


ХИМИЯ
Модуль 1
Строение вещества
лекция 1
Строение атома



Лектор к.х.н., доцент
Черняк Михаил
Юрьевич

Разделы лекционного курса

№ п/п	Модуль дисциплины	Наименование занятий лекционного типа
I	Строение вещества	Тема 1. Вводная часть. Современная теория строения атома Тема 2. Периодическая система элементов Д.И.Менделеева Тема 3. Химическая связь и строение молекул
II	Основные закономерности химических процессов	Тема 4. Основы химической термодинамики, термохимии Тема 5. Основы химической кинетики. Химическое равновесие
III	Химические процессы в водных растворах	Тема 6. Растворы. Общая характеристика растворов Тема 7. Растворы электролитов Тема 8. Окислительно - восстановительные реакции Тема 9. Электрохимические процессы
IV	Общая характеристика металлов, неметаллов и их соединений	Тема 10. Краткая характеристика металлов, неметаллов и их соединений



В V веке до нашей эры Левкипп и Демокрит первыми употребили слово «атом» для обозначения мельчайших неделимых частиц материи («атом» - atoms – по-гречески значит «неделимый»)

"Если бы я хотел читать, не зная букв - бессмысленное дело. Если бы я хотел рассуждать о естественных вещах, не имея представления о началах их, это было бы столь же бессмысленно".
М. В. Ломоносов



Левкипп
V в. до н.э.

Существуют два первоначала – бытие и небытие

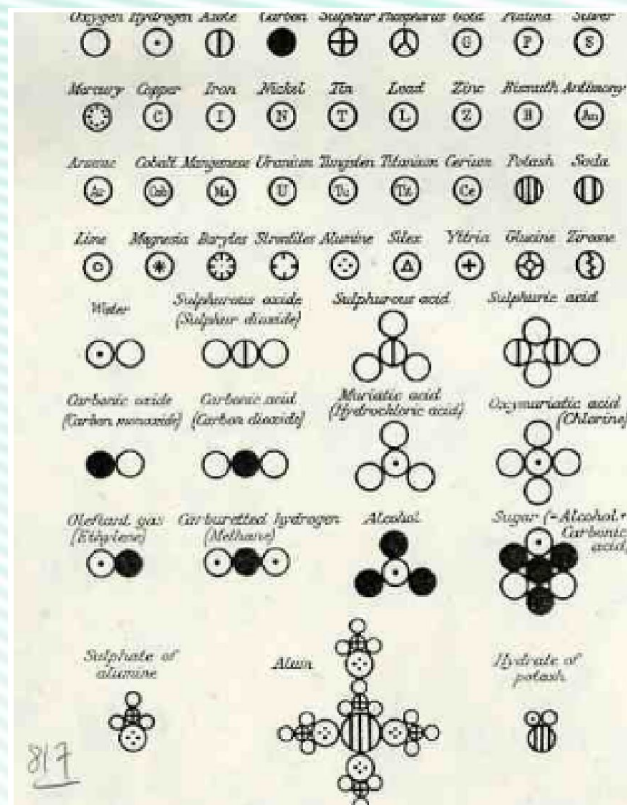


Демокрит
460-370 до н.э.

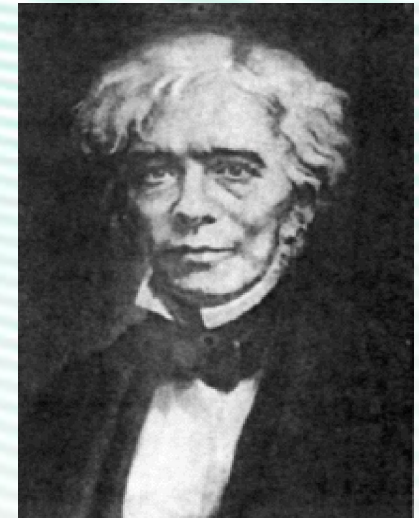
Бытие состоит из множества невидимых глазу атомов

Существует пустота как пространство, где атомы могут двигаться

Изучая атмосферу и движение воздуха, Дальтон пришел к выводу, противоречащему убеждениям ведущих химиков того времени, включая Лавуазье. Он обнаружил, что воздух является не неким проводящим растворителем, как принято было считать, а на самом деле представляет собой механическую систему из смеси крошечных частиц. С этого и началась атомистическая теория Дальтона. Полностью его идеи о строении вещества были сформулированы в «Новой системе философии химии», выпущенные в трех томах (1808, 1810, 1827 года)



М. Фарадей установил, что ток в растворе электролита это упорядоченное движение заряженных частиц – ионов. Большую роль в развитии атомистической теории сыграл выдающийся русский химик Д. И. Менделеев, разработавший в 1869 году периодическую систему элементов, в которой впервые был поставлен вопрос о единой природе атомов.



Майкл Фарадей
(22.09.1791-25.08.1867)



Д. Менделеев

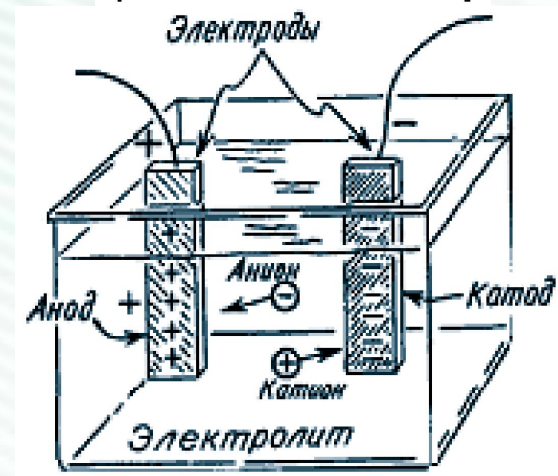
Периодическая система элементов по группам и рядам.

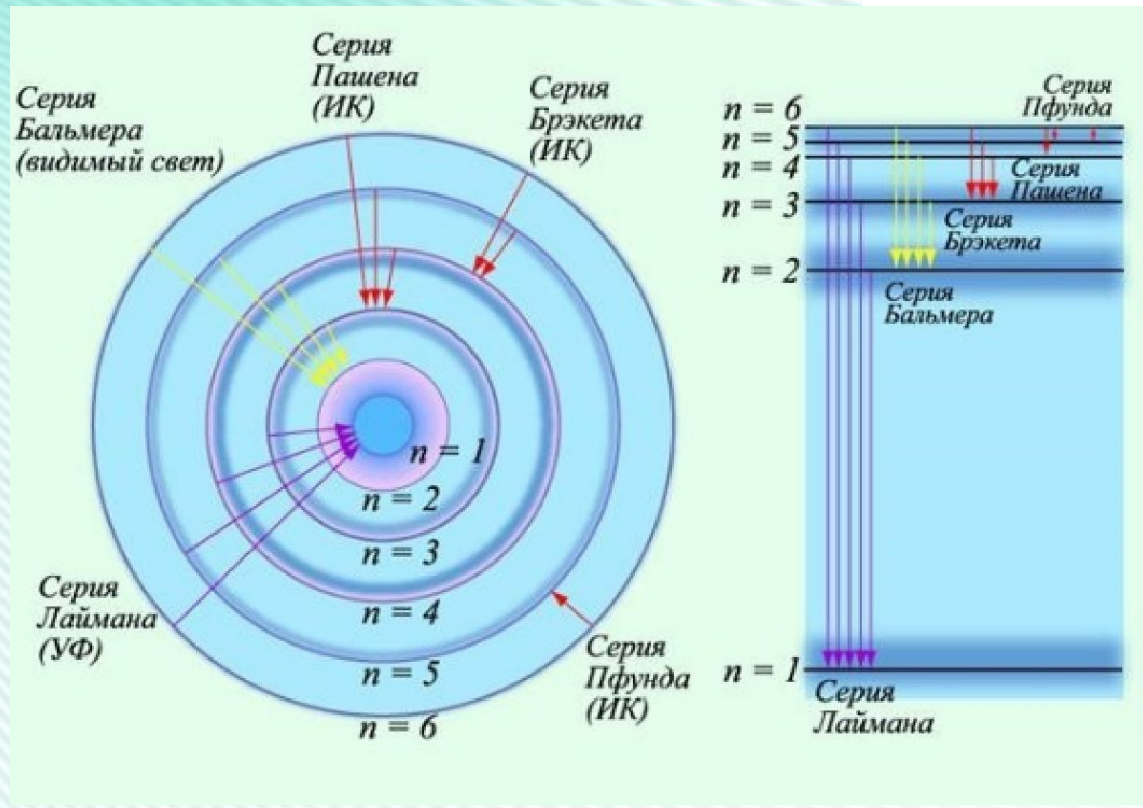
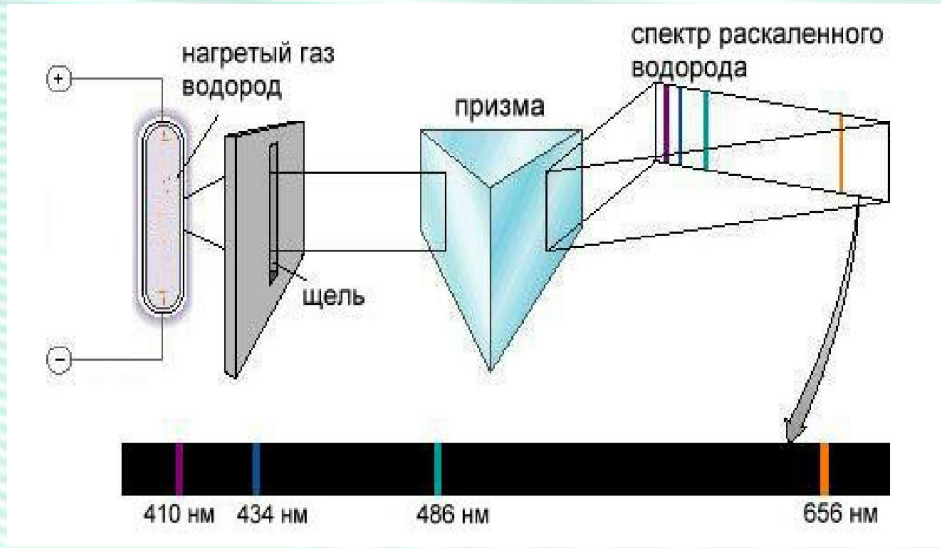
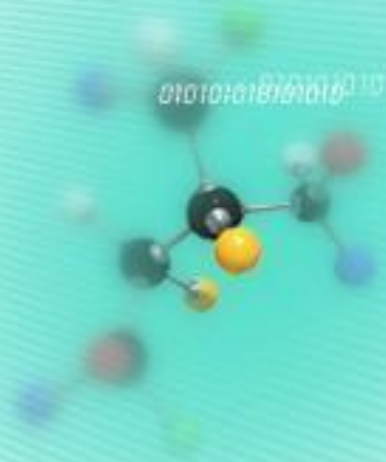
Ряд	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ																				
	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII												
1		Водород H 1,008																			
2	Гелий He 4,0	Литий Li 7,0	Бериллий Be 9,1	Бор B 10,8	Углерод C 12,0	Азот N 14,0	Кислород O 16,0	Фтор F 19,0													
3	Неон Ne 19,9	Натрий Na 23,0	Магний Mg 24,3	Алюминий Al 27,3	Силиций Si 28,3	Фосфор P 31,0	Сера S 32,0	Хлор Cl 35,5													
4	Аргон Ar 39,9	Калий K 39,1	Кальций Ca 40,1	Скандий Sc 44,9	Титан Ti 48,1	Ванадий V 51,0	Хром Cr 52,0	Манган Mn 55,0	Железо Fe 55,8	Кобальт Co 58,9	Никель Ni 58,7	(Cu)									
5		Цезий Cs 132,9	Стронций Sr 87,6	Гафний Hf 178,5	Рений Re 186,2	Молибден Mo 95,9	Технеций Tc 98,9	Родий Rh 101,1	Палладий Pd 106,4	Серебро Ag 107,9	Кадмий Cd 112,4	(Pt)	(Au)								
6	Криптон Kr 83,8	Рубидий Rb 85,5	Стронций Sr 87,6	Иттрий Y 88,9	Цирконий Zr 91,2	Ниобий Nb 92,9	Молибден Mo 95,9	Технеций Tc 98,9	Родий Rh 101,1	Палладий Pd 106,4	Серебро Ag 107,9	Кадмий Cd 112,4	Иттрий Yb 173,0	Тантал Ta 180,9	Вольфрам W 183,8	Рений Re 186,2	Осмий Os 190,2	Иридий Ir 192,2	Платина Pt 195,1	Золото Au 197,0	
7	Бром Br 79,9	Иод I 126,9	Кобальт Co 58,9	Никель Ni 58,7	Медь Cu 63,5	Цинк Zn 65,4	Галлий Ga 69,7	Германий Ge 72,6	Арсен As 74,9	Селен Se 78,9	Бром Br 79,9	Йод I 126,9	Телур Te 127,6	Яврий J 177							
8	Радон Rn 222	Франций Fr 223	Барий Ba 137,3	Лантан La 138,9	Селен Se 78,9	Кобальт Co 58,9	Никель Ni 58,7	Медь Cu 63,5	Цинк Zn 65,4	Галлий Ga 69,7	Германий Ge 72,6	Арсен As 74,9	Селен Se 78,9	Бром Br 79,9	Йод I 126,9	Телур Te 127,6	Яврий J 177				
9																					
10			Иттрий Yb 173,0		Тантал Ta 180,9	Вольфрам W 183,8	Рений Re 186,2	Осмий Os 190,2	Иридий Ir 192,2	Платина Pt 195,1	Золото Au 197,0										
11		Аурум Au 197,0	Меркурий Hg 200,6	Теллур Te 127,6	Свинец Pb 207,2	Висмут Bi 208,0															
12			Радий Ra 226		Торий Th 232																

ВНИЖИТЕ СЛЕДУЮЩИМ ОБЪЕМАМ
R R'O RO R'O' RD R'O' RD' R'O' RD'

ВНИЖИТЕ СЛЕДУЮЩИМ ОБЪЕМАМ
RH' RH' RH' RH'

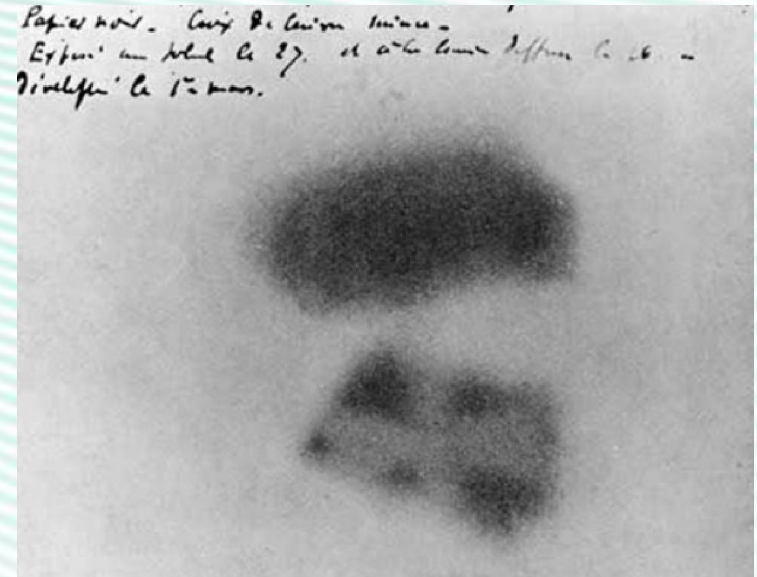
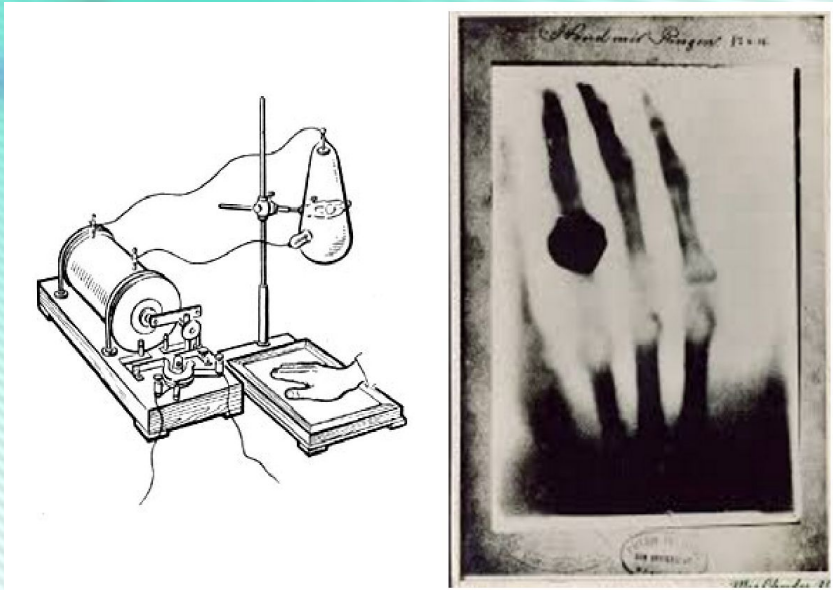
Л. Менделеев
1869-1913





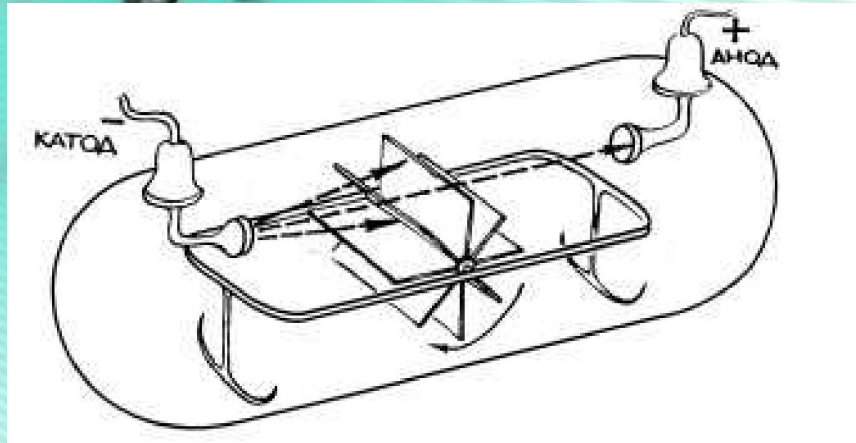
Испускаемый атомами водорода свет, пройдя через призму, дает спектр, состоящий из отдельных линий. На рисунке показана только видимая область спектра. Позже, с совершенствованием спектрометров, были открыты серии линий в ультрафиолетовой и в инфракрасной области.

Опыты Рентгена и Беккереля

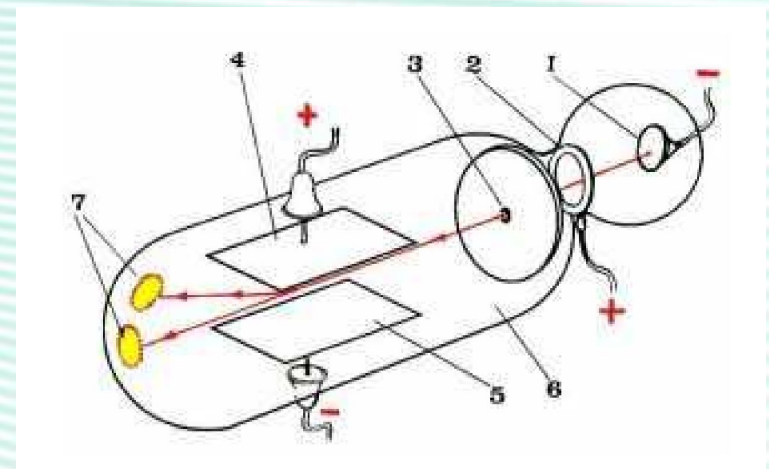


За открытие естественной радиоактивности Беккерель в 1903 году был удостоен Нобелевской премии по физике, разделив ее с Пьером и Марией Кюри

Опыты Крукса и Томсона



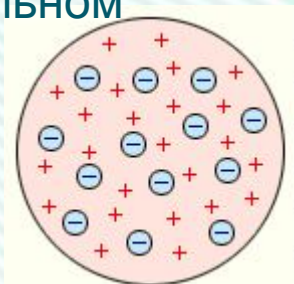
Вращение вертушки с лопастями под действием катодных лучей в трубке Крукса. Этот опыт позволял предположить, что катодные лучи больше похожи не на обычный свет, а на поток микроскопических частиц, имеющих массу.




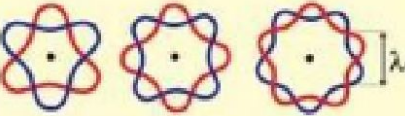


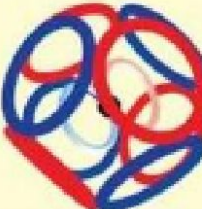



В 1897 году Дж. Дж. Томсон сконструировал похожую трубку. Прибор Томсона для измерения отклонения катодных лучей под действием электрического поля. 1 - отрицательно заряженный электрод (катод), 2 - положительно заряженный электрод, 3 - отверстие, 4 и 5 - пластины электродов для отклонения катодных лучей, 6 - часть трубки, покрытая изнутри слоем вещества, светящимся под действием катодных лучей, 7 - светящееся пятно

Модели строения атома

Согласно модели Томсона, атом представляет собой непрерывно заряженный положительным зарядом шар радиусом порядка 1 \AA , внутри которого около своих положений равновесия колеблются электроны; суммарный отрицательный заряд электронов равен положительному заряду шара, поэтому атом в целом нейтрален. Через несколько лет было доказано, что представление о непрерывно распределенном внутри атома положительном заряде ошибочно.



<p>Модель "Булка с изюмом" Дж. Дж. ТОМСОН (1903)</p> 	<p>Ядерная модель Э. РЕЗЕРФОРД (1911)</p> 
<p>Планетарная модель Э. РЕЗЕРФОРД – Н. БОР (1913)</p> 	<p>Волновая модель Л. ДЕ БРОЙЛЬ (1924)</p> 
<p>Квантово-механическая модель Э. ШРЕДИНГЕР (1926)</p> 	<p>Орбитальная модель Г. УАЙТ (1931)</p> 
<p>Кольцевая модель К. СНЕЛЬСОН (1963)</p> 	<p>Волногранная модель</p> 

Планетарная модель атома Резерфорда

The diagram illustrates the experimental setup for Rutherford's alpha particle experiment. On the left, a **Радиоактивный источник** (Radioactive source) emits **α - частицы** (alpha particles). These particles pass through a **Золотая фольга** (Gold foil). Some particles pass straight through, while others are deflected, labeled as **рассеянные α - частицы** (scattered alpha particles). A **Люминесцирующий экран** (Luminescent screen) is placed to detect the particles, and a **Микроскоп** (Microscope) is used to observe the resulting flashes. To the right, two photographs of the luminescent screen are shown: the top one is taken **при отсутствии золотой фольги в потоке α - частиц** (in the absence of the gold foil in the alpha particle stream), showing a uniform distribution of flashes, and the bottom one is taken **при ее внесении в поток** (upon its insertion into the stream), showing a central cluster of flashes with some scattered ones.

Below the main diagram is a **СХЕМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ α - ЧАСТИЦ С ЯДРОМ** (Scheme of interaction of alpha particles with a nucleus). It shows four **α - частицы** (alpha particles) moving from left to right. A **ЯДРО** (Nucleus) is represented by a red circle with a plus sign. The particles are deflected away from the nucleus. Labels indicate **мало частиц** (few particles) on the left and **много частиц** (many particles) on the right, indicating the deflection of particles.

Каждая вспышка вызывается ударом α - частицы об экран

Постулаты Н. Бора

Постулаты Н.Бора (1913 г.) – первый шаг на пути создания квантовой механики.

Первый постулат Бора

- Атомная система может находиться только в особых стационарных (квантовых) состояниях, каждому из которых соответствует определенная энергия E_n ; в стационарных состояниях атом не излучает.

Второй постулат Бора

- Излучение света происходит при переходе атома из стационарного состояния с большей энергией E_k в стационарное состояние с меньшей энергией E_n . Энергия излученного фотона равна разности энергий:

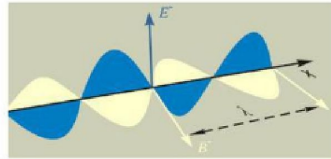
$$h\nu = E_k - E_n$$

Квантово-механические принципы строения вещества

Характеристики ВОЛН

λ - длина волны
 $[\lambda] = \text{м}$
 ν - частота
 $[\nu] = 1/\text{с} = \text{Гц}$
 T - период
 $[T] = \text{с}$

c - скорость
 $[c] = \text{м/с}$



Принцип неопределённости Гейзенберга

Степень точности, с которой к частице может быть применено представление об её определённом положении в пространстве

Частица не может иметь одновременно точного значения координаты x и проекции импульса на направление x .

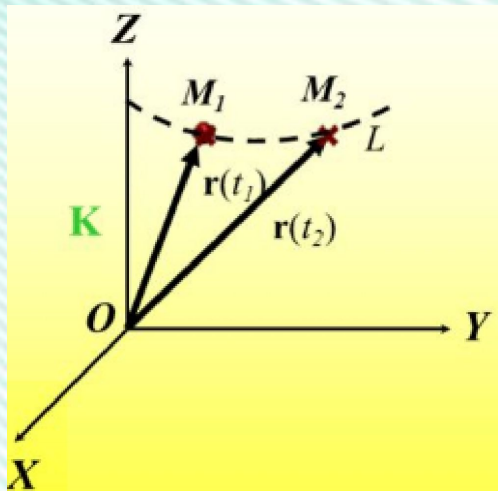
Соотношение неопределённости Гейзенберга

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

степень неточности

Соотношения неопределённости Гейзенберга

$$\Delta p_x \Delta x \geq \frac{\hbar}{2}, \quad \Delta p_y \Delta y \geq \frac{\hbar}{2}, \quad \Delta p_z \Delta z \geq \frac{\hbar}{2}$$



Уравнение Де Бройля (1924)

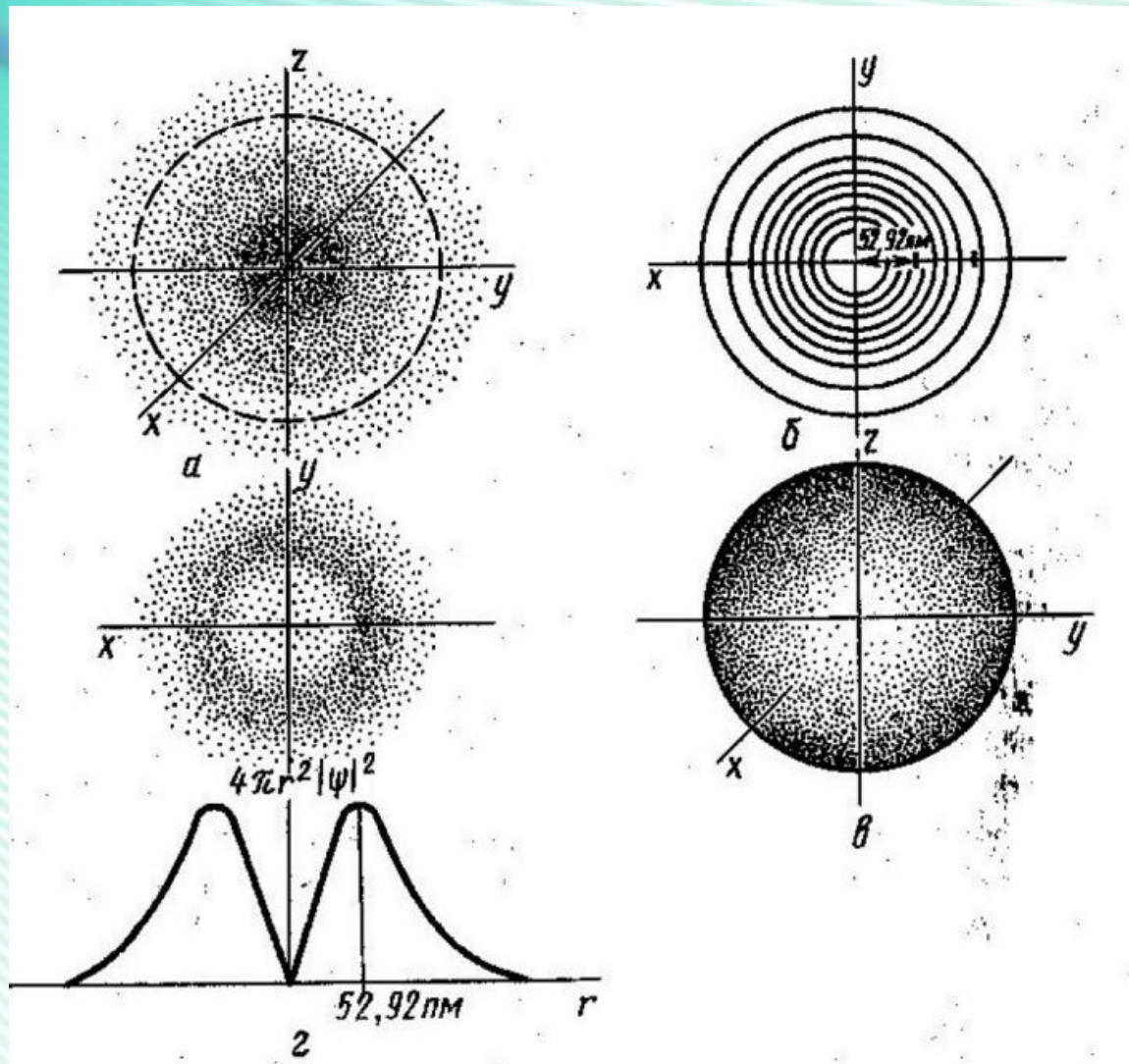
$$\lambda = h / (mv)$$

$$\Psi(x, y, z, t)$$

- Волновая функция

0101010101

Виды графического представления волновой функции



Квантовые числа

№	Название квантового числа	Символ (обозначение)	Какие значения принимает	Что характеризует (определяет)
1	Главное	n	$n = 1, 2, 3, \dots, 7, \dots \infty$	Энергию энергетического уровня (размер электронного облака)
2	Орбитальное (побочное)	l	$l = 0, 1, 2, 3, \dots, (n-1)$	Энергию энергетического подуровня (форму электронного облака,
3	Магнитное	m_l	$m_l = -l, \dots, 0, \dots, +l$ всего $(2l + 1)$ значений	Направленность (ориентацию) электронного облака в пространстве
4	Спиновое	m_s	$m_s = +\frac{1}{2}$ $m_s = -\frac{1}{2}$	Способ движения (спин) электрона вокруг своей оси (собственный момент количества движения электрона в атоме)

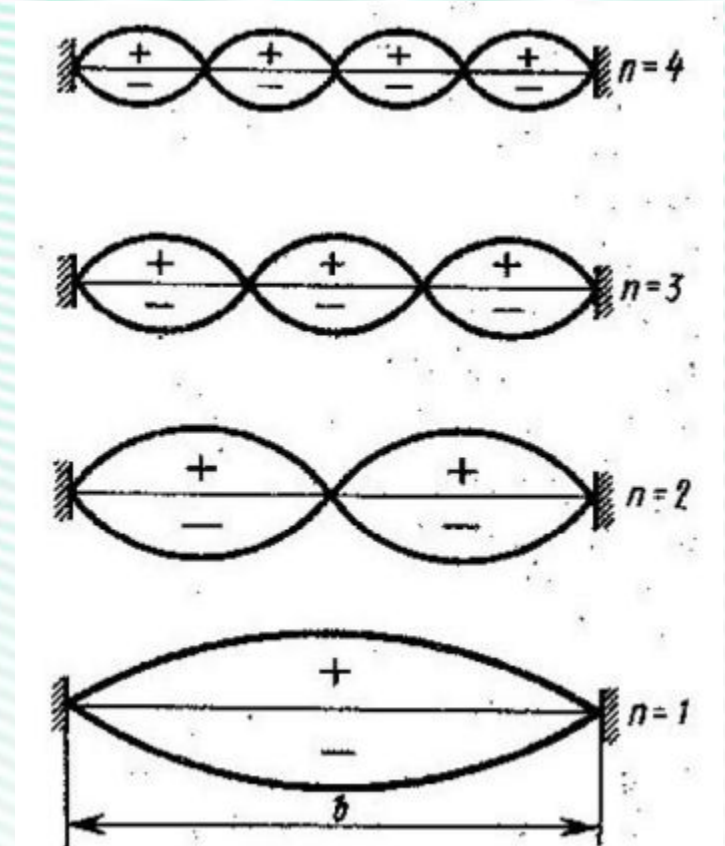
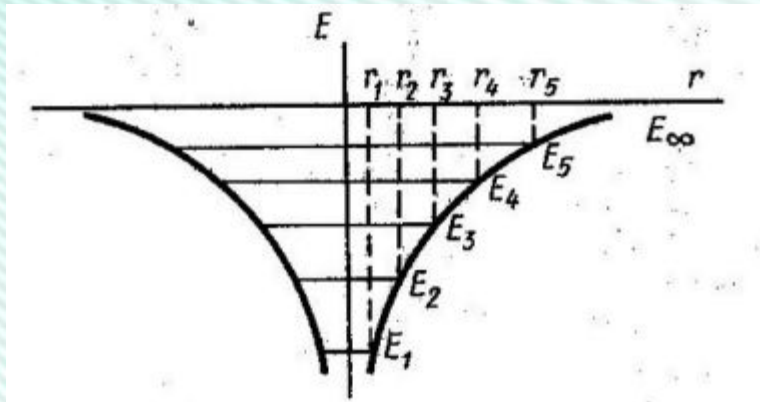
Уравнение Шредингера

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} + \frac{8\pi^2 m}{h} (E - U) \psi = 0,$$

$$U = -\frac{ze^2}{r},$$




где $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$

$\psi \rightarrow 0$, если $r \rightarrow \infty$.

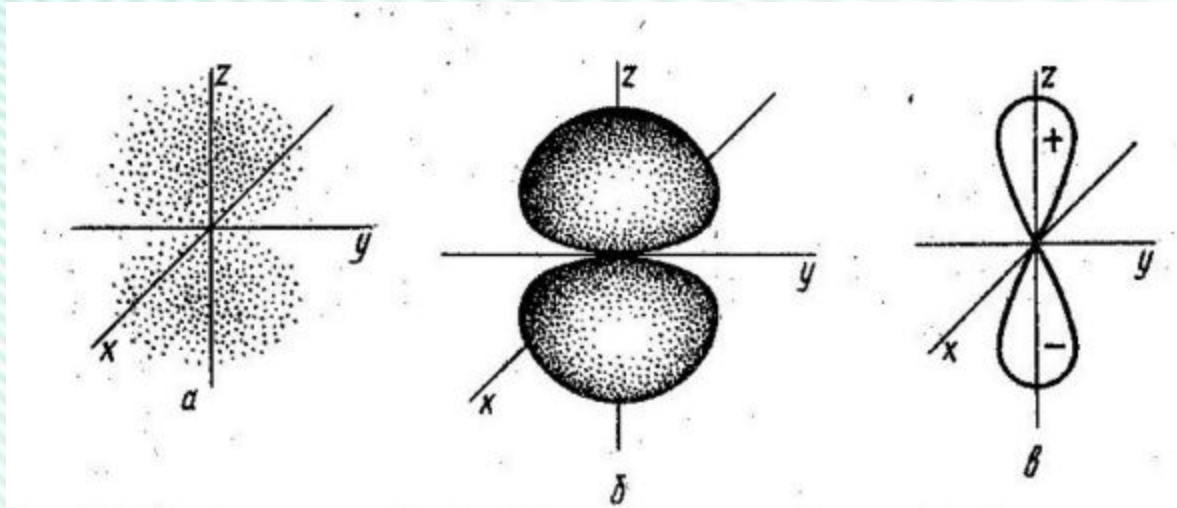
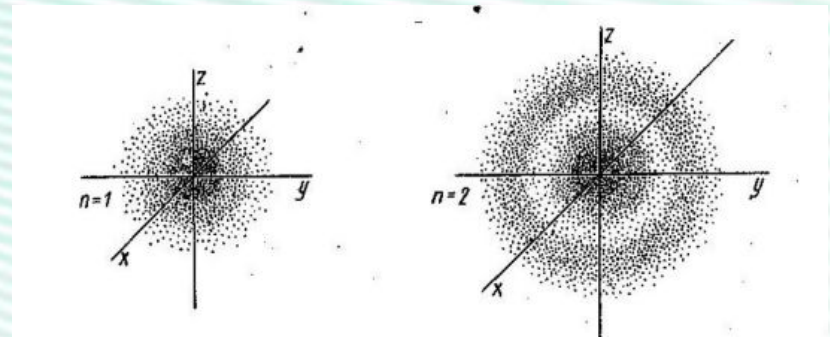


$$\lambda = 2b/n.$$

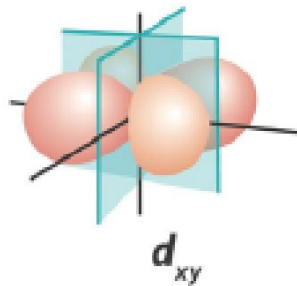
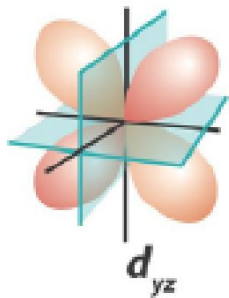
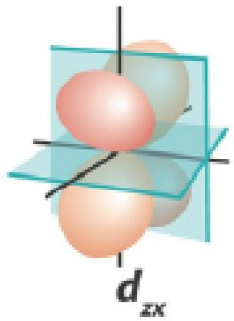
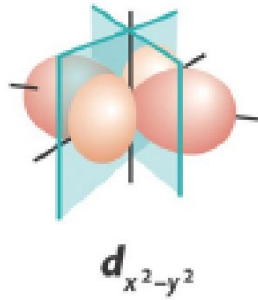
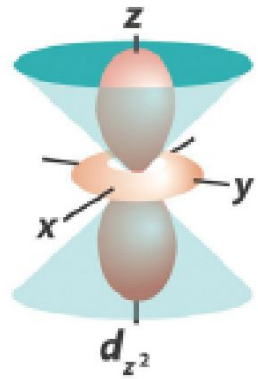
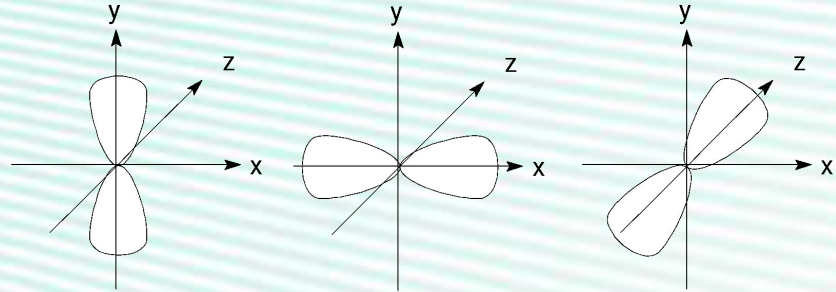
Квантовые числа

<i>l</i>	0	1	2	3	4
Буквенное обозначение подуровня	s	p	d	f	g
Форма орбитали				СЛОЖН.	СЛОЖН.

Главное квантовое число (n)	Орбитальное квантовое число (l)	Обозначение атомных орбиталей (АО)	Количество энергетических подуровней
1	0	1 s	1
2	0, 1	2 s, 2 p	2
3	0, 1, 2	3s, 3p, 3d	3
4	0, 1, 2, 3	4s, 4p, 4d, 4f	4
5	0, 1, 2, 3, 4	5s, 5p, 5d, 5f, 5g	5



Квантовые числа



Квантовые числа

Энергетический уровень	Подуровень	m_l	Число орбиталей		Максимальное число электронов	
			ПУ	У	ПУ	У
K (n=1)	s (l=0)	0	1	1	2	2
L (n=2)	s (l=0)p (l=1)	0	1	4	2	8
		-1,0,+1	3		6	
M (n=3)	s (l=0)p (l=1) d (l=2)	0	1	9	2	18
		-1,0,+1	3		6	
		-2, -1, 0,+1,+2	5		10	
N (n=4)	s (l=0)p (l=1)d (l=2)f (l=3)	0	1	16	2	32
		-1,0,+1	3		6	
		-2, -1, 0,+1,+2	5		10	
		-3,-2,-1, 0,+1,+2,+3	7		14	

ПУ – подуровень, У – уровень