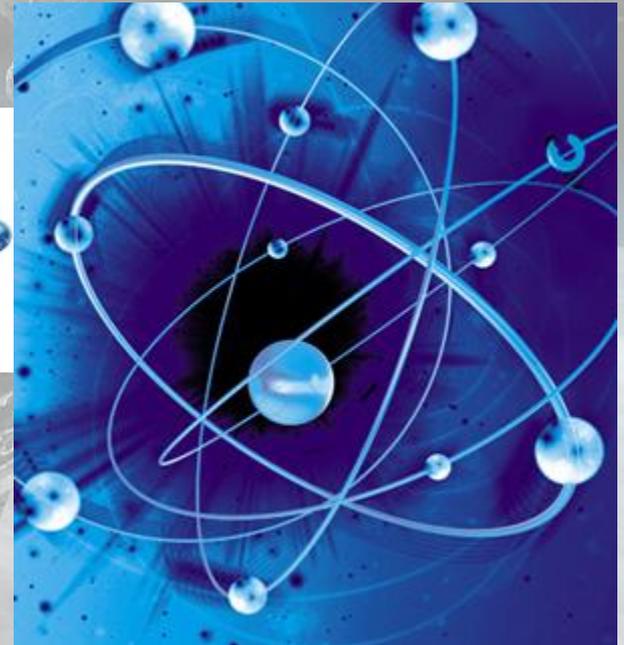
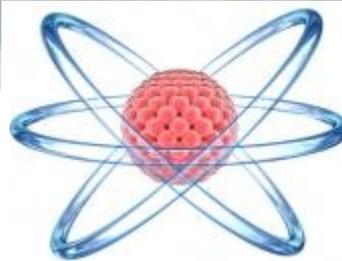
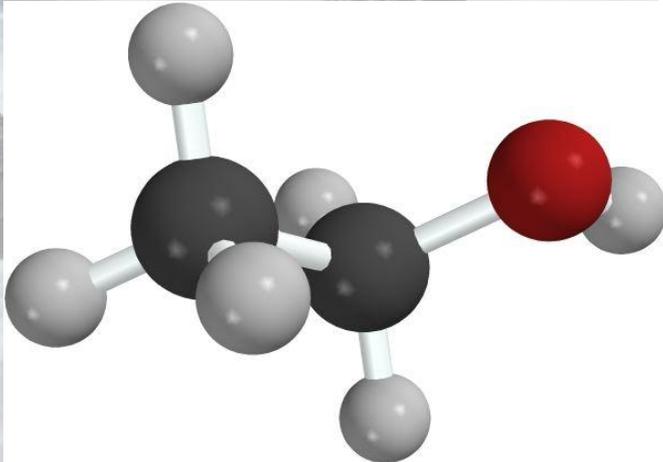


# Элементарные частицы



СИЛАКОВА О.В.  
Доцент кафедры МОБЖ

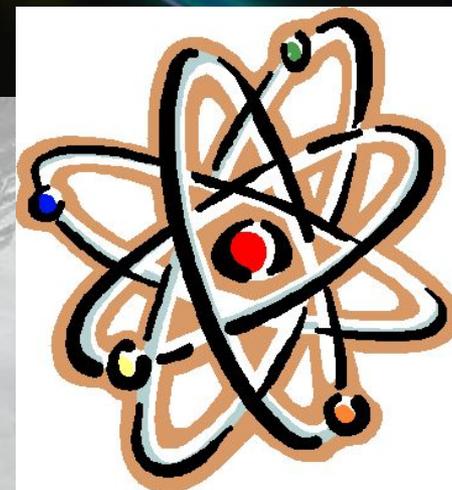
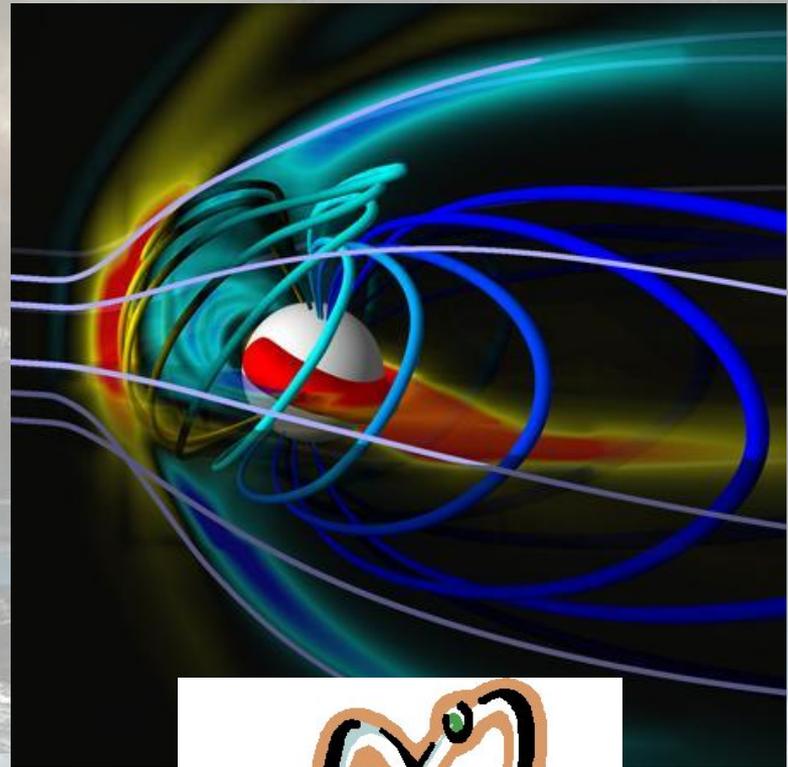


# Общая информация

**Элементарная частица** — собирательный термин, относящийся к микрообъектам в субъядерном масштабе, которые невозможно расщепить (или пока это не доказано) на составные части. Их строение и поведение изучается физикой элементарных частиц. Понятие элементарных частиц основывается на факте **дискретного** строения вещества.

Ряд элементарных частиц имеет сложную внутреннюю структуру, однако разделить их на части невозможно.

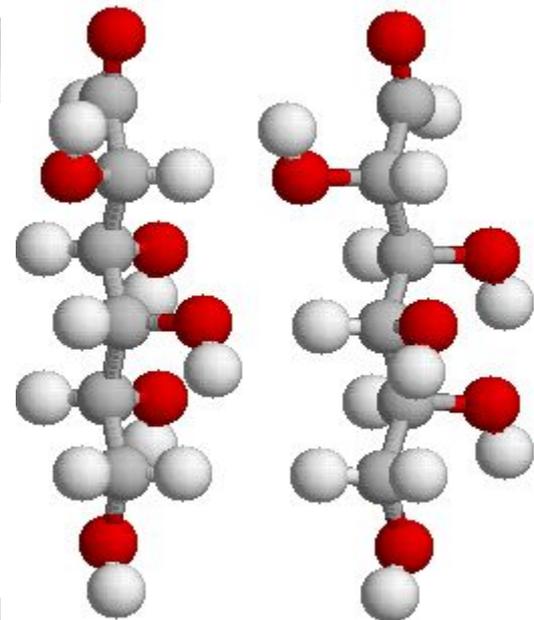
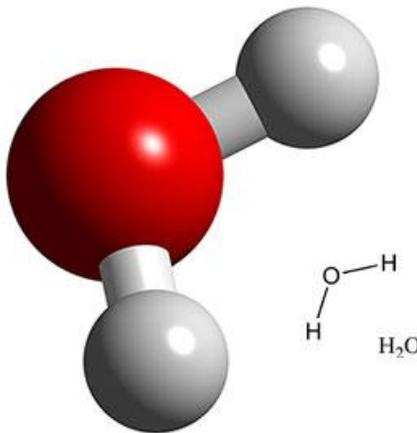
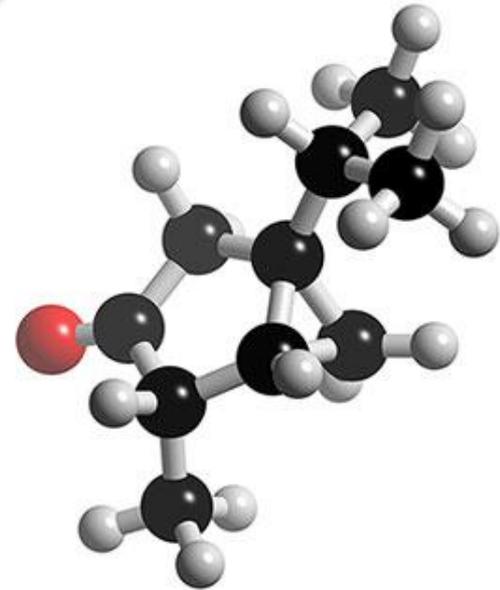
Другие элементарные частицы на данный момент считаются бесструктурными и рассматриваются как первичные **фундаментальные частицы**.



# Классификация

По величине спина (собственный момент импульса элементарных частиц )

- ✦ фермионы — частицы с полуцелым спином (например, электрон, протон, нейтрон, нейтрино);
- ✦ бозоны — частицы с целым спином (например, фотон, глюон, мезон).



# Фермионы

## FERMIONS

matter constituents  
spin = 1/2, 3/2, 5/2, ...

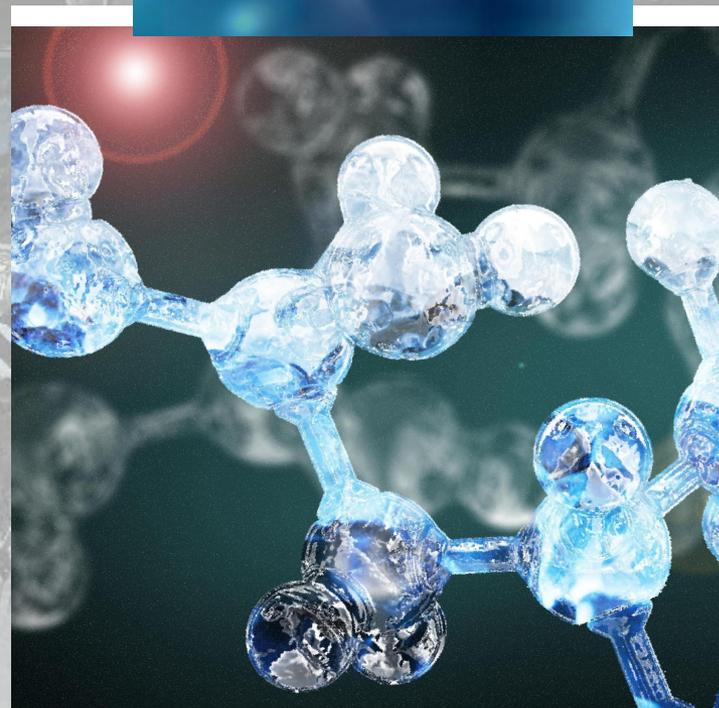
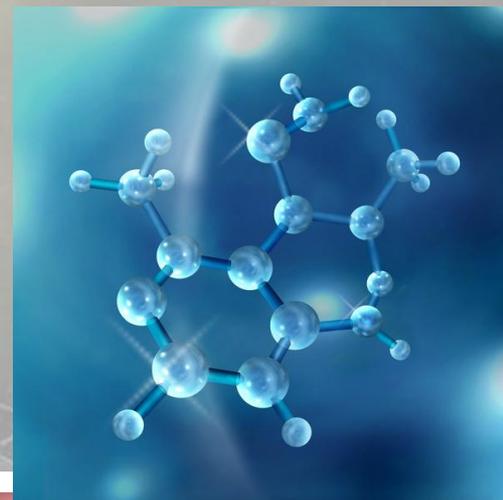
Leptons spin = 1/2			Quarks spin = 1/2		
Flavor	Mass GeV/c <sup>2</sup>	Electric charge	Flavor	Approx. Mass GeV/c <sup>2</sup>	Electric charge
$\nu_e$ electron neutrino	$<1 \times 10^{-8}$	0	<b>U</b> up	0.003	2/3
<b>e</b> electron	0.000511	-1	<b>d</b> down	0.006	-1/3
$\nu_\mu$ muon neutrino	$<0.0002$	0	<b>C</b> charm	1.3	2/3
<b><math>\mu</math></b> muon	0.106	-1	<b>S</b> strange	0.1	-1/3
$\nu_\tau$ tau neutrino	$<0.02$	0	<b>t</b> top	175	2/3
<b><math>\tau</math></b> tau	1.7771	-1	<b>b</b> bottom	4.3	-1/3

Фермион - от фамилии физика Энрико Ферми

# Бозоны

Бозон (от фамилии физика Бозе) - в Стандартной модели (теоретическая конструкция в физике элементарных частиц, описывающая электромагнитное, слабое и сильное взаимодействие всех элементарных частиц ) присутствует 5 фундаментальных бозонов:

- ✦ калибровочные бозоны, переносчики фундаментальных взаимодействий природы, — фотон, W- и Z-бозоны и глюон;
- ✦ бозон Хиггса — квант поля Хиггса.



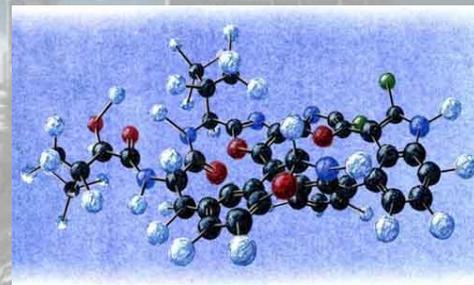
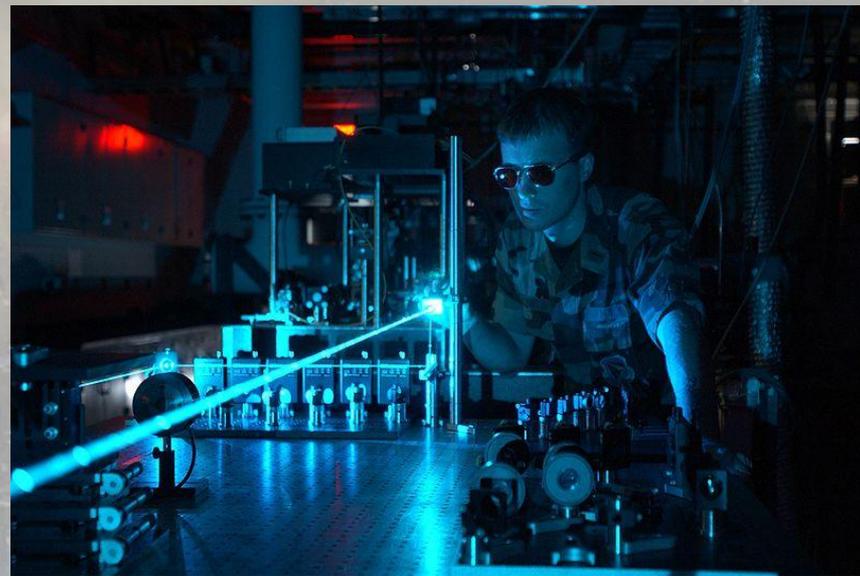
# Бозоны

## Калибровочные бозоны

**Фотон** ( $h\nu$ ,  $\gamma$ )- элементарная частица, квант электромагнитного излучения (в узком смысле — света). Это безмассовая частица, способная существовать только двигаясь со скоростью света. Заряд фотона также равен нулю.

**W- и Z-бозоны** - элементарные частицы, переносчики слабого взаимодействия. Их открытие (ЦЕРН, 1983) считается одним из главных успехов Стандартной модели физики элементарных частиц.

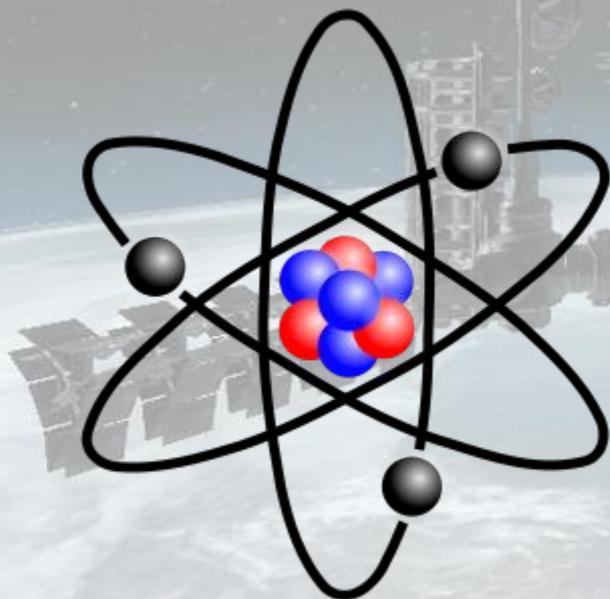
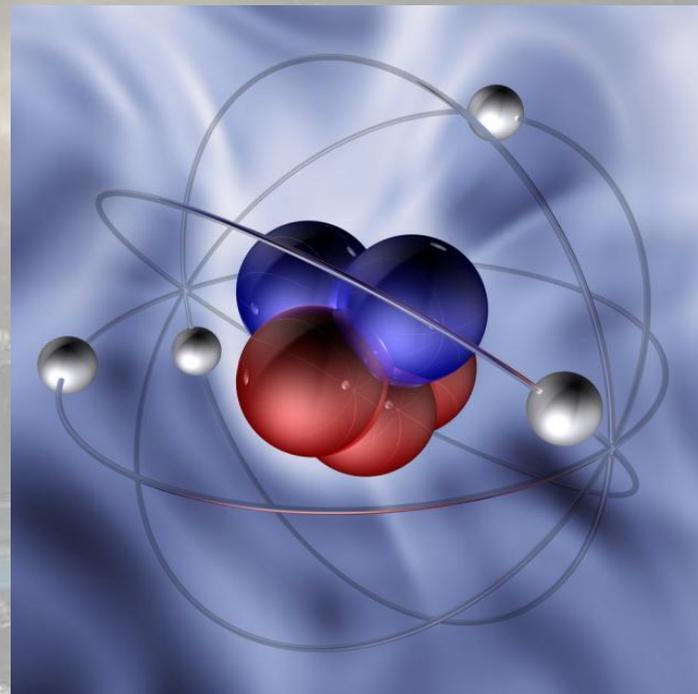
**W-частица** названа по первой букве названия взаимодействия — слабое (Weak) взаимодействие. Иногда полушутя говорят, что **Z-частица** получила такое имя, поскольку должна была стать последней частицей, которую вообще нужно открыть (Z — последняя буква латинского алфавита).



Другое объяснение состоит в том, что название происходит от того факта, что **Z-бозон** имеет нулевой (Zero) электрический заряд.

# Бозоны

**Глюон** (g, англ. glue — клей) — элементарная частица, являющаяся причиной взаимодействия кварков, а также косвенно ответственная за соединение протонов и нейтронов в атомное ядро.

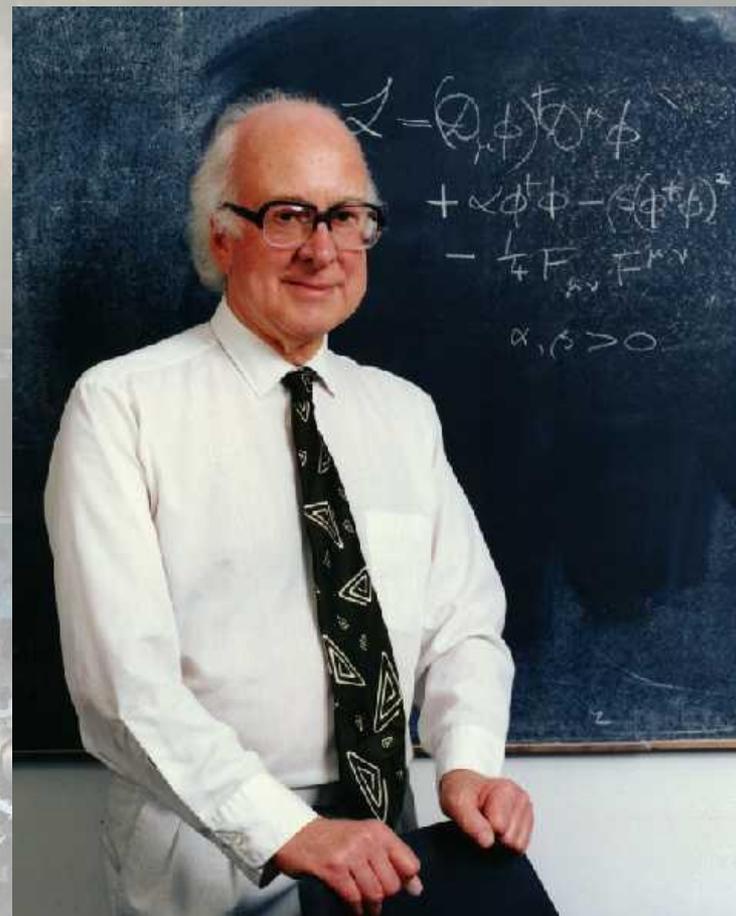


# Бозон Хиггса

**Бозон Хиггса** - теоретически предсказанная элементарная частица.

По построению, хиггсовский бозон является скалярной частицей, то есть обладает нулевым спином.

Постулирован Питером Хиггсом в 1960 году (по другим данным, в 1964 году), в рамках Стандартной Модели отвечает за массу элементарных частиц. Поиски хиггсовского бозона в Европейском центре ядерных исследований на Большом электрон-позитронном коллайдере не увенчались успехом; предполагается, что вопрос о существовании бозона Хиггса прояснится окончательно после вступления в строй и нескольких лет работы **Большого адронного коллайдера (LHC)**. В СМИ бозон Хиггса охарактеризовали как «частицу бога». Предположения о том, что эта частица создаёт всю массу Вселенной, вызвали страхи, что искусственное её получение может вызвать цепную реакцию произвольного роста массы с появлением чёрной дыры. С другой стороны, невозможность открыть этот бозон может скомпрометировать текущую реализацию Стандартной модели, однако в физике элементарных частиц уже разработаны её расширения.



Питер Хиггс

# Классификация

## По видам взаимодействий

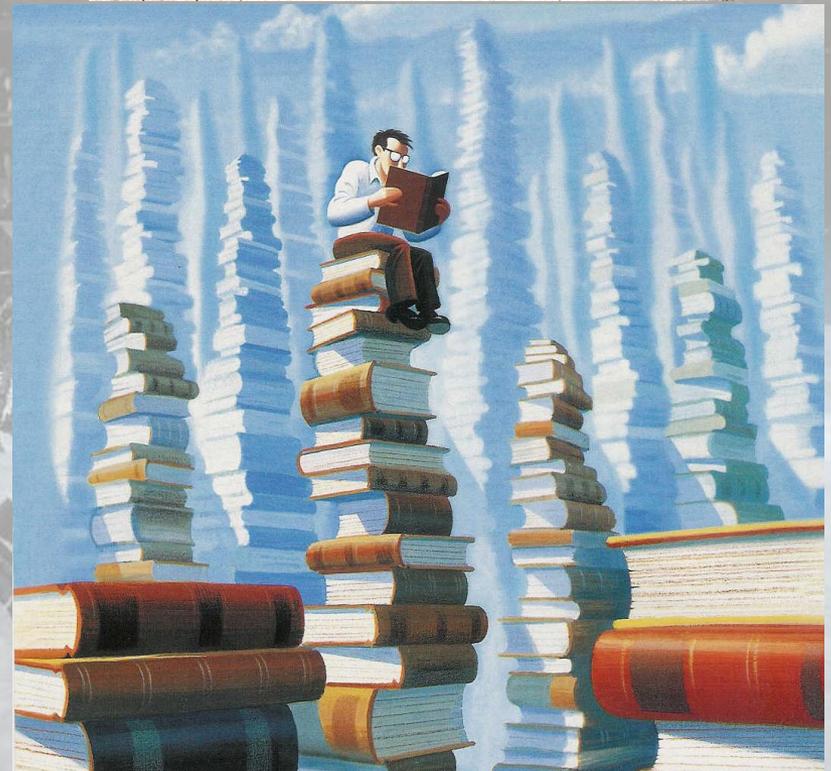
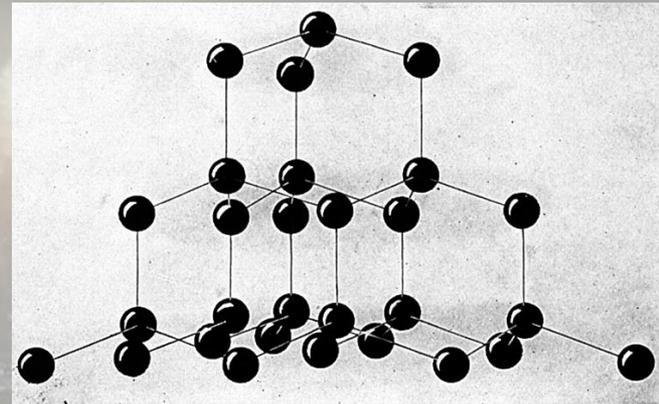
Элементарные частицы делятся на следующие группы:

### Составные частицы:

✦ **адроны** — частицы, участвующие во всех видах фундаментальных взаимодействий. Они состоят из кварков и подразделяются, в свою очередь, на:

✦ **мезоны** (адроны с целым спином, т. е. бозоны);

✦ **барионы** (адроны с полуцелым спином, т. е. фермионы). К ним, в частности, относятся частицы, составляющие ядро атома, — протон и нейтрон.

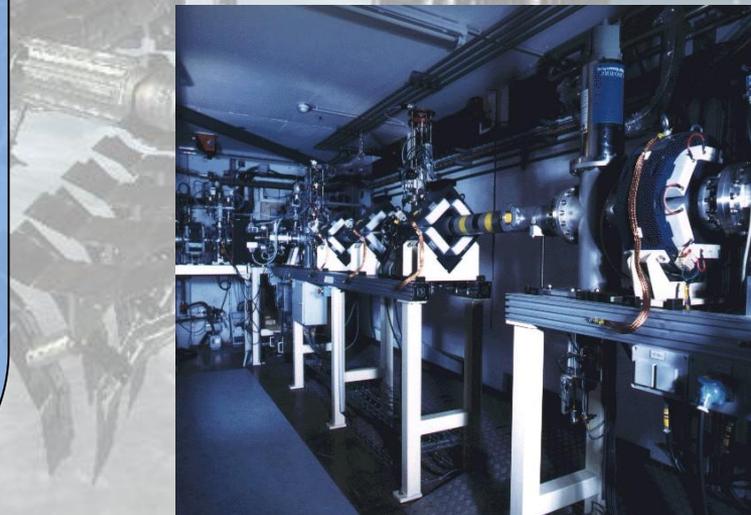
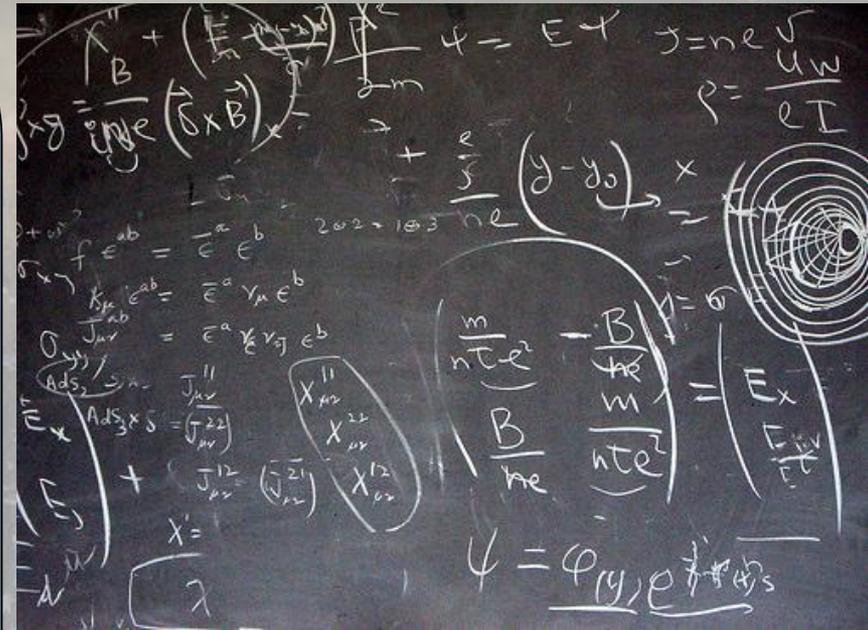


# Фундаментальные частицы

**Лептоны** — фермионы, которые имеют вид точечных частиц (т. е. не состоящих ни из чего) вплоть до масштабов порядка 10<sup>-18</sup> м. Не участвуют в сильных взаимодействиях. Участие в электромагнитных взаимодействиях экспериментально наблюдалось только для заряженных лептонов (электроны, мюоны, тау-лептоны) и не наблюдалось для нейтрино. Известны 6 типов лептонов.

**Кварки** - дробнозаряженные частицы, входящие в состав адронов. В свободном состоянии не наблюдались. Как и лептоны, делятся на 6 типов и являются бесструктурными, однако, в отличие от лептонов, участвуют в сильном взаимодействии.

Калибровочные бозоны

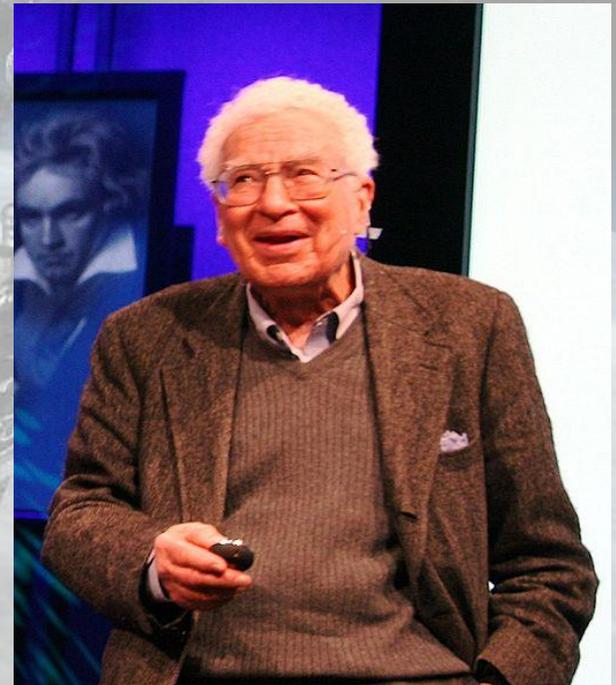


# Кварки

**Кварк** — фундаментальная частица в Стандартной модели, обладающая электрическим зарядом и не наблюдающаяся в свободном состоянии. Из кварков состоят адроны, в частности, протон и нейтрон. В настоящее время известно 6 разных «сортов» (чаще говорят — «ароматов» - нижний, верхний, очарованный, странный, прелестный, истинный).

Слово «кварк» было заимствовано М. Гелл-Манном из романа Дж. Джойса «Поминки по Финнегану», где в одном из эпизодов звучит фраза «Three quarks for Muster Mark!» (обычно переводится как «Три кварка для мюстера Марка!»). Само слово «quark» в этой фразе предположительно является звукоподражанием крику морских птиц. Дж. Цвейг называл их тузами, но данное название не прижилось и забылось — возможно, потому, что тузов четыре, а кварков в первоначальной модели было три.

Символ	Название		Заряд	Масса
	рус.	англ.		
Первое поколение				
<i>d</i>	нижний	<i>down</i>	$-\frac{1}{3}$	$\sim 5 \text{ МэВ}/c^2$
<i>u</i>	верхний	<i>up</i>	$+\frac{2}{3}$	$\sim 3 \text{ МэВ}/c^2$
Второе поколение				
<i>s</i>	странный	<i>strange</i>	$-\frac{1}{3}$	$95 \pm 25 \text{ МэВ}/c^2$
<i>c</i>	очарованный	<i>charm (charmed)</i>	$+\frac{2}{3}$	$1,8 \text{ ГэВ}/c^2$
Третье поколение				
<i>b</i>	прелестный	<i>beauty (bottom)</i>	$-\frac{1}{3}$	$4,5 \text{ ГэВ}/c^2$
<i>t</i>	истинный	<i>truth (top)</i>	$+\frac{2}{3}$	$171 \text{ ГэВ}/c^2$



# История

Первоначально термин «элементарная частица» подразумевал нечто абсолютно элементарное, первокирпичик материи.

Однако, когда в 1950-х и 1960-х годах были открыты сотни адронов с похожими свойствами, стало ясно, что по крайней мере адроны обладают внутренними степенями свободы, то есть не являются в строгом смысле слова элементарными. Это подозрение в дальнейшем подтвердилось, когда выяснилось, что адроны состоят из кварков.

Таким образом, мы продвинулись ещё немного вглубь строения вещества: самыми элементарными, точечными частями вещества сейчас считаются лептоны и кварки. Для них (вместе с калибровочными бозонами) и применяется термин «фундаментальные частицы».

