

# Этапы развития физики элементарных частиц

Физика, 11 класс

## 1 этап.

### От электрона до позитрона (1897-1932 г. г.)

- Элементарные частицы – «атомы Демокрита» на более глубоком уровне.

# Открытие электрона



***Д.Д. Томсон***

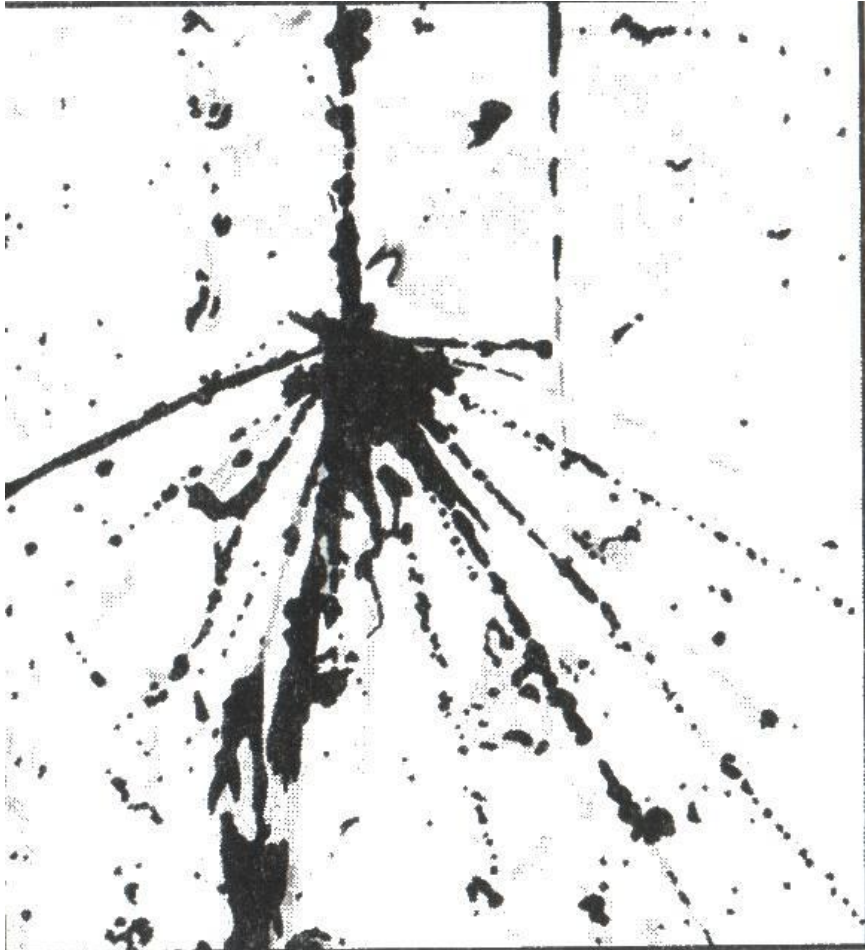
С 1895 г. Джозеф Джон Томсон в Кавендишской лаборатории Кембриджского университета начинает методическое количественное изучение отклонения катодных лучей в электрических и магнитных полях. Итоги этой работы были опубликованы в 1897 г. в октябрьском номере журнала "Philosophical Magazine". Томсон доказал, что все частицы, образующие катодные лучи, тождественны друг другу и входят в состав вещества. Суть опытов и гипотезу о существовании материи в состоянии еще более тонкого дробления чем атомы, Томсон изложил на заседании Королевского общества 29.04.1897 г. Извлечение из этого сообщения было опубликовано в "Electrician" 21.05.1897 г.

## **2 этап.**

### **От позитрона до кварков (1932-1964 г.г.)**

- Все элементарные частицы превращаются друг в друга.

# Реакции получения элементарных частиц



На рисунке показан результат столкновения ядра углерода, имевшего энергию 60 млрд эВ (жирная верхняя линия), с ядром серебра фотоэмульсии. Ядро раскалывается на осколки, разлетающиеся в разные стороны. Одновременно рождается много новых элементарных частиц – пионов.

*Все элементарные частицы превращаются друг в друга, и эти взаимные превращения – главный факт их существования.*

# Реакции получения элементарных частиц



**А.М. Балдин**  
(1926-2001)

Подобные реакции при столкновениях релятивистских ядер, полученных в ускорителе, впервые в мире осуществлены в лаборатории высоких энергий Объединённого института ядерных исследований в г. Дубне, под руководством академика Александра Михайловича Балдина. Лишённые электронной оболочки ядра были получены путём ионизации атомов углерода лазерным лучом.

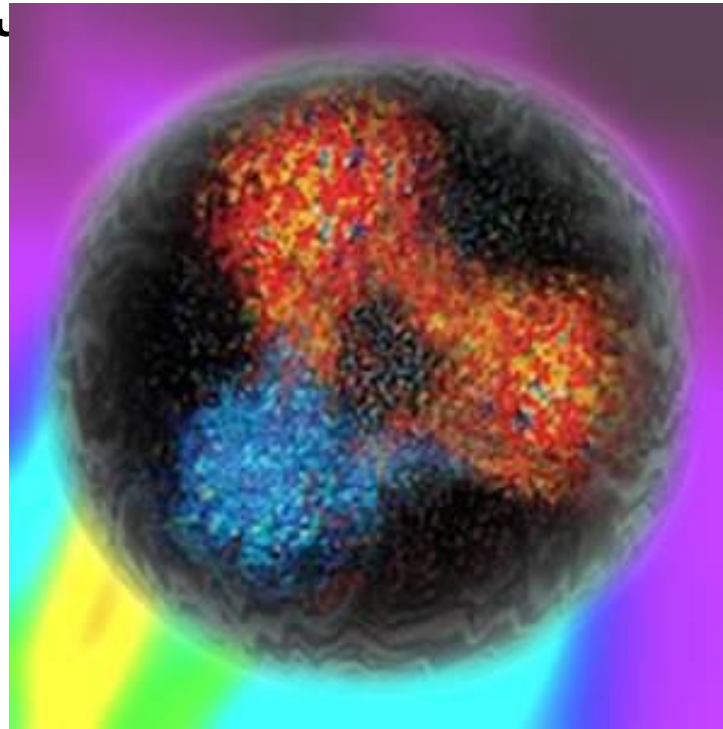
# **3 этап. От гипотезы о кварках до наших дней**

## **(1964-1995 г.г.)**

- Большинство элементарных частиц имеет сложную структуру.

# Кварки – первичные частицы

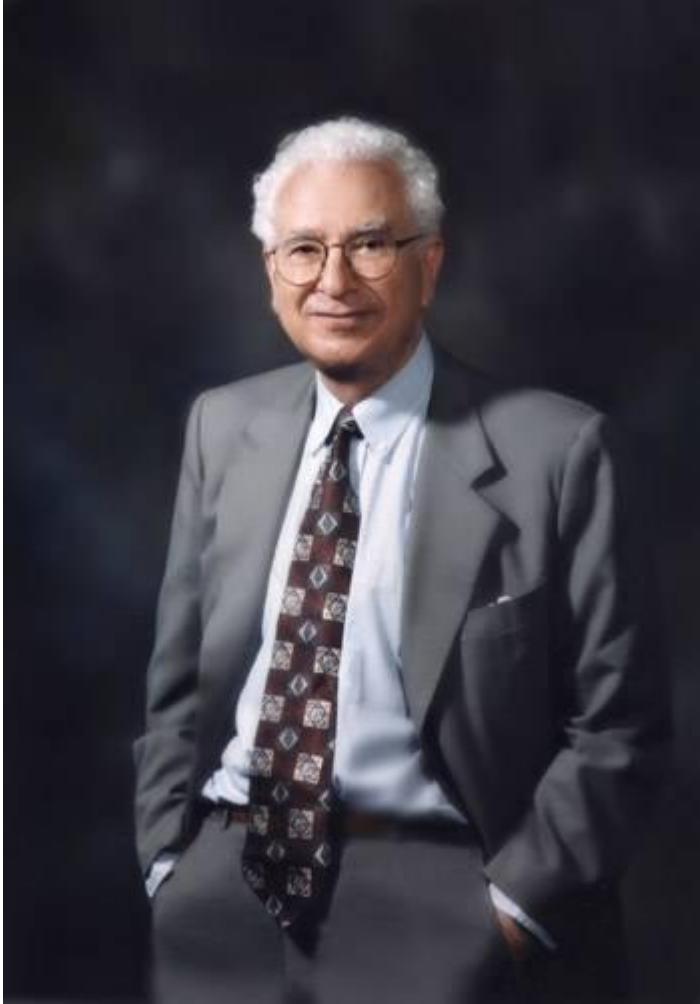
- В 1964 г. Мюрреем Гелл-Манном и Дж. Цвейгом была предложена модель, согласно которой все частицы, участвующие в сильных (ядерных) взаимодействиях, - адроны – построены из более фундаментальных (или первичных) ч



Нейтрон, состоящий из трёх кварков:  $u (+2e/3)$ ,  $d (-e/3)$ ,  $d (-e/3)$



# Авторы кварковой модели



**М. Гелл-Манн**



**Дж. Цвейг**

## Кварки

Название частицы (Аромат)	Обозначение	Цвет (голубой, зеленый, красный)	Масса покоя, МэВ	Эл. заряд
Up (Верхний)	u	$u_r$ $u_z$ $u_{кр}$	310	+2/3
Down (Нижний)	d	$d_r$ $d_z$ $d_{кр}$	310	-1/3
Charm (Очарованный)	c	$c_r$ $c_z$ $c_{кр}$	1500	+2/3
Strange (Странный)	s	$s_r$ $s_z$ $s_{кр}$	505	-1/3
Top Truth (Истинный)	t	$t_r$ $t_z$ $t_{кр}$	(Гипотетическая частица), >2250 0 около 5000	+2/3
Bottom beauty (Красивый)	b	$b_r$ $b_z$ $b_{кр}$		-1/3

Группа	Название частицы	Символ		Масса (в электронных массах)	Электрический заряд	Спин	Время жизни (с)	
		Частица	Античастица					
Фотоны	Фотон	$\gamma$		0	0	1	Стабилен	
Лептоны	Нейтрино электронное	$\nu_e$	$\bar{\nu}_e$	0	0	1/2	Стабильно	
	Нейтрино мюонное	$\nu_\mu$	$\bar{\nu}_\mu$	0	0	1/2	Стабильно	
	Электрон	$e^-$	$e^+$	1	-1 1	1/2	Стабилен	
	Мю-мезон	$\mu^-$	$\mu^+$	206,8	-1 1	1/2	$2,2 \cdot 10^{-6}$	
Адроны	Мезоны	$\pi^0$		264,1	0	0	$0,87 \cdot 10^{-16}$	
		Пи-мезоны	$\pi^+$	$\pi^-$	273,1	1 -1	0	$2,6 \cdot 10^{-8}$
		К-мезоны	$K^+$	$K^-$	966,4	1 -1	0	$1,24 \cdot 10^{-8}$
			$K^0$	$\bar{K}^0$	974,1	0	0	$\approx 10^{-10} - 10^{-8}$
	Эта-нуль-мезон	$\eta^0$		1074	0	0	$\approx 10^{-18}$	
	Барионы	Протон	p	$\bar{p}$	1836,1	1 -1	1/2	Стабилен
		Нейтрон	n	$\bar{n}$	1838,6	0	1/2	898
		Лямбда-гиперон	$\Lambda^0$	$\bar{\Lambda}^0$	2183,1	0	1/2	$2,63 \cdot 10^{-10}$
		Сигма-гипероны	$\Sigma^+$	$\bar{\Sigma}^+$	2327,6	1 -1	1/2	$0,8 \cdot 10^{-10}$
			$\Sigma^0$	$\bar{\Sigma}^0$	2333,6	0	1/2	$7,4 \cdot 10^{-20}$
			$\Sigma^-$	$\bar{\Sigma}^-$	2343,1	-1 1	1/2	$1,48 \cdot 10^{-10}$
		Кси-гипероны	$\Xi^0$	$\bar{\Xi}^0$	2572,8	0	1/2	$2,9 \cdot 10^{-10}$
			$\Xi^-$	$\bar{\Xi}^-$	2585,6	-1 1	1/2	$1,64 \cdot 10^{-10}$
	Омега-минус-гиперон	$\Omega^-$	$\bar{\Omega}^-$	3273	-1 1	1/2	$0,82 \cdot 10^{-11}$	

**Таблица  
элементарны  
Х  
частиц**

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- <http://to-name.ru/biography/dzhozef-tomson.htm>
- <http://nuclphys.sinp.msu.ru/introduction/xx5.htm>
- <http://newuc.jinr.ru/section.asp?id=210>
- [http://www.limm.mgimo.ru/science/lect\\_4.html](http://www.limm.mgimo.ru/science/lect_4.html)
- <http://physics.ru/courses/op25part2/content/chapter6/section/paragraph9/theory.html>
- Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика. Учебник для 11 класса общеобразовательных учреждений. – М.: Просвещение, 2007.