

**А Д Р О Н Ы: Избранные мезоны**  
(Барионный заряд  $B = 0$ )

Частица	Кварковая структура	Масса $mc^2$ , МэВ	Время жизни $\tau$ (сек) или ширина $\Gamma$	Спин-чётность, изоспин $J^P(I)$	Основные моды распада
$\pi^+$	$u\bar{d}$	139.57	$2.6 \cdot 10^{-8}$	$0^-(1)$	$\nu\mu^+$
$\pi^-$	$d\bar{u}$	139.57	$2.6 \cdot 10^{-8}$	$0^-(1)$	$\bar{\nu}\mu^-$
$\pi^0$	$u\bar{u} - d\bar{d}$	134.98	$8.5 \cdot 10^{-17}$	$0^-(1)$	$2\gamma$
$K^+$	$u\bar{s}$	494	$1.2 \cdot 10^{-8}$	$0^-(1/2)$	$\nu\mu^+, \pi^0 \pi^+$
$K^-$	$s\bar{u}$	494	$1.2 \cdot 10^{-8}$	$0^-(1/2)$	$\bar{\nu}\mu^-, \pi^0 \pi^-$
$K^0$	$d\bar{s}$	498	$\left\{ \begin{array}{l} 9.0 \cdot 10^{-11} K_S^0 \\ 5.1 \cdot 10^{-8} K_L^0 \end{array} \right.$	$0^-(1/2)$	$\pi^+ \pi^-, \pi^0 \pi^0$
$\bar{K}^0$	$s\bar{d}$	498		$0^-(1/2)$	$\pi^+ \pi^-, \pi^0 \pi^0$
$\eta$	$u\bar{u} + d\bar{d} - 2s\bar{s}$	548	1.30 кэВ	$0^-(0)$	$2\gamma, 3\pi$
$\eta'$	$u\bar{u} + d\bar{d} + s\bar{s}$	958	0.20 МэВ	$0^-(0)$	$\eta 2\pi, \rho^0 \gamma$
$\rho^+$	$u\bar{d}$	775	149 МэВ	$1^-(1)$	$\pi\pi$
$\rho^-$	$d\bar{u}$				
$\rho^0$	$u\bar{u} - d\bar{d}$				
$\omega$	$u\bar{u} + d\bar{d}$	783	8.5 МэВ	$1^-(0)$	$3\pi$
$\phi$	$s\bar{s}$	1019	4.3 МэВ	$1^-(0)$	$K^+ K^-, K_L^0 K_S^0$
$D^+$	$c\bar{d}$	1870	$1.0 \cdot 10^{-12}$	$0^-(1/2)$	$K + \text{другие}, e + \text{другие}, \mu + \text{другие}$
$D^-$	$d\bar{c}$				
$D^0$	$c\bar{u}$	1865	$4.1 \cdot 10^{-13}$	$0^-(1/2)$	$K + \text{другие}, e + \text{другие}, \mu + \text{другие}$
$\bar{D}^0$	$u\bar{c}$				
$D_S^+$	$c\bar{s}$	1968	$5.0 \cdot 10^{-13}$	$0^-(0)$	$K + \text{другие}$
$D_S^-$	$s\bar{c}$				
$B^+$	$u\bar{b}$	5279	$1.6 \cdot 10^{-12}$	$0^-(1/2)$	$D + \text{другие}, D^* + \text{другие}, \nu + \text{другие}$
$B^-$	$b\bar{u}$		$1.6 \cdot 10^{-12}$		
$B^0$	$d\bar{b}$		$1.5 \cdot 10^{-12}$		
$\bar{B}^0$	$b\bar{d}$		$1.5 \cdot 10^{-12}$		
$J/\psi$	$c\bar{c}$	3097	93 кэВ	$1^-(0)$	адроны, $2e, 2\mu$
$\Upsilon$	$b\bar{b}$	9460	54 кэВ	$1^-(0)$	$\tau^+ \tau^-, \mu^+ \mu^-, e^+ e^-$

**Законы сохранения**

Характеристика	Взаимодействие			
	сильное	электромагнитное	слабое	
<i>Аддитивные законы сохранения</i>				
Электрический заряд	$Q$	+	+	+
Энергия	$E$	+	+	+
Импульс	$\vec{P}$	+	+	+
Момент импульса	$\vec{J}$	+	+	+
Барионный заряд	$B$	+	+	+
Лептонные заряды	$L_e, L_\mu, L_\tau$	+	+	+
Странность (strangeness)	$S$	+	+	-
Очарование (charm)	$C$	+	+	-
Bottomness	$B$	+	+	-
Topness	$T$	+	+	-
Изоспин	$I$	+	-	-
Проекция изоспина	$I_3$	+	+	-
<i>Мультипликативные законы сохранения</i>				
Пространственная чётность	$P$	+	+	-
Зарядовая чётность	$C$	+	+	-
Комбинированная чётность	$CP$	+	+	-
Инвариантность к обращению времени	$T$	+	+	-
СРТ-инвариантность		+	+	+

**Виды и свойства фундаментальных взаимодействий**

Взаимодействие	Константа взаимодействия	Участвующие частицы	Кванты поля (калибровочные бозоны)	Масса кванта поля, ГэВ	Характерное время взаимодействия, сек	Радиус взаимодействия, см
Сильное	1	кварки (адроны)	глюон (8 видов)	0	$10^{-21} - 10^{-23}$	$\approx 10^{-13}$
Электромагнитное	$10^{-2}$	заряженные частицы	$\gamma$ -квант	0	$\approx 10^{-18}$	$\infty$
Слабое	$10^{-6}$	лептоны и кварки	$W^\pm, Z$	80, 91	$\approx 10^{-10}$	$\approx 10^{-16}$
Гравитационное	$10^{-38}$	все частицы	гравитон	0	$\infty$	$\infty$

### Калибровочные (фундаментальные) бозоны

Частица	Масса, $mc^2$	Ширина распада $\Gamma$ (время жизни $\tau = \hbar/\Gamma$ )	Спин-чётность, изоспин $J^P(I)$	Основные моды распада
$\gamma$	$< 10^{-18}$ эВ	стабилен	$1^-(0, 1)$	
$W^\pm$	80.39 ГэВ	$\Gamma = 2.1$ ГэВ	1	$e\nu, \mu\nu, \tau\nu$ адроны
Z	91.19 ГэВ	$\Gamma = 2.50$ ГэВ	1	$e^+e^-, \mu^+\mu^-, \tau^+\tau^-$ , адроны
g (глюон)	0		$1^-(0)$	
гравитон	0		2	

### Лептоны ( $J = 1/2$ )

Частица	Масса, $mc^2$	Время жизни	Лептонный заряд			Основные моды распада
			$L_e$	$L_\mu$	$L_\tau$	
$\nu_e$	$< 2$ эВ	стабильно	+1	0	0	
$\nu_\mu$	$< 0.19$ МэВ	стабильно	0	+1	0	
$\nu_\tau$	$< 18.2$ МэВ	стабильно	0	0	+1	
$e^-$	0.511 МэВ	$> 4.6 \cdot 10^{26}$ лет	+1	0	0	
$\mu^-$	105.66 МэВ	$2.2 \cdot 10^{-6}$ с	0	+1	0	$e\bar{\nu}$
$\tau^-$	1777 МэВ	$2.9 \cdot 10^{-13}$ с	0	0	+1	адроны + $\nu, \mu\bar{\nu}\nu, e\bar{\nu}\nu$

### Кварки ( $J^P = 1/2^+$ , Барийонный заряд $B = 1/3$ )

Характеристика	Тип кварка (аромат)					
	$d$	$u$	$s$	$c$	$b$	$t$
Электрический заряд $Q$	$-\frac{1}{3}e$	$+\frac{2}{3}e$	$-\frac{1}{3}e$	$+\frac{2}{3}e$	$-\frac{1}{3}e$	$+\frac{2}{3}e$
Изоспин $I$	$1/2$	$1/2$	0	0	0	0
Проекция изоспина $I_3$	$-1/2$	$+1/2$	0	0	0	0
Странность $S$	0	0	-1	0	0	0
Charm $C$	0	0	0	+1	0	0
Bottomness $B$	0	0	0	0	-1	0
Topness $T$	0	0	0	0	0	+1
Масса ( $mc^2$ )	4.5-5.5 МэВ	1.8-3.0 МэВ	95±5 МэВ	1.28±0.03 ГэВ	4.2-4.7 ГэВ	173.5±1 ГэВ

### А Д Р О Н Ы: Избранные барионы (Барийонный заряд $B = 1$ )

Частица	Кварковая структура	Масса $mc^2$ , МэВ	Время жизни $\tau$ (с) или ширина $\Gamma$	Спин-чётность, изоспин $J^P(I)$	Основные моды распада
$p$	$uud$	938.27	$> 10^{32}$ лет	$1/2^+(1/2)$	
$n$	$udd$	939.57	$880.1 \pm 1.1$	$1/2^+(1/2)$	$p\bar{e}\bar{\nu}$
$\Lambda$	$uds$	1116	$2.6 \cdot 10^{-10}$	$1/2^+(0)$	$p\pi^-, n\pi^0$
$\Sigma^+$	$uus$	1189	$0.80 \cdot 10^{-10}$	$1/2^+(1)$	$p\pi^0, n\pi^+$
$\Sigma^0$	$uds$	1193	$7.4 \cdot 10^{-20}$	$1/2^+(1)$	$\Lambda\gamma$
$\Sigma^-$	$dds$	1197	$1.5 \cdot 10^{-10}$	$1/2^+(1)$	$n\pi^-$
$\Xi^0$	$uss$	1315	$2.9 \cdot 10^{-10}$	$1/2^+(1/2)$	$\Lambda\pi^0$
$\Xi^-$	$dss$	1322	$1.6 \cdot 10^{-10}$	$1/2^+(1/2)$	$\Lambda\pi^-$
$\Delta^{++}$	$uuu$	1230-1234	114-120 МэВ	$3/2^+(3/2)$	$(n \text{ или } p) + \pi$
$\Delta^+$	$uud$				
$\Delta^0$	$udd$				
$\Delta^-$	$ddd$				
$\Sigma(1385)^+$	$uus$	1383	36 МэВ	$3/2^+(1)$	$\Lambda\pi, \Sigma\pi$
$\Sigma(1385)^0$	$uds$	1384	36 МэВ		
$\Sigma(1385)^-$	$dds$	1387	39 МэВ		
$\Xi(1530)^0$	$uss$	1532	9.1 МэВ	$3/2^+(1/2)$	$\Xi\pi$
$\Xi(1530)^-$	$dss$	1535	9.9 МэВ		
$\Omega^-$	$sss$	1672	$0.82 \cdot 10^{-10}$	$3/2^+(0)$	$\Lambda K^-, \Xi^0 \pi^-$
$N(1440)^+$	$uud$	1420-1470	200-450 МэВ	$1/2^+(1/2)$	$n(p) + \pi(2\pi), \Delta\pi$
$N(1440)^0$	$udd$				
$N(1520)^+$	$uud$	1515-1525	100-125 МэВ	$3/2^-(1/2)$	$n(p) + \pi(2\pi), \Delta\pi$
$N(1520)^0$	$udd$				
$\Lambda_c^+$	$udc$	2286	$2.0 \cdot 10^{-13}$	$1/2^+(0)$	$(n \text{ или } p) + \text{др.}$
$\Sigma_c(2455)^{++}$	$uuc$	2454	2.3 МэВ	$1/2^+(1)$	$\Lambda_c^+ \pi$
$\Sigma_c(2455)^+$	$udc$	2453	$< 4.6$ МэВ		
$\Sigma_c(2455)^0$	$ddc$	2454	2.2 МэВ		