

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

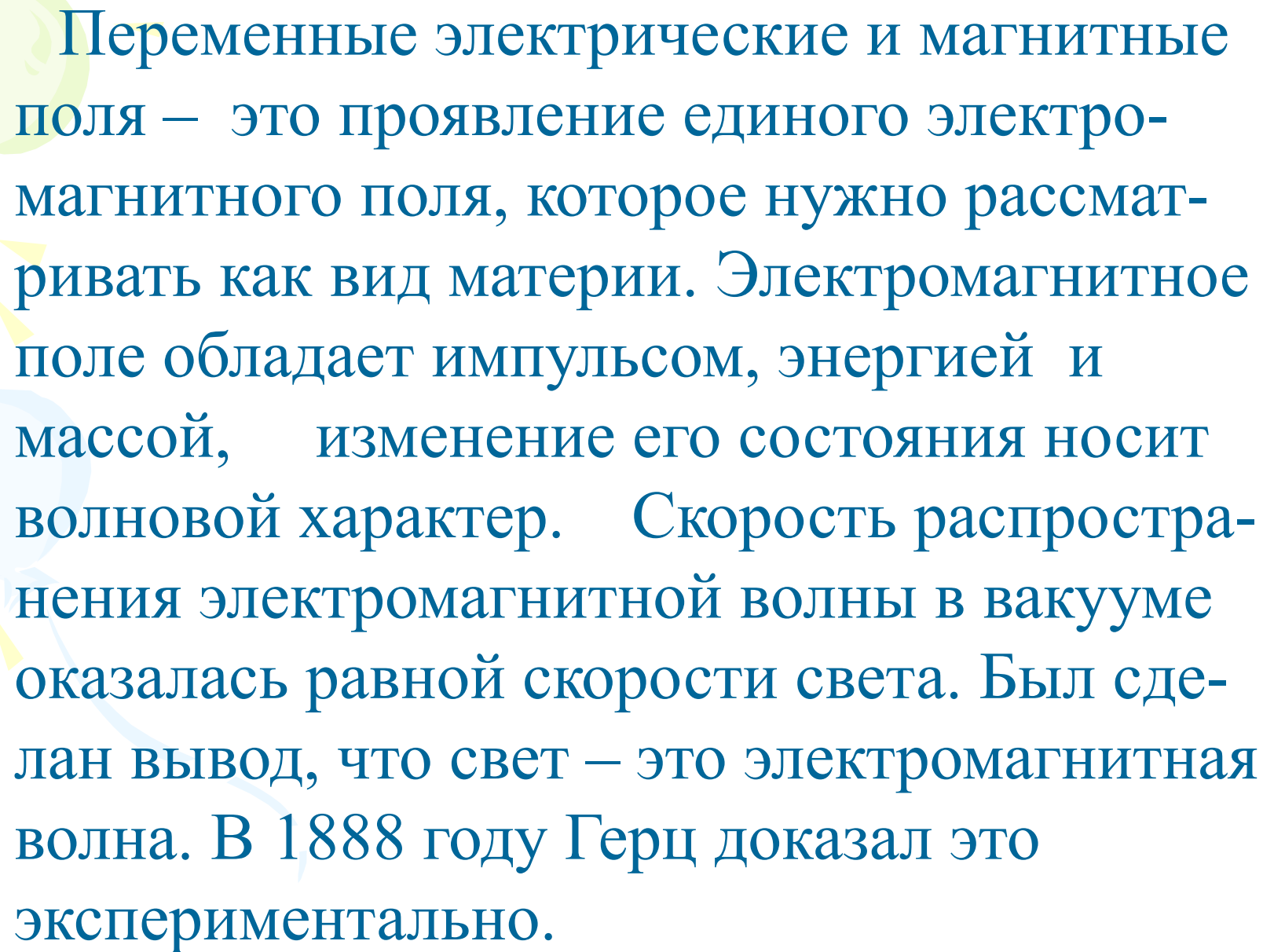
Явление электромагнетизма открыл в 1820 году Х.К.Эрстед, который впервые заметил магнитное действие электрических токов.

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

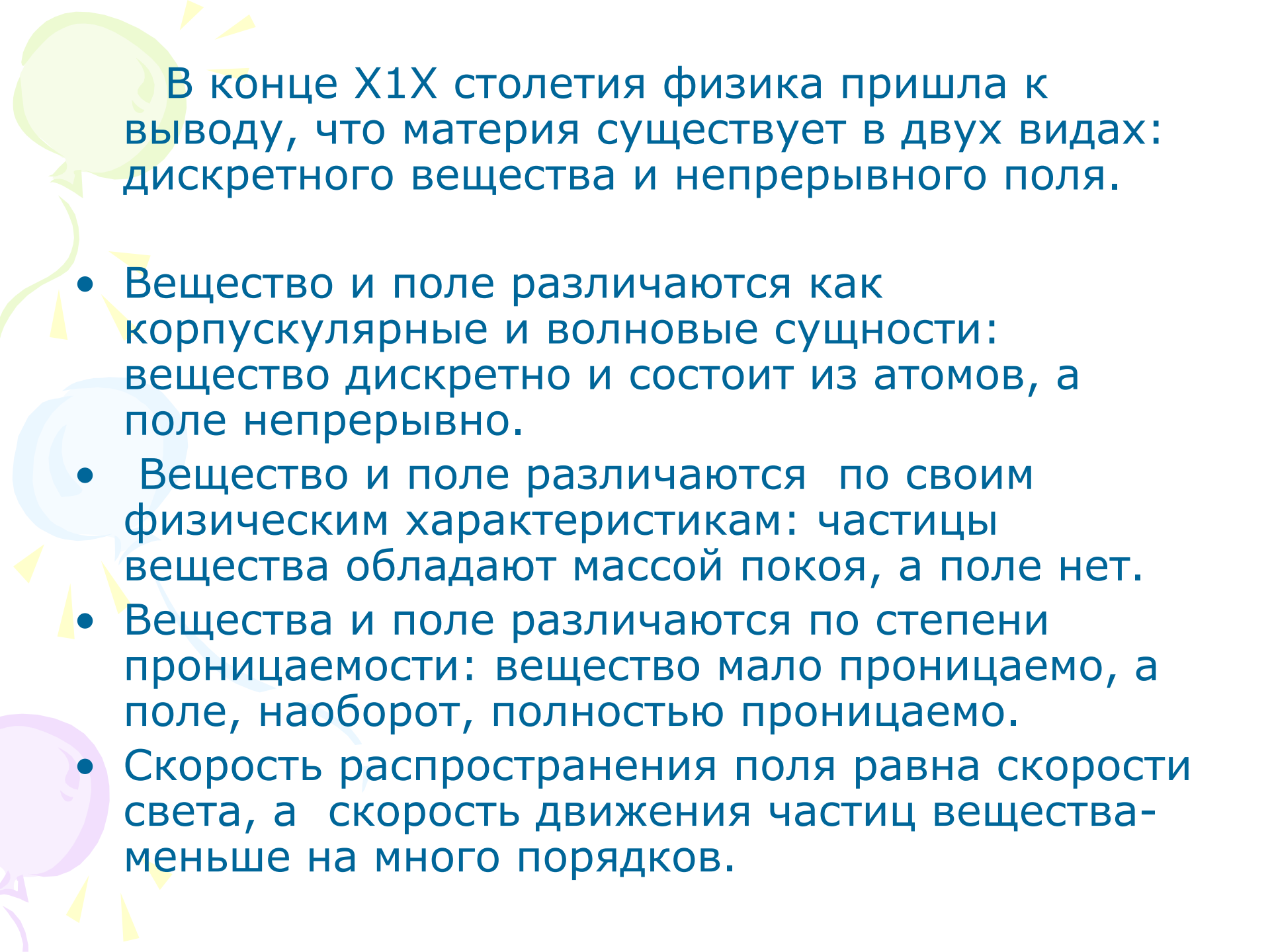
В 1873 году Джеймс Максвелл опубликовал первый трактат, в котором впервые систематизировал все фундаментальные уравнения по электричеству и магнетизму.

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

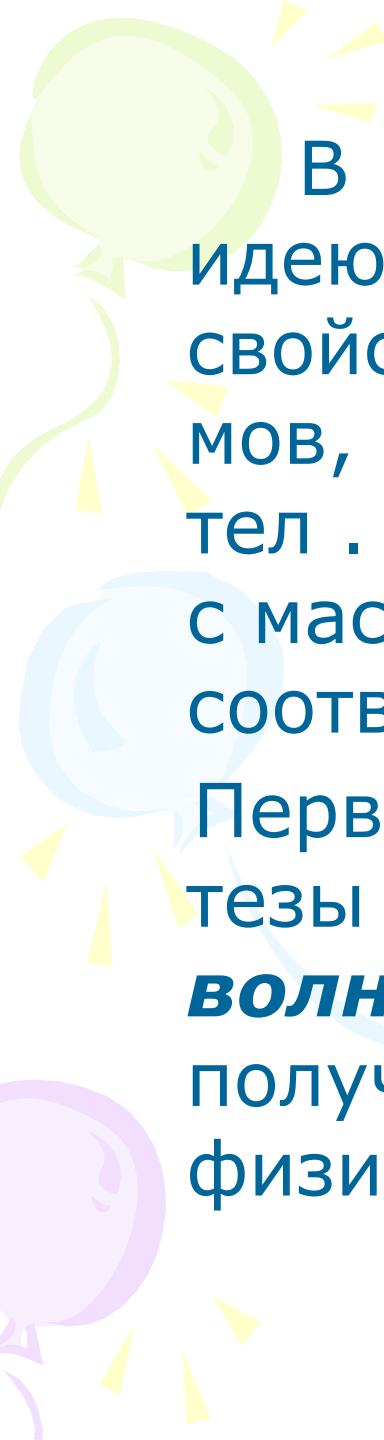
$$E = h \nu.$$

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).



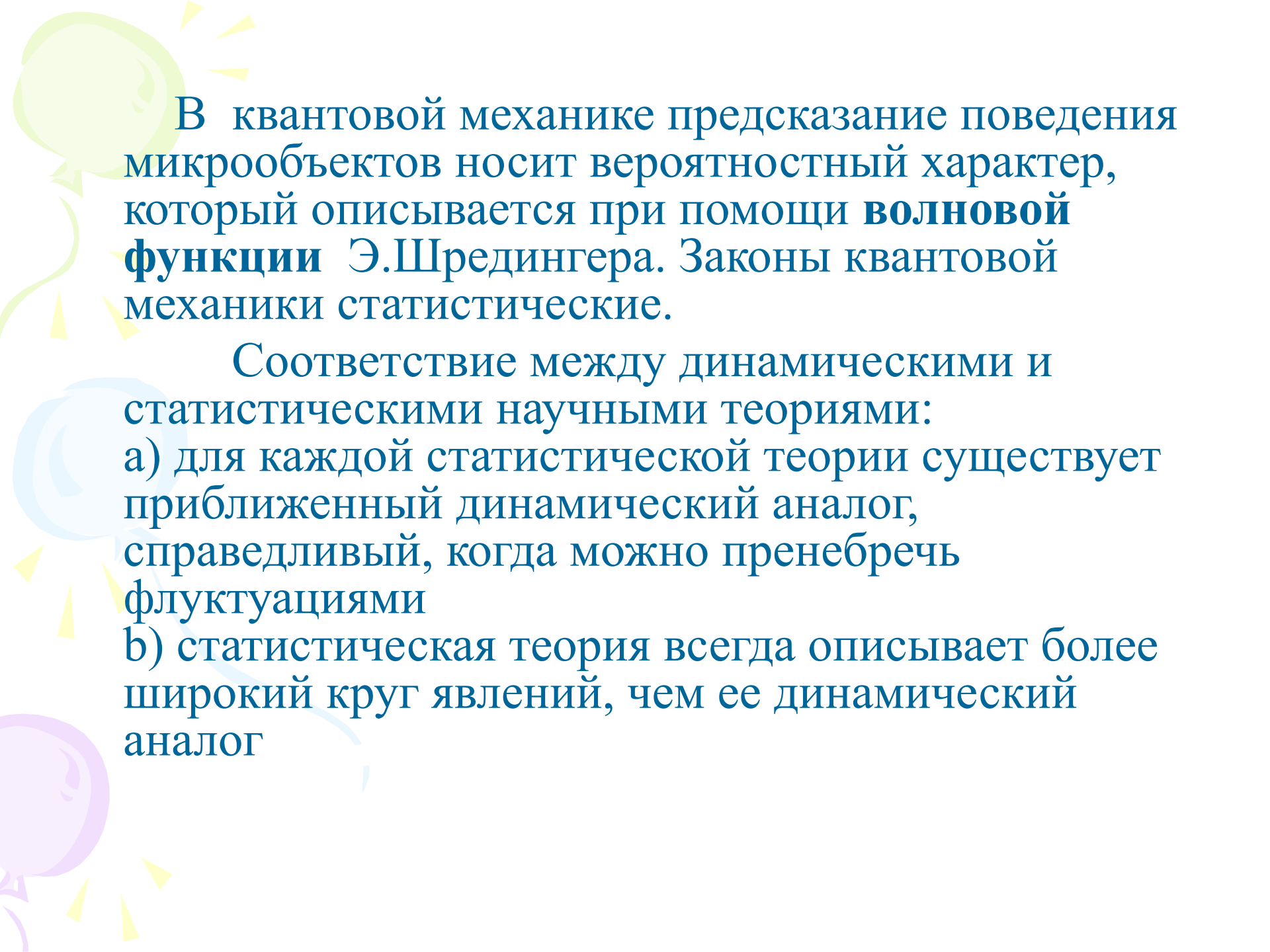
В 1924 г. Луи де Бройль выдвинул идею о корпускулярно-волновых свойствах всех видов материи: атомов, молекул, даже макроскопических тел. Согласно де Бройлю, любому телу с массой, движущемуся со скоростью соответствует волна.

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

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

Атомистическая концепция строения материи.

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

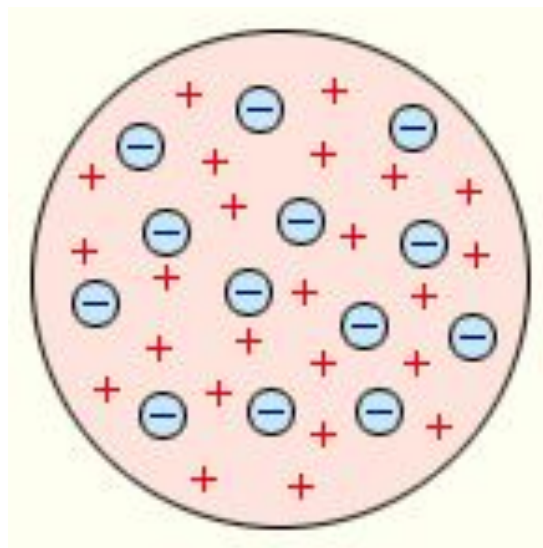
В 1864 году Д.И. Менделеев построил систему химических элементов, основанную на их атомном весе.

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.

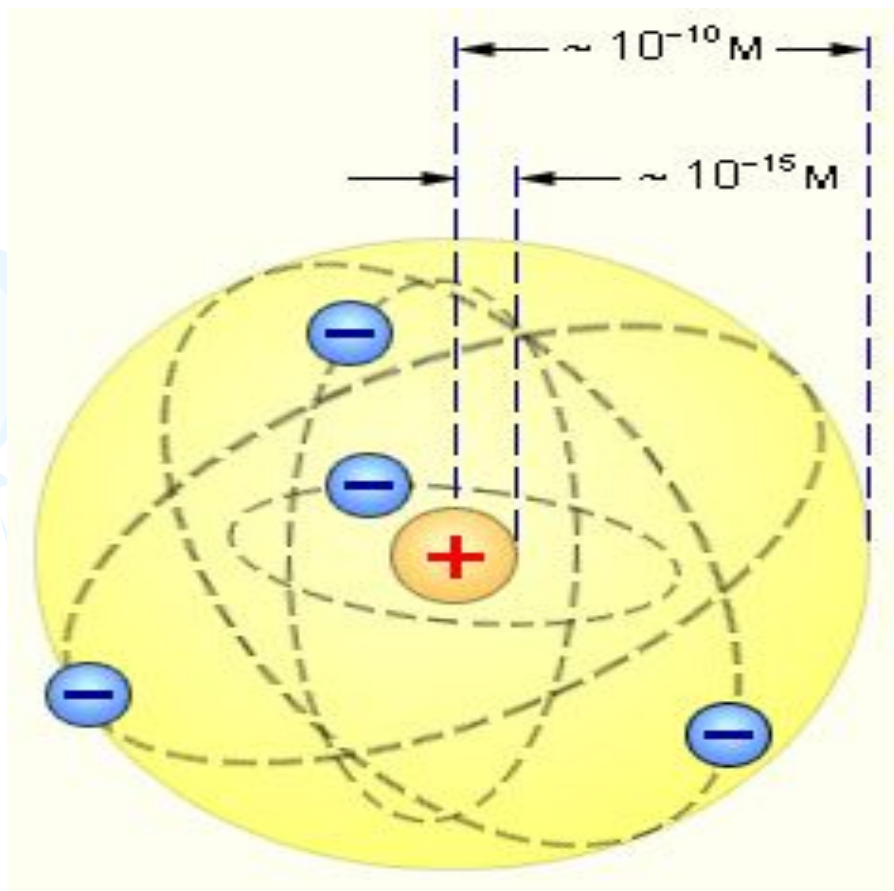
Модели атома

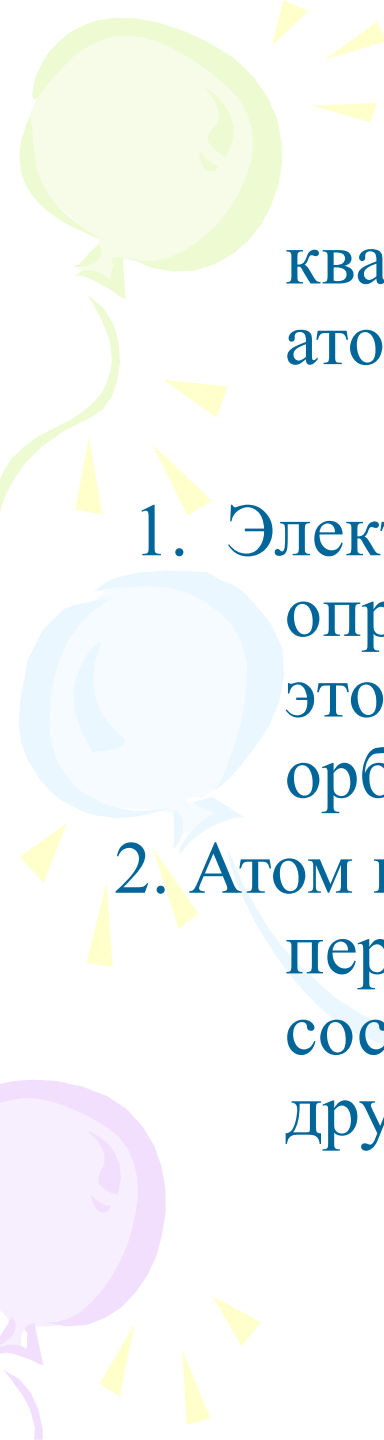
У. Томсон (лорд Кельвин) в 1902 году создал первую модель атома («пудинг с изюмами»).

$\varnothing \approx 10^{-10}$ 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.



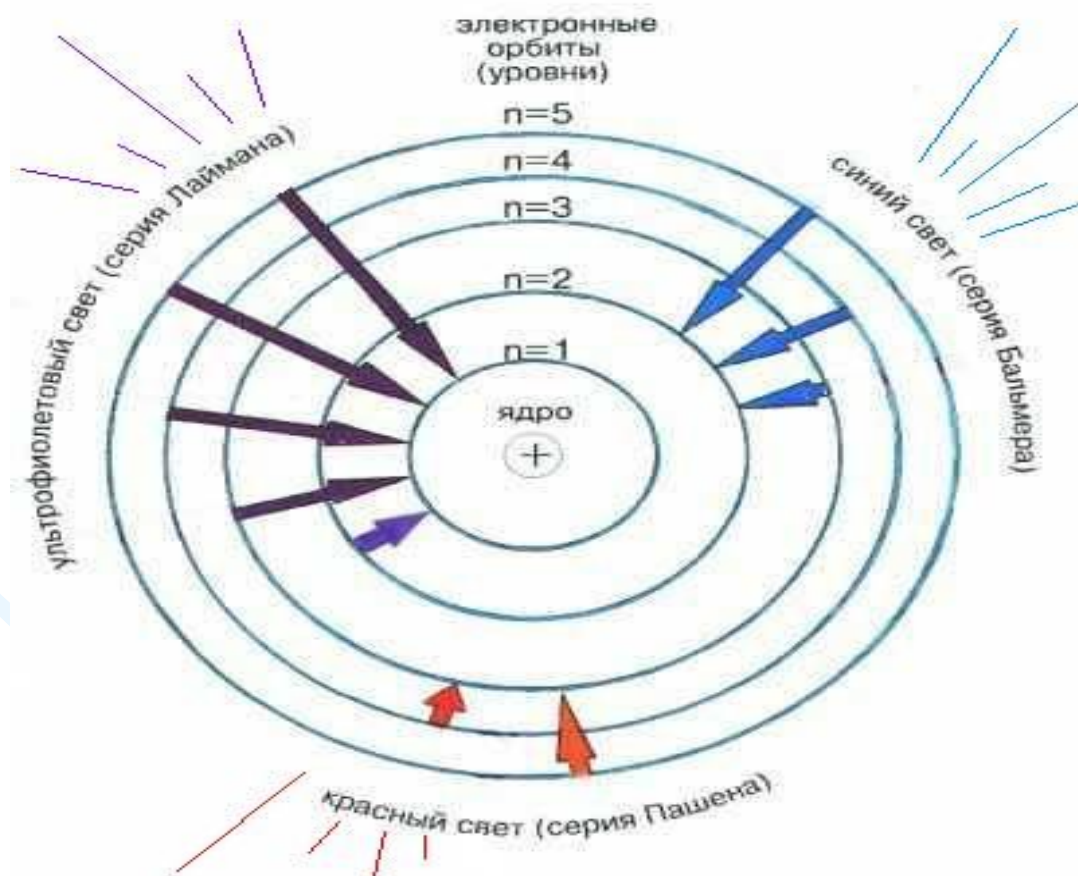


Нильс Бор в 1913 году применил принцип квантования при решении вопроса о строении атома и характеристике атомных спектров.

Постулаты:

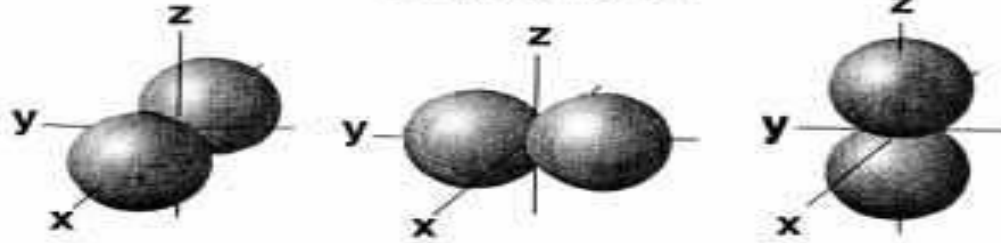
1. Электроны в атоме могут двигаться только по определенным стационарным орбитам, и при этом энергия не излучается (Боровская орбита).
2. Атом излучает или поглощает квант энергии при переходе электрона из одного энергетического состояния в другое (с одной орбиты на другую).

• Современная концепция строения атома.

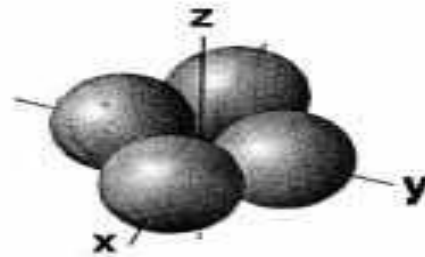




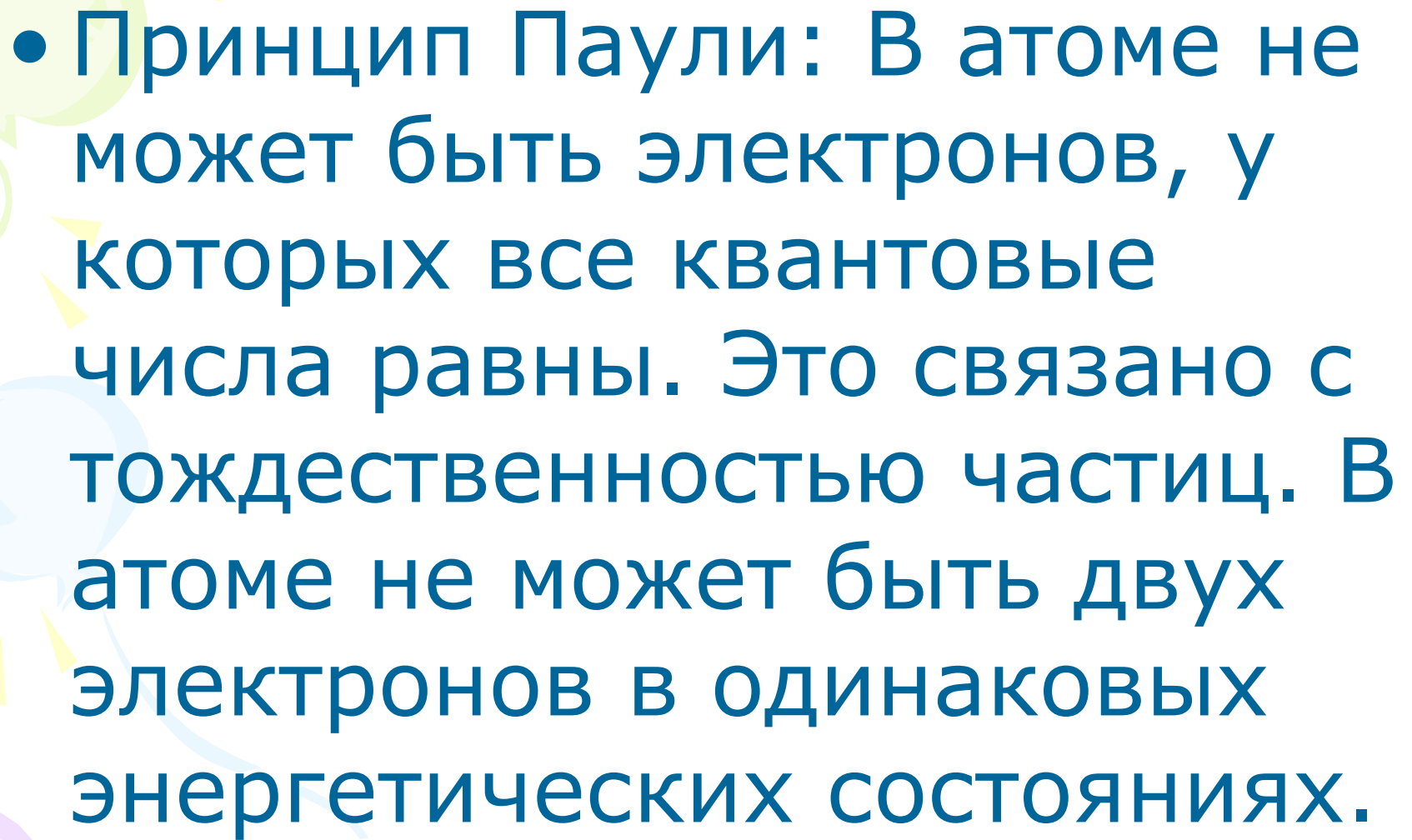
s-орбиталь



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.

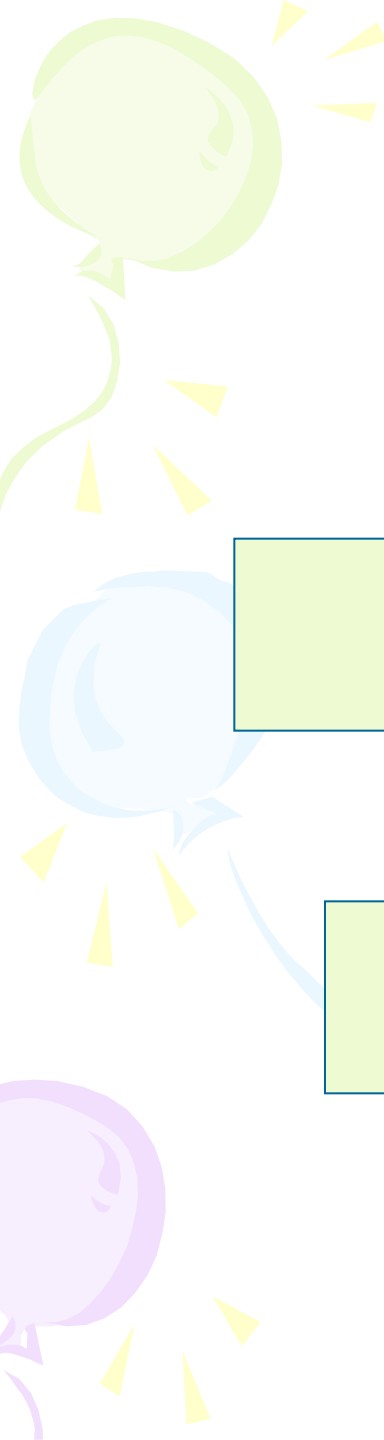
Ядро представляет собой центральную часть атома. В нем сосредоточены положительный электрический заряд и основная часть массы атома; по сравнению с радиусом электронных орбит размеры ядра чрезвычайно малы: 10^{-15} – 10^{-14} м. Ядра состоят из протонов и нейтронов, имеющих почти одинаковую массу, протон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

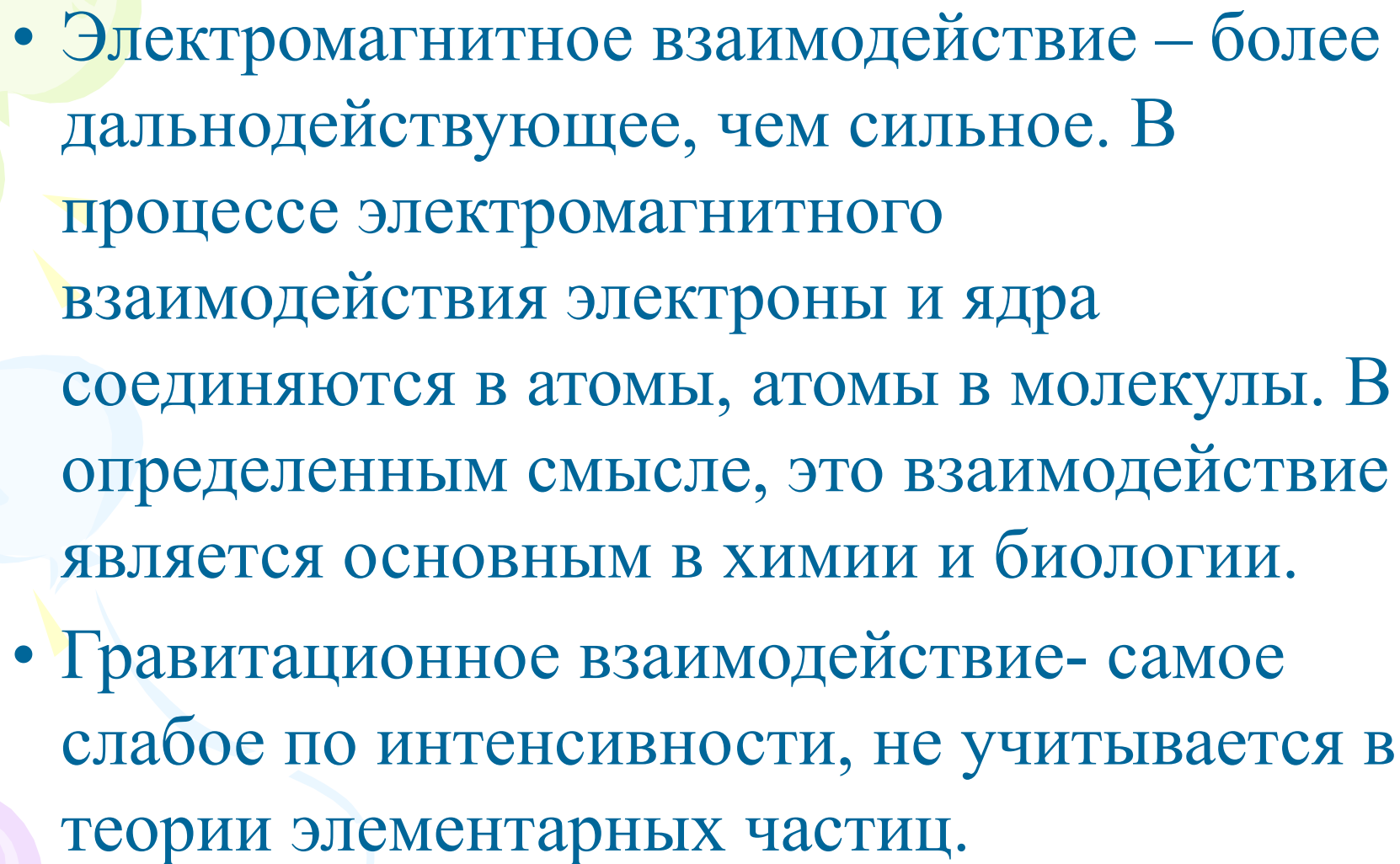
Лептоны



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.

