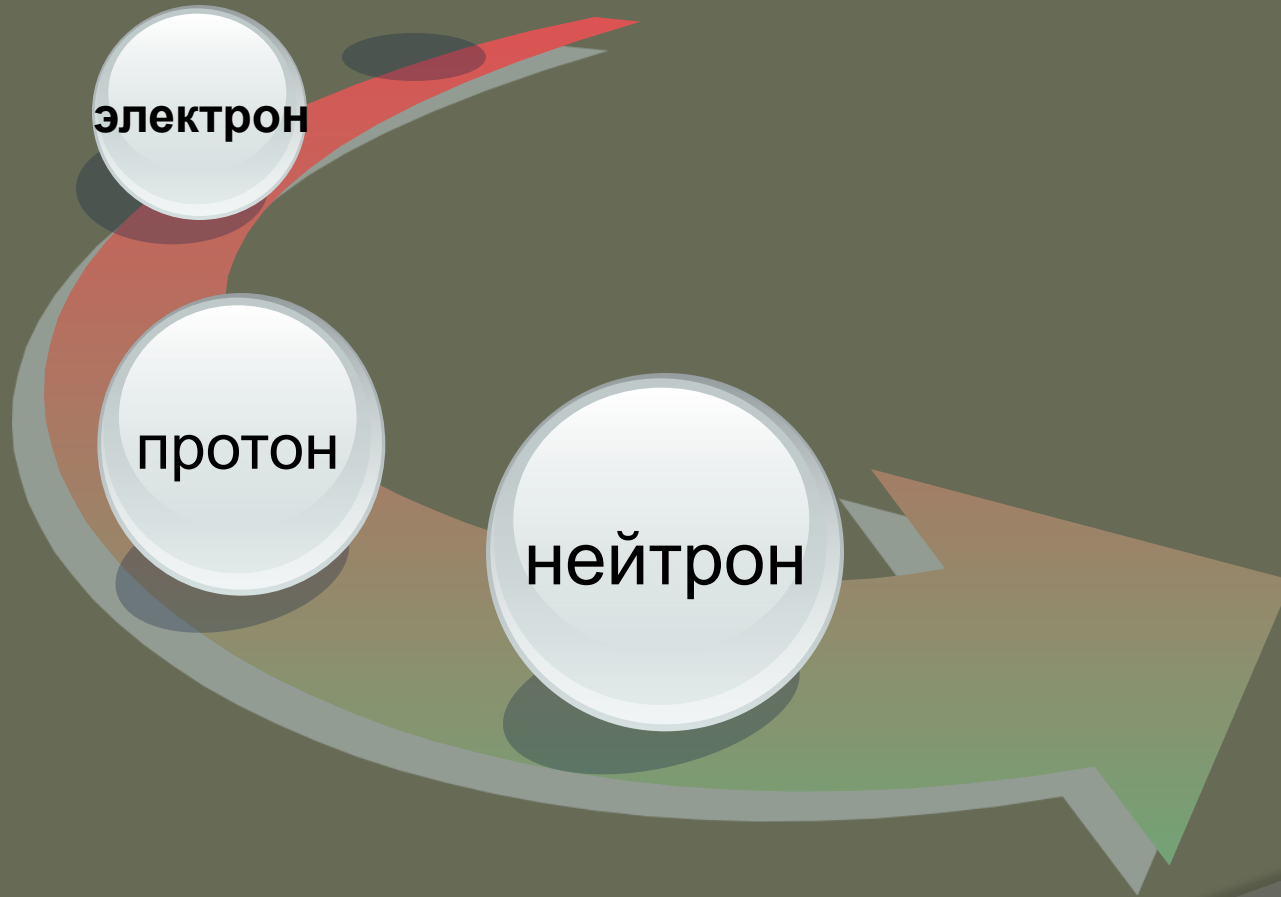


# МИР ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

*Ученые продолжают поиск ответа на вопрос:  
из каких частиц состоит вся материя?  
Путь «вглубь материи» не завершен...*

**Элементарная частица –**  
микрообъект, который  
невозможно расщепить на  
составные части

История физики элементарных частиц условно отсчитывается с открытия:



# Первый этап развития физики частиц

- условно завершился к середине 1930-х гг.
- список элементарных частиц был невелик:
  - три частицы – **электрон, протон, нейтрон** – входят в состав всех атомов;
  - **фотон** (квант электромагнитного поля) участвует во взаимодействии заряженных частиц и процессах излучения и поглощения света

# Второй этап развития физики частиц

- Начался после Второй мировой войны с открытия в 1947 г. пи-мезона в космических лучах.
- Начиная с этого года была открыта не одна сотня элементарных частиц.

# Третий этап развития физики частиц

- Третий этап развития физики частиц начался в 1962 г., когда М. Гелл-Манн и независимо Дж. Цвейг предложили модель строения сильновзаимодействующих частиц из фундаментальных частиц – кварков.
- Третий этап завершился в 1995 г. открытием последнего из ожидавшихся, шестого кварка.

# Частицы и античастицы

- Элементарные частицы существуют в 2<sup>x</sup> разновидностях

↓  
частица

↓  
античастица

Античастицы ( $\bar{a}$ ) – элементарная частица имеющая (по отношению к частице) равную массу покоя, одинаковый спин, время жизни и противоположный заряд.

Первая античастица обнаружена в 1932г. американским физиком К.Андерсоном в космическом излучении. Эту античастицу электрона назвали **позитроном**

- С 1932г. открыто более 400 элементарных частиц.
- Для классификации используют:
  - электрический заряд,
  - спин (собственный момент количества движения),
  - время жизни,
  - виды взаимодействия.



# Взаимопревращение элементарных частиц



## ОСНОВНОЕ СВОЙСТВО ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ 20 ВЕКА ВЫЯСНИЛОСЬ, ЧТО ПРИ  
СТОЛКНОВЕНИЯХ ЧАСТИЦ ОНИ НЕ «РАСКАЛЫВАЮТСЯ» НА БОЛЕЕ  
ПРОСТЫЕ ЧАСТИЦЫ, А ВМЕСТО ЭТОГО РОЖДАЮТСЯ НОВЫЕ  
ЧАСТИЦЫ

**Аннигиляция** – процесс взаимодействия элементарной частицы с ее античастицей, в результате которой они превращаются в  $\gamma$ -кванты (фотоны) или другие частицы.



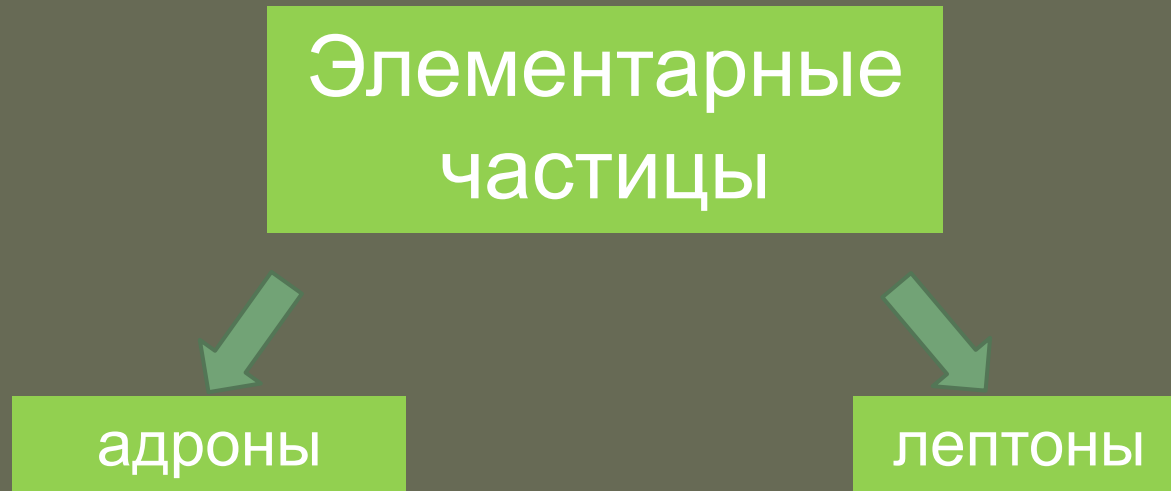
*Один  $\gamma$ -квант не образуется т.к. одновременно должны быть выполнены законы сохранения импульса и энергии.*

**Рождение пары** – процесс обратный аннигиляции



Открываемые частицы по-прежнему называли элементарными. Но как заметил Ферми, становилось все более очевидным, что понятие «элементарная» относится скорее к уровню наших знаний, чем к истинной природе частицы

# Классификация по видам взаимодействия



**Адроны** – элементарные частицы, участвующие в сильном взаимодействии (протоны, нейтроны и еще более сотни вновь открытых частиц)

**Лептоны** – фундаментальные частицы, не участвующие в сильном взаимодействии (12 частиц – 6 частиц и 6 античастиц). (электрон, нейтрино ...)

# Структура адронов

Адроны

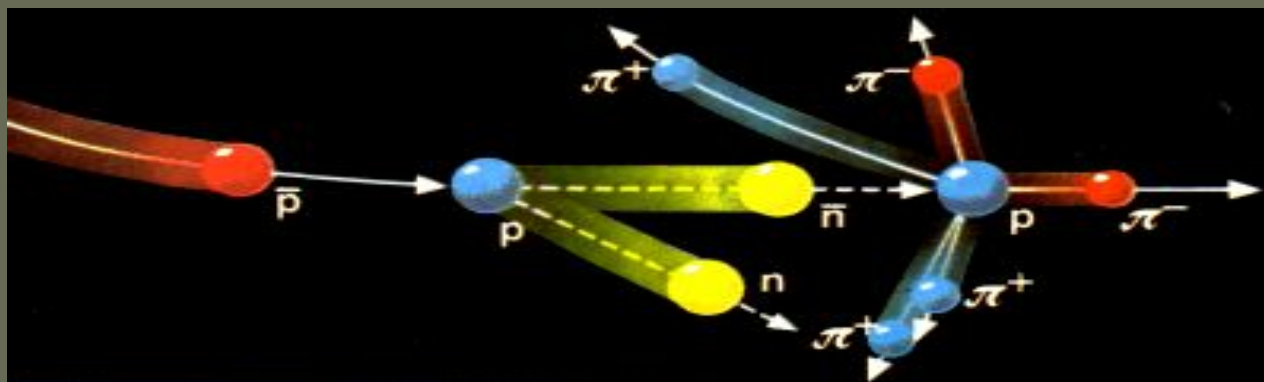
**барионы-**

3 кварков

**МЕЗОНЫ-**

кварка и антикварка

СОСТОЯТ ИЗ

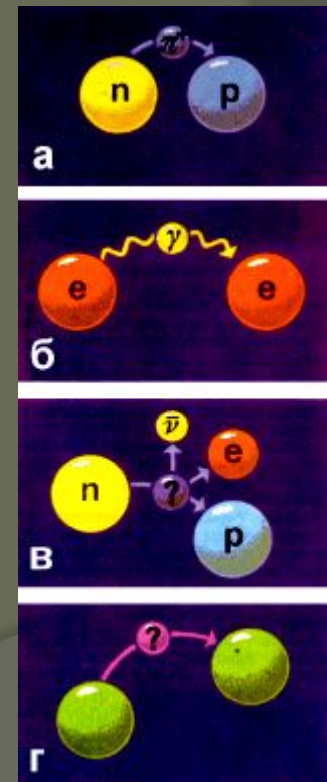


# Кварки

- имеют дробный электрический заряд  
u – кварк  $+2/3 e$     d – кварк  $-1/3 e$

**Протон uud, нейтрон udd**

- При увеличении расстояния между ними сила притяжения неограниченно возрастает, при разрыве связи рождаются новые кварки и антикварки, которые могут объединиться в новые адроны.



# Характеристики кварков

- ◎ *Цветовой заряд (цвет):*
  - красный,
  - зеленый,
  - синий.
- ◎ *Аромат кварков:*
  - s - странный,
  - c - очаровательный,
  - b - красивый,
  - t – правдивый

*Существуют 6 кварков и 6 антикварков, каждый из которых может иметь три цвета. Свободные кварки не наблюдаемы.*

# Фундаментальные частицы и фундаментальные взаимодействия

*Фундаментальные частицы – бесструктурные частицы, которые не удалось описать как составляющие. Это*

лептоны

кварки



# Типы взаимодействия элементарных частиц

Взаимодействие	Взаимодействующие частицы	Максимальный радиус действия (м)	Осуществляется через
Сильное	Нуклоны	$10^{-15}$	Глюоны
Электромагнитное	Заряженные частицы	Бесконечность	Фотоны
Слабое	Кварки	$10^{-18}$	Бозоны
Гравитационное	Все частицы	бесконечность	Гравитоны

# Сколько существует частиц – переносчиков взаимодействия?

- Общее число частиц 13 (8 глюонов, фотон, три векторных бозона и гравитон)

# ГЛАВНОЕ

- Фундаментальное свойство элементарных частиц – их взаимопревращаемость
- Для всех типов взаимодействия элементарных частиц выполняются законы сохранения энергии, импульса, момента импульса и электрических зарядов.
- В настоящее время считается, что истинно элементарными частицами являются 6 лептонов и 6 антилептонов.
- Адроны согласно современным представлениям, состоят из кварков (с дробными электрическими зарядами  $+2/3e$  и  $-1/3e$ ) и антикварков

# Литература

- Л.Э.Генденштейн, Ю.И.Дик Физика 11
- Л.А.Кирик, Л.Э.Генденштейн Физика 11. Методические материалы