

# Физика элементарных частиц

**Элементарные частицы**, в точном значении этого термина, - это **первичные**, далее **неразложимые** частицы, из которых, по предположению, состоит вся материя.

# Элементарные частицы

современной физики не удовлетворяют строгому определению элементарности, поскольку **большинство из них** по современным представлениям **являются составными системами.**

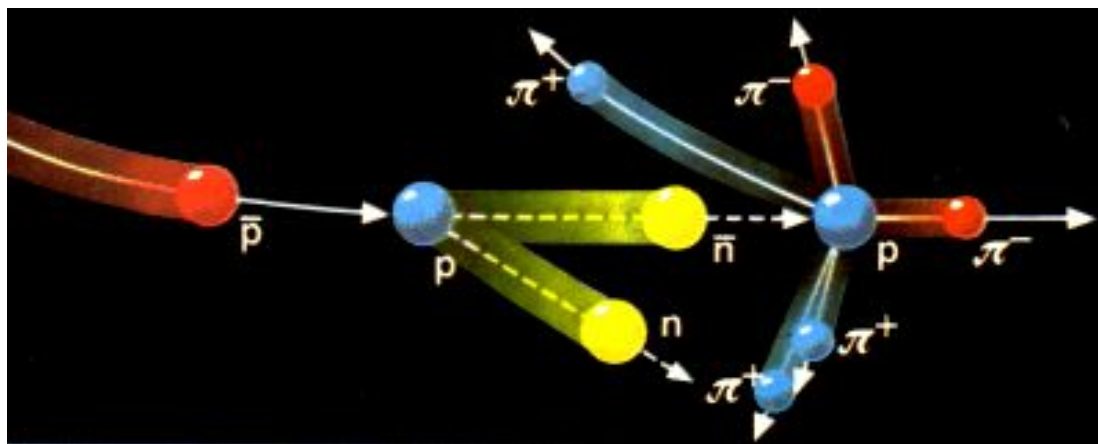
Общее свойство ЭТИХ систем заключается в том, что **они не являются атомами или ядрами** (исключение составляет протон). Поэтому иногда их называют **субъядерными частицами**

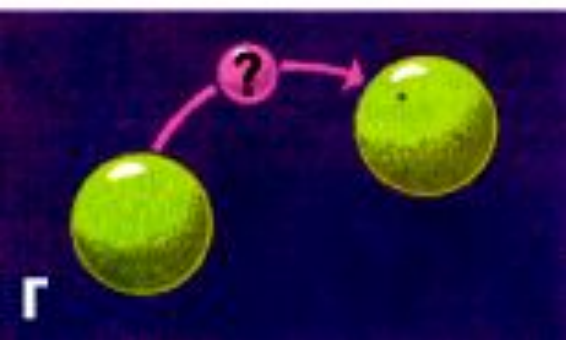
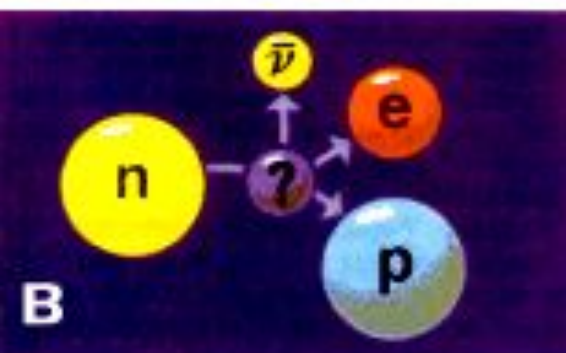
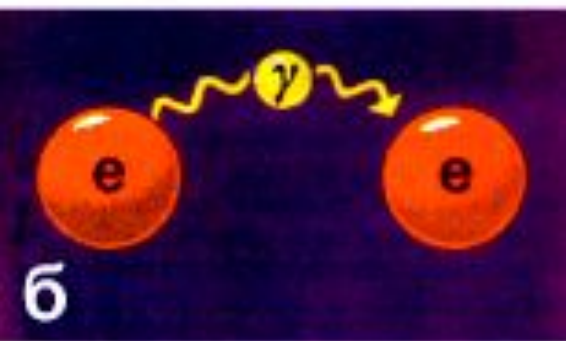
Первой открытой элементарной частицей был **электрон**. Его открыл английский физик **Томсон** в **1897** году.

Первой открытой **античастицей** был **позитрон** - частица с массой электрона, но **положительным электрическим зарядом**. Это античастица была обнаружена в составе космических лучей американским физиком **Андерсоном** в **1932** году.

В современной физике в группу элементарных относятся более 350 частиц, в основном нестабильных, и их число продолжает расти.

Наиболее важное **квантовое свойство** всех элементарных частиц - это **способность рождаться и уничтожаться** (испускаться и поглощаться) **при взаимодействии с другими частицами**. Все процессы с элементарными частицами протекают через последовательность актов их поглощения и испускания.





**Сильное взаимодействие** элементарных частиц вызывает процессы, протекающие с **наибольшей** по сравнению с другими процессами **интенсивностью** и приводит к самой сильной связи элементарных частиц. Именно оно обуславливает связь протонов и нейтронов в ядрах атомов.

**Электромагнитное взаимодействие** отличается от других участием **электромагнитного поля**. Электромагнитное поле (в квантовой физике - фотон) либо **излучается**, либо **поглощается** при взаимодействии, либо **переносит взаимодействие** между телами.

**Слабое взаимодействие** элементарных частиц вызывает очень **медленно протекающие процессы** с элементарными частицами, в том числе распады квазистабильных частиц.

**Гравитационное взаимодействие** элементарных частиц является **наиболее слабым** из всех известных. В повседневной жизни роль гравитационного взаимодействия гораздо заметнее роли слабого взаимодействия. Это происходит потому, что гравитационное взаимодействие (как, впрочем, и электромагнитное) **имеет бесконечно большой радиус действия**.



**В зависимости от участия в тех или иных видах взаимодействия** все изученные **элементарные частицы**, за исключением фотона, разбиваются на две основные группы - адроны и лептоны.

**Адроны** (от греч. - большой, сильный) - класс элементарных частиц, участвующих в **сильном взаимодействии** (наряду с электромагнитным и слабым).

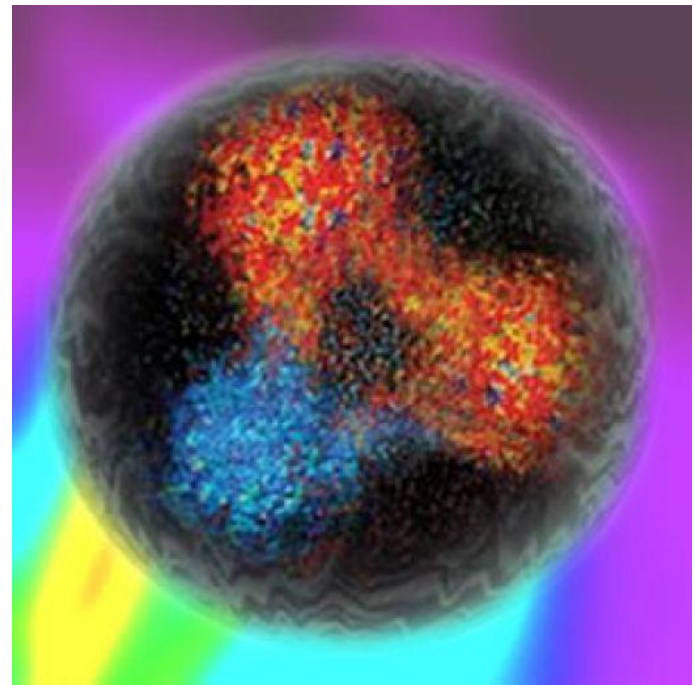
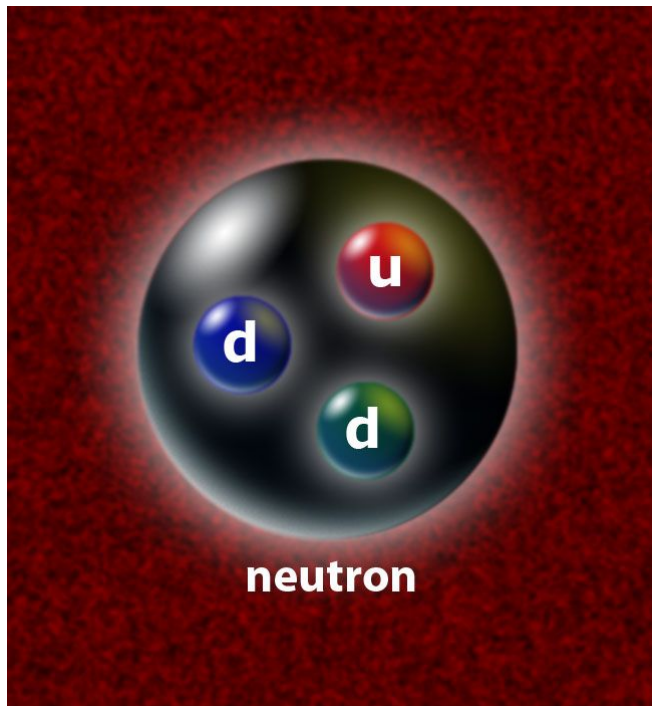
**Лептоны** (от греч. - тонкий, легкий) - класс элементарных частиц, не обладающих сильным взаимодействием, участвующих только в **электромагнитном и слабом взаимодействии**.

Наличие гравитационного взаимодействия у всех элементарных частиц, включая фотон, подразумевается.

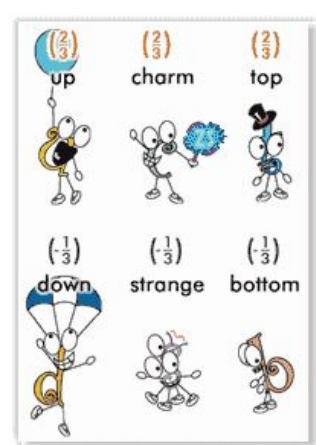
Адроны состоят из кварков, а силы между кварками обусловлены обменом глюонами.

Все обнаруженные адроны состоят из кварков пяти различных типов ("ароматов").

Кварк каждого "аромата" может находиться в трех "цветовых" состояниях, или обладать тремя различными "цветовыми зарядами".



Кварки		
Аромат	Масса	Заряд
u	4	2/3
d	10	-1/3
c	2544	2/3
s	196	-1/3
t	338561	2/3
b	8219	-1/3



В своё время, придумывая названия ароматов, американцы позабавились: они дали такие названия, чтобы не было неприятно нюхать, если бы кварки и в самом деле пахли. Названия даны веселые, смешные, похожие на названия духов в парфюмерной лавке: «очарование», «странность». Обычны названия только первых двух ароматов: «вверх» и «вниз». Однако, постепенно высокохудожественные названия (верхний, нижний, очарованный, странный, а особенно истинный и красивый) вышли из употребления учёных, и они предпочитают называть их просто по первой английской букве. Причём, вместо слов «истинный» (**true**) и «красивый» (**beauty**), предпочитают использовать слова «самый высокий» (**top**) и «самый низкий» (**bottom**). Проще уяснить, что т.н. аромат есть ни что иное, как тип кварка (**u,d,s,c,b,t**).



**Сами кварки не существуют в свободном состоянии, они всегда «связаны» между собой в частицах, которые они образуют, по крайней мере, свободных кварков, то есть кварков, сильно отдаленных от всех иных кварков обнаружить не удаётся. Кварки существуют только в связанном состоянии, и явление, приводящее к неразрывности кварковых связей, называется конфайнмент.**

Группа	Название частицы	Символ		Масса (в электронных массах)	Электрический заряд	Спин	Время жизни (с)	
		Частица	Античастица					
Фотоны	Фотон	$\gamma$		0	0	1	Стабилен	
Лептоны	Нейтрино электронное	$\nu_e$	$\bar{\nu}_e$	0	0	1/2	Стабильно	
	Нейтрино мюонное	$\nu_\mu$	$\bar{\nu}_\mu$	0	0	1/2	Стабильно	
	Электрон	$e^-$	$e^+$	1	-1 1	1/2	Стабильн	
	Мю-мезон	$\mu^-$	$\mu^+$	206,8	-1 1	1/2	$2,2 \cdot 10^{-6}$	
Адроны	Мезоны	$\pi^0$		264,1	0	0	$0,87 \cdot 10^{-16}$	
		Пи-мезоны	$\pi^+$	$\pi^-$	273,1	1 -1	0	$2,6 \cdot 10^{-8}$
		К-мезоны	$K^+$	$K^-$	966,4	1 -1	0	$1,24 \cdot 10^{-8}$
			$K^0$	$\bar{K}^0$	974,1	0	0	$\approx 10^{-10} - 10^{-8}$
		Эта-нуль-мезон	$\eta^0$		1074	0	0	$\approx 10^{-18}$
	Барионы	Протон	$p$	$\bar{p}$	1836,1	1 -1	1/2	Стабилен
		Нейтрон	$n$	$\bar{n}$	1838,6	0	1/2	898
		Лямбда-гиперон	$\Lambda^0$	$\bar{\Lambda}^0$	2183,1	0	1/2	$2,63 \cdot 10^{-10}$
		Сигма-гипероны	$\Sigma^+$	$\bar{\Sigma}^+$	2327,6	1 -1	1/2	$0,8 \cdot 10^{-10}$
			$\Sigma^0$	$\bar{\Sigma}^0$	2333,6	0	1/2	$7,4 \cdot 10^{-20}$
			$\Sigma^-$	$\bar{\Sigma}^-$	2343,1	-1 1	1/2	$1,48 \cdot 10^{-10}$
		Кси-гипероны	$\Xi^0$	$\bar{\Xi}^0$	2572,8	0	1/2	$2,9 \cdot 10^{-10}$
			$\Xi^-$	$\bar{\Xi}^-$	2585,6	-1 1	1/2	$1,64 \cdot 10^{-10}$
Омега-минус-гиперон	$\Omega^-$	$\bar{\Omega}^-$	3273	-1 1	1/2	$0,82 \cdot 10^{-11}$		