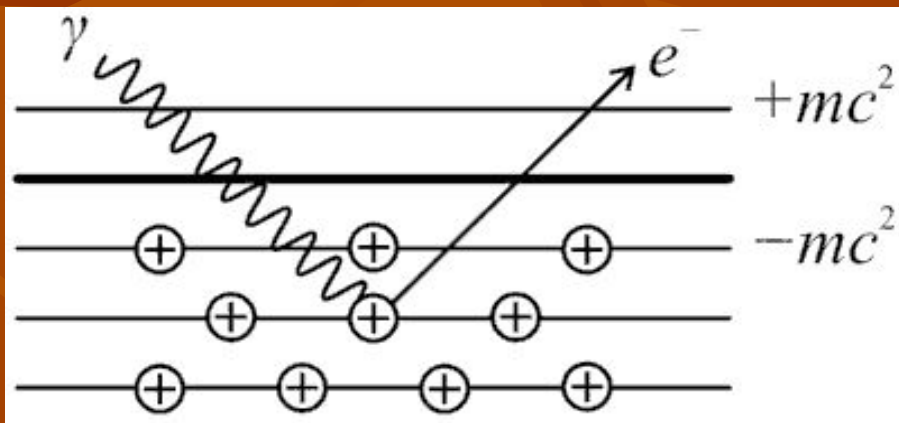


Собираем пазл материи. Фундаментальные частицы

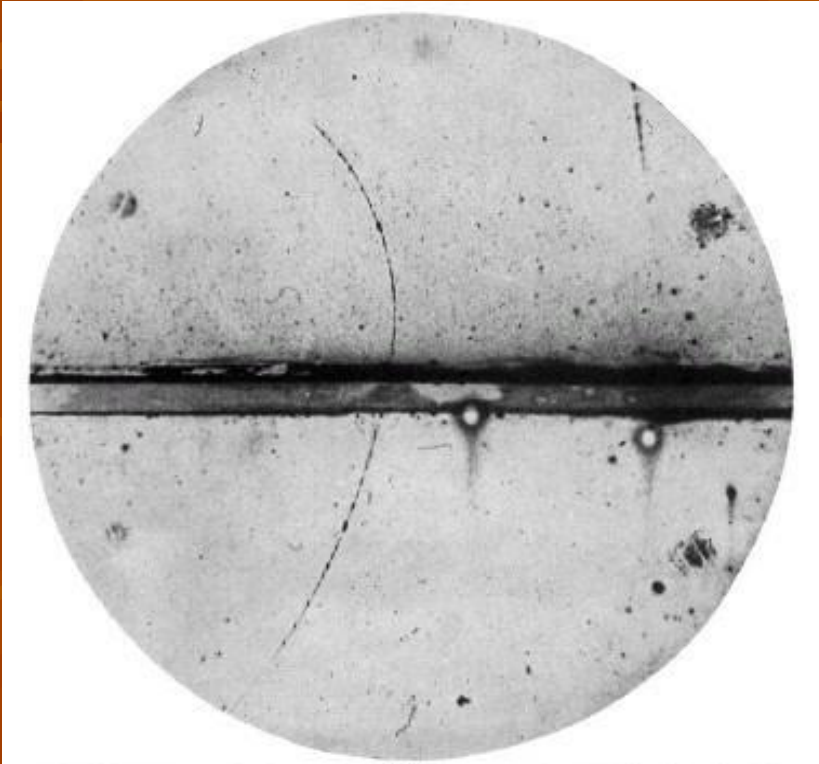


Античастицы (П.Дирак, 1928 г.)



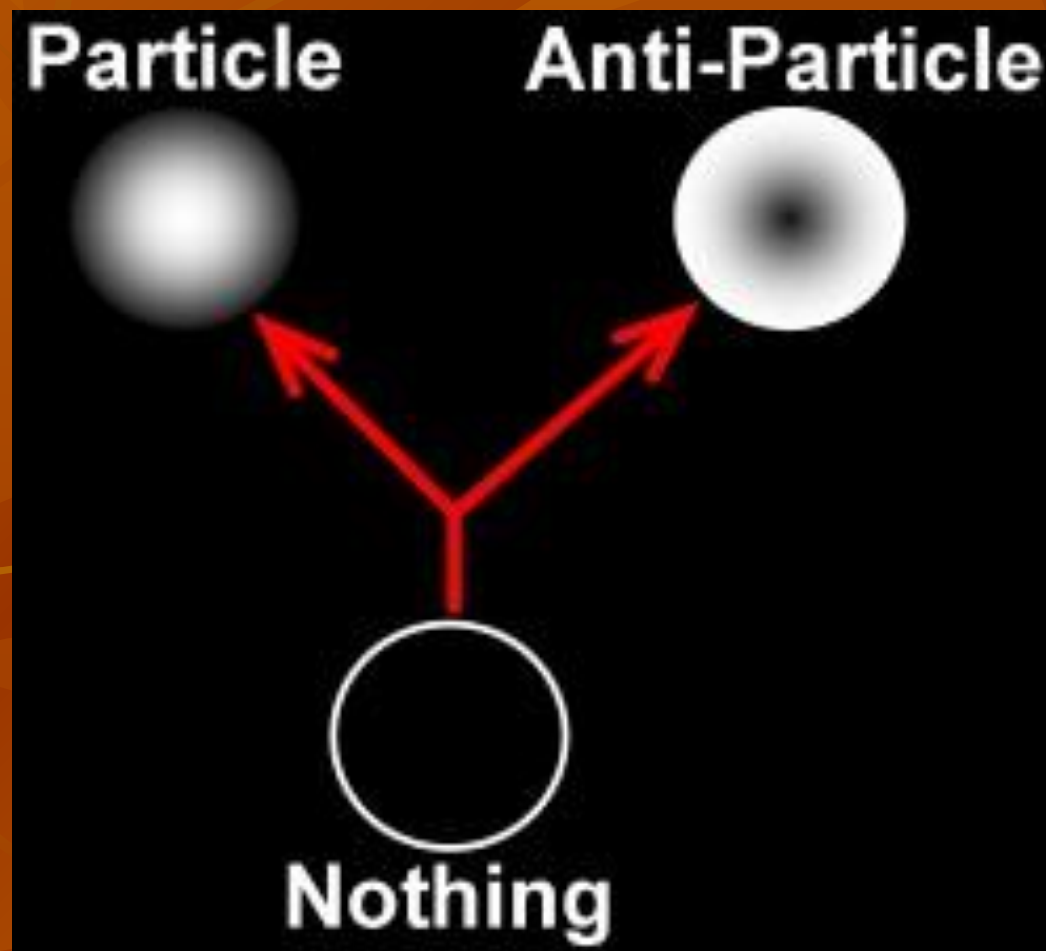
Нобелевская премия 1933 г.

Открытие позитрона (К. Андерсон, 1932)



Нобелевская премия 1936 г.

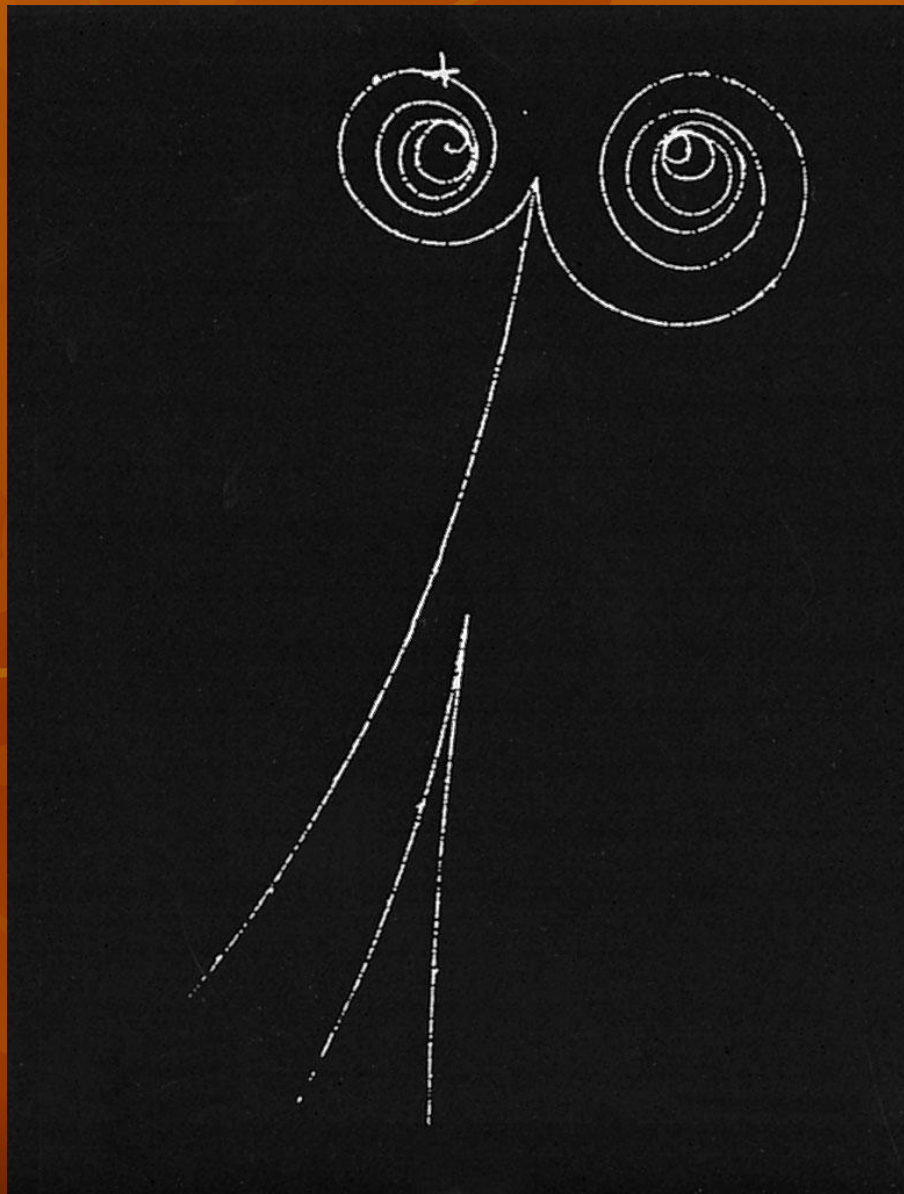
Частица-античастица



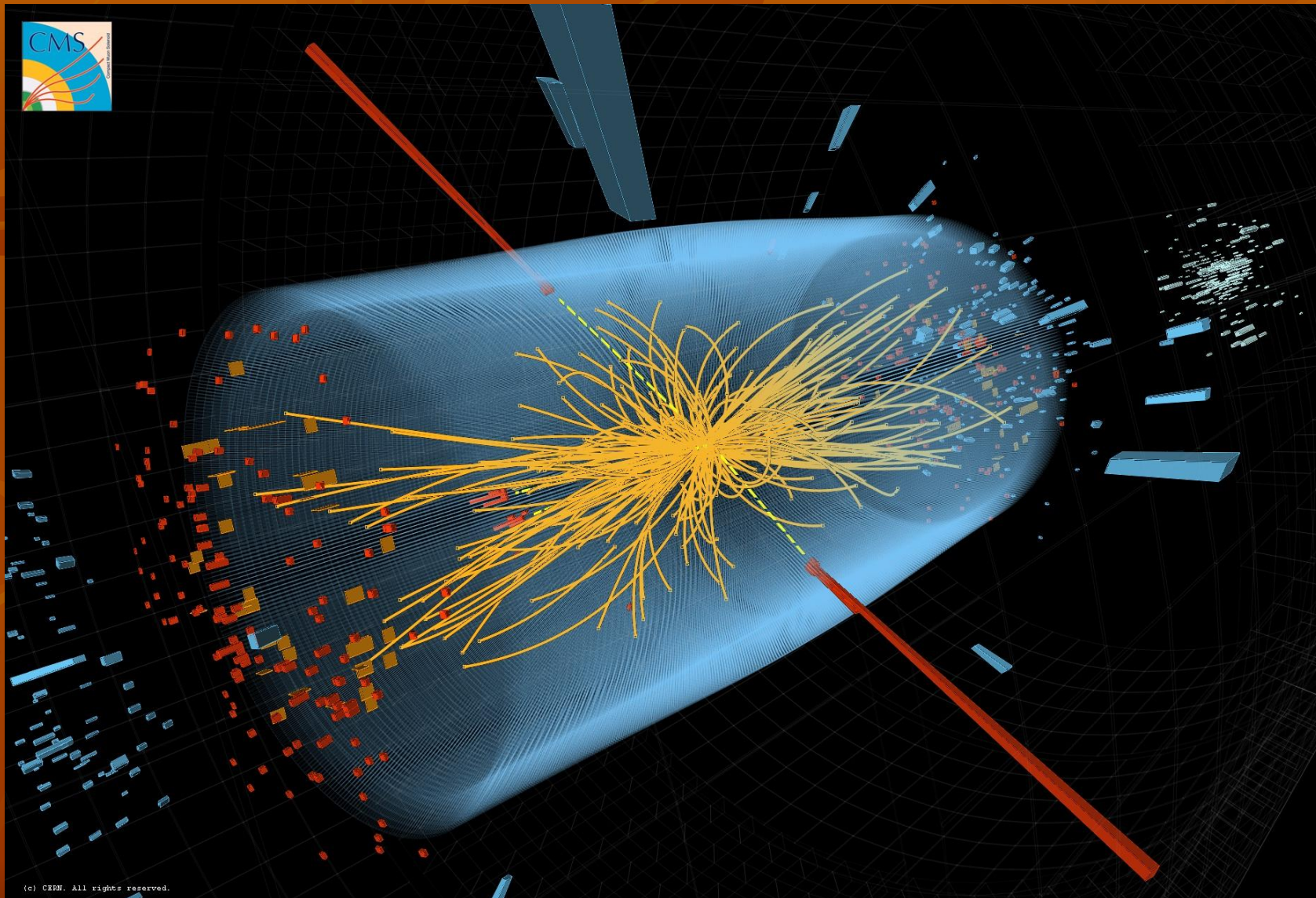
Открытия частиц

- 1919 г.-протон (Э.Резерфорд)
- 1932 г.- нейтрон (Д.Чэдвик) и позитрон (К.Андерсон)
- 1937 г.-мюон (К.Андерсон и др.)
- 1947 г.-пион (С.Пауэлл и др.), странные частицы (Д.Рочестер, К.Батлер)
- 1955 г. —антипротон (Э.Сегрэ, О.Чемберлен и др.)
- 1956 г.-электронное антинейтрино (Ф.Райнес, К.Коуэн)
- 1960 г.-адронные резонансы (Л.Альварес)
- 1962 г. —мюонное нейтрино (Л.Ледерман)
- 1967 г. —электронное нейтрино (Р.Дэвис)
- 1975 г. — таон (М.Перл)
- 2000 г. — таонное нейтрино
- 2012 г. — бозон Хиггса

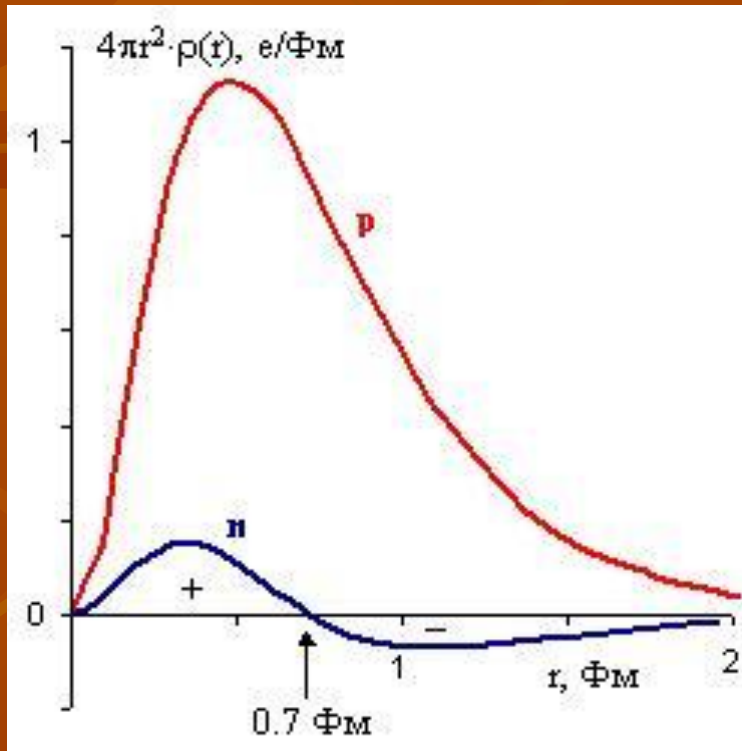
Рождение частиц



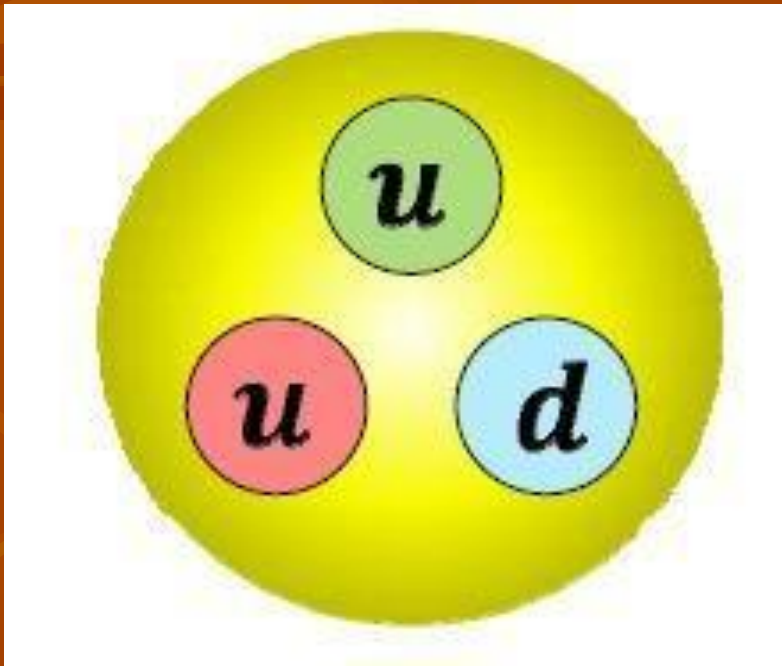
Рождение частиц



Структура нуклона (Р.Хофштадтер, 1957г.)

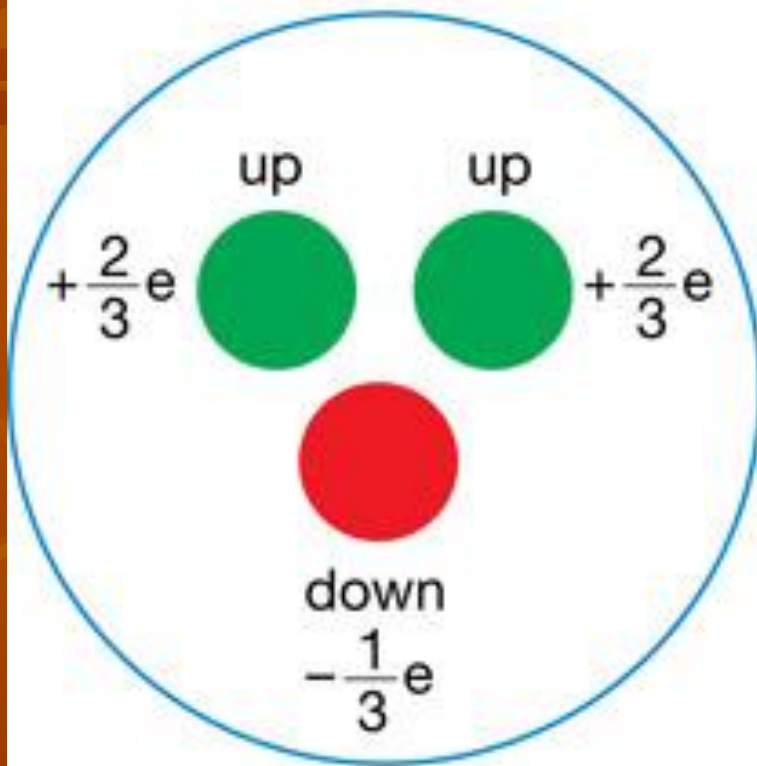


Кварки (М.Гелл-Манн, Д.Цвейг, 1963 г.)



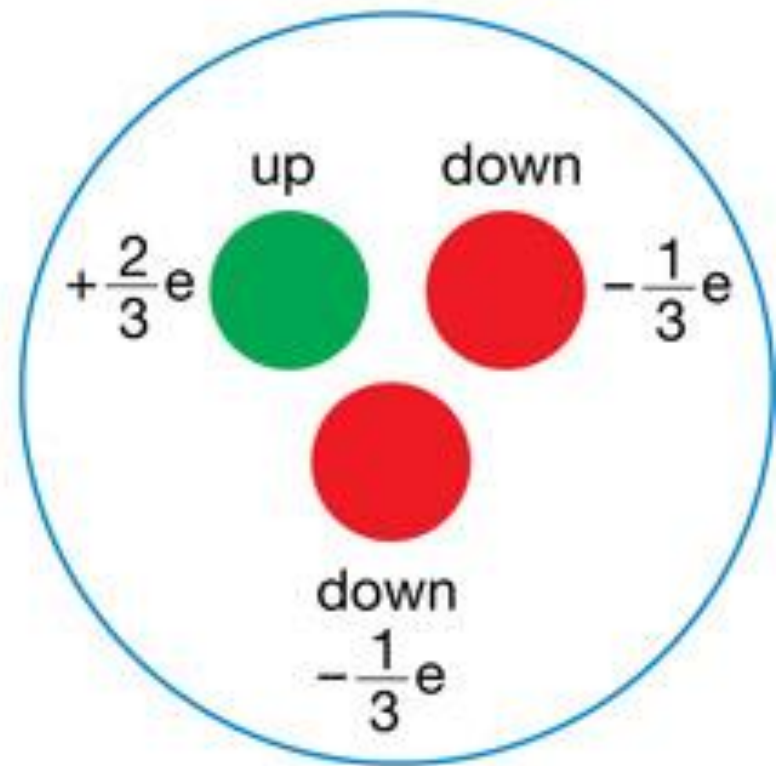
Структура нуклона

Proton



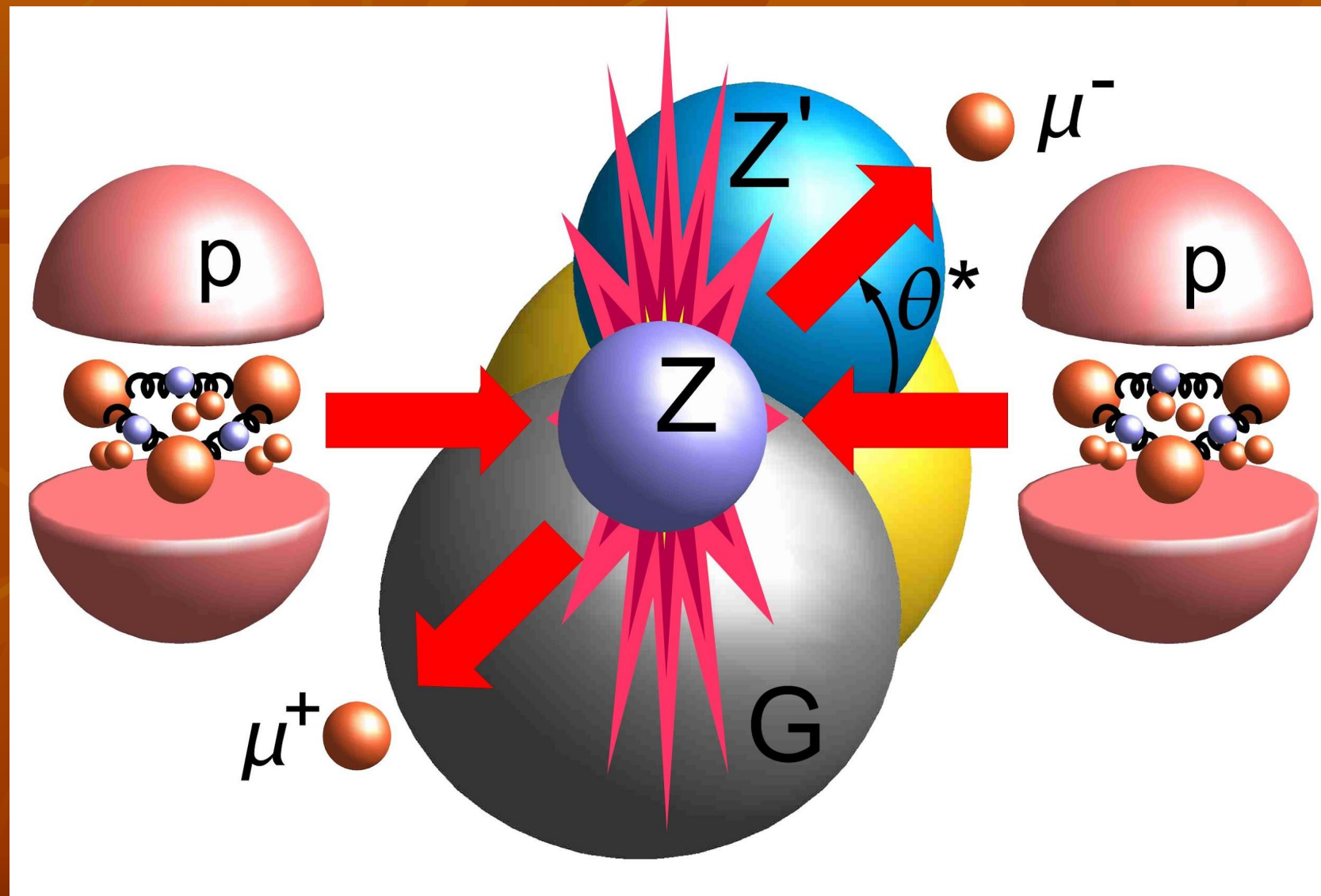
$$\frac{2}{3} + \frac{2}{3} - \frac{1}{3} = +1$$

Neutron

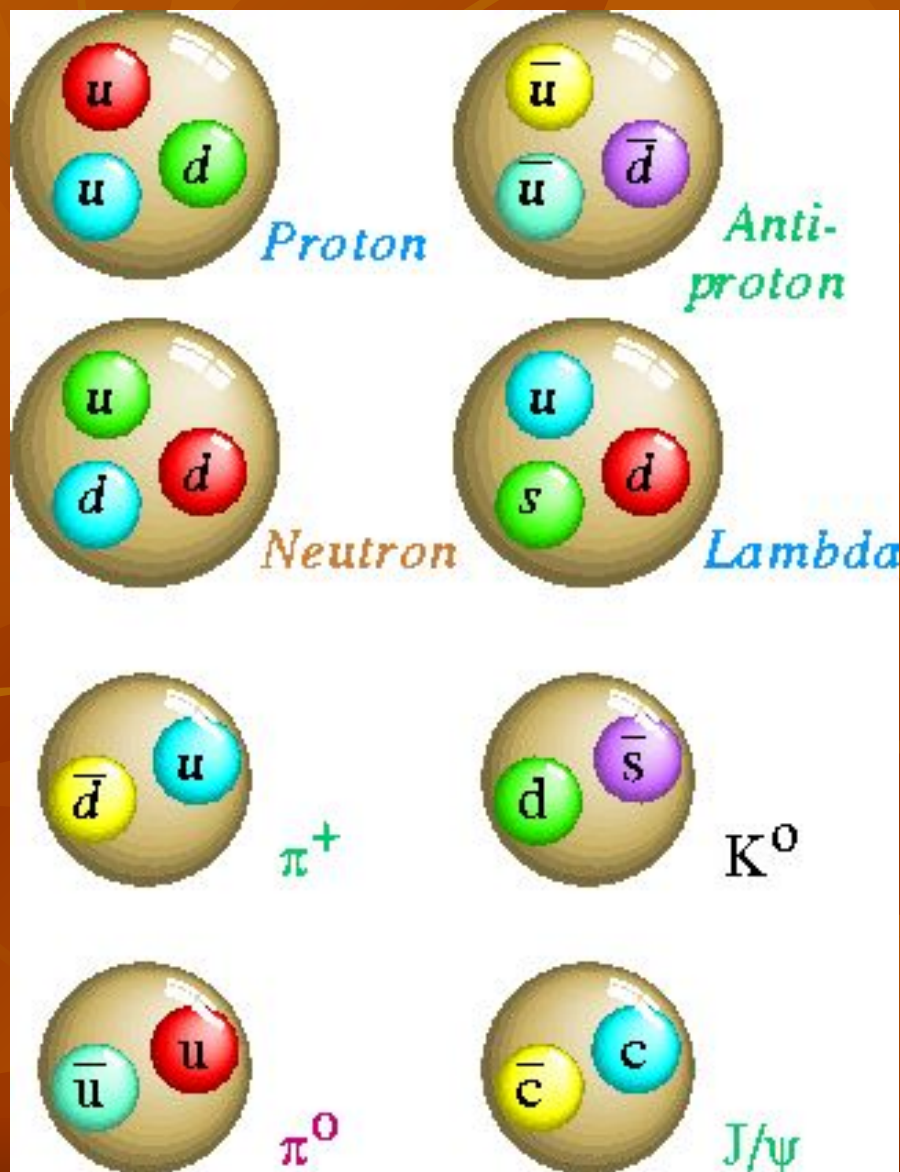


$$\frac{2}{3} + \frac{2}{3} - \frac{1}{3} = +1$$

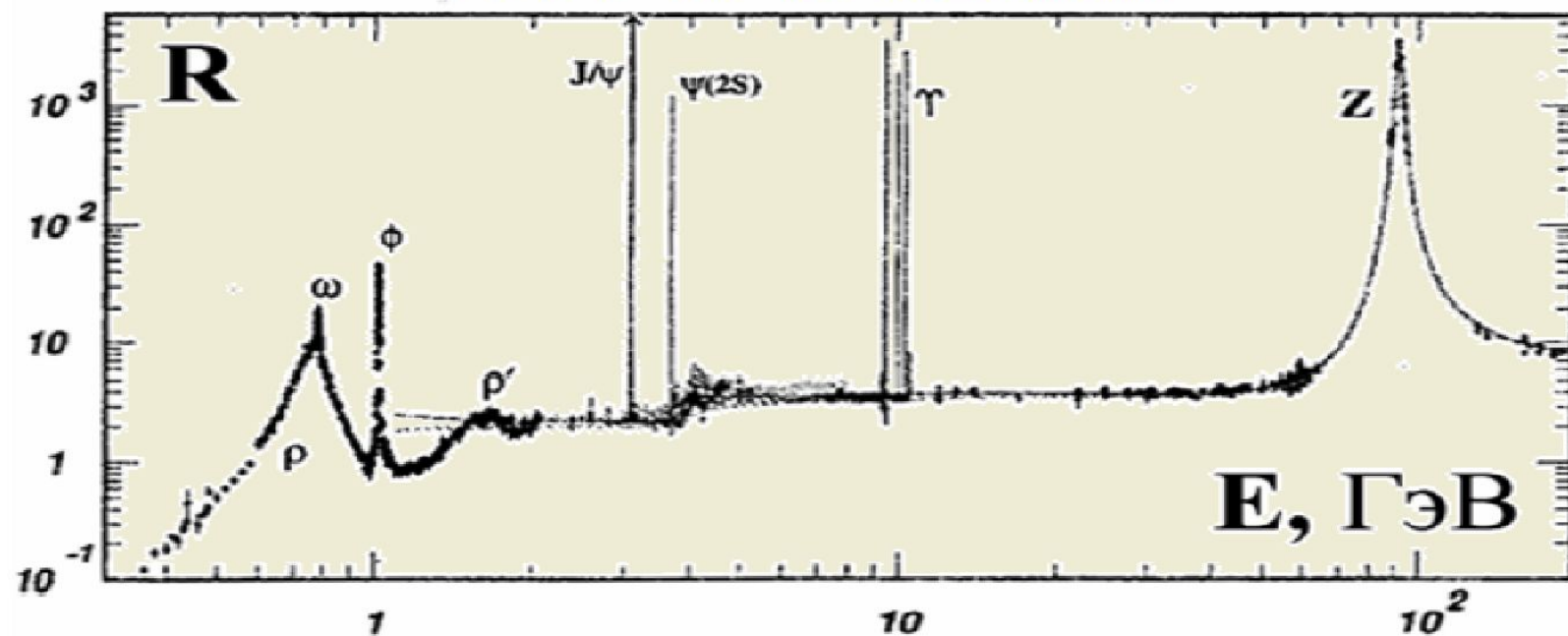
Рождение частиц



Структура частиц



1977 г. b-кварк



Fermilab, Л.Ледерман

Конфаймент



$\left(\frac{2}{3}\right)$

up



$\left(\frac{2}{3}\right)$

charm



$\left(\frac{2}{3}\right)$

top



$\left(-\frac{1}{3}\right)$

down



$\left(-\frac{1}{3}\right)$

strange



$\left(-\frac{1}{3}\right)$

bottom



Характеристики кварков.

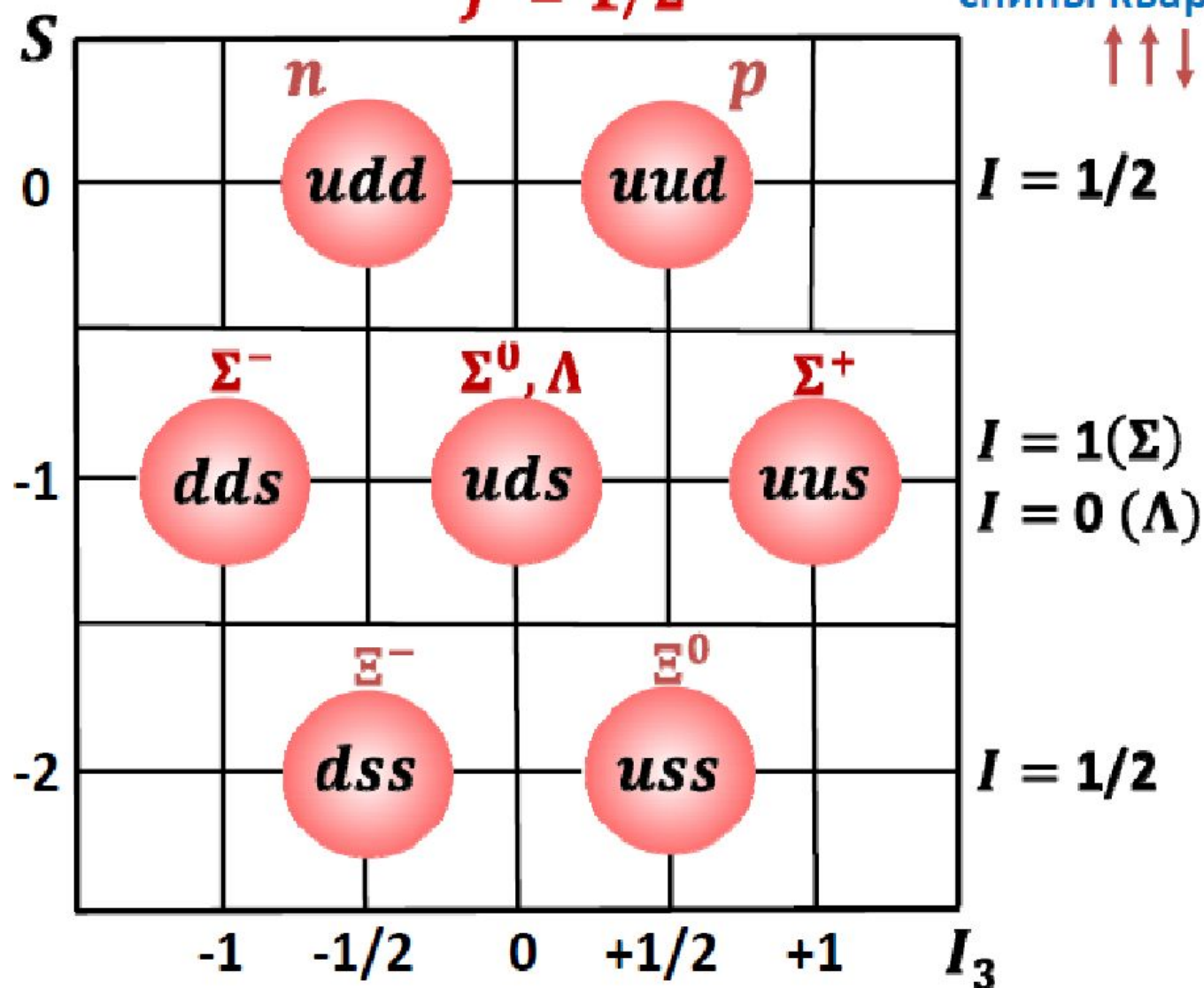
Для всех кварков $J^P \equiv 1/2^+$ и барионный заряд $B \equiv 1/3$

Характеристика	Тип кварка или аромат (flavor)					
	<i>d</i>	<i>u</i>	<i>s</i>	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>t</i>
Электрический заряд <i>Q</i>	$-1/3 e$	$+2/3 e$	$-1/3 e$	$+2/3 e$	$-1/3 e$	$+2/3 e$
Изоспин <i>I</i>	$1/2$	$1/2$	0	0	0	0
Проекция изоспина <i>I₃</i>	$-1/2$	$+1/2$	0	0	0	0
Странность <i>S</i>	0	0	-1	0	0	0
Charm <i>C</i>	0	0	0	$+1$	0	0
Bottomness <i>B</i>	0	0	0	0	-1	0
Topness <i>T</i>	0	0	0	0	0	$+1$
Масса (mc^2)	4,1-5,8 МэВ	1,7-3,3 МэВ	101 ± 25 МэВ	$1,3 \pm 0,1$ ГэВ	$4,2 \pm 0,1$ ГэВ	$172 \pm 1,6$ ГэВ

Кварковая структура октета легчайших барионов

$$J^P = 1/2^+$$

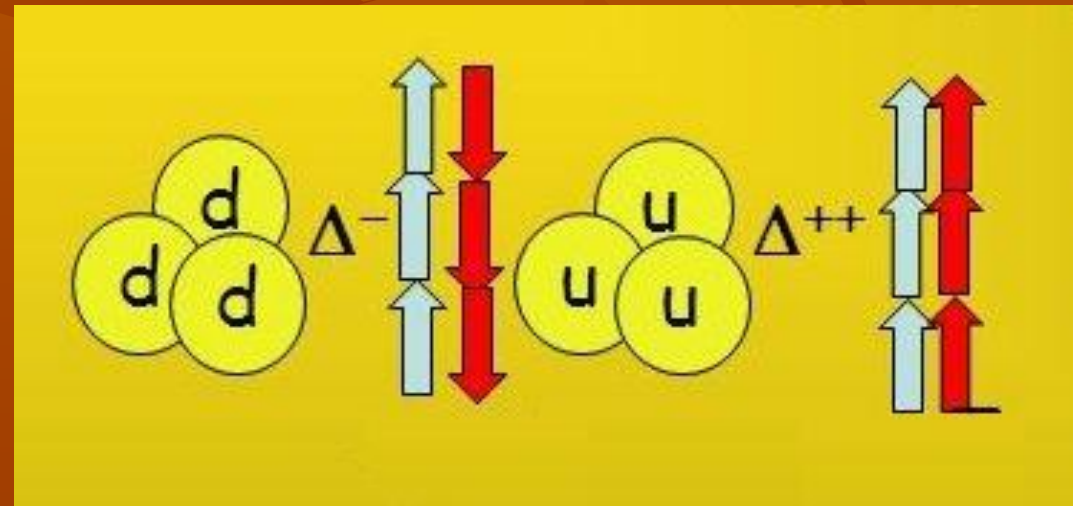
спины кварков



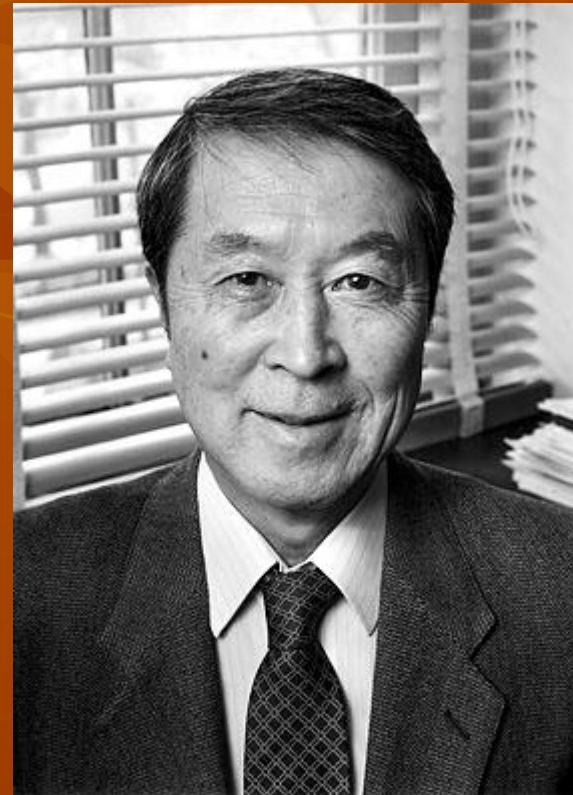
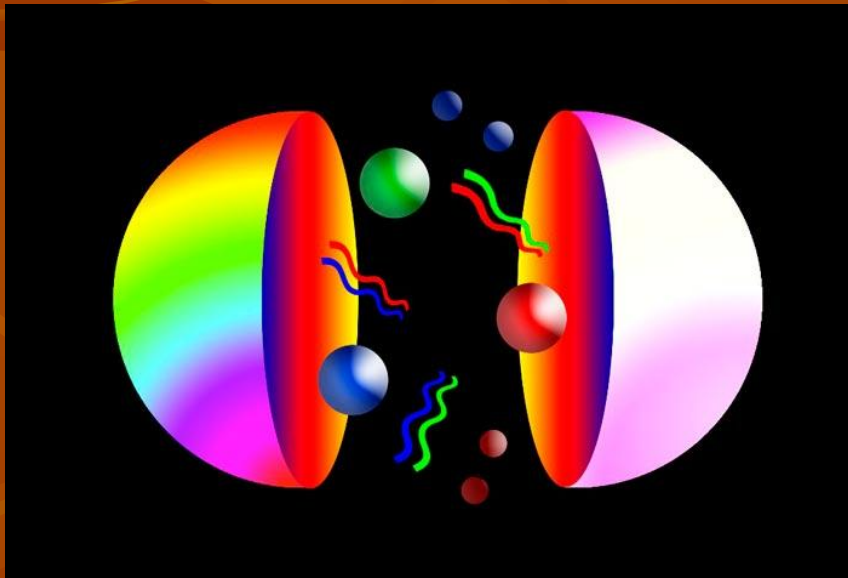
Принцип Паули.



Принцип Паули

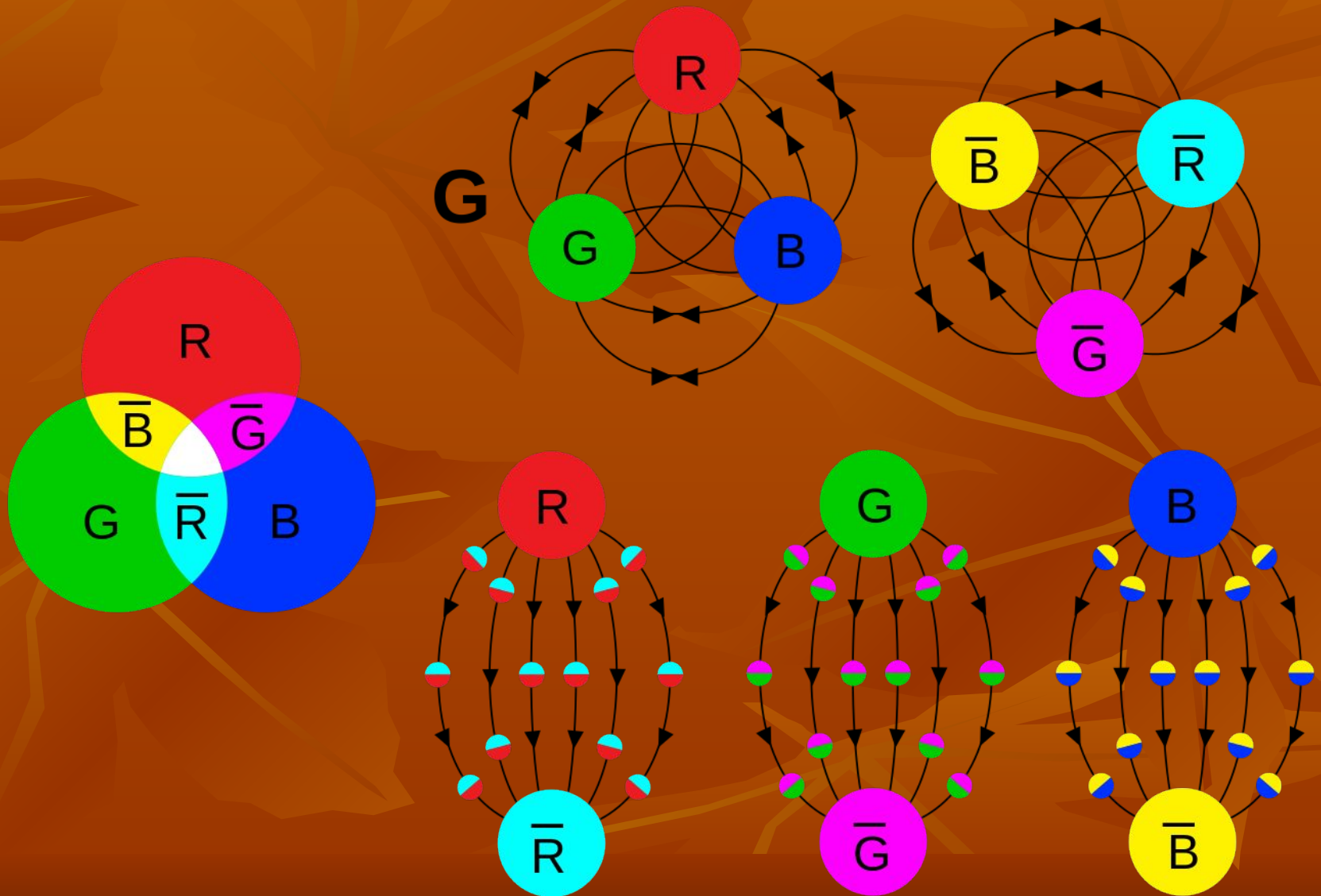


Цвет (1965 г.)

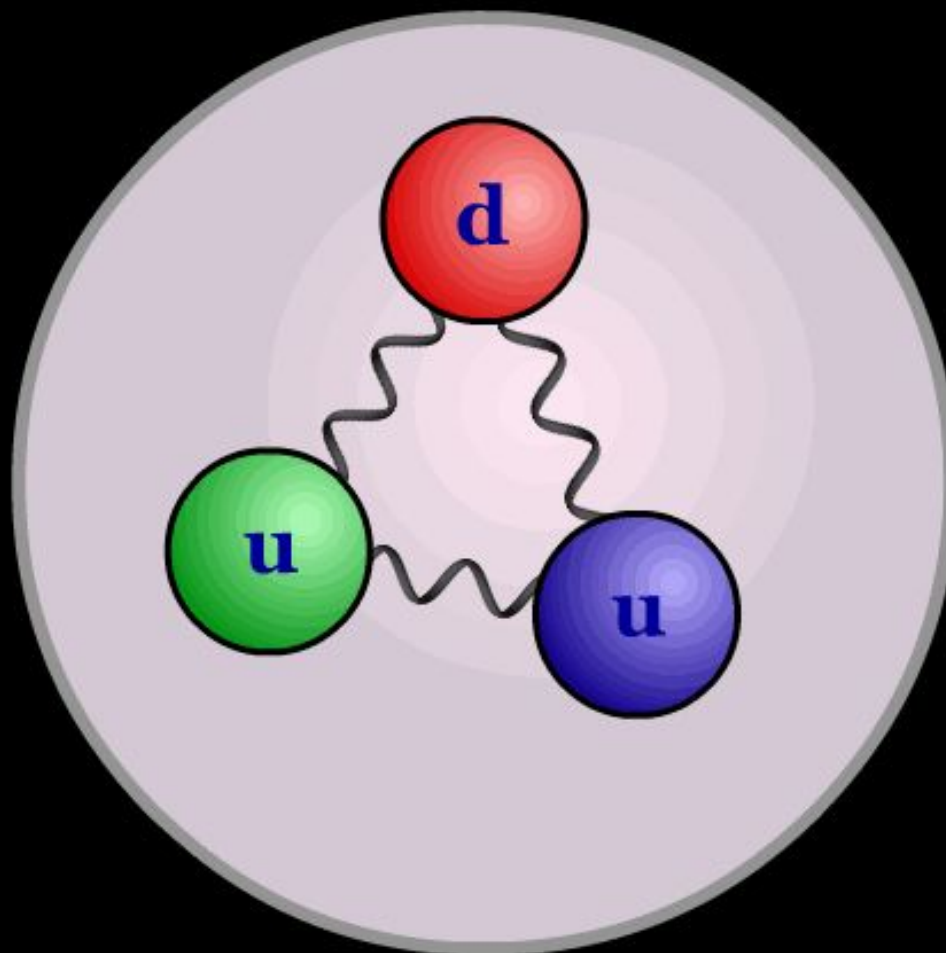


Й. Намбу (Нобелевская премия 2008 г.)

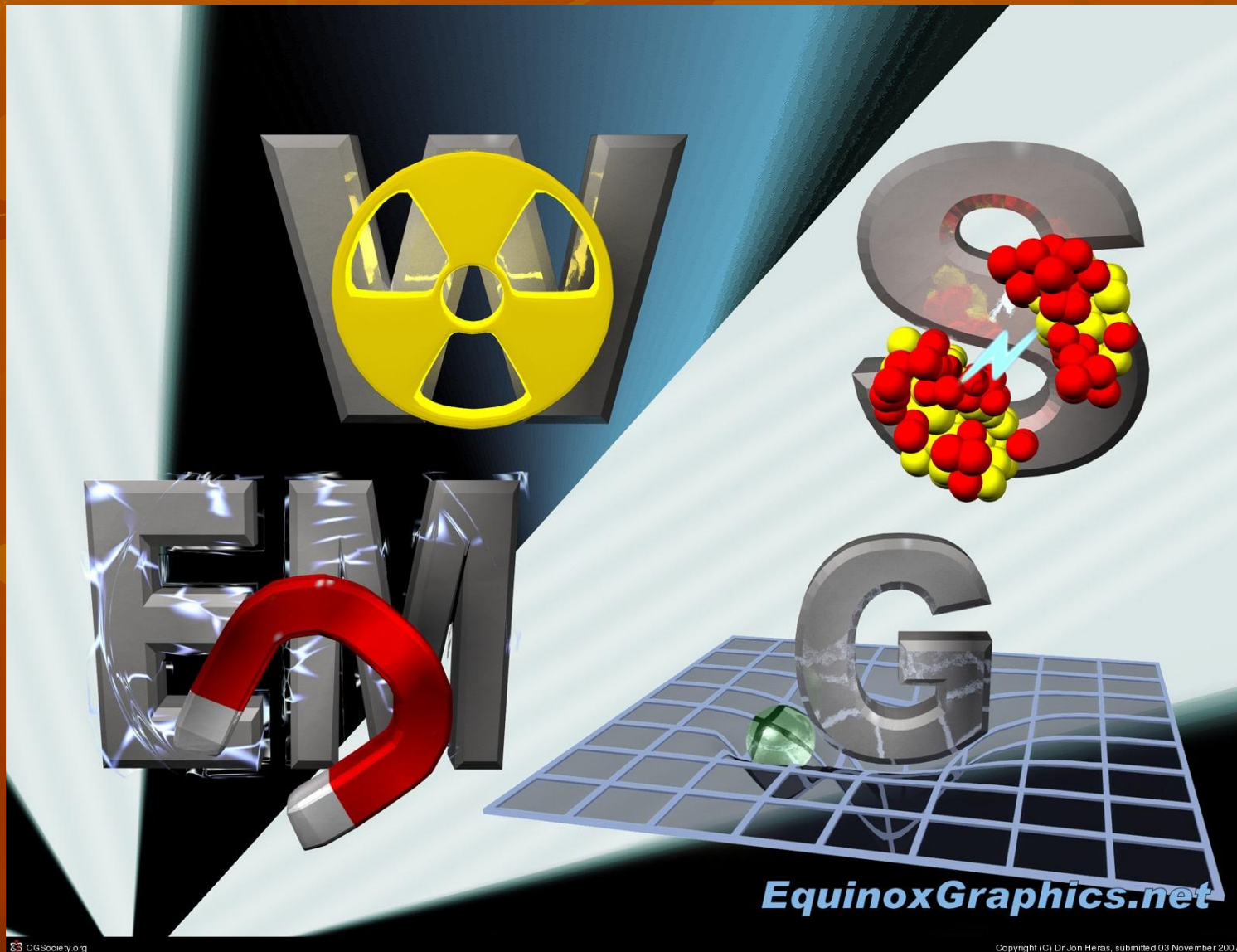
Квантовая хромодинамика



Модель протона



Виды взаимодействий



Why'd you ignore
the guy who just
walked past?

I do not interact
with other photons!



Стандартная модель



Фундаментальные частицы Стандартной Модели

e^- (1897) μ^- (1937) τ^- (1975)

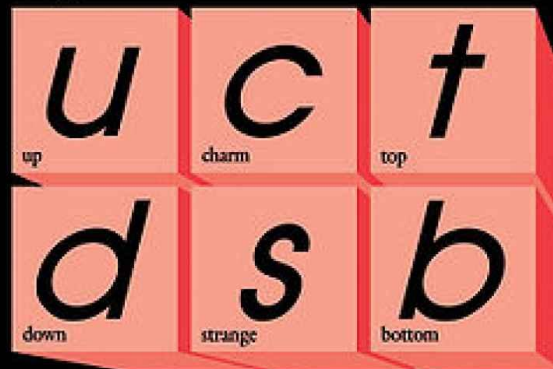
ν_e (1956) ν_μ (1962) ν_τ (2000)

u (1963) c (1974) t (1995)

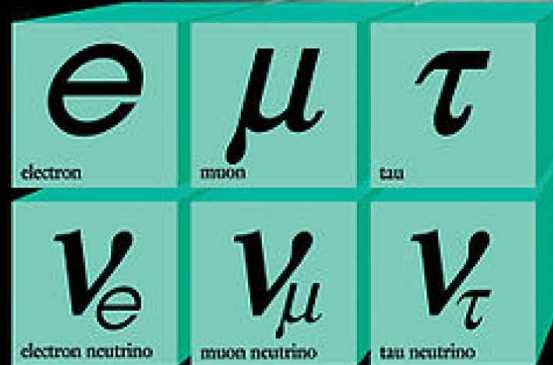
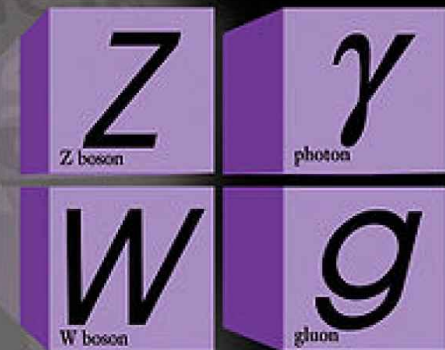
d (1963) s (1963) b (1977)

$8g, \gamma, W^+, W^-, Z$

Quarks

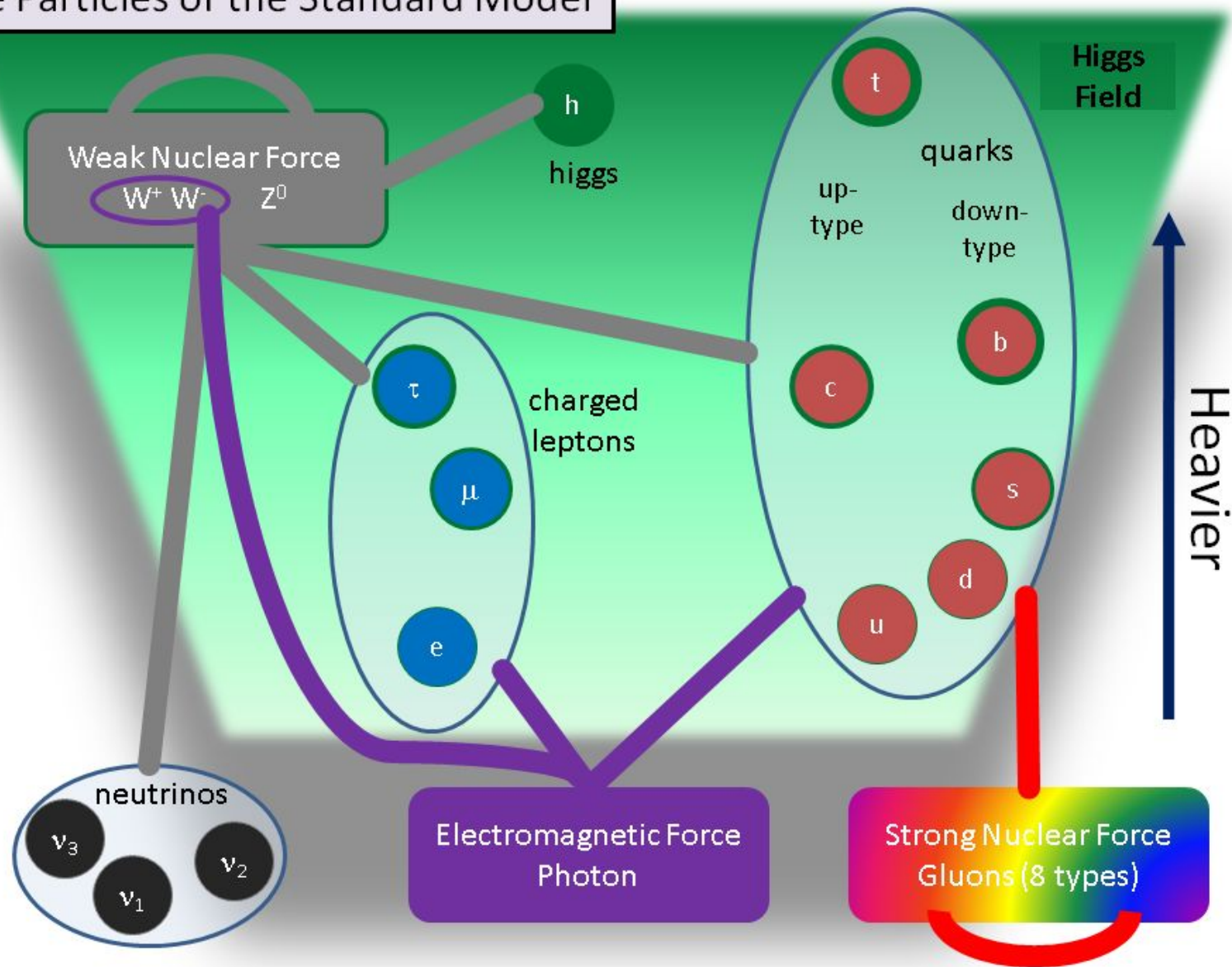


Forces

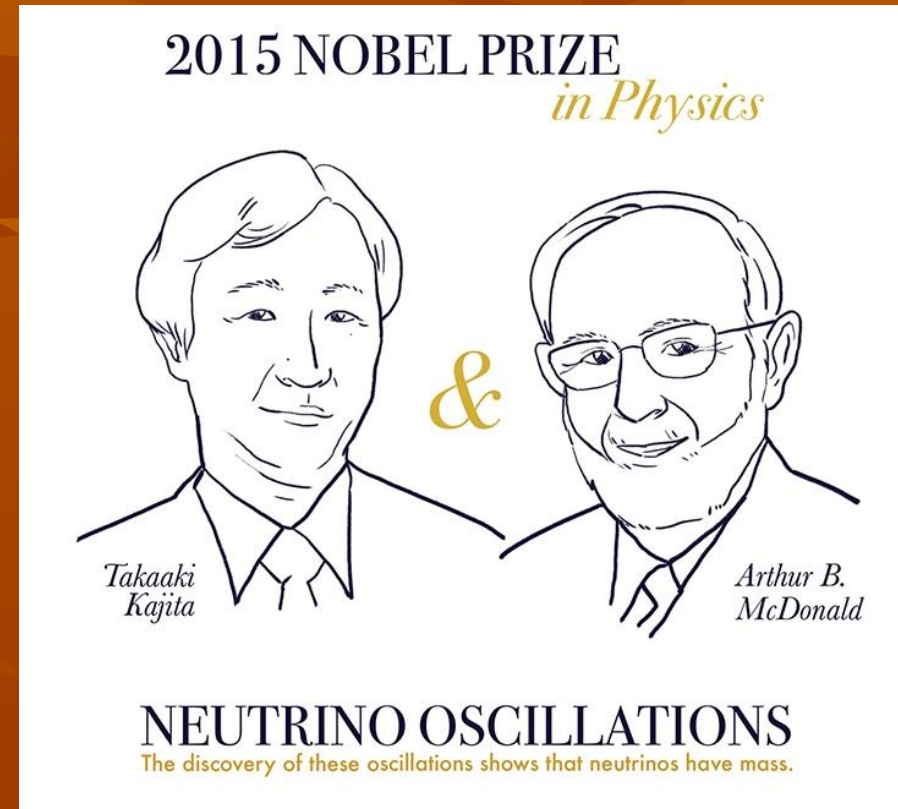


Leptons

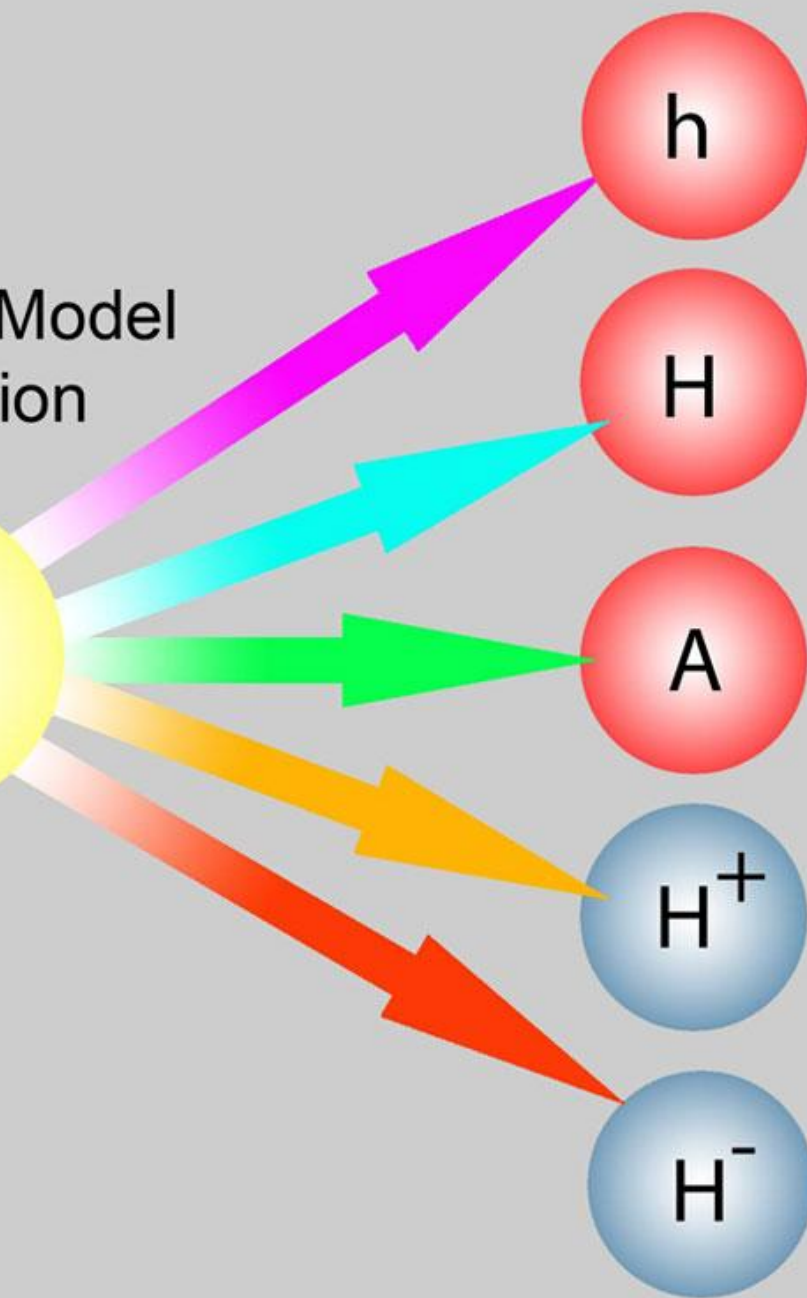
The Particles of the Standard Model



Масса нейтрино



Standard Model
Prediction



MSSM Higgs Boson Predictions

