

# Элементарные частицы

---

# Группы элементарных частиц

- Фотон— элементарная частица, квант электромагнитного излучения (в узком смысле — света)
- Лептоны — класс элементарных частиц, не обладающих сильным взаимодействием. К лептонам относятся электрон, мюон, нейтрино, и соответствующие им античастицы. Все лептоны имеют спин  $\frac{1}{2}$ , т.е. являются фермионами. Название «лептоны» (от греч. leptos — тонкий, легкий) исторически было связано с тем, что массы известных до 1975 г. лептонов были меньше всех других частиц (кроме фотона).
- Адроны – класс элементарных частиц, участвующих в сильном взаимодействии. К адронам относятся все барионы и мезоны, включая резонансы.

Группа	Название частицы	Символ		Заряд, ед. $e$	Масса покоя, ед. $m_e$	Спин, ед. $\hbar$	Изотопический спин $I$	Лептонное число $L$	Барийное число $B$		
		частицы	античастицы								
Фотоны	Фотон	$\gamma$		0	0	1	—	0	0		
Лептоны	Электрон	$e^-$	$e^+$	1	1	1/2	—	+1	0		
	Электронное нейтрино	$\nu_e$	$\bar{\nu}_e$	0	0	1/2	—	+1	0		
	Мюон	$\mu^-$	$\mu^+$	1	206,8	1/2	—	+1	0		
	Мюонное нейтрино	$\nu_\mu$	$\bar{\nu}_\mu$	0	0	1/2	—	+1	0		
	Тау-лептон (Таон)	$\tau^-$	$\tau^+$	1	3487	1/2	—	+1	0		
	Таонное нейтрино	$\nu_\tau$	$\bar{\nu}_\tau$	0	0	1/2	—	+1	0		
Адроны	Мезоны	Пионы		$\pi^0$		0	264,1	0	1	0	
				$\pi^+$	$\pi^-$	1	273,1	0	1	0	
		Каоны		$K^0$	$\bar{K}^0$	0	974,0	0	1/2	0	
				$K^+$	$K^-$	1	966,2	0	1/2	0	
		Эта-мезон		$\eta^0$		0	1074	0	—	0	0
	Барioniны	Протон		$p$	$\bar{p}$	1	1836,2	1/2	1/2	0	+1
		Нейтрон		$n$	$\bar{n}$	0	1838,7	1/2	1/2	0	+1
		Гипероны:									
		лямбда		$\Lambda^0$	$\bar{\Lambda}^0$	0	2183	1/2	0	0	+1
		сигма		$\Sigma^0$	$\bar{\Sigma}^0$	0	2334	1/2	1	0	+1
				$\Sigma^+$	$\bar{\Sigma}^+$	1	2328	1/2	1	0	+1
				$\Sigma^-$	$\bar{\Sigma}^-$	1	2343	1/2	1	0	+1
		кси		$\Xi^0$	$\bar{\Xi}^0$	0	2573	1/2	1/2	0	+1
				$\Xi^-$	$\bar{\Xi}^-$	1	2586	1/2	1/2	0	+1
омега		$\Omega^-$	$\bar{\Omega}^-$	1	3273	3/2	0	0	+1		

# Кварки

---

- Кварки — гипотетические материальные объекты, из которых, по современным представлениям, состоят все известные адроны.
- 1) верхний (up) —  $u$
- 2) нижний (down) —  $d$
- 3) "очарованный" (charm) —  $c$
- 4) "странный" (strange) —  $s$
- 5) "истинный" (true) —  $t$
- 6) "прелестный" (beauty) —  $b$ .

У кварков имеются античастицы — **антикварки**

# Кварковый состав элементарных частиц

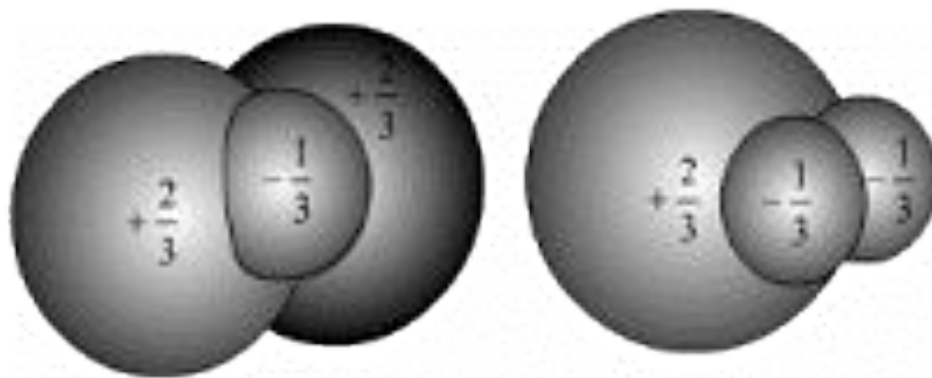
- Кварки  $u$ ,  $c$  и  $t$  имеют электрический заряд, равный  $+2/3$ , а кварки  $d$ ,  $s$  и  $b$  - заряд, равный  $-1/3$ .
- Протон состоит из двух  $u$ -кварков и одного  $d$ -кварка ( $p = uud$ ), нейтрон из двух  $d$ -кварков и одного  $u$ -кварка ( $n = ddu$ ). Нейтрон тяжелее протона, поскольку  $d$ -кварк тяжелее  $u$ -кварка.

Барионы, состоящие не только из  $u$ - и  $d$ -кварков, называются гиперонами. Например, самый легкий из гиперонов -  $\Lambda$ -гиперон состоит из трех разных кварков:

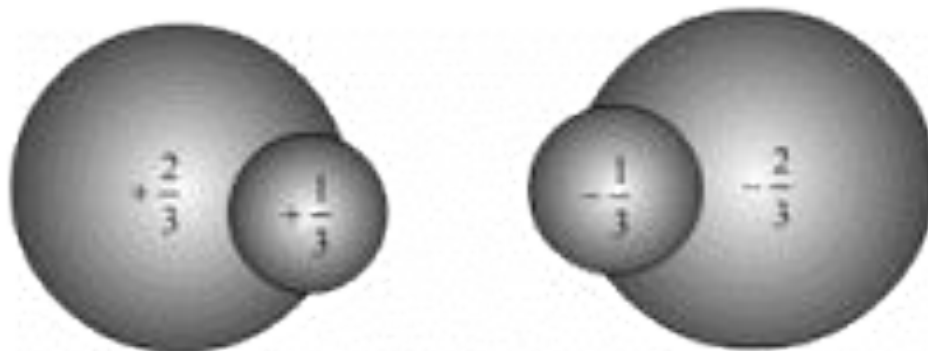
- $\Lambda = uds$ .

# Кварковый состав элементарных частиц

---



Кварковый состав протона и нейтрона



Кварковый состав  $\pi^+$ -мезона и  $\pi^-$ -мезона,

# Аннигиляция

---

- Аннигиляция пары частица – античастица – один из видов взаимопревращения элементарных частиц. В процессе аннигиляции пары позитрон – электрон при нулевом суммарном спине сталкивающихся частиц ( $J=0$ ), испускается четное число -квантов (практически два), а при  $J=1$  – нечетное (практически три).

# АНТИВЕЩЕСТВО

---

- Антивещество – материя, построенная из античастиц. Ядра атомов вещества состоят из протонов и нейтронов, а электроны образуют оболочки атомов. В антивеществе ядра состоят из антипротонов и антинейтронов, а место электронов в их оболочках занимают позитроны.