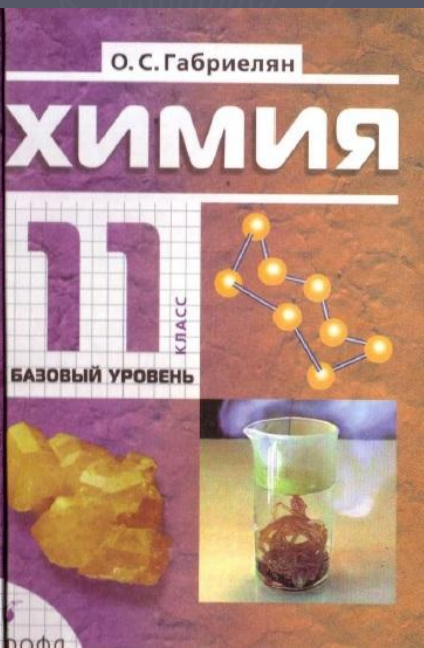
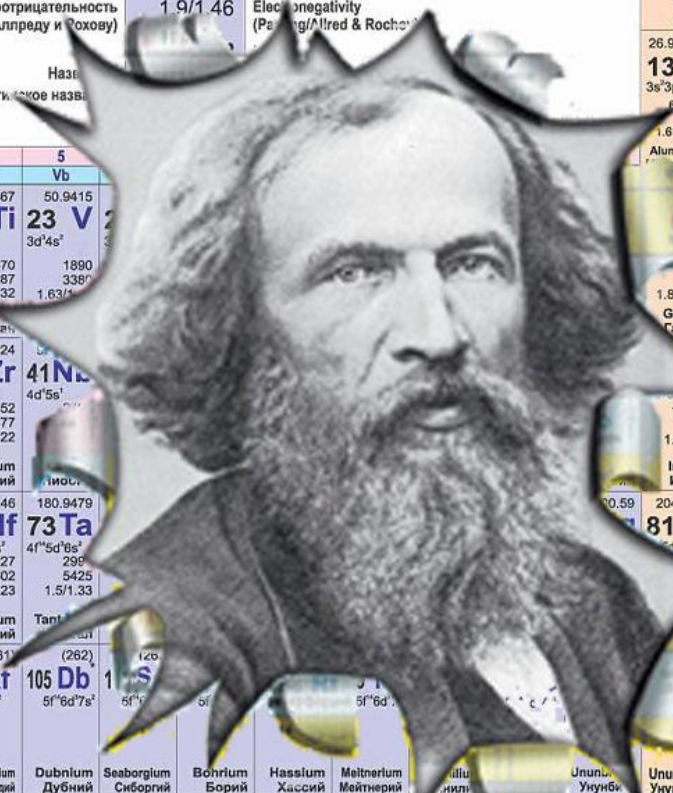


# Тема 1. Периодический закон и периодическая система Д. И. Менделеева. Строение атома.



# Современная периодическая система элементов Д.И.Менделеева

Group 1 <b>Ia</b>											18 <b>0</b>					
Period 1 <b>1 H</b>											<b>2 He</b>					
1s <sup>1</sup> -259.14 -252.87 2.02/-											1s <sup>2</sup> -272.2 -268.93					
Hydrogen Водород Hydrogenium											Helium Гелий					
12.3 eV											20.1797					
6.941 9.012182											4.002602					
<b>3 Li</b> <b>4 Be</b>											<b>10 Ne</b>					
[He]2s <sup>1</sup> 180.54 1278 1347 0.98/0.97	2s <sup>2</sup> 1278 2970 1.57/1.47									2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> -219.62 -188.11 3.44/3.50	2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> -248.7 -246.05					
Lithium Литий	Beryllium Бериллий									Oxygen Кислород Oxygenium	Fluorine Фтор Fluorium	Neon Неон				
22.989770 24.3050	9.012182 10.012738									15.9994 16.9994032	19.9984032	20.1797				
<b>11 Na</b> <b>12 Mg</b>											<b>18 Ar</b>					
[Ne]3s <sup>1</sup> 97.86 883.15 1107 0.93/1.01	3s <sup>2</sup> 648.8 1107 1.31/1.23									3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> -100.98 -34.6 3.16/2.83	3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> -189.2 -185.7					
Sodium Натрий (Natrium)	Magnesium Магний									Chlorine Хлор Chlorum	Argon Аргон					
22.989770 24.3050	24.3050 24.30466									35.4527 35.453	39.948	39.948				
<b>19 K</b> <b>20 Ca</b> <b>21 Sc</b> <b>22 Ti</b> <b>23 V</b>											<b>36 Kr</b>					
[Ar]4s <sup>1</sup> 63.65 774 0.82/0.91	4s <sup>2</sup> 839 1487 1.00/1.04	3d <sup>4</sup> 4s <sup>2</sup> 1541 2831 1.36/1.20	3d <sup>4</sup> 4s <sup>2</sup> 1670 3287 1.54/1.32	3d <sup>4</sup> 4s <sup>2</sup> 1890 3380 1.63/1.51							3d <sup>4</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> -208 -243 1.81/1.82	3d <sup>4</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> -211.9 -242.7 2.01/2.02	3d <sup>4</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> -211.9 -242.7 2.01/2.02			
Potassium Калий (Kalium)	Calcium Кальций	Scandium Скандий	Titanium Титан	Vanadium Ванадий							Gallium Галлий	Germanium Германий	Arsenic Мышьяк Arsenicum	Selenium Селен	Bromine Бром Bromum	Krypton Криптон
39.0983 40.078	44.955910 47.867	50.9415 50.9415	47.867 47.867	50.9415 50.9415							72.61 72.61	74.92160 74.92160	78.96 78.96	79.904 79.904	83.80 83.80	
<b>37 Rb</b> <b>38 Sr</b> <b>39 Y</b> <b>40 Zr</b> <b>41 Nb</b>											<b>54 Xe</b>					
[Kr]5s <sup>1</sup> 38.89 887.2 0.82/0.89	5s <sup>2</sup> 769 1384 0.95/0.99	4d <sup>5</sup> 5s <sup>2</sup> 1522 4377 1.22/1.11	4d <sup>5</sup> 5s <sup>2</sup> 1852 4377 1.33/1.22	4d <sup>5</sup> 5s <sup>2</sup> 1852 4377 1.33/1.22							4d <sup>5</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 156.78 2080 1.78/1.5	4d <sup>5</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 231.88 2270 1.96/1.7	4d <sup>5</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 630.5 1750 2.05/1.8	4d <sup>5</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 449.5 989.8 2.1/2.0	4d <sup>5</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 113.5 194.95 2.66/2.2	4d <sup>5</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 113.5 194.95 2.66/2.2
Rubidium Рубидий	Strontium Стронций	Yttrium Иттрий	Zirconium Цирконий	Niobium Нибобиум							Indium Индий Stannum	Tin Олово (Stibium)	Antimony Сурьма (Stibium)	Tellurium Теллур	Iodine Иод Iodum	Xenon Ксенон
85.4678 87.62	88.90585 87.62	88.90585 87.62	91.224 91.224	92.90638 92.90638							118.710 121.760	127.60 127.60	127.60 127.60	126.90447 126.90447	131.29 131.29	131.29 131.29
<b>55 Cs</b> <b>56 Ba</b> <b>57 La</b> <b>72 Hf</b> <b>73 Ta</b>											<b>86 Rn</b>					
[Xe]6s <sup>1</sup> 28.5 678.4 0.79/0.86	6s <sup>2</sup> 725 1640 0.89/0.97	5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> 920 3454 1.10/1.08	4f <sup>14</sup> 5d <sup>2</sup> 6s <sup>2</sup> 2227 299 1.2/1.1	4f <sup>14</sup> 5d <sup>2</sup> 6s <sup>2</sup> 2227 299 1.2/1.1							4f <sup>14</sup> 5d <sup>2</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup> 327.5 271.3 2.33/1.55	4f <sup>14</sup> 5d <sup>2</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup> 327.5 271.3 2.33/1.55	4f <sup>14</sup> 5d <sup>2</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup> 327.5 271.3 2.33/1.55	4f <sup>14</sup> 5d <sup>2</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup> 327.5 271.3 2.33/1.55	4f <sup>14</sup> 5d <sup>2</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup> 327.5 271.3 2.33/1.55	4f <sup>14</sup> 5d <sup>2</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup> 327.5 271.3 2.33/1.55
Cesium Цезий (Caesium)	Barium Барий	Lanthanum Лантан	Hafnium Гафний	Tantalum Тантал							Lead Свинец (Plumbum)	Bismuth Висмут Bismuthum	Polonium Полоний	Astatine Астат Astatium	Radon Радон	
132.90545 137.327	138.9055 137.327	138.9055 137.327	178.46 178.46	180.9479 180.9479							208.98038 207.2	208.98038 207.2	210 (210)	210 (210)	222 (222)	
<b>87 Fr</b> <b>88 Ra</b> <b>89 Ac</b> <b>104 Rf</b> <b>105 Db</b>											<b>118 Og</b>					
[Rn]7s <sup>1</sup> 27 1140 0.7/0.86	7s <sup>2</sup> 970 1400 0.89/0.97	6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> 1090 (-3250) 1.1/1.0	5f <sup>14</sup> 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup> 140.116 140.90765	5f <sup>14</sup> 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup> 144.24 144.24	5f <sup>14</sup> 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup> 145 (145)	5f <sup>14</sup> 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup> 150.36 150.36	5f <sup>14</sup> 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup> 151.964 151.964	5f <sup>14</sup> 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup> 157.25 157.25	5f <sup>14</sup> 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup> 162.50 162.50	5f <sup>14</sup> 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup> 164.93032 164.93032	5f <sup>14</sup> 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup> 167.26 167.26	5f <sup>14</sup> 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup> 168.93421 168.93421	5f <sup>14</sup> 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup> 173.04 173.04	5f <sup>14</sup> 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup> 174.967 174.967		
Francium Франций	Radium Радий	Actinium Актиний	Rutherfordium Резерфордий	Dubnium Дубний	Seaborgium Сиборгий	Borhrium Борий	Hassium Хассий	Mtnerium Мейтнерий	Darmstadtium Дармштадтий	Ununpentium Унунпентий	Ununhexium Унунгексий	Ununseptium Унунсептий	Ununoctium Унуноктдий	Ununnonium Унунноний	Unbinilium Унунбиний	



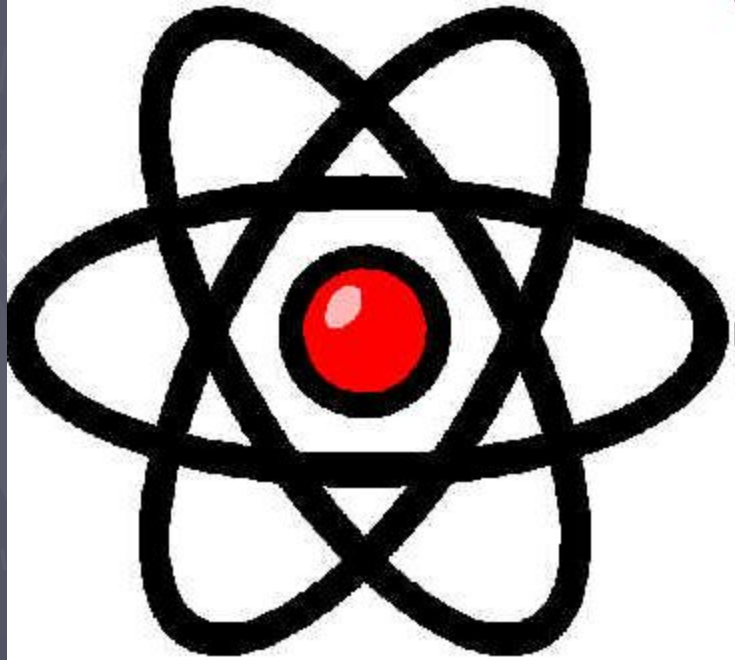
\* Element has no stable nuclides. For radioactive elements the value in parentheses refers to the number of nucleons (mass number) of the most stable isotope (IUPAC, 1995)  
 \* Элемент не имеет устойчивых изотопов. Для него в скобках приведено значение массового числа (число нуклонов в ядре) наиболее долгоживущего изотопа (ИЮПАК, 1995).  
 ( ) Alternative english name  
 [ ] American spelling of the element's name  
 ( ) Альтернативное английское название  
 [ ] Американское написание названия элемента

© P.C. Сайфуллин,  
 А.Р. Сайфуллин, 2004  
 © R.S. Saifullin,  
 A.R. Saifullin, 2004

Mar. 2004



# Атом — сложная частица



# Цели:

**обобщить знания из курсов химии и физики о явлениях, доказывающих сложность строения атома;**  
**познакомить с эволюцией научных взглядов на строение атома.**

# Содержание:

- 1. Атом – сложная частица.**
- 2. Доказательства сложности строения атома.**
- 3. Модели строения атомов.**
- 4. Модели строения атомов.**
- 5. Ядро и нуклоны.**
- 6. Электрон.**
- 7. Дуализм электрона.**

## Определение атома в БСЭ

**Атом (от греч. atomos — неделимый), частица вещества микроскопических размеров и очень малой массы (микрочастица), наименьшая часть химического элемента, являющаяся носителем его свойств. Каждому элементу соответствует определённый род А., обозначаемых символом элемента (например, А. водорода H; А. железа Fe; А. ртути Hg; А. урана U).**

# Развитие представлений о строении атома

**I. Атом – химически неделимая  
частица (элемент).**

## II. Доказательства сложности строения атома:

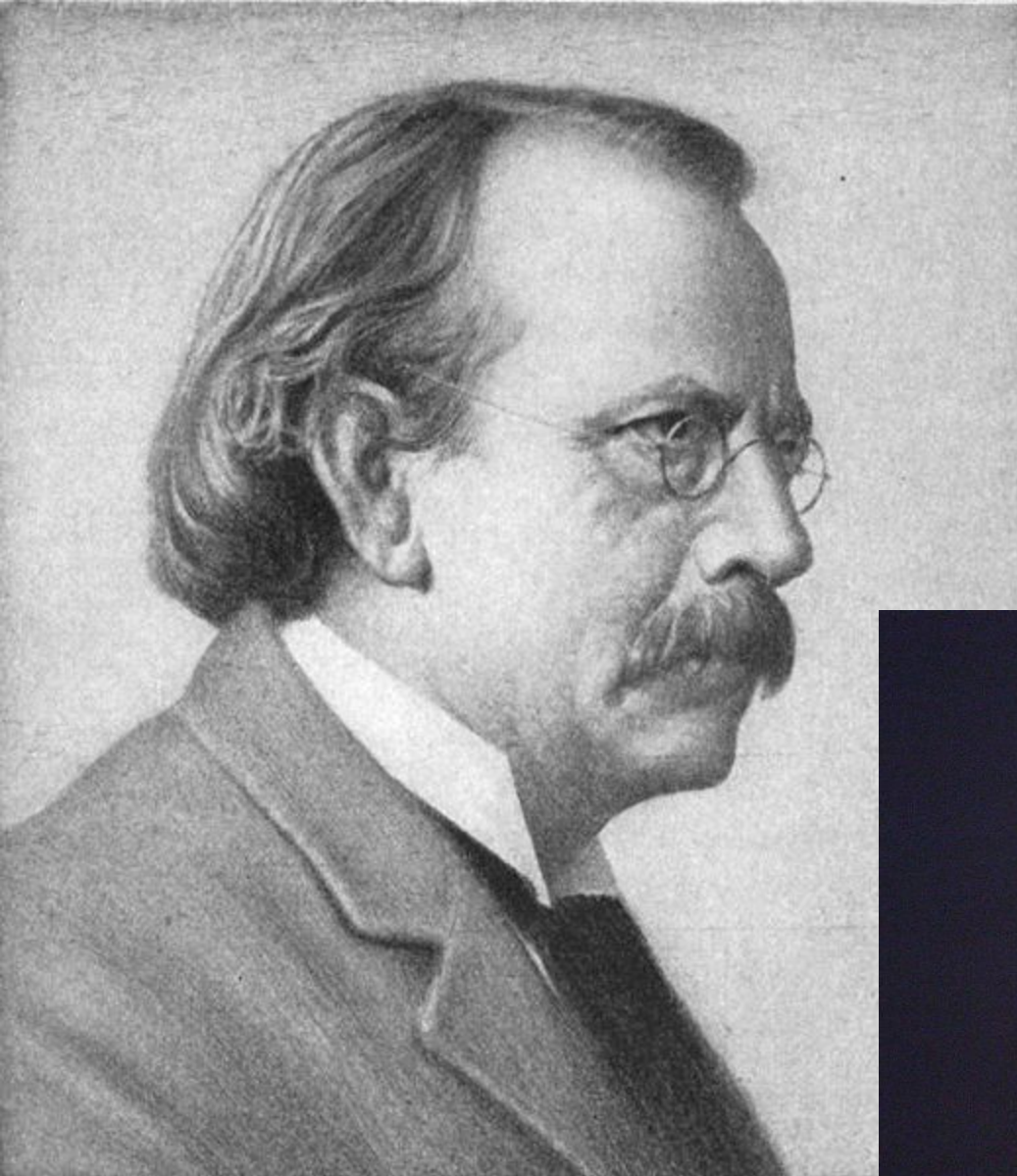
- 1) **Открытие рентгеновских лучей (1895 г., К. Рентген).**
- 2) **Открытие катодных лучей (1897 г., Дж. Томсон).**
- 3) **Открытие радиоактивности (1896 г., А Беккерель) и её изучение (1897 – 1903 гг., М. Склодовская-Кюри, П. Кюри)**



**Вильгельм Конрад Рентген**  
(1845 — 1923)

## Рентгеновские лучи





**Сэр Джозеф  
Джон Томсон  
(1856 — 1940)**

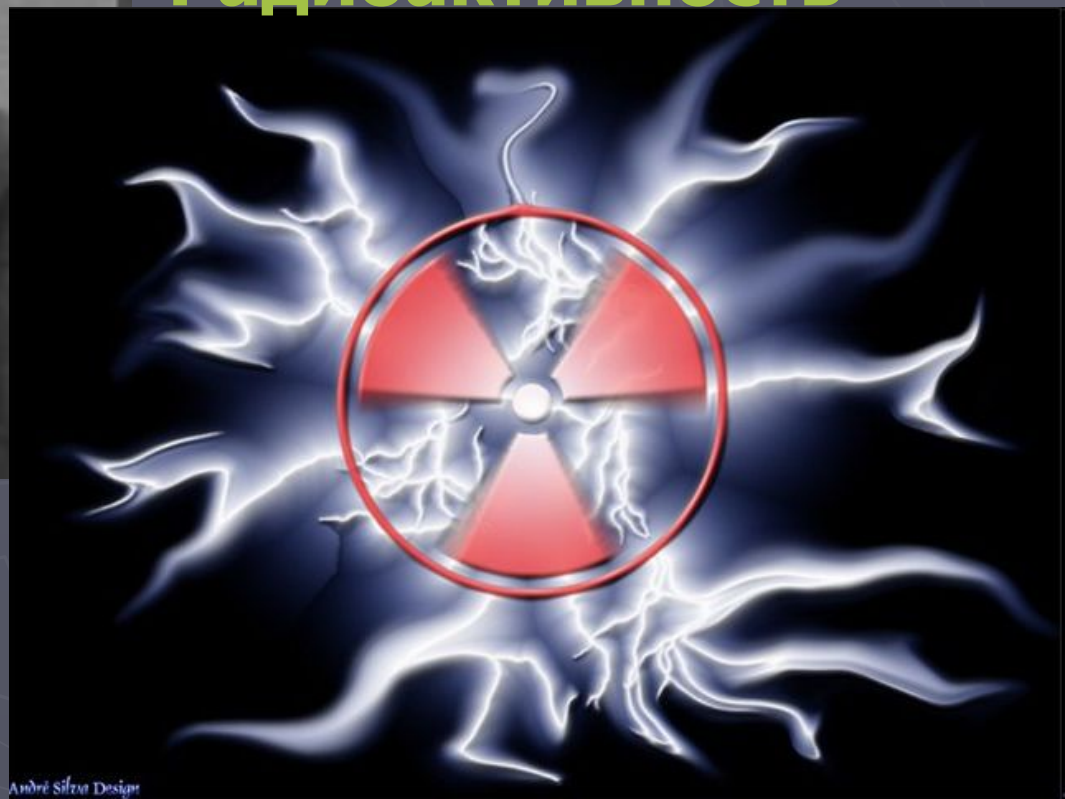
## **Катодные лучи**





**Антуан Анри  
Беккерель (1852 -  
1908)**

**Радиоактивность**





**Пьер Кюри**  
(1859—1906)

**Мария  
Складовская -  
Кюри́ (1867 —  
1934)**

**Изучение  
радиоактивности**

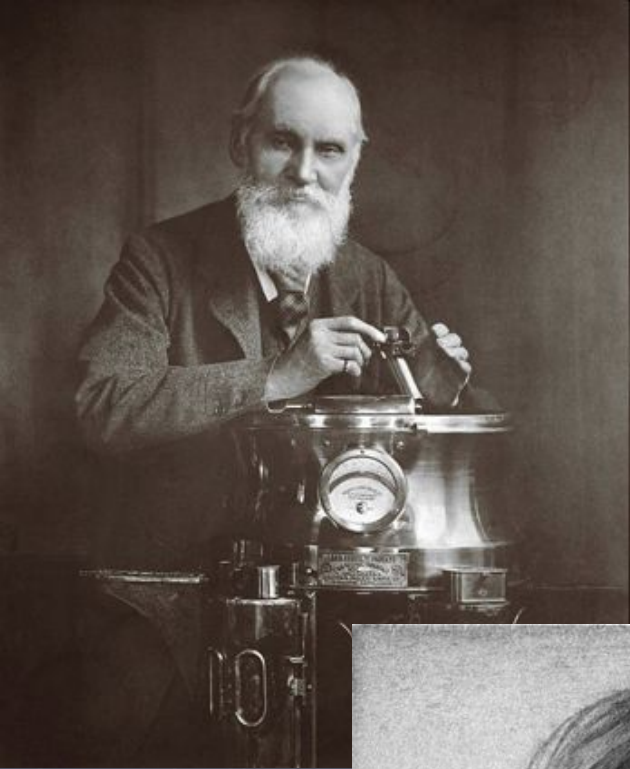


# III. Модели строения атомов

- 1) «Пудинг с изюмом» (1902 – 1904 гг., В. Кельвин, Дж. Томсон).
- 2) Планетарная (1907 г.. Э. Резерфорд).
- 3) Квантовая модель Н. Бора.

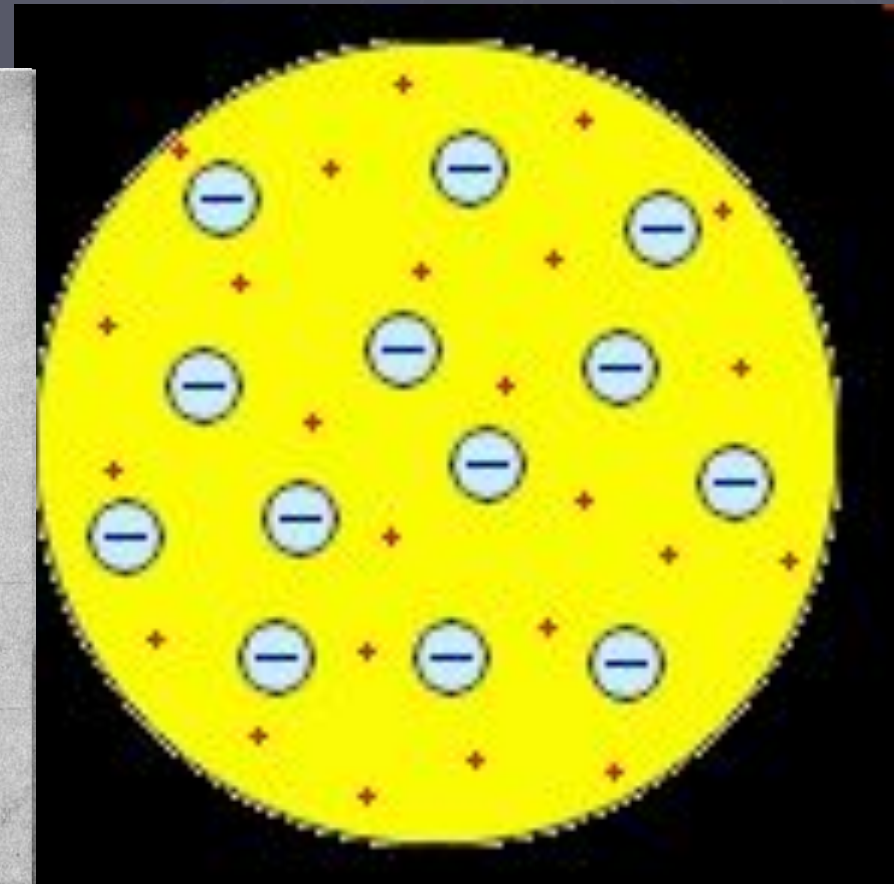


**Кельвин (Kelvin) Вильям**  
(26.VI.1824–17.XII.1907).



**«Пудинг с изюмом»**

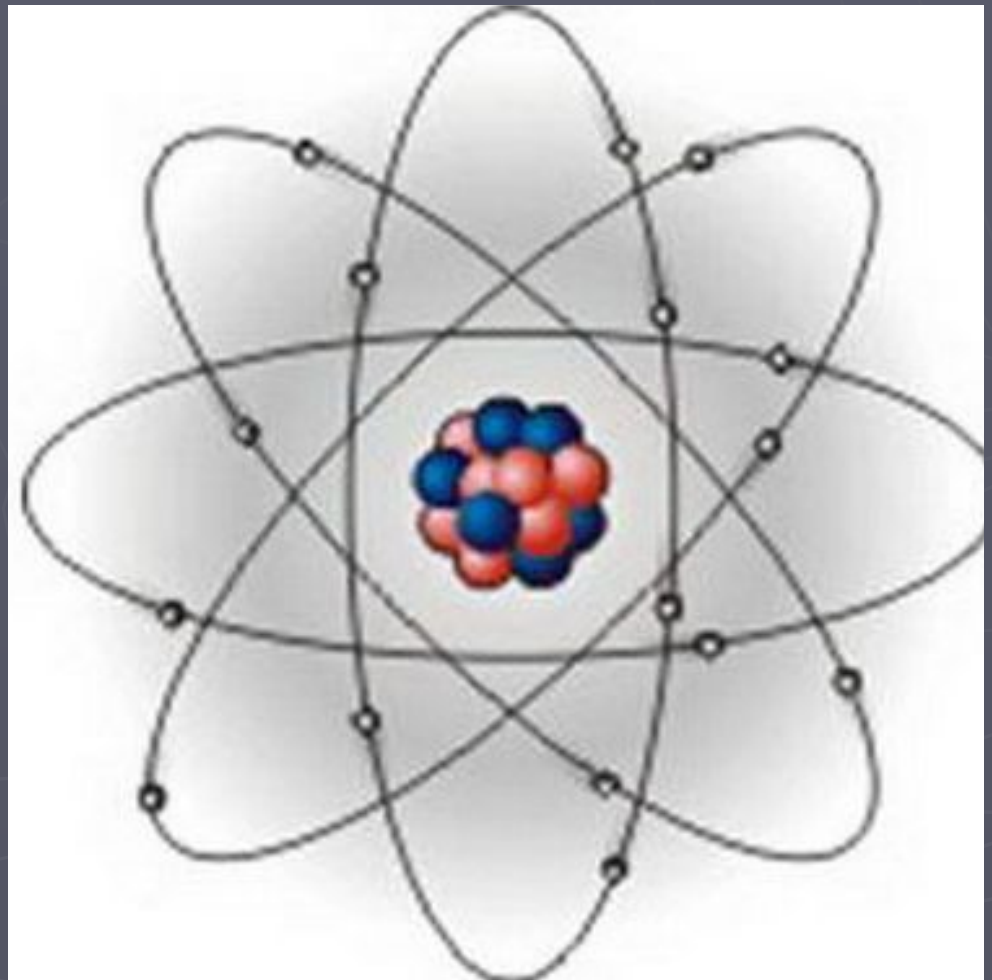
**Сэр Джозеф  
Джон  
Томсон**  
(1856 —  
1940)





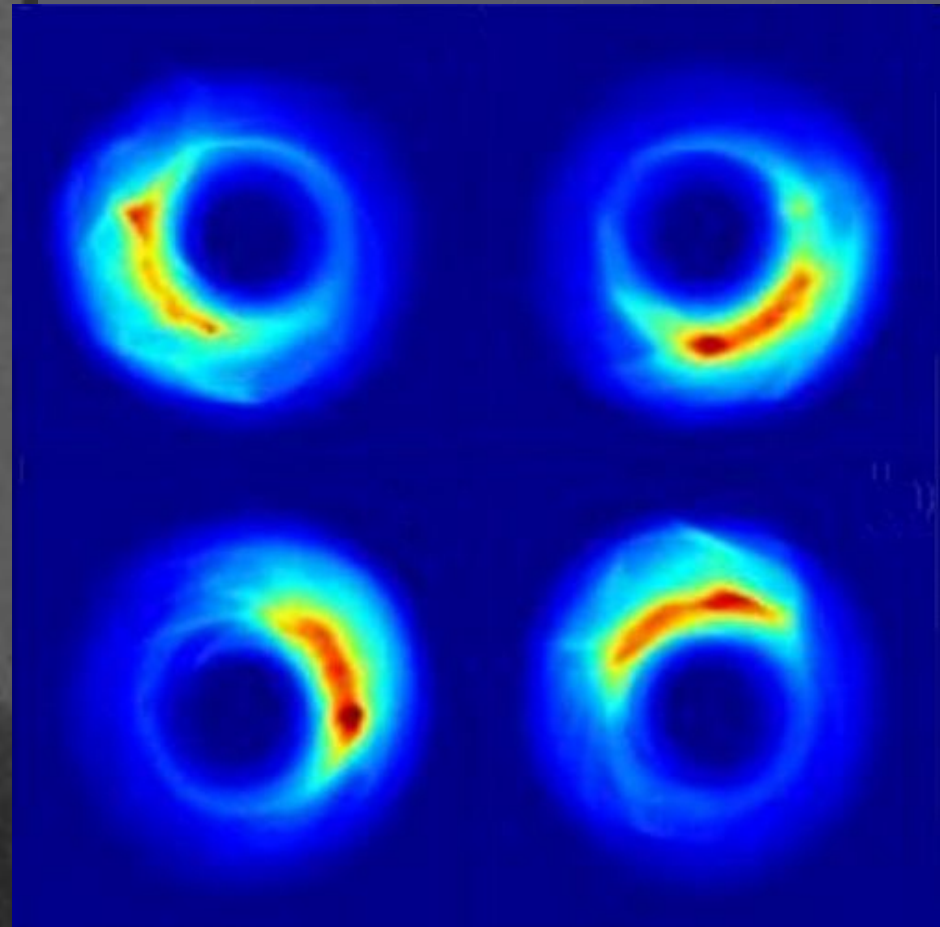
**Эрнест Резерфорд**  
(1871 —1937)

## Планетарная модель



**Нильс Хэ́нрик Дави́д  
Бор (1885—1962)**

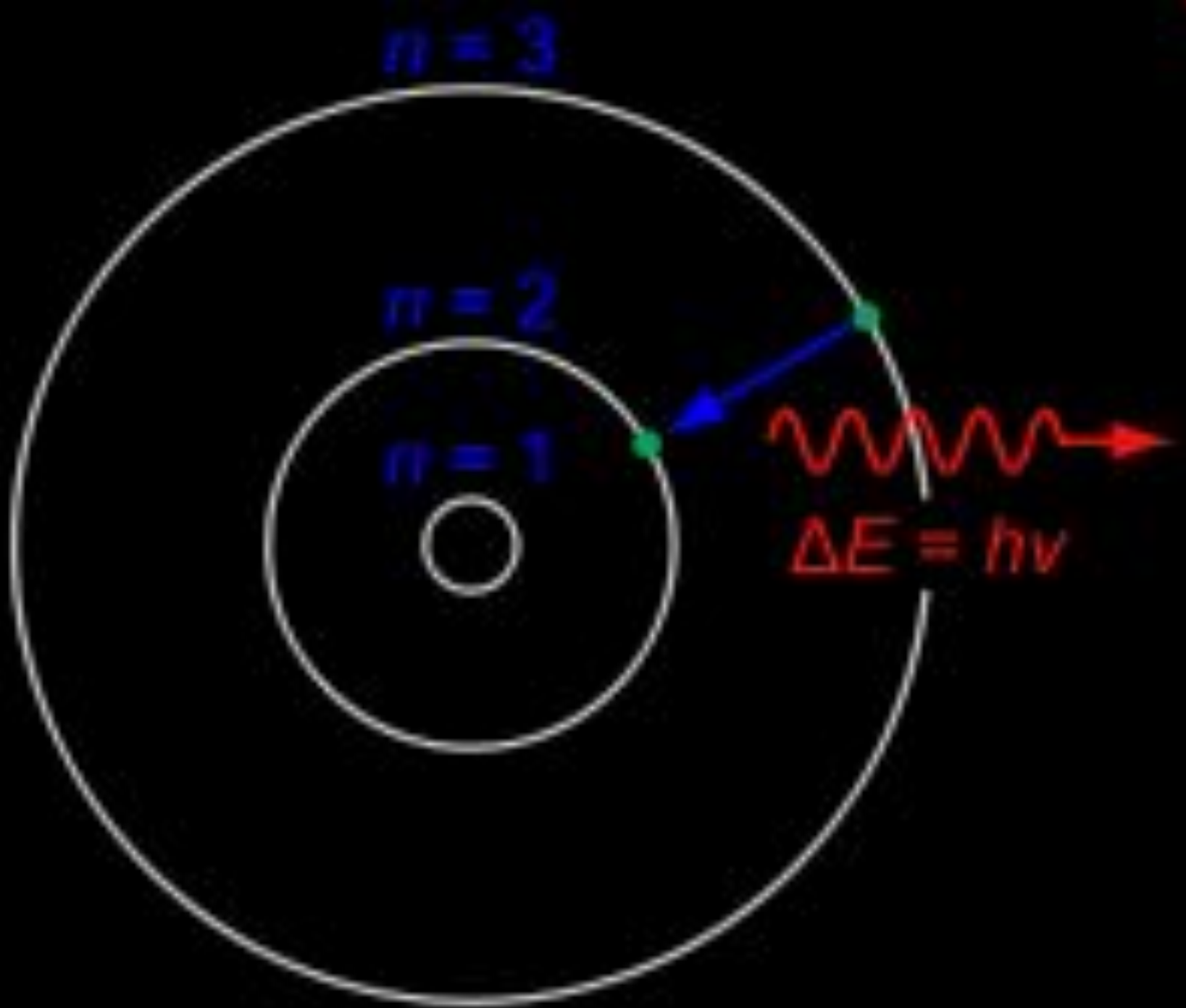
**Квантовая модель**



# Постулаты Бора

- ▶ Электрон двигается по строго определённым замкнутым стационарным орбитам в соответствии с «разрешёнными» значениями энергии  $E_1, E_2, \dots, E_n$ , при этом энергия не поглощается и не выделяется.
- ▶ Электрон переходит из одного разрешённого энергетического состояния в другое, что сопровождается излучением или поглощением кванта энергии.







# IV. Современные представления о строении атома на основе квантовой механики.

**1932 г. – протонно-нейтронная теория ядра.**



Водород  
Массовое число 1  
Заряд ядра 1

Гелий  
Массовое число 4  
Заряд ядра 2

Углерод  
Массовое число 12  
Заряд ядра 6

**Атом**

**Ядро**

**Электроны**

**Протоны**

**Нейтроны**

**Нуклоны**

► Атом – это электронейтральная система взаимодействующих элементарных частиц, состоящих их ядра (образованного протонами и нейтронами) и электронов.

$$Ar = \Sigma p^+ + \Sigma n^0$$

▶  $\Sigma p^+ = \text{const}$

▶  $\Sigma n^0 \neq \text{const}$

► **Изотопы** – это разновидности атомов одного и того же химического элемента, имеющие одинаковый заряд атомного ядра (одинаковое число протонов в нём), но разную относительную атомную массу (разное число нейтронов).



**Химический элемент** — это вид атомов с одинаковым положительным зарядом ядра.

$^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$ ,  $^{18}\text{O}$  — изотопы кислорода

$^{35}\text{Cl}$ ,  $^{37}\text{Cl}$  — изотопы хлора

$^{39}\text{K}$ ,  $^{40}\text{K}$  — изотопы калия

$^{39}\text{Ar}$ ,  $^{40}\text{Ar}$  — изотопы аргона

БСЭ

## Корпускулярно-волновой

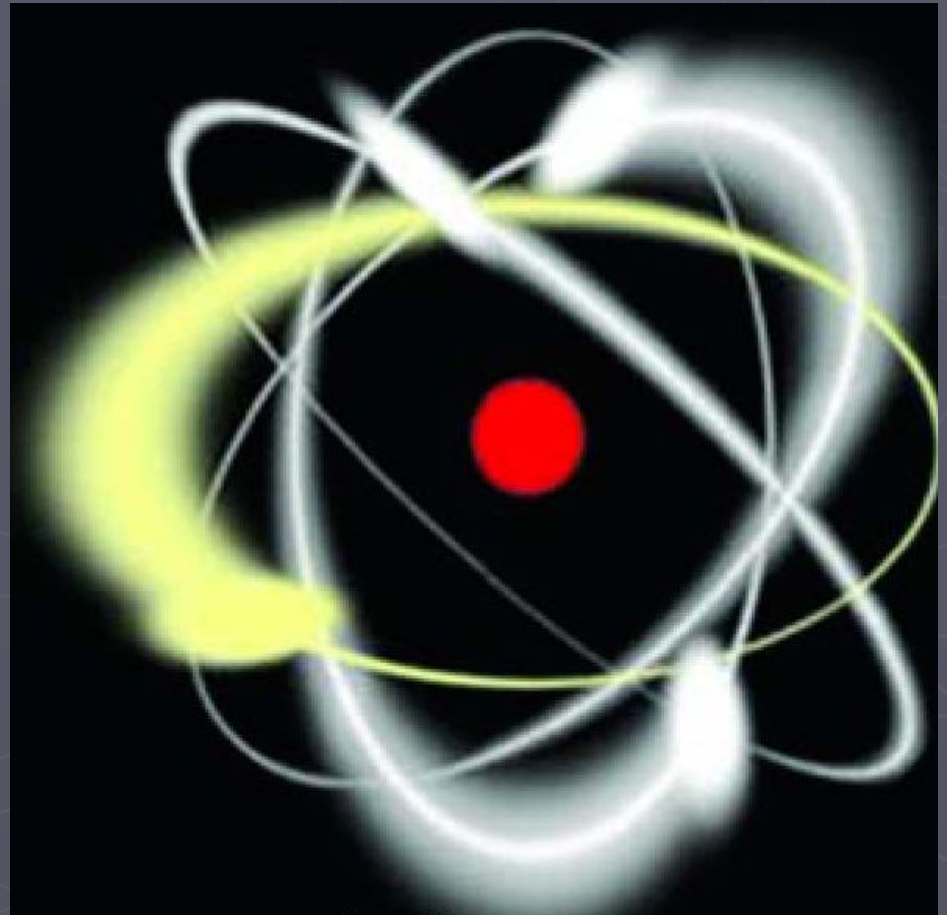
дуализм — положение, лежащее в основе квантовой механики о том, что в поведении микрообъектов проявляются как корпускулярные, так и волновые черты.

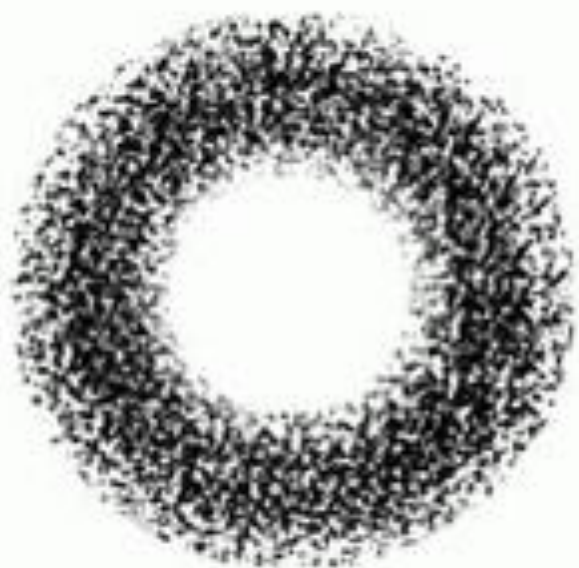
▶ Электронная оболочка –  
совокупность всех электронов в  
атоме.

▶ Электронный слой или  
энергетический уровень –  
электроны, обладающие близкими  
значениями энергии.

▶ Число энергетических уровней в  
атоме равно номеру периода, в  
котором располагается элемент

► Орбиталь или электронное облако  
– пространство вокруг атомного  
ядра, в котором наиболее вероятно  
нахождение электрона





*s*-орбиталь

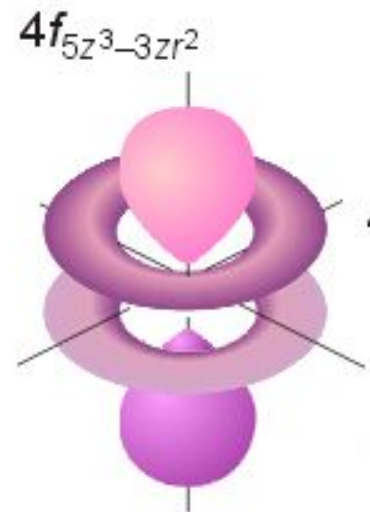
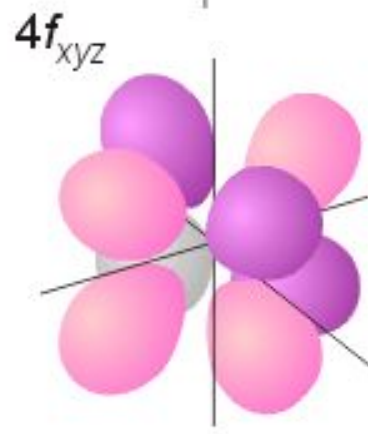
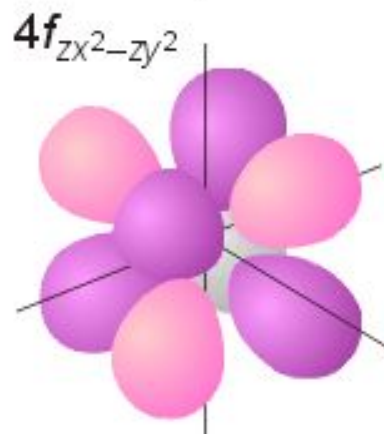
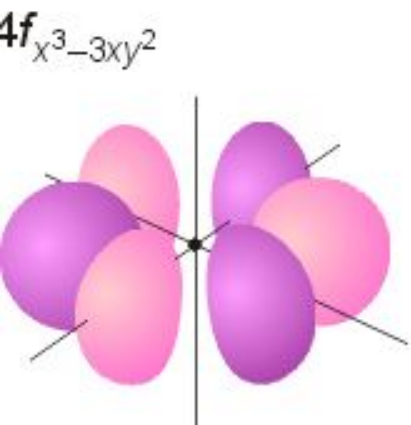
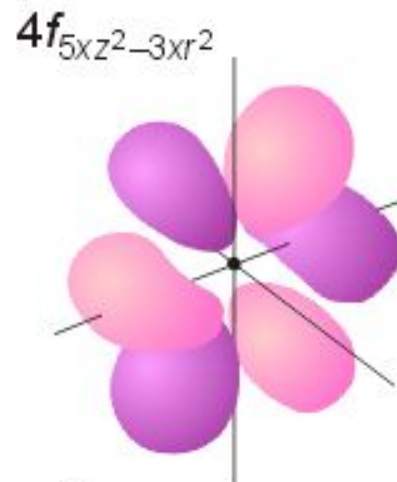
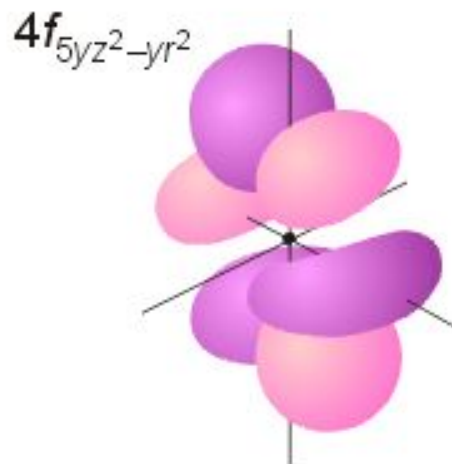
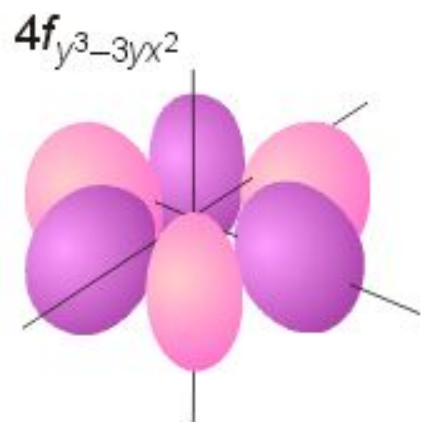


*p*-орбиталь



*d*-орбиталь





Электронные облака семи f-орбиталей.

Форма	№ уровня	Количество орбиталей	Количество электронов
<b>s</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>p</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>6</b>
<b>d</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
<b>f</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>14</b>

$$n = 2N^2$$

где,

**n** – максимальное количество электронов на энергетическом уровне;  
**N** – номер энергетического уровня.

**Валерий Яковлевич  
Брюсов (1873 —  
1924) — русский поэт**



***Портрет работы Михаила  
Врубеля***

# **В. Брюсов «Мир электрона»**

- **Быть может, эти электроны –**
- **Миры, где пять материков,**
- **Искусства, званья, войны, троны**
- **И память сорока веков.**
- **Ещё быть может каждый атом –**
- **Вселенная, где сто планет;**
- **Там всё, что здесь в объёме**  
**сжатом,**
- **Но также то, чего здесь нет.**