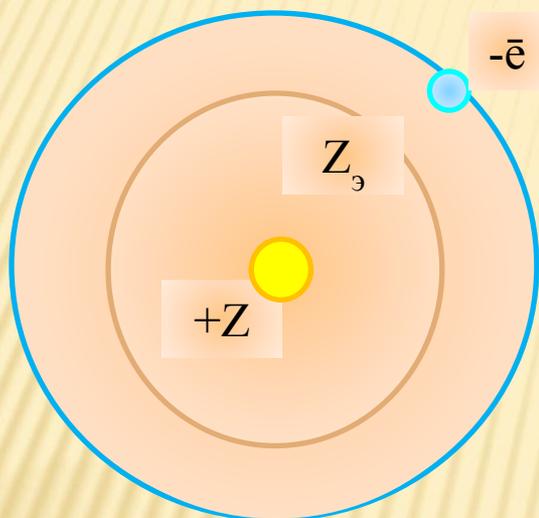
Число возможных значений m_l равно количеству возможных ориентаций электронных орбиталей в пространстве

Формы электронных орбиталей

	$m=-3$	$m=-2$	$m=-1$	$m=0$	$m=+1$	$m=+2$	$m=+3$
$l=0$							
$l=1$							
$l=2$							
$l=3$							

МНОГОЭЛЕКТРОННЫЕ АТОМЫ. ОДНОЭЛЕКТРОННОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ.

Экранирование электронов, находящихся на 3s, 3p и 3d орбиталях, электронами 1s-орбитали.



$$Z_3 = Z - \sigma_{n,l}$$

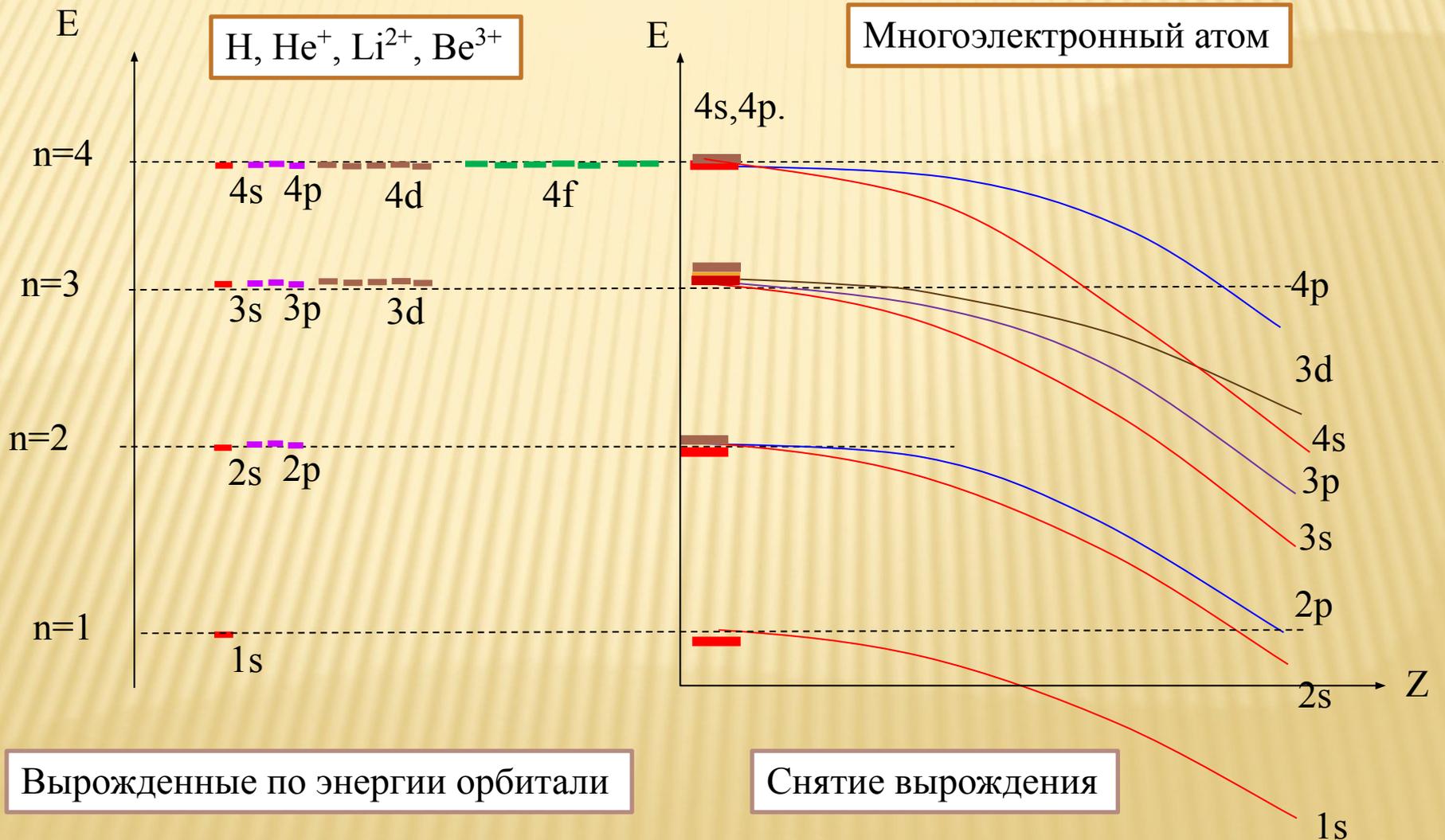
Z_3 - эффективный заряд ядра

$\sigma_{n,l}$ - константы экранирования

В ряду 3s – 3p – 3d

- ✓ увеличивается эффективность экранирования;
- ✓ уменьшается энергия взаимодействия электрона с ядром;
- ✓ возрастает энергия орбитали.

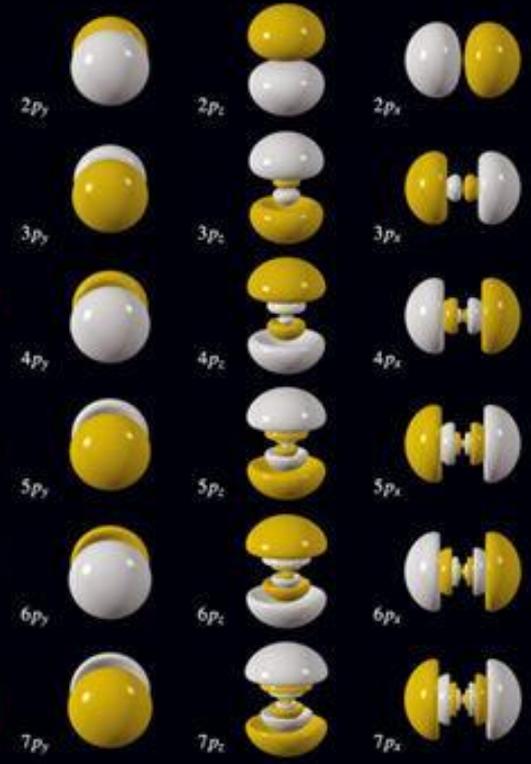
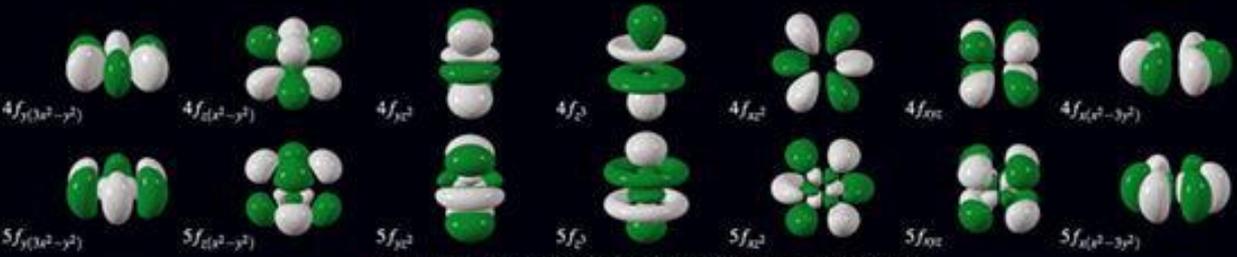
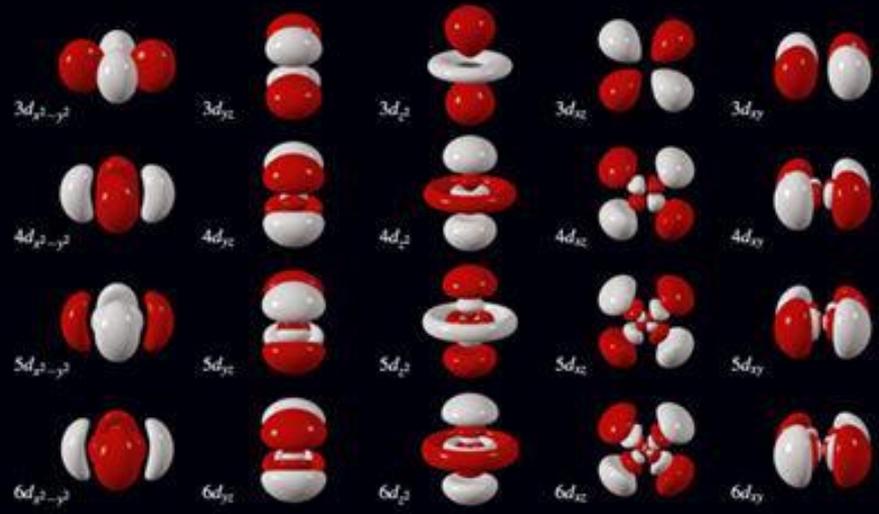
Энергетическая диаграмма орбиталей в водородоподобном и многоэлектронном атоме



The Orbitron gallery of atomic orbitals

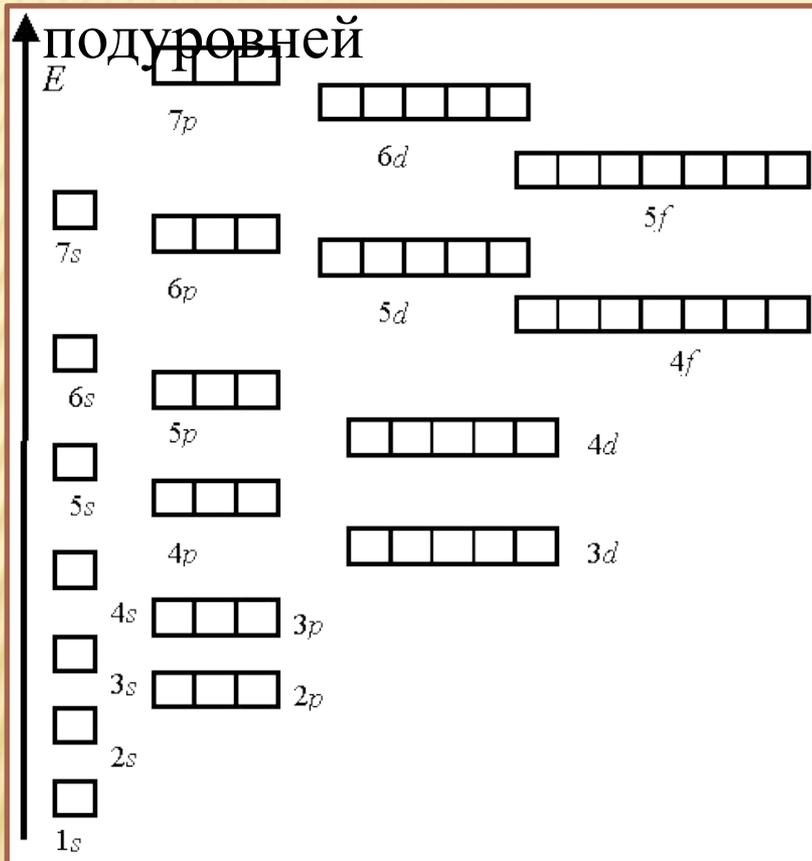


1s
2s
3s
4s
5s
6s
7s



Взаимное расположение энергетических уровней

Принципы заполнения электронных орбиталей



- ✓ Принцип минимума энергии электронов
- ✓ Принцип (запрет) Паули
- ✓ Правило Хунда

$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d <$
 $4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p <$
 $7s < 5f < 6d \dots$

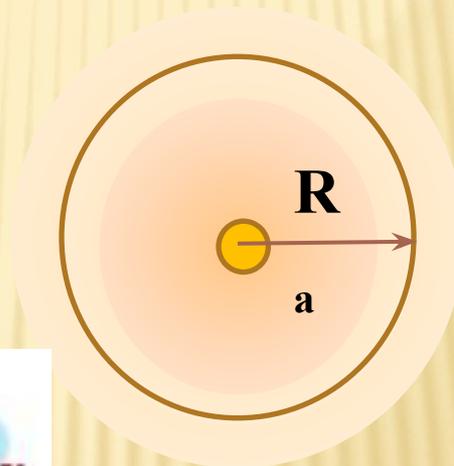
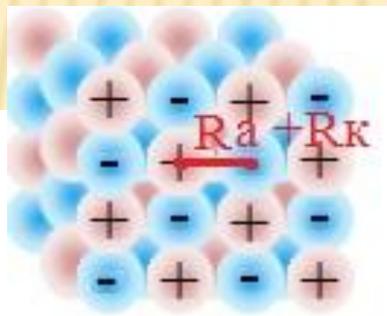
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АТОМОВ

R_a - характеристика атома, позволяющая приближённо оценивать межатомные (межъядерные) расстояния в молекулах и кристаллах

$$R_a \approx 0,1 \text{ Нм}$$

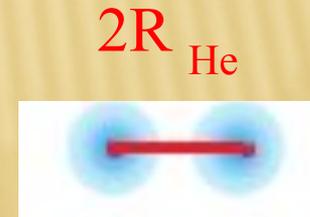
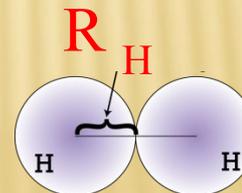
Радиусы атома:

- ✓ металлические,
- ✓ ионные,
- ✓ ковалентные
- ✓ ван-дер-ваальсовы



(90-98%
электронной
плотности
заключено в
сфере этого
радиуса).

$$R_{A^+} < R_{A^0} < R_{A^-}$$

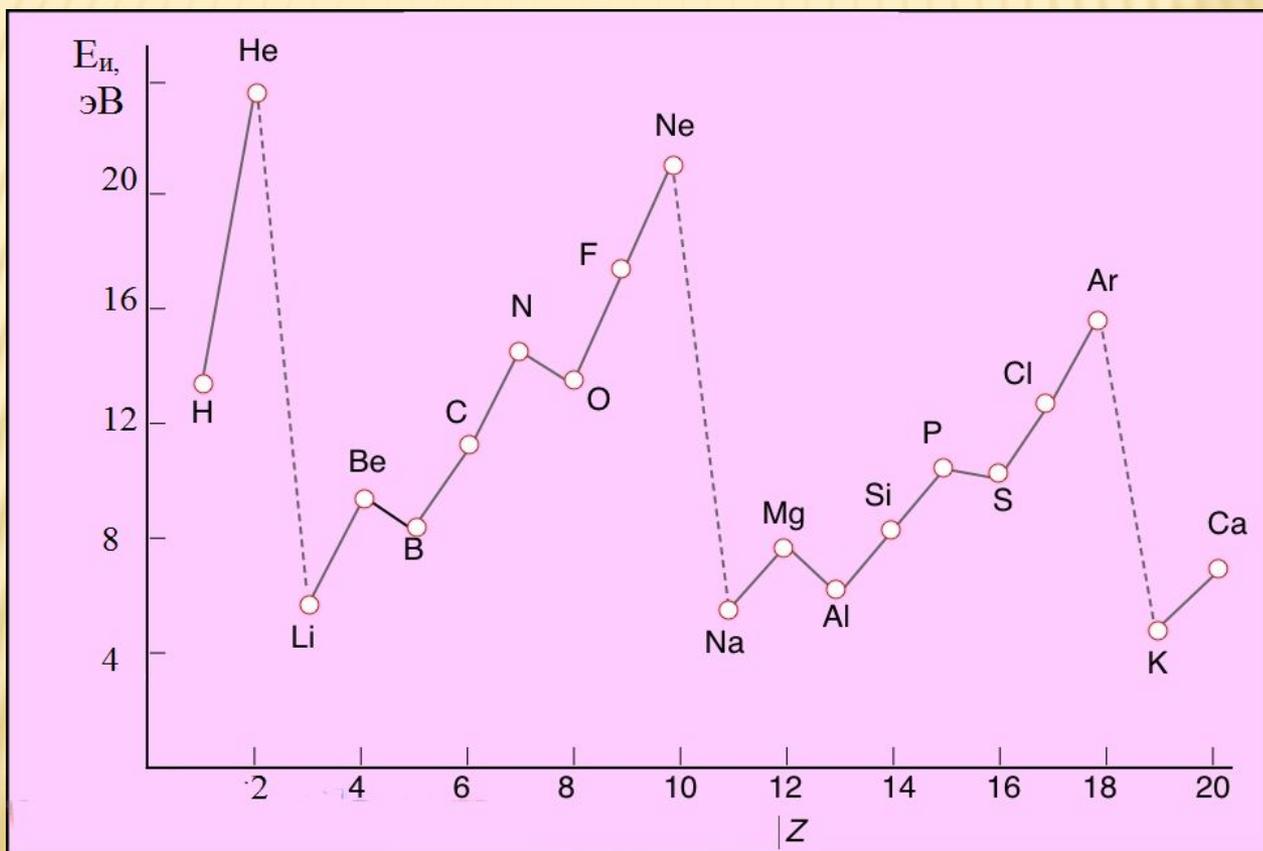
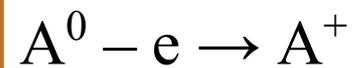


Атомные радиусы (тренд)



ЭНЕРГИЯ ИОНИЗАЦИИ

Энергия (потенциал) ионизации атомов - минимальная энергия, необходимых для удаления электрона из атома на бесконечность.

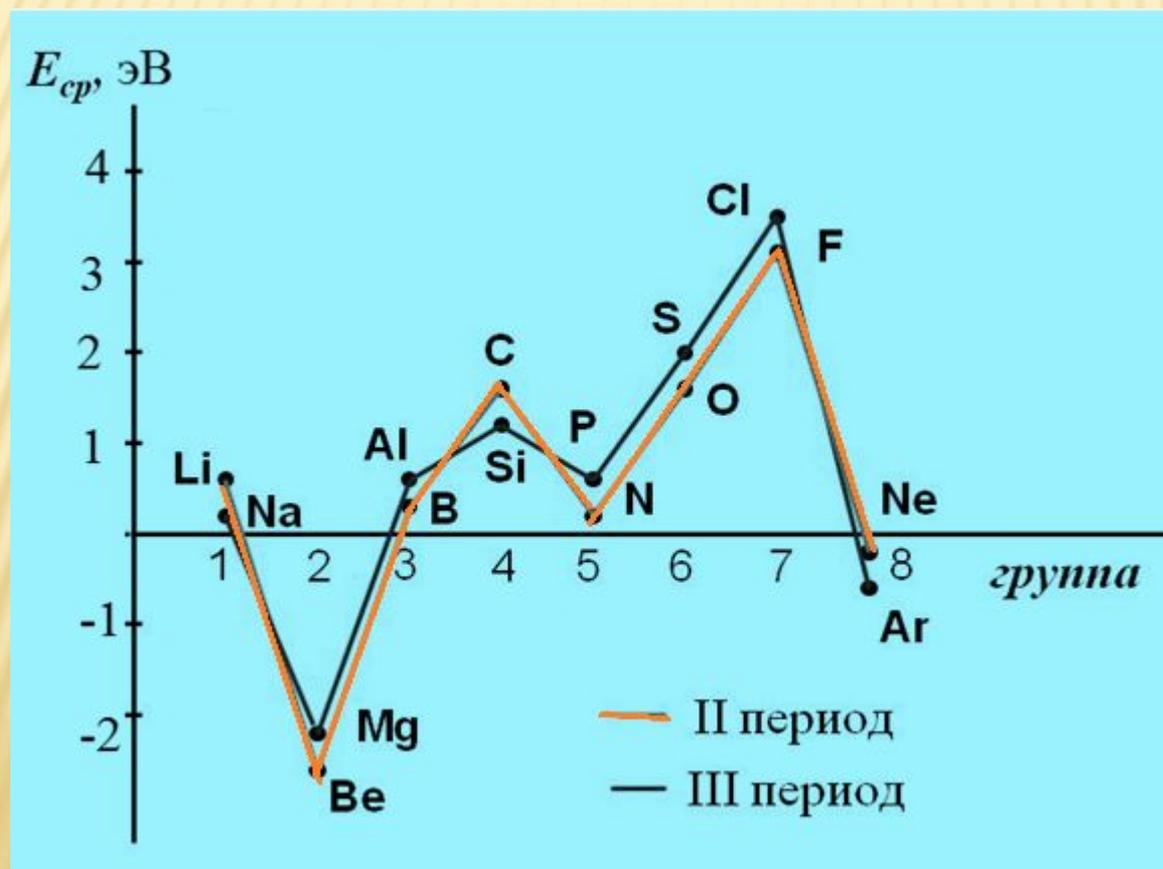


Энергия ионизации атомов первых 20 элементов

ЭНЕРГИЯ СРОДСТВА К ЭЛЕКТРОНУ

Сродство атома к электрону - способность атомов присоединять электрон и превращаться в отрицательный ион.

Мерой сродства к электрону служит энергия, которая выделяется или поглощается при этом



Электроотрицательность

χ – способность атомов перетягивать на себя электронную ПЛОТНОСТЬ

по Малликену:

$$\chi = \frac{1}{2}(E_{\text{и}} + E_{\text{ср}})$$

По Полингу:

$$\chi_{\text{Li}} = 1$$

$$\chi_{\text{F}} = 4$$

Электроотрицательность по Полингу

Н 2,1																
Li 1,0	Be 1,5											B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0
Na 0,9	Mg 1,2											Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0
K 0,8	Ca 1,0	Sc 1,3	Ti 1,5	V 1,6	Cr 1,6	Mn 1,5	Fe 1,8	Co 1,9	Ni 1,9	Cu 1,9	Zn 1,6	Ga 1,6	Ge 1,8	As 2,0	Se 2,4	Br 2,8
Rb 0,8	Sr 1,0	Y 1,2	Zr 1,4	Nb 1,6	Mo 1,8	Tc 1,9	Ru 2,2	Rh 2,2	Pd 2,2	Ag 1,9	Cd 1,7	In 1,7	Sn 1,8	Sb 1,9	Te 2,1	I 2,5
Cs 0,7	Ba 0,9	La 1,0	Hf 1,3	Ta 1,5	W 1,7	Re 1,9	Os 2,2	Ir 2,2	Pt 2,2	Au 2,4	Hg 1,9	Tl 1,8	Pb 1,9	Bi 1,9	Po 2,0	At 2,2
Fr 0,7	Ra 0,9	Ac 1,0														

3.0-4.0
2.0-2.9
1.5-1.9
<1.5

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

www.calc.ru



Д.И. Менделеев
1834–1907

Периоды	Ряды	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В																Энергетические уровни	
		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	H водород 1,008															He гелий 4,003	2	
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	
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	
4	4	K калий 39,102	Ca кальций 40,08	Sc скандий 44,956	Ti титан 47,956	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
	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 иттрий 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
	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 йод 126,905											
6	8	Cs цезий 132,905	Ba барий 137,34	57–71 лантаноиды	Hf гафний 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								
	9	Au золото 196,967	Hg ртуть 200,59	Tl таллий 204,37	Pb свинец 207,19	Bi висмут 208,98	Po полоний [210]	At астат [210]											Rn радон [222]
7	10	Fr франций [223]	Ra радий [226]	89–103 актиноиды	Rf резерфордий [261]	Db дубний [262]	Sg сигборгий [263]	Bh борий [262]	Hn ханний [265]	Mt мейтнерий									
Высшие оксиды		R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RO ₂	R ₂ O ₅	RO ₃	R ₂ O ₇											RO ₄
Летучие водородные соединения					RH ₄	RH ₃	H ₂ R	HR											

СИМВОЛ ЭЛЕМЕНТА ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ ПО СЛОЯМ

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

Л А Н Т А Н О И Д Ы

57 La лантан 138,906	58 Ce церий 140,12	59 Pr празеодим 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 диспрозий 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
-----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

А К Т И Н О И Д Ы

89 Ac актиний [227]	90 Th торий 232,036	91 Pa протактиний [231]	92 U уран 238,29	93 Np нептуний [237]	94 Pu плутоний [244]	95 Am амерций [243]	96 Cm кюрий [247]	97 Bk берклий [247]	98 Cf калфорний [251]	99 Es эйнштейний [254]	100 Fm фермий [257]	101 Md менделевий [258]	102 No нобелий [259]	103 Lr лоуренсий [260]
----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ СОЕДИНЕНИЙ



Составьте конспект по теме «Строение атома», раскрыв следующие положения:

1. Развитие представлений о структуре материи
2. Предпосылки для появления квантово-механического описания строения атома.
3. Модели атома Томпсона, Резерфорда, Бора
4. Квантово-волновой дуализм
5. Принцип неопределенности Гейзенберга
6. Стационарное уравнение Шредингера
7. Опыты по дифракции электрона
8. Интерпретация волновой функции и физический смысл квадрата модуля волновой функции.
9. Решение уравнения Шредингера для свободного электрона.
10. Решение уравнения Шредингера электрона в одномерном потенциальном ящике.
11. Квантово-механическое описание электрона в атоме водорода
12. Основное состояние атома водорода. Понятие электронной орбитали
13. Физический смысл квантовых чисел
14. Описание электронов в многоэлектронном атоме.
15. Физико-химические характеристики атомов
16. Закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений

Конспект должен содержать краткое изложение данных вопросов с использованием нескольких интернет-источников.

В процессе конспектирования оставьте место (широкие поля) для дополнений. Вами должно быть отмечено то, что требует разъяснений. Запись ведите своими словами, что поможет лучшему осмыслению текста.