

---

# Квантово-полевая картина мира (КПКМ).

---

- 
- В основе современной КПКМ лежит новая физическая теория – квантовая механика, описывающая состояние и движение микрообъектов.
  - В основе квантовой механики лежат фундаментальные идеи о квантовании физических величин и корпускулярно-волновом дуализме (единстве корпускулярного и континуального подхода к описанию мира).
-

# Формирование идеи квантования физических величин.

- **Определение:** физические величины, которые могут принимать лишь определенные дискретные значения, называются **квантованными**. А само их выражение через квантовые числа называется **квантованием**.
- Сама идея квантования сформировалась на основе ряда открытий в конце 19-го – начале 20-го века.

---

Эти открытия следующие.

- **Открытие электрона.** В 1897 году был открыт электрон. Его заряд оказался наименьшим, элементарным. Заряд любого тела равен целому числу элементарных зарядов.

Таким образом, заряд дискретен, а равенство –

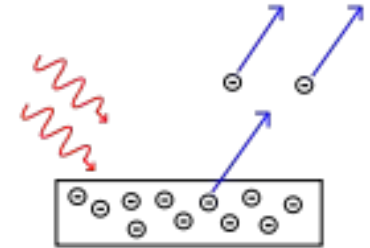
$$q = \pm n \cdot e$$

представляет собой форму квантования электрического заряда.

---

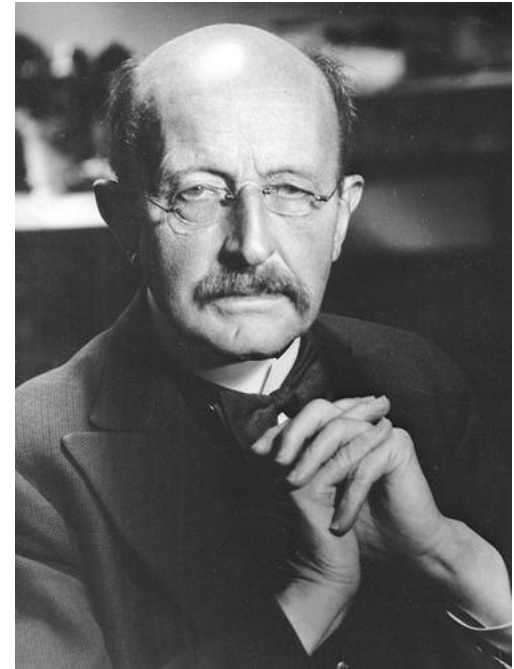
- В результате экспериментов были установлены **законы фотоэффекта** – явления выбивания электронов из вещества под действием света, из которого выходили следствия:

- 1) независимость энергии выбиваемых электронов от интенсивности света, а зависимость её только от частоты световой волны;
- 2) наличие для каждого вещества минимальной частоты, при которой фотоэффект ещё возможен.



- 
- Согласно теории электромагнитного излучения во второй половине 19-го века следовало, что энергия теплового излучения на всех частотах (во всем интервале длин волн) равнялась бесконечности, что противоречило закону сохранения энергии. Нужно было решить эту проблему.
-

- В 1900-м году Макс Планк (1858-1947) для выхода из этой ситуации предложил следующую гипотезу: ***электромагнитное излучение испускается отдельными порциями – квантами, величина которых пропорциональна частоте излучения.***
- Гипотеза Планка фактически стала началом новой физики – квантовой физики (старая получила название ***классической***).



- Согласно представлениям квантовой физики энергия кванта

$$e = h \times w,$$

где  $w$  - частота, а  $h$  – постоянная Планка, равная  $6,626 \times 10^{-34}$  Дж×с.

- Она является фундаментальной физической константой (квант действия).



- Таким образом, если в классической физике считалось, что энергия может изменяться непрерывно и принимать любые, сколь угодно близкие значения, то согласно квантовым представлениям, она может принимать лишь дискретные значения, равному целому числу квантов энергии:

$$E = n \times h \times w,$$

где  $n = 1, 2, 3, \dots$  - целые числа;

$h$  – постоянная Планка;

$w$  – мера частоты вращательного или колебательного движения .

- 
- В 1905-м году А. Эйнштейн, приняв гипотезу Планка, расширил её, предположив, что свет не только излучается квантами, но и распространяется и поглощается тоже квантами (названными впоследствии **фотонами**).
  - Таким образом, свет представляет собой поток световых частиц – фотонов. Это возвращает нас к корпускулярным воззрениям Ньютона, но на новом уровне.
-

- Энергия фотона  $e = h \times \nu = mc^2$ .  
Покоящийся фотон не существует
- Эйнштейн также создаёт основное уравнение фотоэффекта:

$$h\nu = A + E_k,$$

энергия фотона расходуется на работу выхода электрона из атома и придание ему кинетической энергии.

# Корпускулярно-волновой дуализм света и вещества.

- В истории развития учения о свете сменяли друг друга корпускулярная теория света (И.Ньютон) и волновая (Р. Гук, Ч. Гюйгенс, Т. Юнг, Ж. Френель), представлявшая свет как механическую волну.
- В 70-х годах 19-го века после утверждения теории Максвелла под светом стали понимать электромагнитную волну.

- 
- В начале 20-го века на основе экспериментов было неопровержимо доказано, что свет обладает как волновыми, так и корпускулярными свойствами.
  - Было также обнаружено, что в проявлении этих свойств существуют вполне определенные закономерности: чем меньше длина волны, тем сильнее проявляются корпускулярные свойства света.
-

- В 1924-м году французский физик Луи де Бройль выдвинул смелую гипотезу: корпускулярно-волновой дуализм имеет универсальный характер, т. е. все частицы, имеющие конечный импульс, обладают волновыми свойствами.



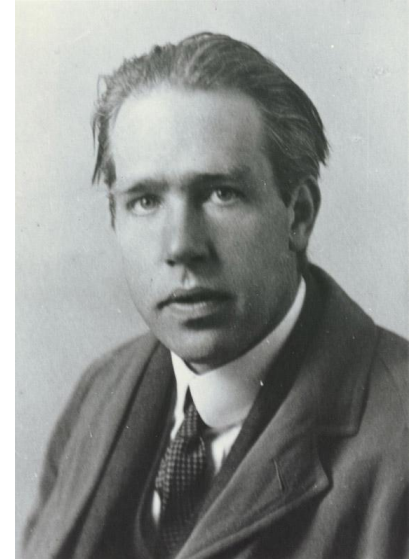
- 
- При проявлении у микрообъекта корпускулярных свойств его волновые свойства существуют как потенциальная возможность, способная при определенных условиях перейти в действительность (*диалектическое единство корпускулярных и волновых свойств материи*).
-

- 
- По современным представлениям квантовый объект – это не частица, не волна, и даже не то и не другое одновременно.
  - Квантовый объект – это нечто третье, не равное простой сумме свойств частицы и волны.
-



# Принцип дополнительности.

- Корпускулярные и волновые свойства микрообъекта являются несовместимыми в отношении их одновременного проявления, однако они в равной мере характеризуют объект, т.е. дополняют друг друга.
- Датский физик Нильс Бор в 1927-м году сформулировал принцип дополнительности.



- 
- **Всякое истинное явление природы не может быть определено однозначно с помощью слов нашего языка и требует для своего определения, по крайней мере, двух взаимоисключающих дополнительных понятий. К числу таких явлений относятся, например, квантовые явления, жизнь, психика и др.**
-

# Основные понятия и принципы КПКМ.

- *Ранее считалось, что устройство мира можно познавать, не вмешиваясь в него, не влияя на протекающие в нём процессы.*
- *Картина реальности в квантовой механике становится двуплановой: с одной стороны в неё входят характеристики исследуемого объекта, а с другой – условия наблюдения.*
- *Таким образом, в КПКМ появляется **принцип относительности к средствам наблюдения.***

---

## Пространство и время.

- Три пространственные координаты и время потеряли абсолютный и независимый характер.
  - Согласно Специальной теории относительности существует **единое пространство-время** как абсолютная характеристика четырехмерного Мира (пространственно-временного континуума).
-

---

## Причинность.

- Пространство, время и причинность являются относительными и зависимыми друг от друга.
  - Причинность в современной КПКМ имеет вероятностный характер (вероятностная причинность).
-

---

## Взаимодействие.

- Всё многообразие взаимодействий подразделяется в современной физической картине мира на 4 типа: **сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное.**
-

- 
- По современным представлениям все взаимодействия имеют обменную природу, т.е. реализуются в результате обмена фундаментальными частицами – переносчиками взаимодействий.
  - Каждое из взаимодействий характеризуется *временем протекания*, *радиусом действия* и *константой взаимодействия*, которое определяет его сравнительную интенсивность.
-

## ***Сильное взаимодействие.***

- Обеспечивает связь нуклонов в ядре.
- Константа взаимодействия равна приблизительно 1, радиус действия порядка  $10^{-15}$ , время протекания  $t \sim 10^{-23}$  с.
- Частицы – переносчики -  $\rho$ -мезоны.



---

## ***Электромагнитное взаимодействие:***

- Константа порядка  $10^{-2}$ , радиус взаимодействия не ограничен, время взаимодействия  $t \sim 10^{-20}$  с.
  - Оно реализуется между всеми заряженными частицами.
  - Частица-переносчик – фотон (g-квант).
-

## ***Слабое взаимодействие.***

- Связано со всеми видами  $\beta$ -распада,.  
Константа взаимодействия порядка  $10^{-13}$ ,  
время взаимодействия  $\sim 10^{-10}$  с.
- Это взаимодействие, как и сильное,  
является короткодействующим: радиус  
взаимодействия  $r \sim 10^{-18}$  м.
- Частицы – переносчики - виртуальные W-  
и Z-бозоны.

## ***Гравитационное взаимодействие.***

- Является универсальным, из всех взаимодействий является самым слабым и проявляется только при наличии достаточно больших масс.
- Его радиус действия не ограничен, время также не ограничено.
- Обменный характер гравитационного взаимодействия до сих пор остается под вопросом, так как гипотетическая фундаментальная частица гравитон пока не обнаружена.

