

# СТАНДАРТНАЯ МОДЕЛЬ

---

Космогония современного мира

# БОЛЬШОЙ АДРОННЫЙ КОЛЛАЙДЕР



# СТАРЫЙ СОВЕТСКИЙ ТЕЛЕВИЗОР



**Как вы думаете, как связан  
БАК и старый советский  
телевизор?**

---

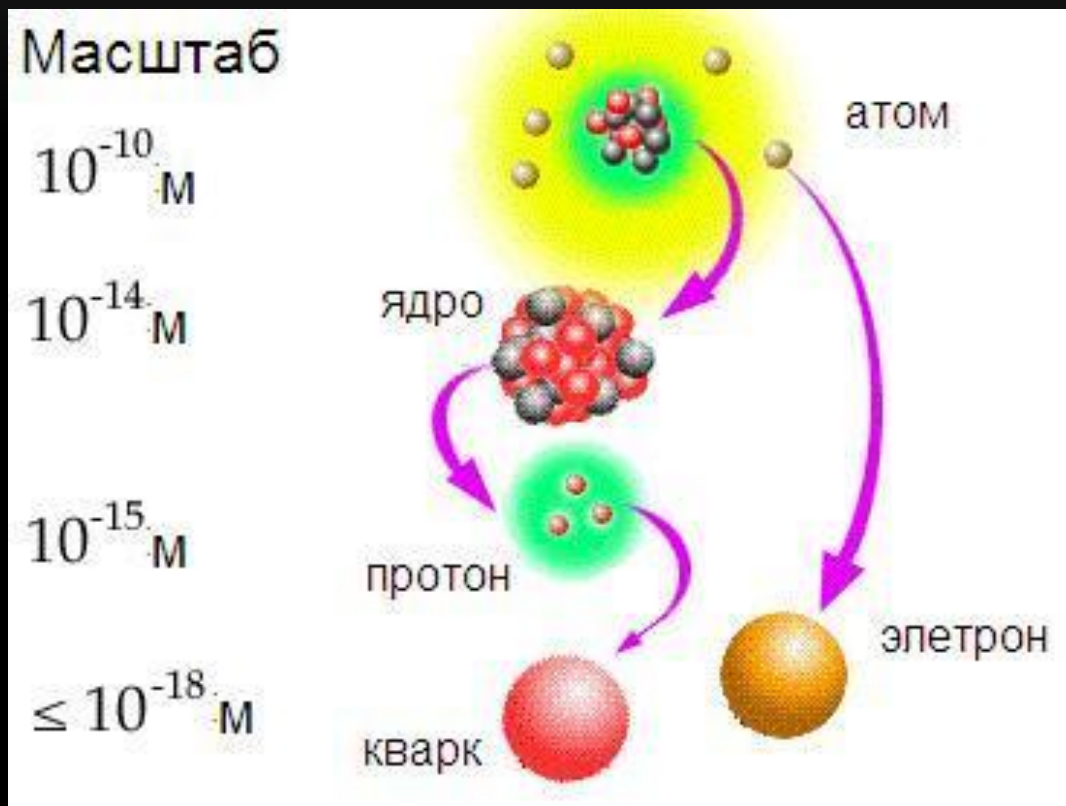
# ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

- Катодные лучи - 1859 году Юлиус Плюккер. Позднее Уильям Крукс
- Электрон – 1897. Дж. Томсон
- Протон – 1919. Э. Резерфорд
- Фотон – 1922. А. Комптоном
- Мюон - 1936 г. А. Андерсон и С. Неддермейер
- Нейтрино – 1953. Ф. Райнес и К Коуэн.
- Странные частицы - 1954г.
- Тяжёлый гиперон  $\Lambda$  - 1964.
- Очарованные частицы - 1974г
- Хигс - 4 июля 2012 ЦЕРН.

# ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ЧАСТИЦА

- **Элементарные частицы – субатомные объекты, которые невозможно расщепить известными нам методами на части.**
  - **Фундаментальные частицы – бесструктурные элементарные частицы.**
  - **Протон состоит из кварков! Он элементарен, но не фундаментален =))**
-

# СУБАТОМНЫЕ МАСШТАБЫ



**Симметрия является той идеей,  
посредством которой человек на  
протяжении веков пытался постичь и  
создать порядок, красоту и  
совершенство.**

***Г. Вейль***

---



# ГЛОБАЛЬНЫЕ ЗАКОНЫ

- На протяжении существования науки люди искали красоту и симметрию в законах природы.
  - В 1918 году Эмиль Неттер математически доказала, что каждой непрерывной симметрии физической системы соответствует некоторый закон сохранения
  - Глобальные симметрии: изотропность пространства и времени приводят к известным Законам сохранения Энергии, Импульса и др.
-

# ЛОКАЛЬНАЯ СИММЕТРИЯ

- **Законы физики должны быть одинаковы относительно локальных преобразований (локальных симметрий).**
  - **Локальные симметрии проявляются в виде законов сохранения зарядов: электрического, цвета, лептонного числа.**
  - **Поля обеспечивающие инвариантность/одинаковость теорий, относительно калибровочных преобразований это калибровочные поля.**
-

# ТРИ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПОЛЯ

- Существует три фундаментальных взаимодействия/поля в составе стандартной модели: Электромагнитное, Слабое, Сильное.
- Соответствующие виды локальных симметрий описываются математическими группами:  $U(1)$ ,  $SU(2)$ ,  $SU(3)$ .
- $U(1)$  - это локальные повороты.

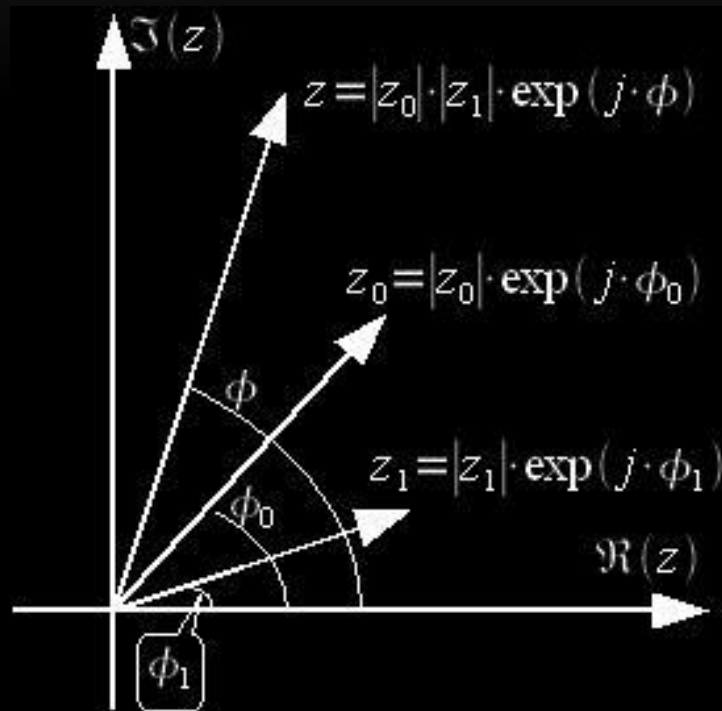
# ЛОКАЛЬНЫЙ ПОВОРОТ

$$\psi \rightarrow \exp\left(i \frac{ef(t, x, y, z)}{\hbar c}\right) \psi,$$

$$\varphi \rightarrow \varphi - \frac{1}{c} \frac{\partial f(t, x, y, z)}{\partial t},$$

$$\mathbf{A} \rightarrow \mathbf{A} + \nabla f(t, x, y, z),$$

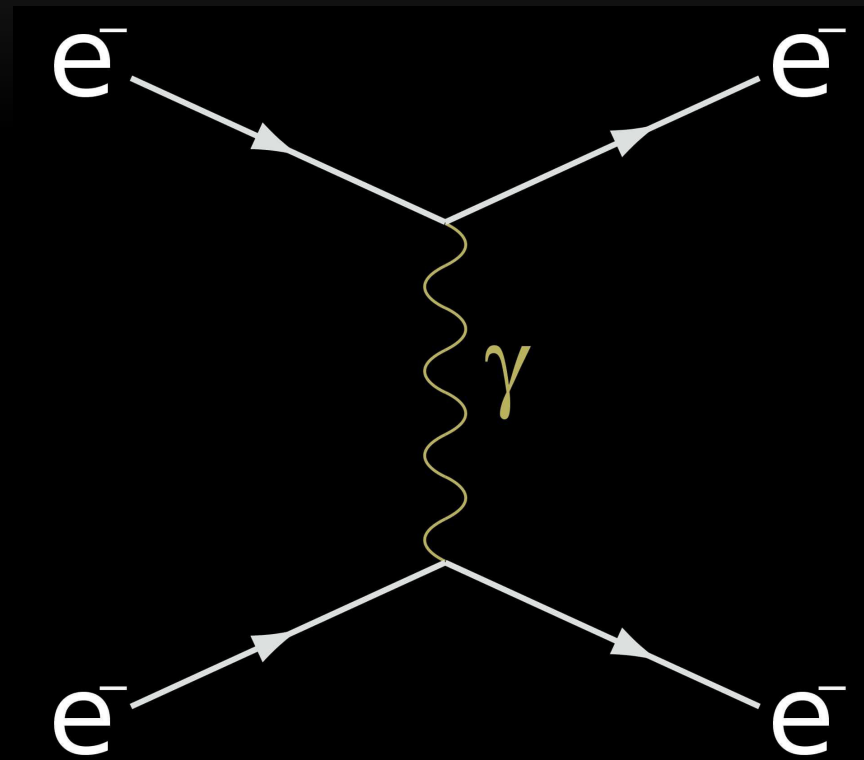
# U(1) - СЛОЖЕНИЕ УГЛОВ



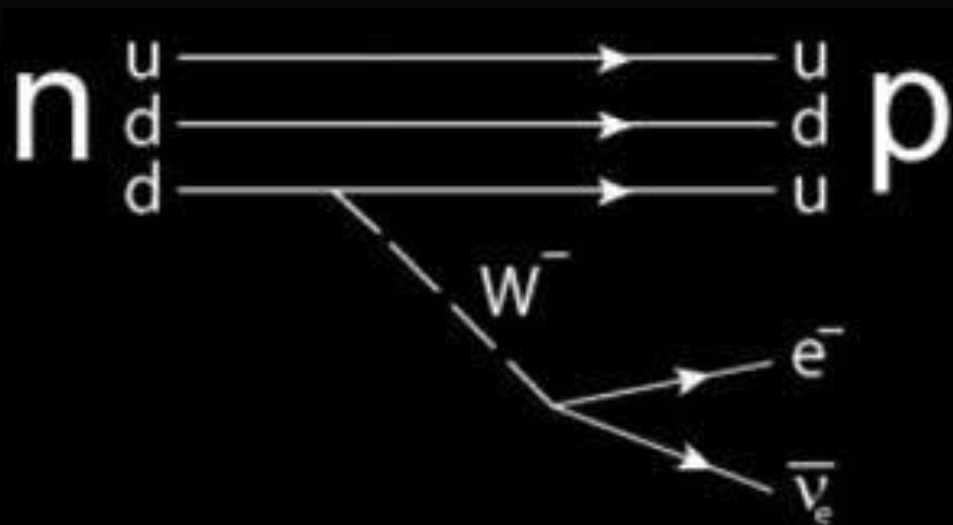
# ИСТОРИЯ СТАНДАРТНОЙ МОДЕЛИ

- Теорема Неттер - 1918 году Эмиль Неттер
- Калибровочная симметрия классической электродинамики – 1904. Х. А. Лоренц
- Связь преобразования волновой функции и калибровочного поля - В. А. Фок 1926
- Сформулирован принцип построения теории при помощи калибровочной симметрии - 1929 Г. Вейль
- Квантовая Электродинамика - 1940-х Фейнман, Швингер, Фок и др.
- Диаграммы Феймана - Ричард Фейнман. 1949
- Модель полей Янга-Милса - 1954 году. Чж. Янг и Р. Миллс
- Теория электрослабого взаимодействия и Квантовая хромодинамика - 1960—1970
- Механизм Хигса - 1964 г. Питер Хиггс

# ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ

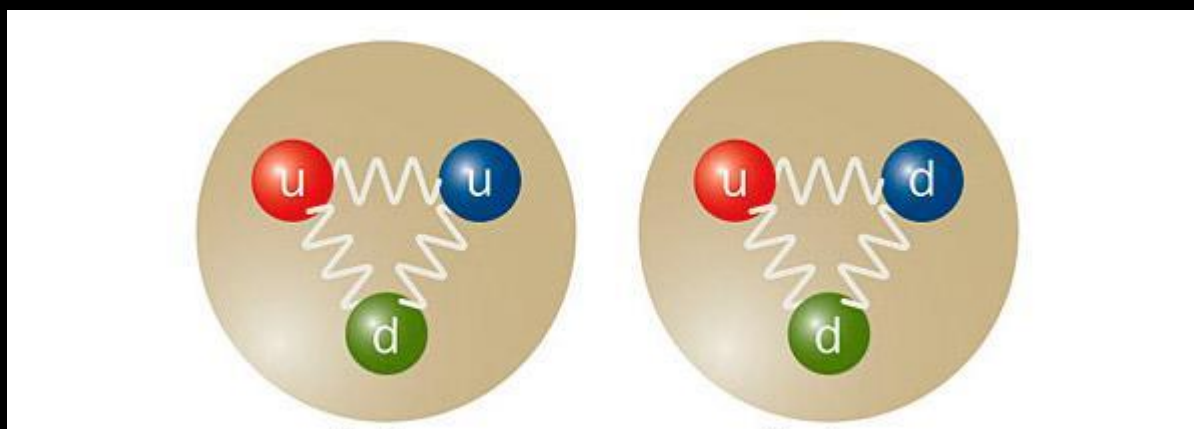


# СЛАБОЕ





# СИЛЬНОЕ



Протон

Нейтрон

# ПРОСТАЯ СХЕМА СТАНДАРТНОЙ МОДЕЛИ

- Вводим волновую функцию.
- Изменяем фазу волновой функции.
- Требуем симметрии относительно локальной преобразований.
- ...
- Proffit!!!!!!

# СТАНДАРТНАЯ МОДЕЛЬ

	$\approx 1.275 \text{ ТэВ}/c^2$ $2/3$ $1/2$ u верхний	$\approx 1.275 \text{ ТэВ}/c^2$ $2/3$ $1/2$ c очарованный	$\approx 173.07 \text{ ТэВ}/c^2$ $2/3$ $1/2$ t истинный	$0$ $0$ $1$ g глюон	$\text{H}$ бозон Хиггса
КВАРКИ	$\approx 0.0046 \text{ МэВ}/c^2$ $-1/3$ $1/2$ d нижний	$\approx 95 \text{ МэВ}/c^2$ $-1/3$ $1/2$ s странный	$\approx 4.18 \text{ ТэВ}/c^2$ $-1/3$ $1/2$ b прелестный	$0$ $0$ $1$ $\gamma$ фотон	
	$0.511 \text{ МэВ}/c^2$ $-1$ $1/2$ e электрон	$105.7 \text{ МэВ}/c^2$ $-1$ $1/2$ $\mu$ мюон	$1.777 \text{ ТэВ}/c^2$ $-1$ $1/2$ $\tau$ тау	$91.2 \text{ ТэВ}/c^2$ $0$ $1$ Z Z бозон	
ЛЕПТОНЫ	$< 0.17 \text{ МэВ}/c^2$ $0$ $1/2$ $\nu_e$ электронное нейтрино	$< 0.17 \text{ МэВ}/c^2$ $0$ $1/2$ $\nu_\mu$ мюонное нейтрино	$< 15.5 \text{ МэВ}/c^2$ $0$ $1/2$ $\nu_\tau$ тау нейтрино	$80.4 \text{ ТэВ}/c^2$ $\pm 1$ $1$ W W бозон	
				КАЛИБРОВОЧНЫЕ БОЗОНЫ	

# ТАК ЧТО ЭТО?

- Стандартная модель – это модель (совокупность теорий) описывающая 61 элементарную частицу и три фундаментальных взаимодействия: Элетромагнитное, Слабое, Сильное.

**КАЖЕТСЯ, Я ЗАКОНЧИЛ.  
А ВЫ?**

# ТРУБКА КРУКСА

