

# Элементарные частицы



# Введен ие

Элементарные частицы в точном значении этого термина — первичные, далее неразложимые частицы, из которых, по предположению, состоит вся материя. В понятии «Элементарные частицы» в современной физике находит выражение идея о первообразных сущностях, определяющих все известные свойства материального мира, идея, зародившаяся на ранних этапах становления естествознания и всегда игравшая важную роль в его развитии.

Существование Элементарных частиц — это своего рода постулат, и проверка его справедливости — одна из важнейших задач физики.

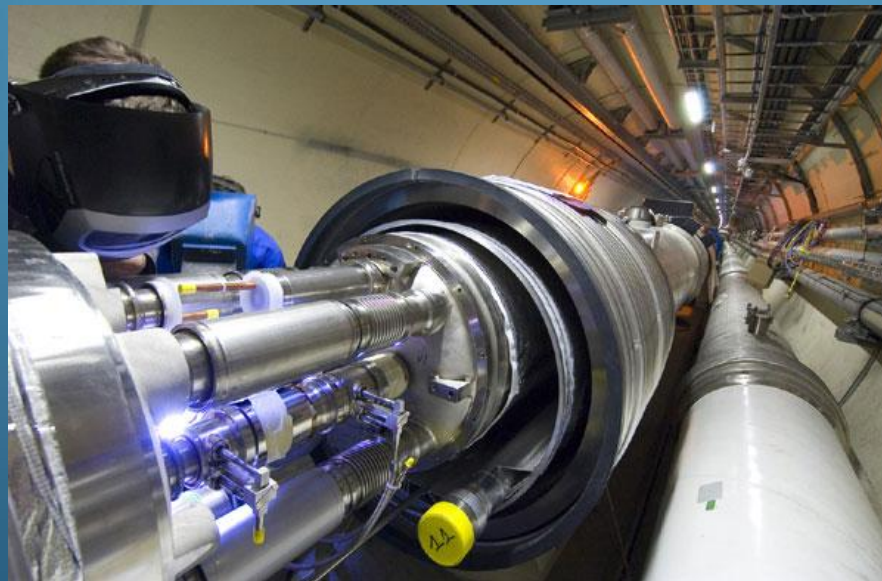
# Краткие исторические сведения

Открытие Элементарных частиц явилось закономерным результатом общих успехов в изучении строения вещества, достигнутых физикой в конце 19 в. Оно было подготовлено всесторонними исследованиями оптических спектров атомов, изучением электрических явлений в жидкостях и газах, открытием фотоэлектричества, рентгеновских лучей, естественной радиоактивности, свидетельствовавших о существовании сложной структуры материи.

Открытие:

1. Электрон – носитель отрицательного элементарного электрического заряда в атомах, 1897г. Томсоном.
2. Протоны – частицы с единичным положительным зарядом и массой, 1919г. Резерфорд
3. Нейтрон – масса близкая к массе протона, но зарядом не обладает, 1932г. Чедвик
4. Фотон – 1900г. Начал теорию Планк
5. Нейтрино – частица, почти не взаимодействующая с веществом, 1930 Паули

С 30-х и до начала 50-х гг. изучение Э. ч. было тесно связано с исследованием космических лучей. В 1932 в составе космических лучей К. Андерсоном был обнаружен позитрон ( $e^+$ ) — частица с массой электрона, но с положительным электрическим зарядом. Позитрон был первой открытой античастицей. В 1936 американские физики К. Андерсон и С. Неддермейер обнаружили при исследовании космических лучей мюоны (обоих знаков электрического заряда) — частицы с массой примерно в 200 масс электрона, а в остальном удивительно близкие по свойствам к  $e^-$ ,  $e^+$ . Конец 40-х — начало 50-х гг. ознаменовались открытием большой группы частиц с необычными свойствами, получивших название «странных».



# Основные свойства элементарных частиц. Классы

Все Э. ч. являются объектами исключительно малых масс и размеров. У большинства из них массы имеют порядок величины массы протона, равной  $1,6 \times 10^{-24}$  г (заметно меньше лишь масса электрона:  $9 \times 10^{-28}$  г).

Определённые из опыта размеры протона, нейтрона, р-мезона по порядку величины равны  $10^{-13}$  см. Размеры электрона и мюона определить не удалось, известно лишь, что они меньше  $10^{-15}$  см. Микроскопические массы и размеры Э. ч. лежат в основе квантовой специфики их поведения. Характерные длины волн, которые следует приписать Э. ч. в квантовой теории порядку величин близки к типичным размерам, на которых осуществляется их взаимодействие (например, для р-мезона  $1,4 \times 10^{-13}$  см). Это и приводит к тому, что квантовые закономерности являются определяющими для Э. ч.

Наиболее важное квантовое свойство всех Э. ч. — их способность рождаться и уничтожаться (испускаться и поглощаться) при взаимодействии с др. частицами. В этом отношении они полностью аналогичны фотонам



Обуславливают связь протонов и нейтронов в ядрах атомов и обеспечивают исключительную прочность этих образований, лежащую в основе стабильности вещества в земных условиях.

Электромагнитные взаимодействия, в частности, ответственны за связь атомных электронов с ядрами и связь атомов в молекулах.

Слабые взаимодействия вызывают очень медленно протекающие процессы с Э. ч., обуславливают также медленные распады.

# Элементарные частицы

```
graph TD; A[Элементарные частицы] --> B[Адроны]; A --> C[Лептоны]; B --> D[характеризуются прежде всего тем, что они обладают сильными взаимодействиями, наряду с электромагнитными и слабыми]; C --> E[участвуют только в электромагнитных и слабых взаимодействиях];
```

## Адроны

характеризуются прежде всего тем, что они обладают сильными взаимодействиями, наряду с электромагнитными и слабыми

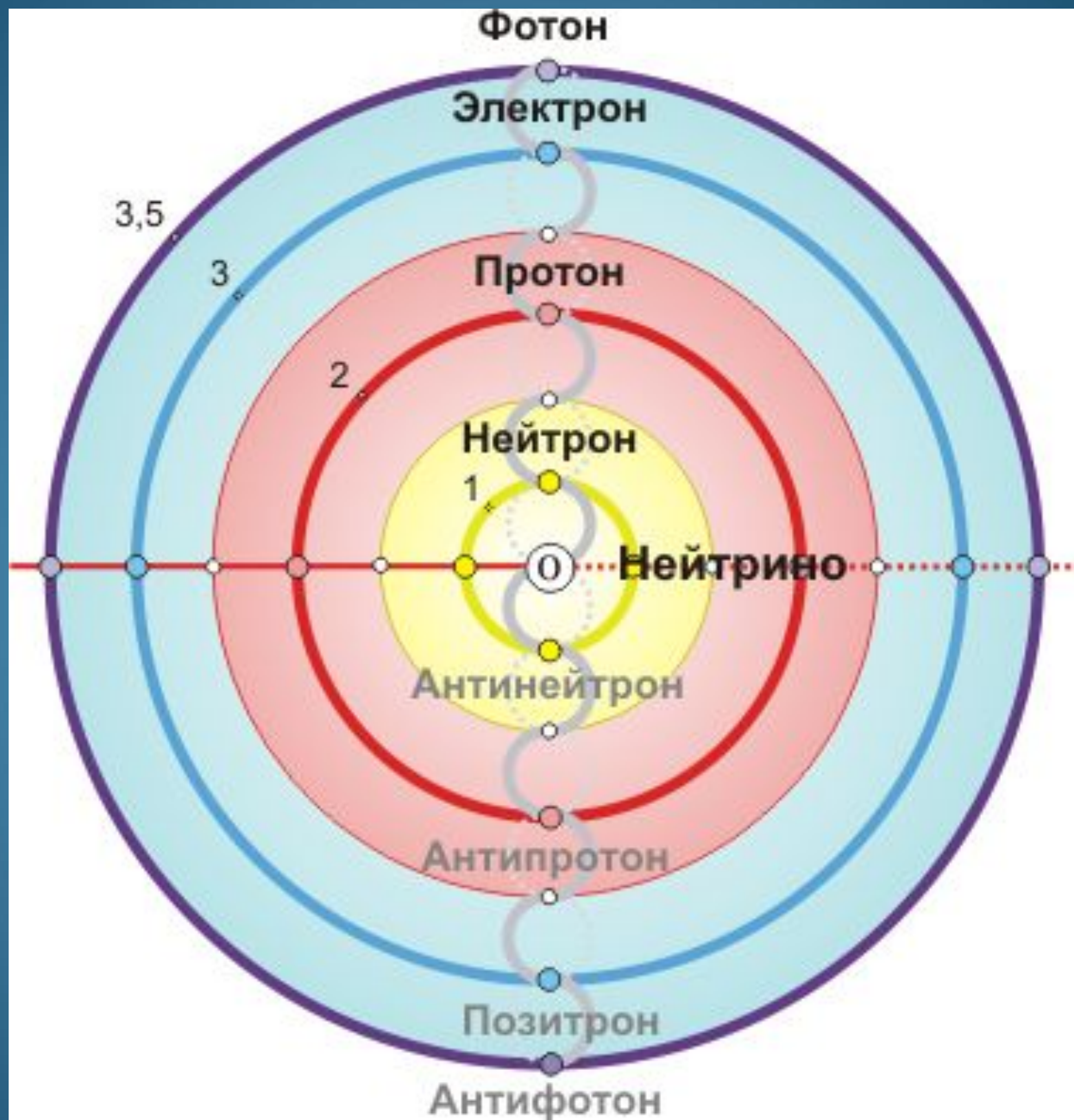
## Лептоны

участвуют только в электромагнитных и слабых взаимодействиях

# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

		000 <sup>0</sup> Резон Razon					
		-3	-2	-1	+1	+2	+3
КВАНТЫ ЗАРЯДОВ 1	0	-100 <sup>-9</sup> $\phi^-$ Антигравитон Antigraviton	0-10 <sup>-3</sup> $\gamma^-$ Антифотон Antiphoton	00-1 <sup>-1</sup> $\eta^-$ Заряд "минус" Minus	001 <sup>+1</sup> $\eta^+$ Заряд "плюс" Plus	010 <sup>+3</sup> $\gamma^+$ Фотон Photon	100 <sup>+9</sup> $\phi^+$ Гравитон Graviton
	И Е +3		1-10 <sup>+6</sup> $\nu^-$ Антинейтрино Antineutrino	10-1 <sup>+8</sup> $\chi^-$ Антиконденсон Anticondenson	101 <sup>+10</sup> $\chi^+$ Конденсон Condenson	110 <sup>+12</sup> $\nu^+$ Нейтрино Neutrino	
П О 2	И Е +3			01-1 <sup>+2</sup> $\delta^-$ U-магнитон U-magniton	011 <sup>+4</sup> $\delta^+$ S-магнитон S-magniton	Поля $\delta^-$ & $\delta^+$ – магнитное $\nu^-$ & $\nu^+$ – гравитационное $\chi^-$ & $\chi^+$ – электростатическое $(e^-$ & $e^+)$ – электромагнитное	
	И Е +3		Фаза +2	0-1-1 <sup>-4</sup> $b\delta^-$ Чёрный U-магнитон Black U-magniton	0-11 <sup>-2</sup> $b\delta^+$ Чёрный S-магнитон Black S-magniton		
К В -3	И Е +3			-1-10 <sup>-12</sup> $b\nu^-$ Чёрное антинейтрино Black antineutrino	-10-1 <sup>-10</sup> $b\chi^-$ Чёрный антиконденсон Black anticondenson	-101 <sup>-8</sup> $b\chi^+$ Чёрный конденсон Black condenson	-110 <sup>-6</sup> $b\nu^+$ Чёрное нейтрино Black neutrino
	И Е +3		Фаза -2				
Ключ		В О +3+2		11-1 <sup>+11</sup> $e^-$ Электрон Electron	111 <sup>+13</sup> $e^+$ Позитрон Positron	К периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева $e^-$ & $e^+$	
Элементарный номер: тройичный		О Т +3-2		1-1-1 <sup>+5</sup> $b_e^-$ Чёрный электрон Black electron	1-11 <sup>+7</sup> $b_e^+$ Чёрный позитрон Black positron	+24 $e^-$ & $e^+$ – электрический ток	
Степень реальности		З Ы -3+2		-11-1 <sup>-7</sup> $\nu_e^-$ Виртуальный электрон Virtual electron	-111 <sup>-5</sup> $\nu_e^+$ Виртуальный позитрон Virtual positron		
Обозначение		И А -3-2		-1-1-1 <sup>-13</sup> $w_e^-$ Призрак электрона Prisrack electron	-1-11 <sup>-11</sup> $w_e^+$ Призрак позитрона Prisrack positron	Общий закон взаимодействия $F = [G, j, k] \frac{\kappa_{1333} K[m_e, J, e] \kappa_{2333} K[m_e, J, e]}{r^2}$	
Квантовый заряд		К					
Название / Name							





# Некоторые общие проблемы

## Теории элементарных частиц

- Неизвестно, каково полное число лептонов, кварков и различных векторных частиц и существуют ли физические принципы, определяющие это число.
- Неясны причины деления частиц со спином  $1/2$  на 2 различные группы: лептоны и кварки
- Неясно происхождение внутренних квантовых чисел лептонов и кварков ( $L$ ,  $B$ ,  $1$ ,  $Y$ ,  $Ch$ ) и такой характеристики кварков и глюонов, как «цвет»
- С какими степенями свободы связаны внутренние квантовые числа
- Какой механизм определяет массы истинно Э. ч
- Чем обусловлено наличие у Э. ч. различных классов взаимодействий с различными свойствами симметрии

Описание взаимодействий Э. ч., как отмечалось, связано с калибровочными теориями поля

Но в настоящем своём виде калибровочные теории поля обладают одним серьёзным недостатком, общим с квантовой электродинамикой, — в них в процессе вычислений появляются бессмысленные бесконечно большие выражения. С помощью специального приёма переопределения наблюдаемых величин (массы и заряда) — перенормировки — удаётся устранить бесконечности из окончательных результатов вычислений.

Гравитационное взаимодействие может не только устранять расходимости в квантовой теории поля, но и обуславливать само существование первообразующих материи (М. А. Марков, 1966). Если плотность вещества истинно Э. ч. достаточно велика, гравитационное притяжение может явиться тем фактором, который определяет устойчивое существование этих материальных образований. Размеры таких образований должны быть  $\sim 10^{-33}$  см. В большинстве экспериментов они будут вести себя как точечные объекты, их гравитационное взаимодействие будет ничтожно мало и проявится лишь на самых малых расстояниях, в области, где существенно изменяется геометрия пространства.

# Заключен

# ие

Т. о., наметившаяся тенденция к одновременному рассмотрению различных классов взаимодействий Э. ч. скорее всего должна быть логически завершена включением в общую схему гравитационного взаимодействия. Именно на базе одновременного учёта всех видов взаимодействий наиболее вероятно ожидать создания будущей теории Э. ч.

