

An abstract graphic featuring two glowing spheres on a black background. The larger sphere is a deep red with a bright yellow-orange core, positioned on the right side. The smaller sphere is also red with a similar core, positioned above and to the left of the larger one. The Russian text 'Элементарные частицы' is overlaid on the left side of the larger sphere.

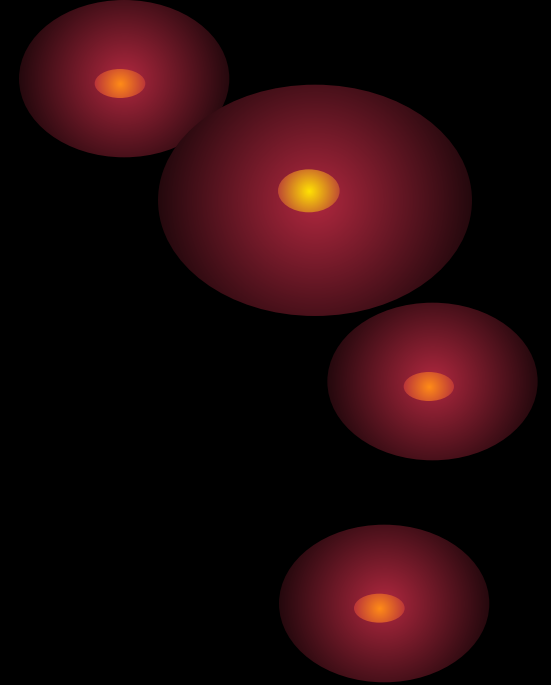
Элементарные частицы

Что относится к элементарным частицам?

Частицы, из которых состоят атомы различных веществ- электрон, протон и нейтрон, - называли элементарными. Слово «элементарный» подразумевало, что эти частицы являются первичными, простейшими, далее неделимыми и неизменяемыми.



История открытия элементарных частиц



Открытие электрона

На основании
опытов по
электролизу
М. Фарадей
установил: заряды
имеются в атомах
всех химических
элементов.

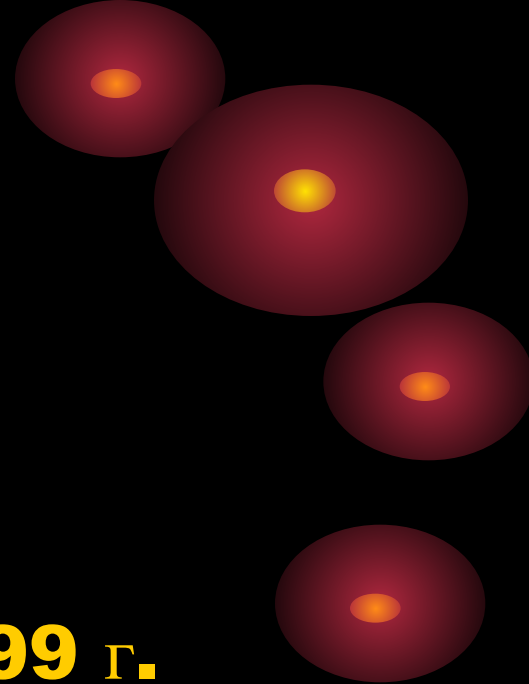


Открытие электрона



В **1899** г.

Дж. Томсон доказал
реальность
существования
электронов.



Открытие электрона



В **1909** г.

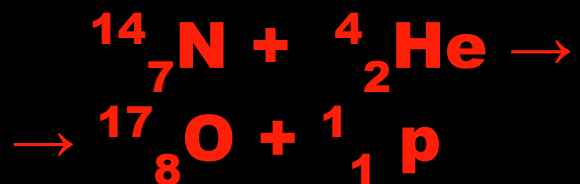
Р. Милликен впервые
измерил заряд
электрона:

$$q_e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

Открытие протона

В **1919** г.

Э. Резерфорд при
бомбардировке азота
альфа-частицами
обнаружил протон:



Открытие нейтрона

В **1932** г. Д. Чедвик открыл новую частицу и назвал ее нейтроном, которая не имеет электрического заряда.

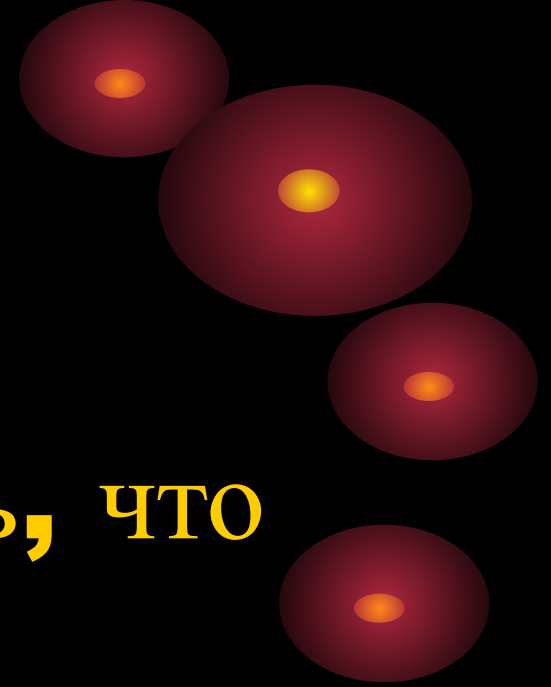
В свободном состоянии нейтрон живет около **1000** с, потом распадается на протон, электрон и нейтрино:





Опыты Резерфорда и явление радиоактивности показали, что атомы не являются простейшими неделимыми частицами. Было установлено, что атомы состоят из электронов, протонов и нейтронов, которые считались неспособными ни к каким изменениям и превращениям, т. е. элементарными или простейшими.

Но вскоре выяснилось, что
эти частицы вовсе не
являются неизменными...



Открытие позитрона

В **1928** г.

П. Дирак предсказал,
а в **1932** г.

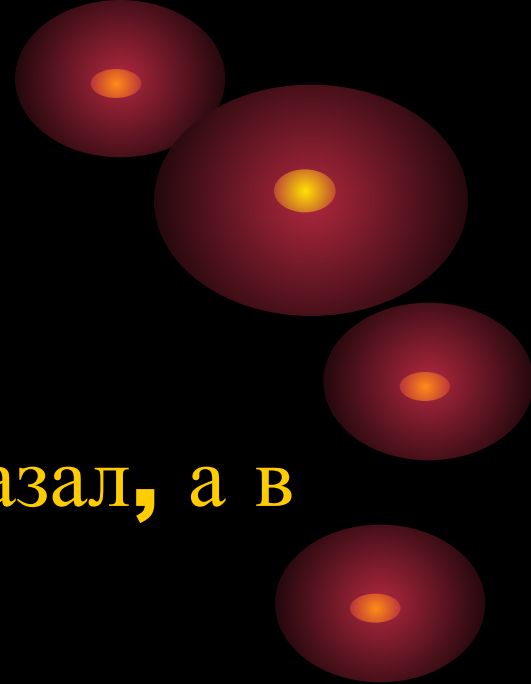
Г. Андерсон открыл
позитрон (e^+),
фотографируя следы
космических частиц в
камере Вильсона.



Открытие других элементарных частиц

В **1931** г. В.Паули предсказал, а в **1955** г. экспериментально зарегистрировал нейтрино и антинейтрино. В **1955** г. был открыт антипротон, а в **1959** г. – антинейтрон. В **1947** г.

Х. Юкатава открыл π - мезон.



Дальнейшие исследования частиц показали, что их нельзя считать элементарными. Каждая из этих частиц при взаимодействии с другими частицами и атомными ядрами может превращаться в другие частицы. Поэтому термин «элементарная частица» является условным.

Сегодня обнаружено около **400** элементарных частиц.

В основе классификации элементарных частиц лежат различия в массах покоя:

Элементарные
частицы

Лептоны
(легкие частицы
 $m \ll 207m_e$)

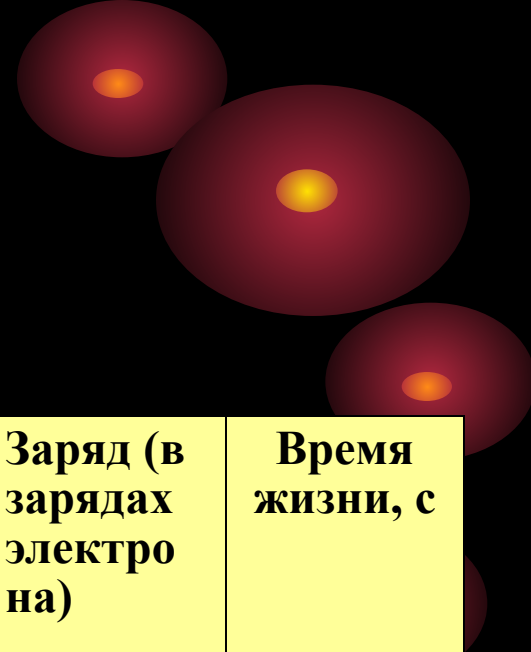
Мезоны
(ср. частицы
 $207m_e < m < m_p$)

Барионы
(тяж. частицы
 $m > m_p$)

Фотон



Фотон:

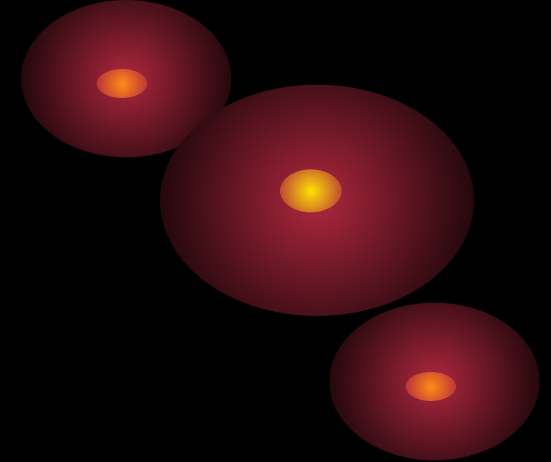


Название частицы	Символ		Масса (в массах электро на)	Заряд (в зарядах электро на)	Время жизни, с
	Части цы	анти Части цы			
Фотон	ν		0	0	Стаби лен

Лептоны:

Название частицы		Символ		Масса (в массах электрона)	Заряд (в зарядах электрона)	Время жизни, с
		Частицы	анти Частицы			
Лептоны (легкие частицы $m < 207m_e$)	Электронное нейтрино	ν_e	$\bar{\nu}_e$	0	0	Стабильно
	Мюонное нейтрино	ν_μ	$\bar{\nu}_\mu$	0	0	Стабильно
	Тау-нейтрино	ν_τ	$\bar{\nu}_\tau$	0	0	Стабильно
	Электрон	e^-	e^+	1	-1 +1	стабилен
	Мюон	μ^-	μ^+	207	-1 +1	$2,2 \cdot 10^{-6}$
	Тау-	τ^-	τ^+	3492	-1 +1	$1,46 \cdot 10^{-12}$

Мезоны:



Название частицы		Символ		Масса (в массах электро на)	Заряд (в зарядах электро на)	Время жизни, с
		Час тиц ы	анти части цы			
мезоны (средние частицы – $207m_e < m < m_p$)	Пи - мезоны	π^0 $\pi^+ \quad \pi^-$		264,1 273,1	0 1 -1	$1,83 \cdot 10^{-16}$ $2,6 \cdot 10^{-8}$
	Ка - мезоны	K^+ K^0	$-$ K^0 K^-	974,1 966,4	0 1 -1	Не стабиль ны
	Эта-нуль-мезон	η^0		1074	0	$2,4 \cdot 10^{-19}$

Барионы:

Название частицы		Символ		Масса (в массах электрона)	Заряд (в зарядах электрона)	Время жизни, с
		частиц ы	анти частиц ы			
Барионы (тяжелые частицы $m > m_p$)	Протон	p	p ⁻	1836,1	1 -1	стабилен?
	Нейтрон	n	n̄	1838,6	0	10 ³
	Лямбда-гиперон	Λ ⁰	Λ ⁻⁰	2183,1	0	2,63·10 ⁻¹⁰
	Сигма-гиперон	Σ ⁺ Σ ⁰ Σ ⁻	Σ ⁻⁺ Σ ⁻⁰ Σ ⁻⁻	2327,6 2333,6 2343,1	1 -1 0 -1 1	8·10 ⁻¹¹ 5,8·10 ⁻²⁰ 1,48·10 ⁻¹⁰
	Кси-гиперон	Ξ ⁰ Ξ ⁻	Ξ ⁻⁰ Ξ ⁻⁻	2572,8 2585,6	0 -1 1	2,9·10 ⁻¹⁰ 1,64·10 ⁻¹⁰
	Омега-минус-гиперон	Ω ⁻	Ω ⁻⁻	3273	-1 1	8,2·10 ⁻¹¹

Элементарные
частицы

Лептоны

Адроны

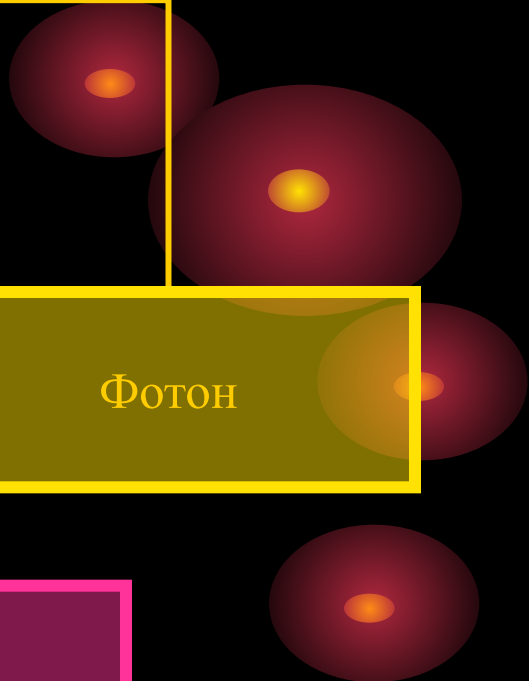
Фотон

Мезоны

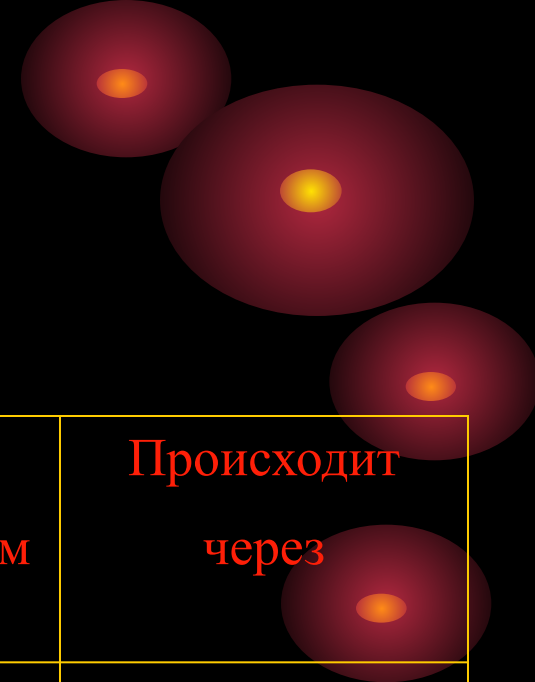
Барионы

Нуклоны

Гипероны



Классификация частиц по взаимодействию:

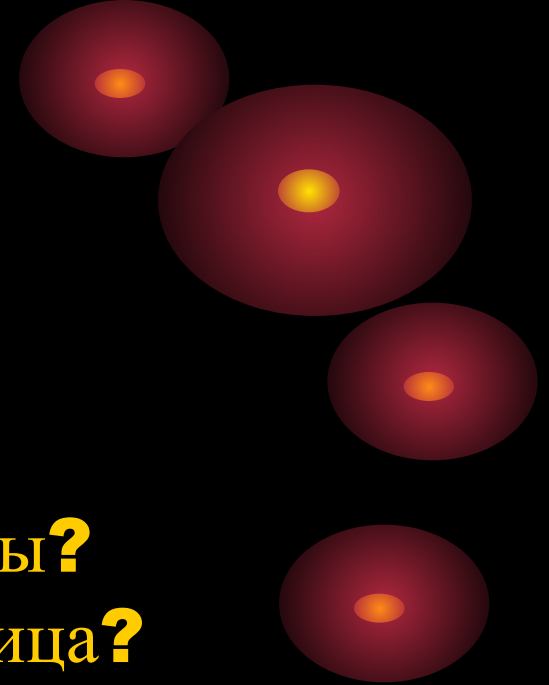


Взаимодействие	Частицы	Радиус действия, м	Происходит через
Сильное	Нуклоны	10^{-15}	Глюоны
Электромагнитное	Заряженные частицы	∞	Фотоны
Слабое	Кварки	10^{-18}	
Гравитационное	Все частицы	∞	Гравитоны

Блиц – опрос

Верно ли, что:

- Адроны – это лептоны и мезоны?
- Нейтрон – это стабильная частица?
- Позитрон – это античастица электрона?
- Фотон относится к классу мезонов?
- Элементарных частиц примерно около **100?**



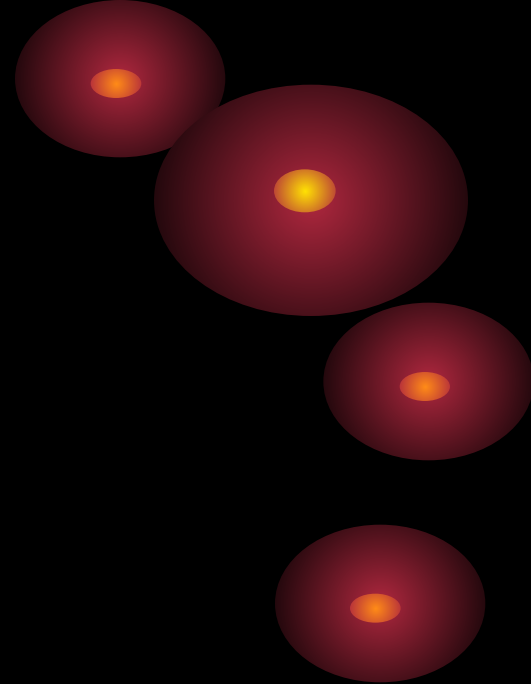
Допишите реакции:

$$\gamma \rightarrow {}^0_{-1}\text{e} + ?$$

$$\text{p} \rightarrow ? + {}^0_1\text{e} + \nu$$

$$? \rightarrow {}^{30}_{14}\text{Si} + {}^0_1\text{e} + \nu$$

$$\pi^- + \text{p} \rightarrow \pi^0 + ?$$



Спасибо за работу!

