

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.

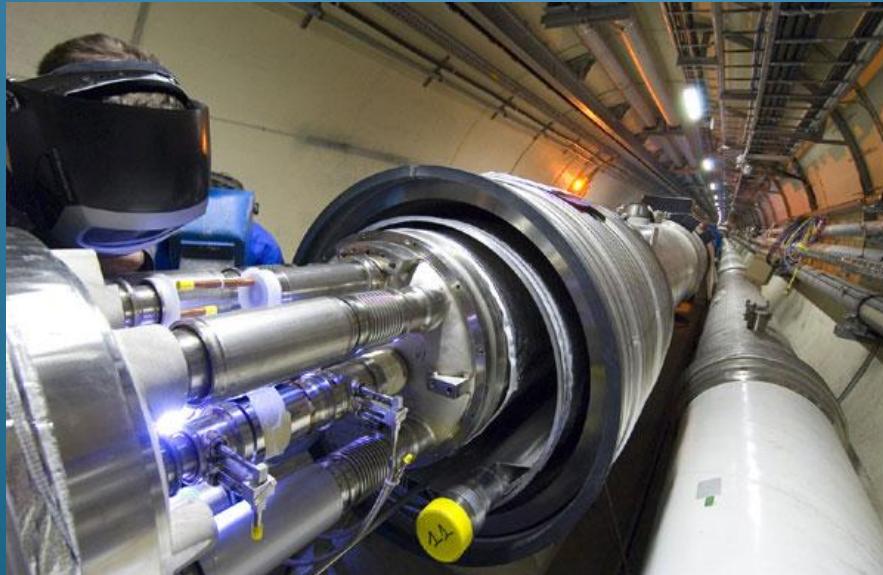
Краткие исторические сведения

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. Неддермайер 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: 9×10^{-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

- Элементарные частицы
 - Сильные
 - Электромагнитные
 - Слабые



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
- Адроны
- Лептоны



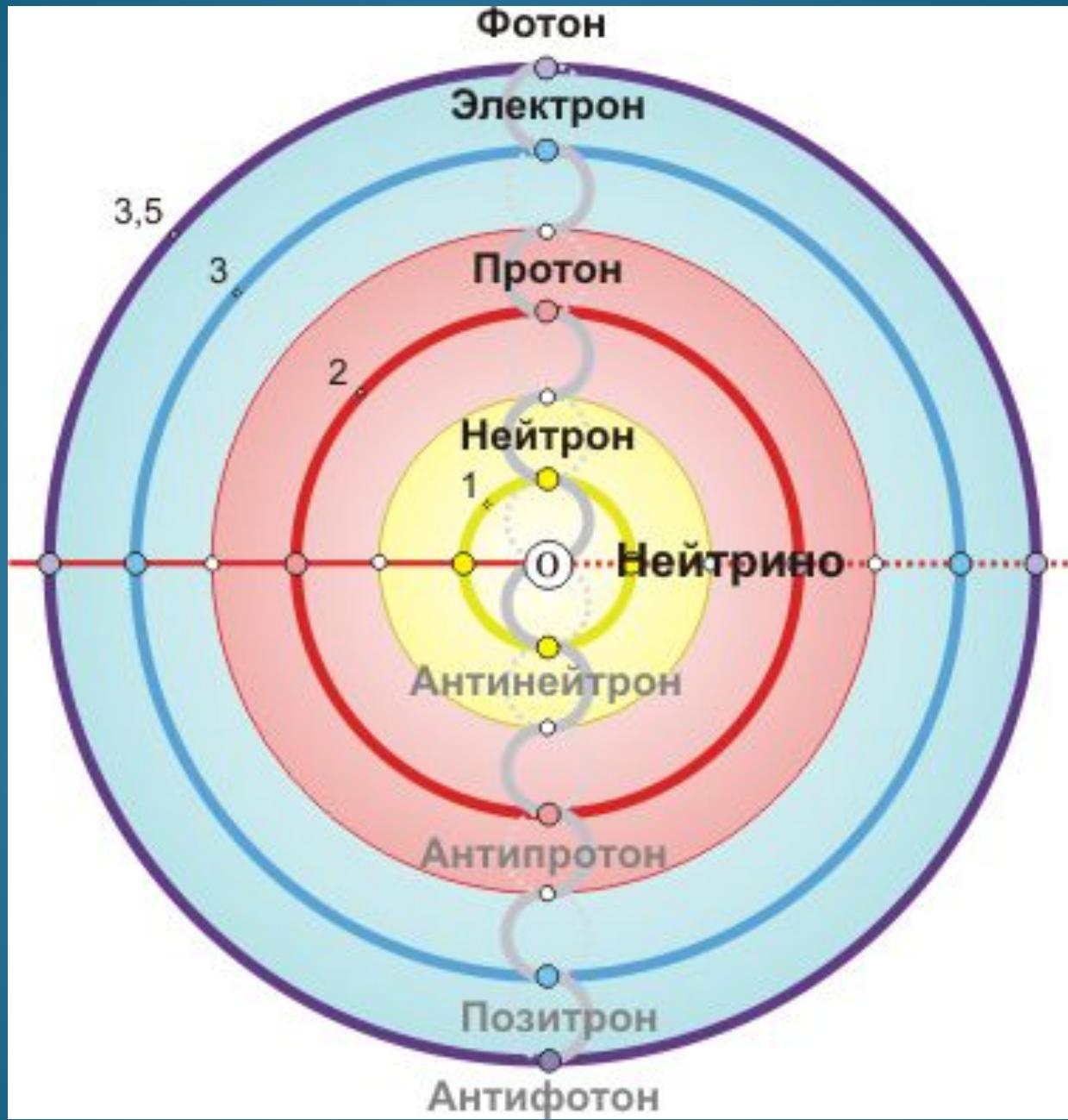
характеризуются прежде всего тем, что они обладают сильными взаимодействиями, наряду с электромагнитными и слабыми



участвуют только в электромагнитных и слабых взаимодействиях

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

КВАНТЫ ПРОСТРАНСТВА						
КВАНТЫ ЗАРЯДОВ						
0	-3	-2	-1	+0	+1	+2
1	-100 ⁻⁹ ϕ^- Антигравитон Antigraviton	0-10 ⁻³ γ^- Антифотон Antiphoton	00-1 ⁻¹ η^- Заряд "минус" Minus	001 ⁺¹ η^+ Заряд "плюс" Plus	010 ⁺³ γ^+ Фотон Photon	100 ⁺⁹ ϕ^+ Гравитон Graviton
2	1-10 ⁺⁶ v^- Антинейтрино Antineutrino	10-1 ⁺⁸ χ^- Антиконденсон Anticondenson	10 ⁺¹⁰ χ^+ Конденсон Condenson	110 ⁺¹² v^+ Нейтрино Neutrino		
3	01-1 ⁺² δ^- U-магнитон U-magniton	011 ⁺⁴ δ^+ S-магнитон S-magniton			Поля	
4	0-1-1 ⁻⁴ $b\delta^-$ Чёрный U-магнитон Black U-magniton	0-11 ⁻² $b\delta^+$ Чёрный S-магнитон Black S-magniton			$\delta^- & \delta^+$ – магнитное $v^- & v^+$ – гравитационное $\chi^- & \chi^+$ – электростатическое $(e^- & e^+) & (\delta^- & \delta^+)$ – электромагнитное	
5	-1-10 ⁻¹² bv^- Чёрное антинейтрино Black antineutrino	-10-1 ⁻¹⁰ $b\chi^-$ Чёрный антиконденсон Black anticondenson	-10 ⁻⁸ $b\chi^+$ Чёрный конденсон Black condenson	-110 ⁻⁶ bv^+ Чёрное нейтрино Black neutrino		
6	Ключ	В	11-1 ⁺¹¹ e^- Электрон Electron	111 ⁺¹³ e^+ Позитрон Positron	К периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева	
7	Элементарный тройичный десятичный	О +3 +2	1-1-1 ⁺⁵ be^- Чёрный электрон Black electron	1-11 ⁺⁷ be^+ Чёрный позитрон Black positron	+24 $e^- & e^+$ – электрический ток	
8	Степень реальности	К	-11-1 ⁻⁷ ve^- Виртуальный электрон Virtual electron	-111 ⁻⁵ ve^+ Виртуальный позитрон Virtual positron		
9	Обозначение	О				
10	Квантовый заряд	Т +3 -2	-1-1-1 ⁻¹³ we^- Призрак электрона Příšrak electron	-1-11 ⁻¹¹ we^+ Призрак позитрона Příšrak positron		
11	Фаза	3				
12	Квант	Н Т -3 +2				
13	Фазы	4				
14	Квант	А В -3 -2				
15	Квант	К В -3 -2				
16	Квант	К В А Н Т ы Период 2				
17	Квант	П О Р I Период				
18	Квант	Л Е Й Период				
19	Квант	1				
20	Квант	0				
21	Квант	-1				
22	Квант	-2				
23	Квант	-3				
24	Квант	-4				
25	Квант	-5				
26	Квант	-6				
27	Квант	-7				
28	Квант	-8				
29	Квант	-9				
30	Квант	-10				
31	Квант	-11				
32	Квант	-12				
33	Квант	-13				
34	Квант	-14				
35	Квант	-15				
36	Квант	-16				
37	Квант	-17				
38	Квант	-18				
39	Квант	-19				
40	Квант	-20				
41	Квант	-21				
42	Квант	-22				
43	Квант	-23				
44	Квант	-24				
45	Квант	-25				
46	Квант	-26				
47	Квант	-27				
48	Квант	-28				
49	Квант	-29				
50	Квант	-30				
51	Квант	-31				
52	Квант	-32				
53	Квант	-33				
54	Квант	-34				
55	Квант	-35				
56	Квант	-36				
57	Квант	-37				
58	Квант	-38				
59	Квант	-39				
60	Квант	-40				
61	Квант	-41				
62	Квант	-42				
63	Квант	-43				
64	Квант	-44				
65	Квант	-45				
66	Квант	-46				
67	Квант	-47				
68	Квант	-48				
69	Квант	-49				
70	Квант	-50				
71	Квант	-51				
72	Квант	-52				
73	Квант	-53				
74	Квант	-54				
75	Квант	-55				
76	Квант	-56				
77	Квант	-57				
78	Квант	-58				
79	Квант	-59				
80	Квант	-60				
81	Квант	-61				
82	Квант	-62				
83	Квант	-63				
84	Квант	-64				
85	Квант	-65				
86	Квант	-66				
87	Квант	-67				
88	Квант	-68				
89	Квант	-69				
90	Квант	-70				
91	Квант	-71				
92	Квант	-72				
93	Квант	-73				
94	Квант	-74				
95	Квант	-75				
96	Квант	-76				
97	Квант	-77				
98	Квант	-78				
99	Квант	-79				
100	Квант	-80				
101	Квант	-81				
102	Квант	-82				
103	Квант	-83				
104	Квант	-84				
105	Квант	-85				
106	Квант	-86				
107	Квант	-87				
108	Квант	-88				
109	Квант	-89				
110	Квант	-90				
111	Квант	-91				
112	Квант	-92				
113	Квант	-93				
114	Квант	-94				
115	Квант	-95				
116	Квант	-96				
117	Квант	-97				
118	Квант	-98				
119	Квант	-99				
120	Квант	-100				
121	Квант	-101				
122	Квант	-102				
123	Квант	-103				
124	Квант	-104				
125	Квант	-105				
126	Квант	-106				
127	Квант	-107				
128	Квант	-108				
129	Квант	-109				
130	Квант	-110				
131	Квант	-111				
132	Квант	-112				
133	Квант	-113				
134	Квант	-114				
135	Квант	-115				
136	Квант	-116				
137	Квант	-117				
138	Квант	-118				
139	Квант	-119				
140	Квант	-120				
141	Квант	-121				
142	Квант	-122				
143	Квант	-123				
144	Квант	-124				
145	Квант	-125				
146	Квант	-126				
147	Квант	-127				
148	Квант	-128				
149	Квант	-129				
150	Квант	-130				
151	Квант	-131				
152	Квант	-132				
153	Квант	-133				
154	Квант	-134				
155	Квант	-135				
156	Квант	-136				
157	Квант	-137				
158	Квант	-138				
159	Квант	-139				
160	Квант	-140				
161	Квант	-141				
162	Квант	-142				
163	Квант	-143				
164	Квант	-144				
165	Квант	-145				
166	Квант	-146				
167	Квант	-147				
168	Квант	-148				
169	Квант	-149				



Некоторые общие проблемы

• Неизвестно, каково полное число лептонов,夸ков 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, I, 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 обусловливать 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.

