

# 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 | 0  |
|         |                      |            |                  | $\pi^+$        | $\pi^-$                | 1                 | 273,1                  | 0                   | 1                  | 0 | 0  |
|         |                      | Каоны      |                  | $K^0$          | $\bar{K}^0$            | 0                 | 974,0                  | 0                   | 1/2                | 0 | 0  |
|         |                      |            |                  | $K^+$          | $K^-$                  | 1                 | 966,2                  | 0                   | 1/2                | 0 | 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

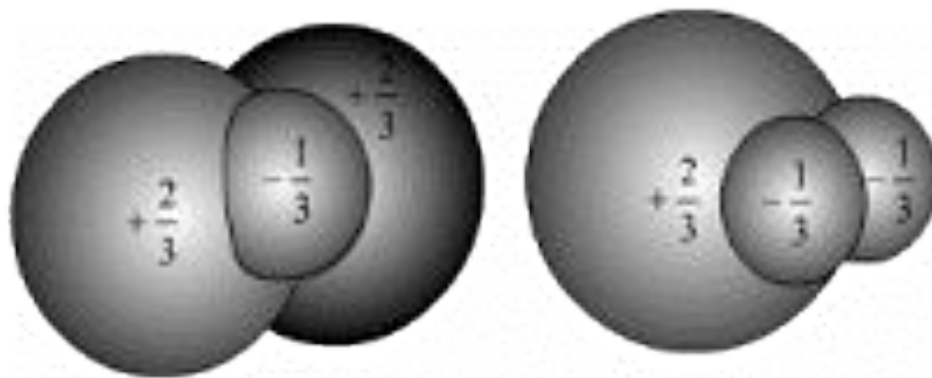
- Кварки  $u$ ,  $c$  и  $t$  имеют электрический заряд, равный  $+2/3$ , а кварки  $d$ ,  $s$  и  $b$  - заряд, равный  $-1/3$ .
- Протон состоит из двух  $u$ -кварков и одного  $d$ -кварка ( $p = uud$ ), нейтрон из двух  $d$ -кварков и одного  $u$ -кварка ( $n = ddu$ ). Нейтрон тяжелее протона, поскольку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

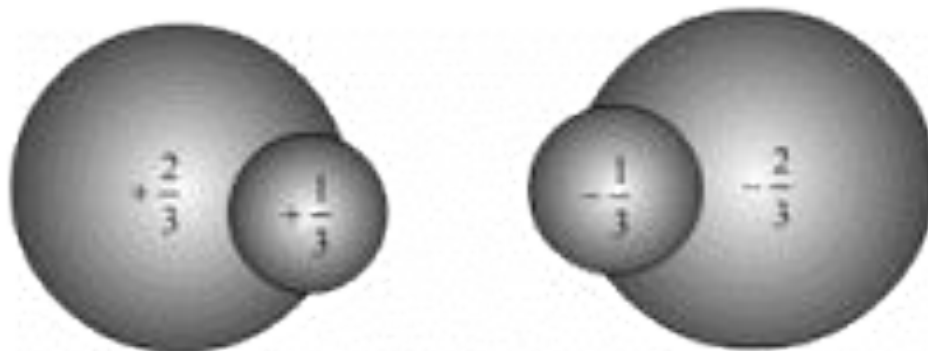
- $\Lambda = uds$ .

# 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.