

## **Лекция 3. Становление современной естественно-научной картины мира.**

**1. Концепции классического естествознания: электромагнитная концепция.**

**2. Концепции современной физики: квантово-механическая концепция описания микромира.**

**3. Становление современной естественно-научной картины мира.**

**4. Атомистическая концепция строения материи.**

**5. Классификация элементарных частиц.**

# 1. Концепции классического естествознания: электромагнитная концепция

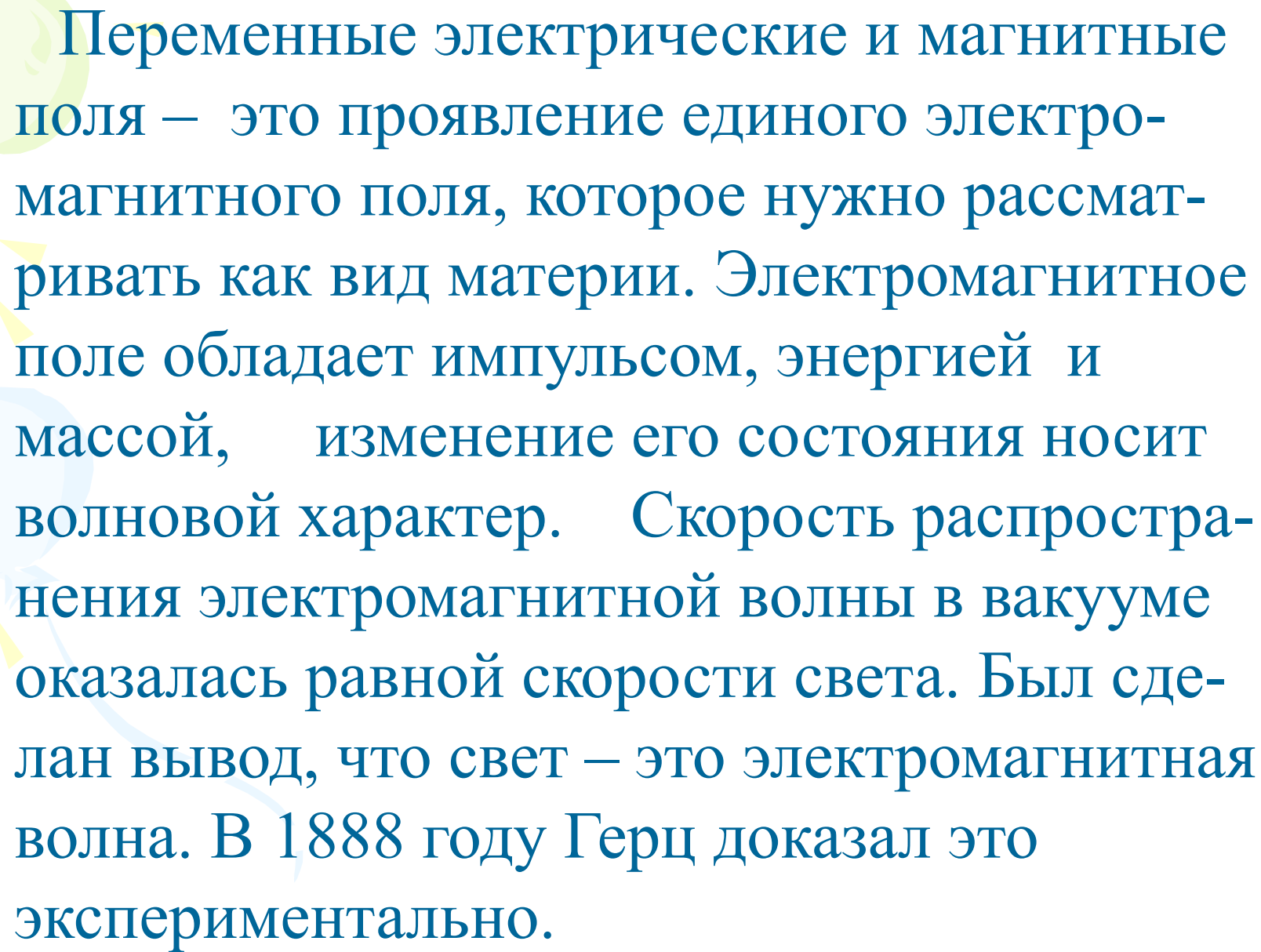
**Явление электромагнетизма открыл в 1820 году Х.К.Эрстед, который впервые заметил магнитное действие электрических токов.**

**В 1830 году М.Фарадей ввел понятие «поле», в 1845 году обнаружил, что временное изменение в магнитных полях порождает электрический ток.**

**В 1873 году Джеймс Максвелл опубликовал первый трактат, в котором впервые систематизировал все фундаментальные уравнения по электричеству и магнетизму.**

## **Выводы из теории Максвелла:**

- Источник электрического поля – это постоянные электрические заряды, переменные магнитные поля (изменяющиеся во времени).
- Источником магнитного поля являются движущиеся электрические заряды и переменные электрические поля.
- Переменное магнитное поле возбуждает электрическое, а переменное электрическое поле возбуждает магнитное.
- Переменное электромагнитное поле не привязано к заряду, способно самостоятельно существовать и распространяться в пространстве



Переменные электрические и магнитные поля – это проявление единого электромагнитного поля, которое нужно рассматривать как вид материи. Электромагнитное поле обладает импульсом, энергией и массой, изменение его состояния носит волновой характер. Скорость распространения электромагнитной волны в вакууме оказалась равной скорости света. Был сделан вывод, что свет – это электромагнитная волна. В 1888 году Герц доказал это экспериментально.



В конце XIX столетия физика пришла к выводу, что материя существует в двух видах: дискретного вещества и непрерывного поля.

- Вещество и поле различаются как корпускулярные и волновые сущности: вещество дискретно и состоит из атомов, а поле непрерывно.
- Вещество и поле различаются по своим физическим характеристикам: частицы вещества обладают массой покоя, а поле нет.
- Вещества и поле различаются по степени проницаемости: вещество мало проницаемо, а поле, наоборот, полностью проницаемо.
- Скорость распространения поля равна скорости света, а скорость движения частиц вещества меньше на много порядков.

## 2. Концепции современной физики: квантово-механическая концепция описания микромира.

В процессе изучения теплового излучения М.Планк пришел к выводу, что в процессах излучения энергия может выделяться или поглощаться не непрерывно и не в любых количествах, а в известных порциях- *квантах*.

- Энергия квантов определяется через число колебаний соответствующего вида излучения и универсальную постоянную

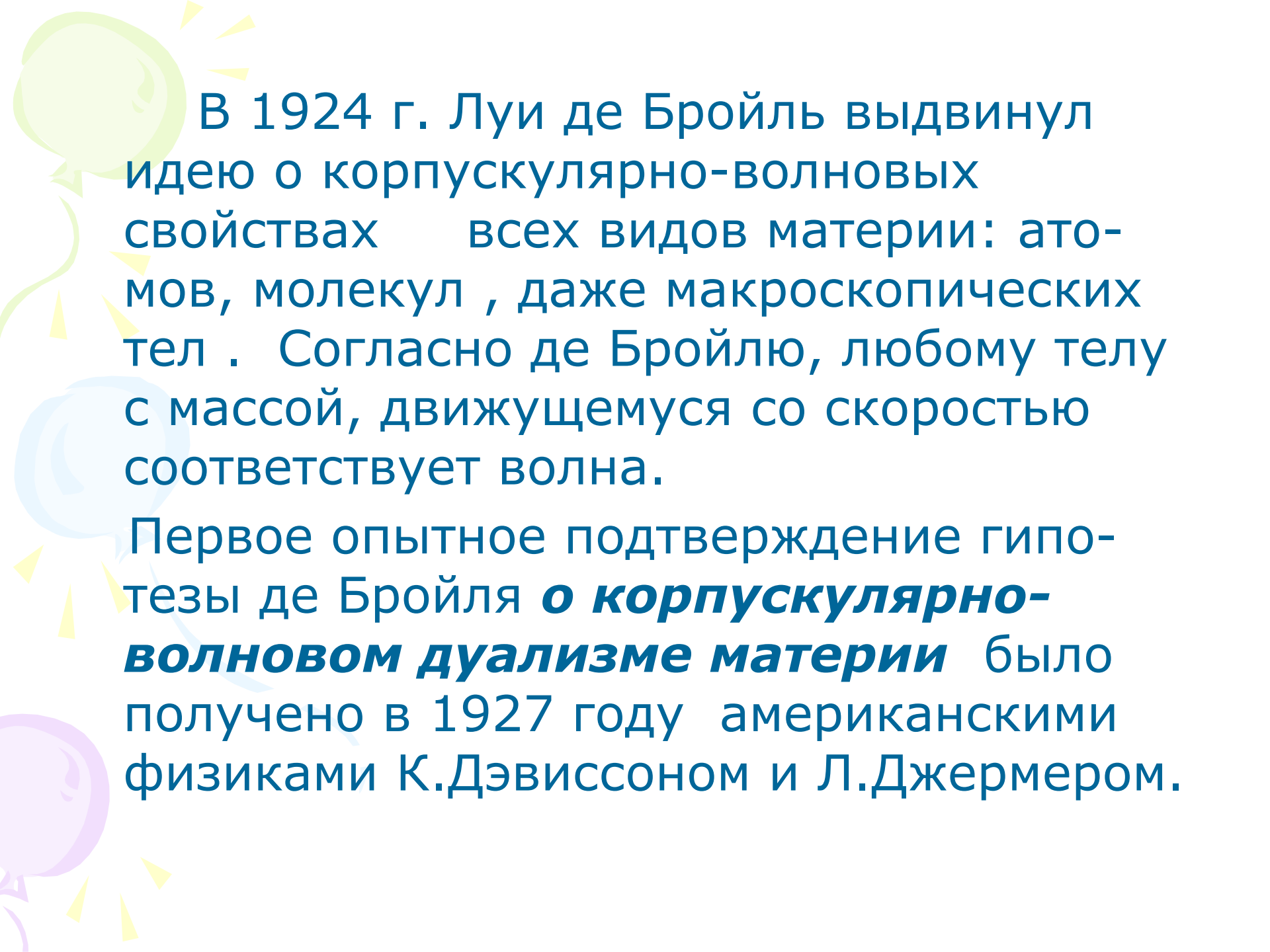
$$E = h \nu.$$

День опубликования формулы - 14 декабря 1900 года в истории физики считается днем рождения квантовой физики, как начало эры нового естествознания.



А.Эйнштейн, в 1905 году обосновал **фотонную** (квантовую) теорию света.

Свет рассматривался как постоянно распространяющееся в пространстве волновое явление, и вместе с тем, как поток неделимых энергетических световых квантов или фотонов. Свет различной окраски состоит из световых квантов различной энергии. Таким образом, получено **объяснение явления фотоэлектрического эффекта: наличие или отсутствие фотоэффекта определяется не интенсивностью падающей волны, а её частотой** (за эту работу А. Эйнштейн в 1922 г. получил Нобелевскую премию).



В 1924 г. Луи де Бройль выдвинул идею о корпускулярно-волновых свойствах всех видов материи: атомов, молекул, даже макроскопических тел. Согласно де Бройлю, любому телу с массой, движущемуся со скоростью соответствует волна.

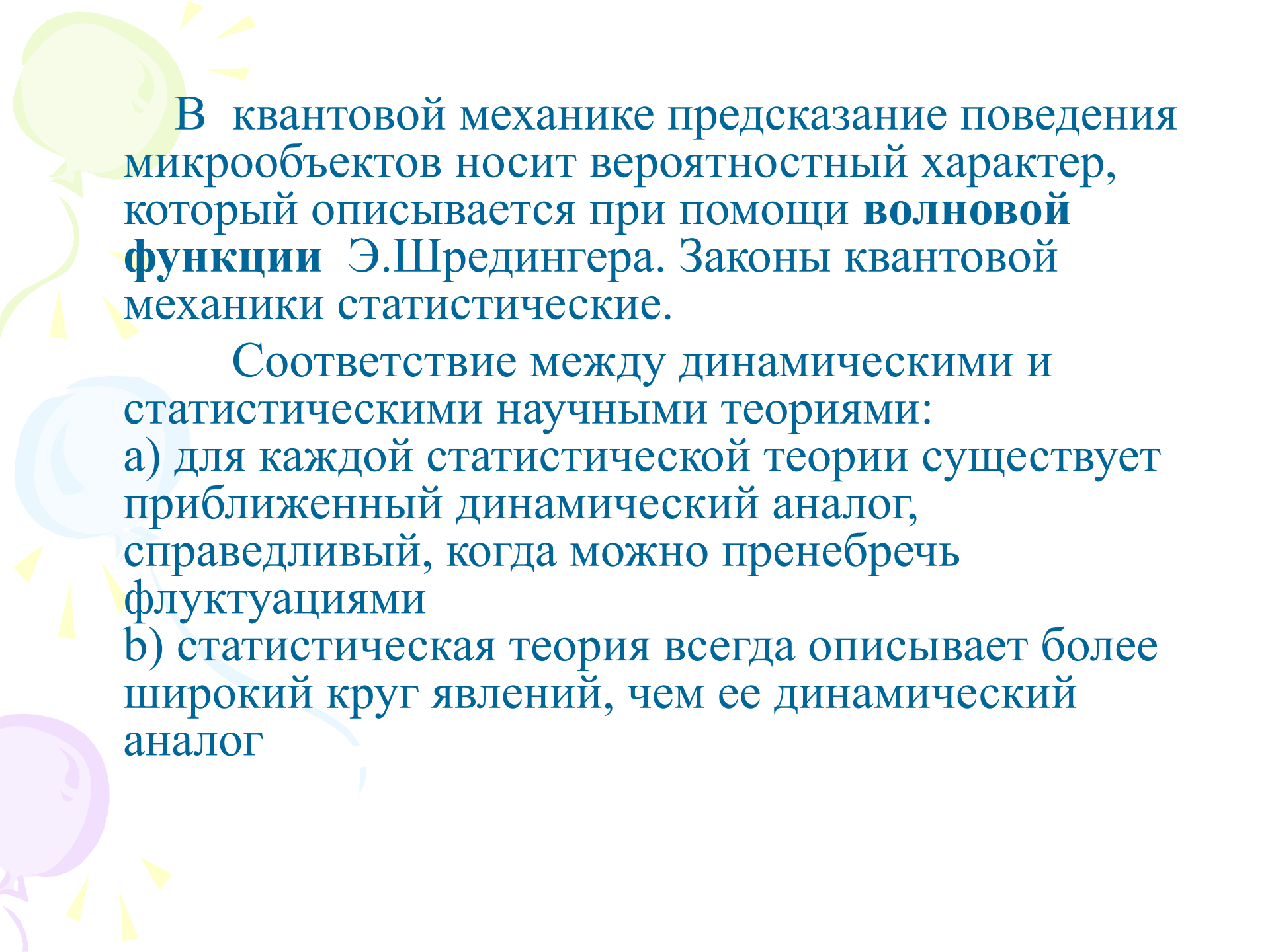
Первое опытное подтверждение гипотезы де Бройля **о корпускулярно-волновом дуализме материи** было получено в 1927 году американскими физиками К.Дэвиссоном и Л.Джермером.



- **Немецкий физик В.Гейзенберг в 1926 г. сформулировал принцип неопределенности и датский физик Н.Бор в 1928 году установил принцип дополнительности, на основании которых описывается поведение микрообъектов.**

**Соотношение неопределенностей: для частиц, обладающих корпускулярно-волновым дуализмом, нельзя одновременно точно определить два параметра. Чем точнее определяется координата, тем менее точно можно определить импульс.**

**Принцип дополнительности: понятия частица и волна дополняют друг друга и в тоже время противоречат друг другу, они являются дополняющими картинами происходящего.**



В квантовой механике предсказание поведения микрообъектов носит вероятностный характер, который описывается при помощи **волновой функции** Э.Шредингера. Законы квантовой механики статистические.

Соответствие между динамическими и статистическими научными теориями:

- а) для каждой статистической теории существует приближенный динамический аналог, справедливый, когда можно пренебречь флуктуациями
- б) статистическая теория всегда описывает более широкий круг явлений, чем ее динамический аналог

<b>Этап истории</b>	<b>Научная картина мира</b>
<b>4000 лет до н. э.</b>	<b>Научные догадки египетских жрецов, составление солнечного календаря</b>
<b>3000 лет до н.э.</b>	<b>Предсказание солнечных и лунных затмений</b>
<b>2000 лет до н.э.</b>	<b>Разработка семидневной недели и лунного календаря в Вавилоне</b>
<b>8 век до н.э.</b>	<b>Первые представления о материальной первооснове всех вещей в античный период.</b>
<b>7-6 век до н.э.</b>	<b>Создание математической программы Пифагора –Платона. Атомистическая программа Демокрита- Эпикура.</b>
<b>5-4 век до н.э.</b>	<b>Континуалистическая физическая программа Аристотеля.</b>
<b>2 век до н.э.</b>	<b>Гелиоцентрическая система мира Птолемея. Альмагест.</b>
<b>1543 г.</b>	<b>Гелиоцентрическая система мира Н.Коперника</b>
<b>17 век</b>	<b>Становление МКМ на основе трудов И.Кеплера и И.Ньютона</b>
<b>19 век</b>	<b>Возникновение электромагнитной картины мира на основе трудов М. Фарадея и Д. Максвелла</b>
<b>20 век</b>	<b>Становление современной естественно-научной картины мира</b>

## **Атомистическая концепция строения материи.**

Атомистическая гипотеза строения материи, высказанная в античности Демокритом, была возрождена в ХУШ веке Дж.Дальтоном.

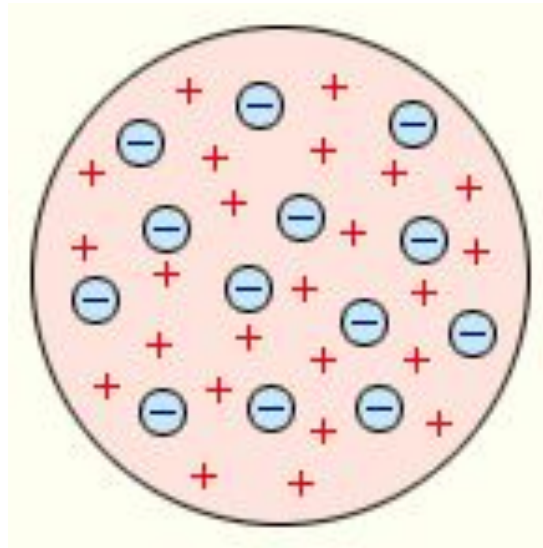
В 1864 году Д.И.Менделеев построил систему химических элементов, основанную на их атомном весе.

В 1897 году Дж.Томсоном открыл электрон - отрицательно заряженную частицу, входящую в состав атомов. Поскольку в целом атом электронейтрален, было сделано предположение о наличии в составе атома положительно заряженной частицы.

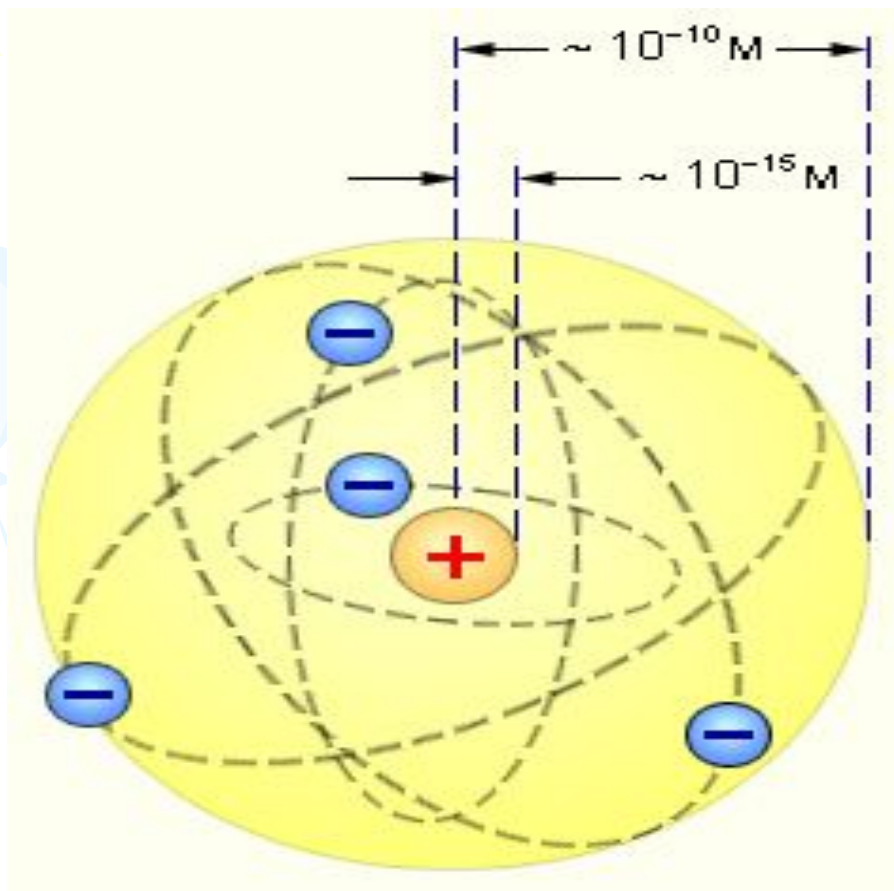
# Модели атома

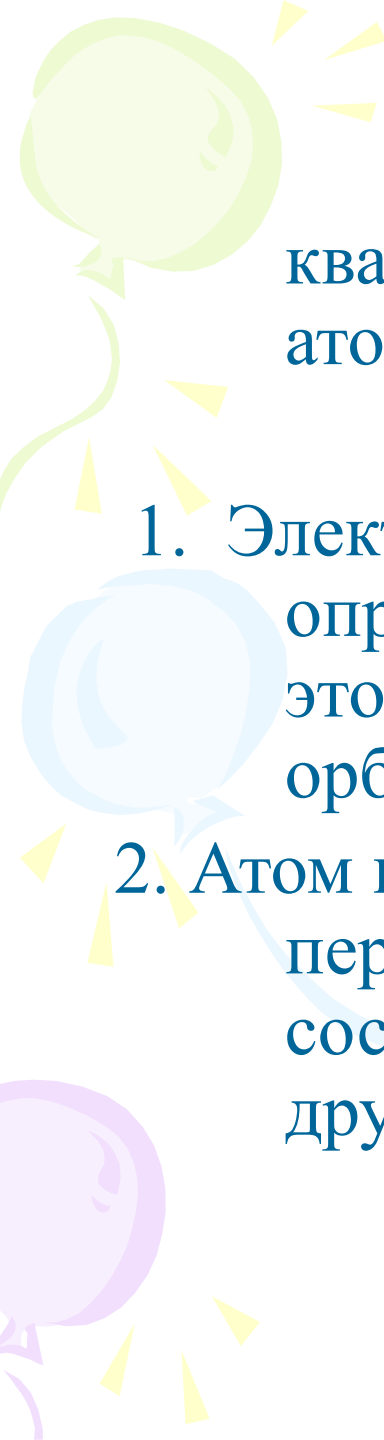
У. Томсон ( лорд Кельвин) в 1902 году создал первую модель атома («пудинг с изюмами»).

$\varnothing \approx 10^{-10}$  м



Резерфорд в 1911 г. предложил планетарную модель атома. В центре находится маленькое, но тяжелое ядро, а легкие электроны расположены на достаточно большом расстоянии от него.



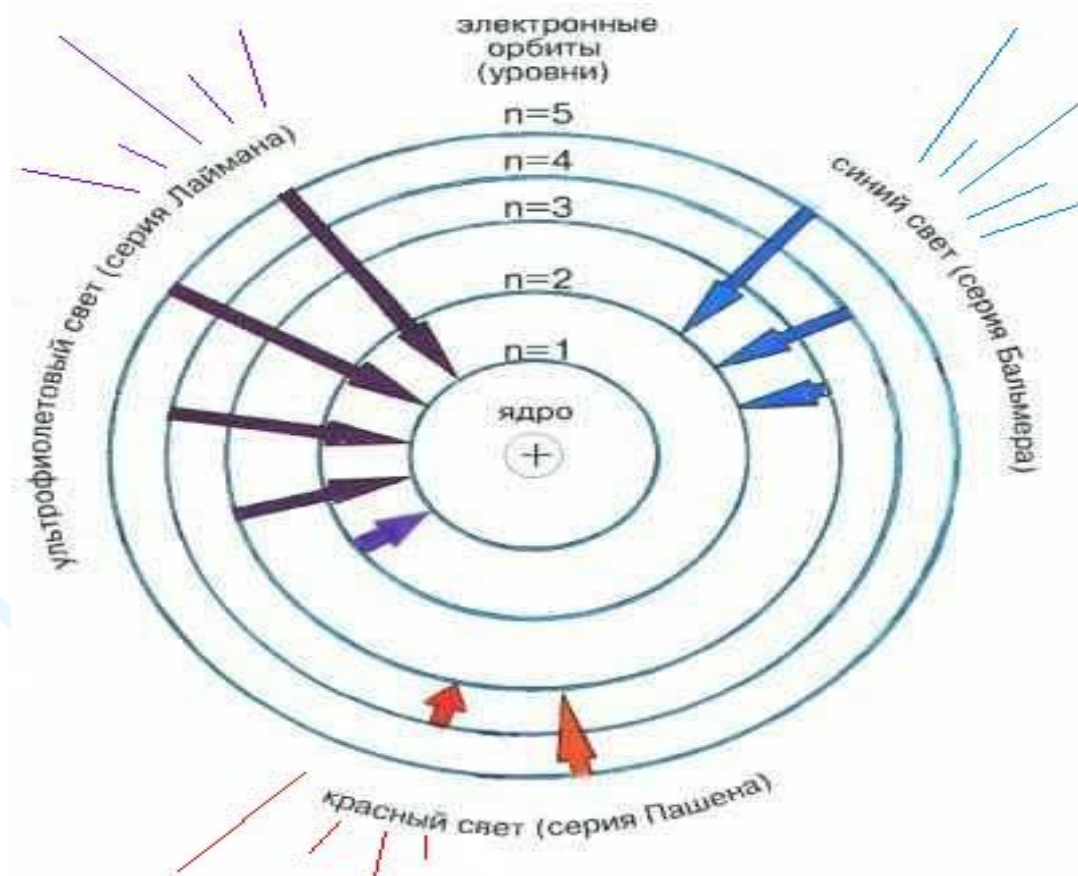


Нильс Бор в 1913 году применил принцип квантования при решении вопроса о строении атома и характеристике атомных спектров.

Постулаты:

1. Электроны в атоме могут двигаться только по определенным стационарным орбитам, и при этом энергия не излучается (Боровская орбита).
2. Атом излучает или поглощает квант энергии при переходе электрона из одного энергетического состояния в другое (с одной орбиты на другую).

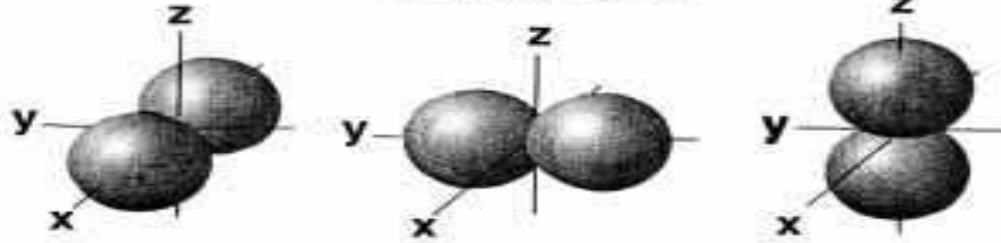
# • Современная концепция строения атома.



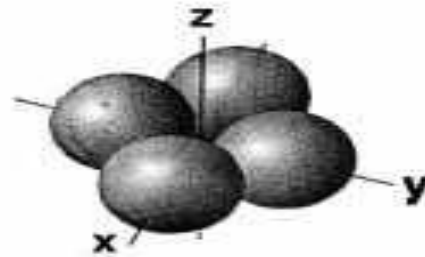




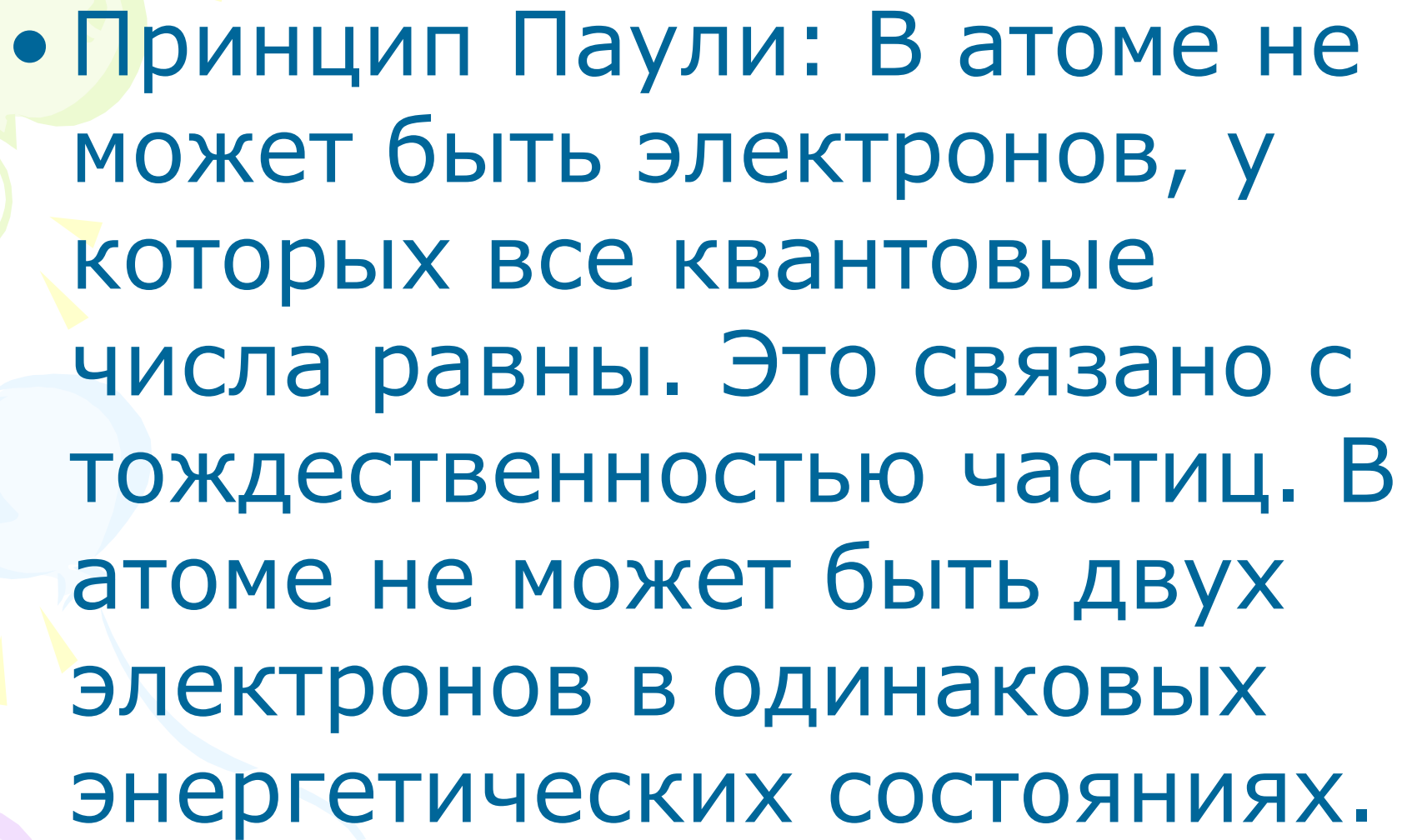
s-орбиталь



$P_x$ ,  $P_y$  и  $P_z$ -орбиталь



одна из d-орбиталей

- 
- Принцип Паули: В атоме не может быть электронов, у которых все квантовые числа равны. Это связано с тождественностью частиц. В атоме не может быть двух электронов в одинаковых энергетических состояниях.

## Строение ядра.

Ядро представляет собой центральную часть атома. В нем сосредоточены положительный электрический заряд и основная часть массы атома; по сравнению с радиусом электронных орбит размеры ядра чрезвычайно малы:  $10^{-15}$ – $10^{-14}$  м. Ядра состоят из протонов и нейтронов, имеющих почти одинаковую массу, протон несет электрический заряд.

Полное число протонов называется атомным номером  $Z$  атома, который совпадает с числом электронов в нейтральном атоме. Ядерные частицы (протоны и нейтроны), называемые нуклонами, удерживаются вместе очень большими силами называемыми «сильное взаимодействие».

# Классификация элементарных частиц.

В конце XIX века стало очевидно, что имеются «кирпичики мироздания», которые были названы элементарными частицами.

**Элементарные частицы** - микрочастицы, внутреннюю структуру которых на современном уровне развития науки нельзя представить как совокупность других частиц. Каждая частица ведет себя как единое целое. Элементарные частицы могут превращаться друг в друга. Элементарные частицы имеют **массу, электрический заряд и спин, ряд дополнительных, характерных для них величин (квантовых чисел).**

```
graph TD; A[Элементарные частицы] --> B[Фермионы]; A --> C[Бозоны]; B --> D[Кварки]; B --> E[Лептоны];
```

Элементарные  
частицы

Фермионы

Бозоны

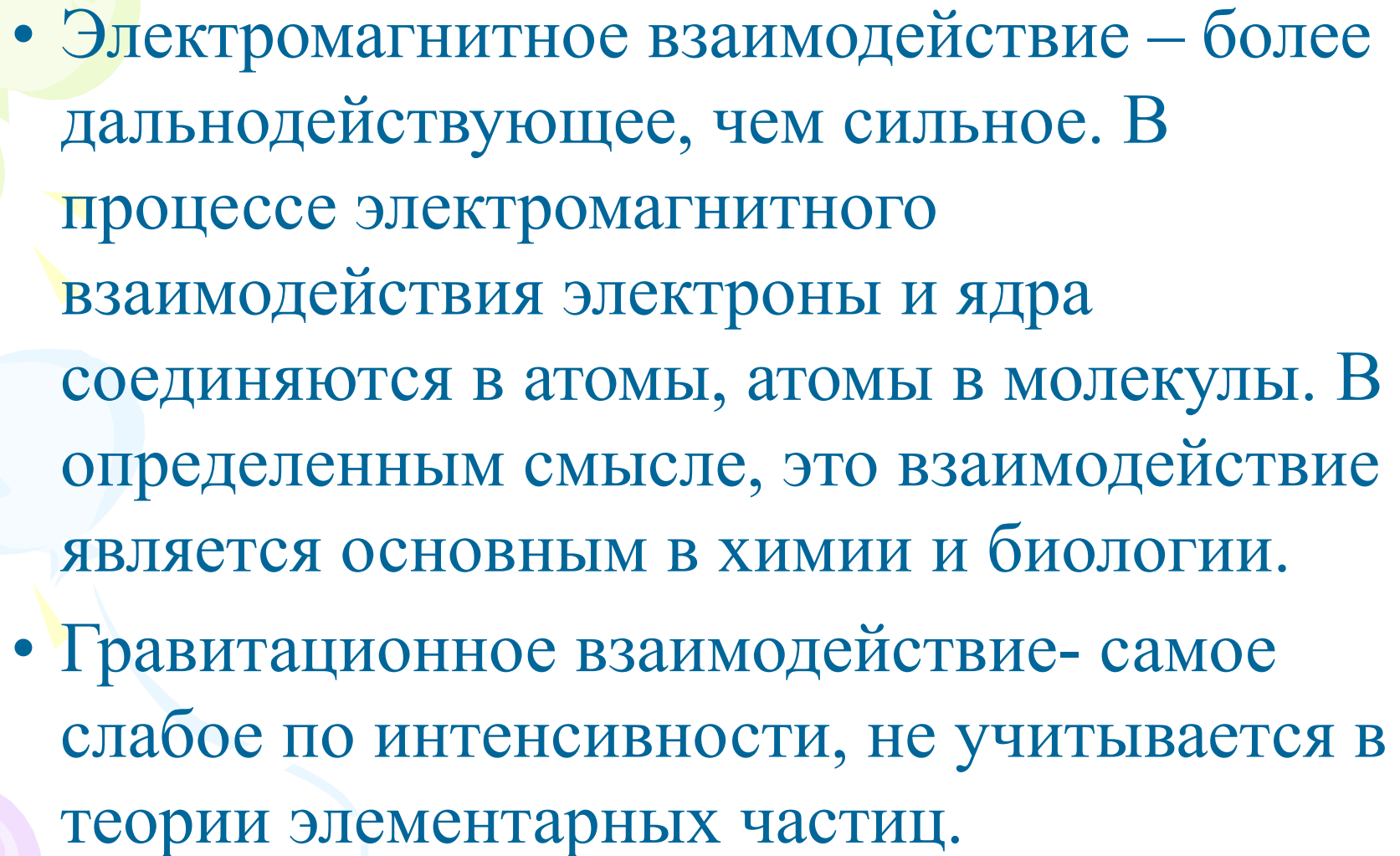
Кварки

Лептоны

## Взаимодействия между частицами.

по интенсивности располагаются в следующей последовательности: сильные, электромагнитные, слабые, гравитационные,

- Слабое взаимодействие - связано с распадом частиц, например, с происходящими в атомном ядре превращениями нейтрона в протон, электрон и антинейтрино. Большинство частиц нестабильны благодаря слабому взаимодействию.
- Сильные взаимодействия - обуславливают возникновение сил, связывающих нейтроны и протоны и образование материальной системы с высокой энергией связи - атомные ядра, которые весьма устойчивы.

- 
- Электромагнитное взаимодействие – более далекодействующее, чем сильное. В процессе электромагнитного взаимодействия электроны и ядра соединяются в атомы, атомы в молекулы. В определенном смысле, это взаимодействие является основным в химии и биологии.
  - Гравитационное взаимодействие- самое слабое по интенсивности, не учитывается в теории элементарных частиц.



Механизм взаимодействий один: за счет обмена другими частицами - переносчиками взаимодействия.

- Электромагнитное взаимодействие – переносчик - фотон
- Гравитационное взаимодействие – переносчики - кванты поля тяготения – гравитоны (пока не обнаружены).

*И фотоны, и гравитоны не имеют массы (массы покоя) и всегда движутся со скоростью света.*

- Слабые взаимодействия – переносчики - векторные бозоны.
- Переносчики сильных взаимодействий - глюоны (от английского слова glue- клей), с массой покоя равной нулю.



Современная физика пришла к выводу, что все 4 фундаментальных взаимодействия можно получить из одного – суперсилы.

Спасибо за внимание.

