

Элементарные частицы. Античастицы

Школа №625

11 класс

Н.М.Турлакова

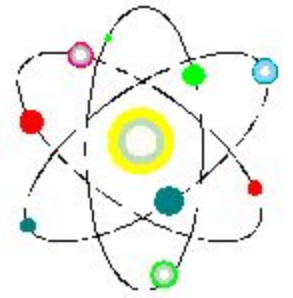
§114-115. Элементарные частицы. Античастицы.

- План урока
- 1. Презентация «Элементарные частицы».
- 2. Новый материал.
- 3. Закрепление знаний.
- 4. Л.Р. .

Опрос учащихся

- 1. Какие элементарные частицы вы знаете?
- 2. Что означает термин «элементарный»?
- 3. Существуют ли другие элементарные частицы?
- 4. Чем они могут отличаться?
- 5. Как это можно узнать?

Элементарные частицы



Известно, что ...

- **протон** и **нейтрон** взаимно превращаются.
- существует более 350 элементарных частиц.
- Они отличаются массой, знаком и величиной заряда, временем жизни.
- Большинство – короткоживущие.
- Карл Дейвид Андерсон (1932 г.) обнаружил **позитрон**.
- Поль Дирак – предсказал его существование и процесс **аннигиляции**. (см. учебник, 1933 г. Подтверждено рпытом).
- 1955 г. Обнаружен антипротон и антинейтрон. Возникла идея антивещества.
- 1969 г. Серпухов. Ядра атомов антигелия.
- Адроны – взаимодействуют посредством ядерных сил (Свойства?)
- 1964 г. Гипотеза о кварках. (См. учебник.)
- Лептоны не взаимодействуют посредством ядерных сил.

Три этапа

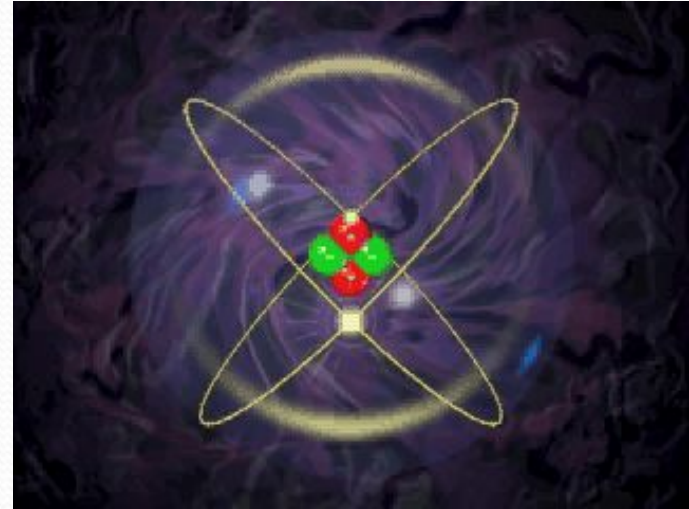
Этап 1. От электрона к позитрону:
1897-1932 г.

Этап 2. От позитрона к кваркам:
1932-1964 г.

Этап 3. От гипотезы о кварках до наших
дней:
С 1964 г.

Этап 1. От электрона к позитрону: 1897-1932 г.

- Позитрон
- Электрон



- Отрицательно заряженная легкая частица
- Вокруг ядра



- Положительно заряженная частица
- В ядре



- Незаряженная частица
- В ядре



Этап 2. От позитрона к кваркам

Фундаментальные элементарные частицы

Кварки		Лептоны		
Обозначение	Электрический заряд	Название	Обозначение	Электрический заряд
u	$+\frac{2}{3}e$	Электрон	e	-e
c	$+\frac{2}{3}e$	Мюон	μ	-e
t	$+\frac{2}{3}e$	Таон	τ	-e
d	$-\frac{1}{3}e$	Электронное нейтрино	ν_e	0
s	$-\frac{1}{3}e$	Мюонное нейтрино	ν_μ	0
b	$-\frac{1}{3}e$	Таонное нейтрино	ν_τ	0

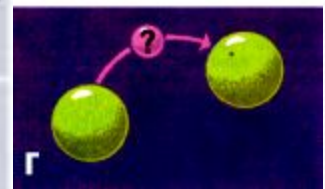
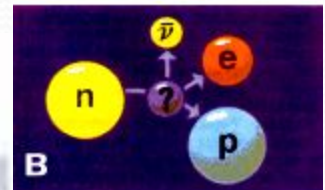
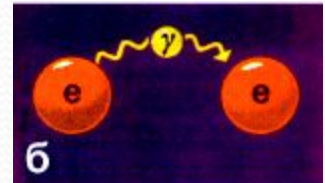
Элементарные частицы

Класс частиц	Особенности	Частицы
Адроны	Ядерные силы	протон нейтрон
Кварки	В составе адронов	
Лептоны	Не ядерные силы	электрон

Фундаментальные взаимодействия

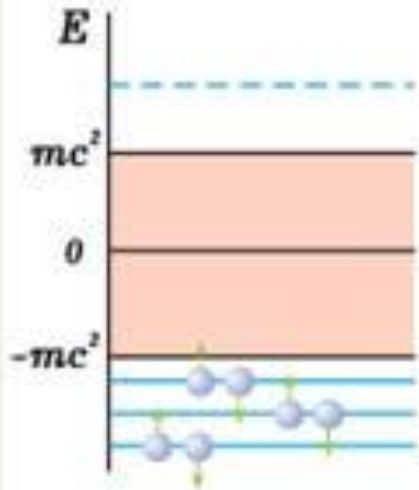
Фундаментальные взаимодействия

	Сильное	Электромагнитное	Слабое	Гравитационное
Взаимодействующие частицы	кварки, нуклоны	частицы с электрическими зарядами	кварки, лептоны	все частицы
Радиус действия сил	10^{-15} м	∞	10^{-17} м	∞
Относительная сила взаимодействия	1	10^{-2}	10^{-3}	10^{-39}
Частицы - носители взаимодействия	глюоны, мезоны	фотоны	промежуточные бозоны	гравитоны (?)

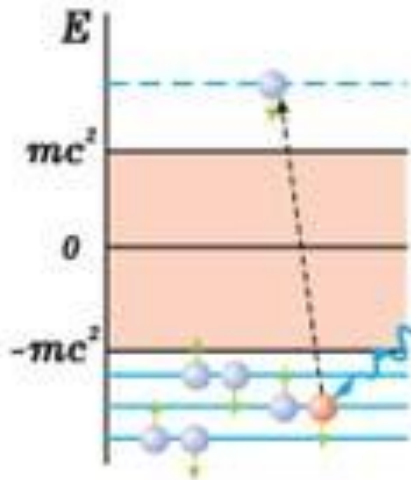


Частицы и античастицы

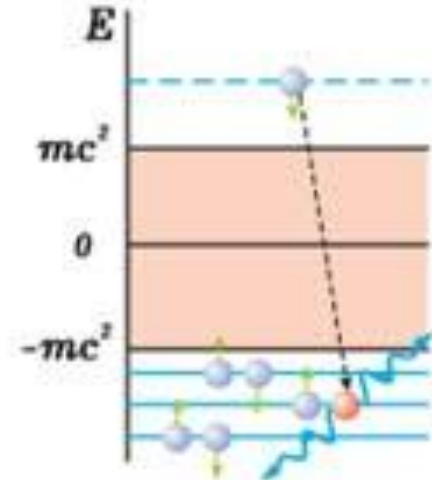
Рождение и аннигиляция античастиц



Электроны с отрицательной энергией по Дираку



Рождение пары электрон-позитрон из гамма-кванта



Аннигиляция пары электрон-позитрон с образованием двух гамма-квантов

$$\gamma \longrightarrow h\nu = 2mc^2$$

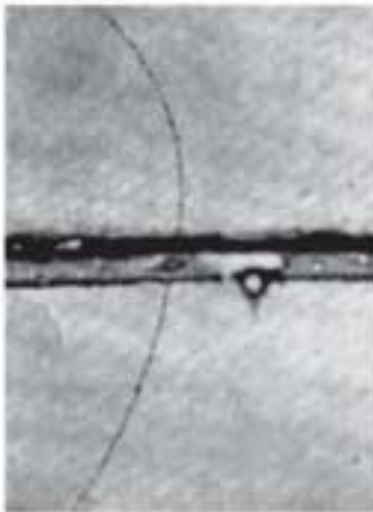
● Позитрон

● Электрон

Частицы и античастицы



След пары электрон-позитрон в камере, помещенной в магнитное поле

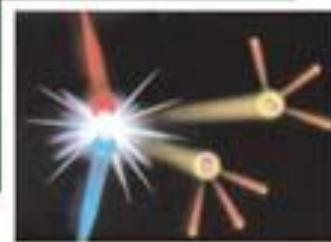
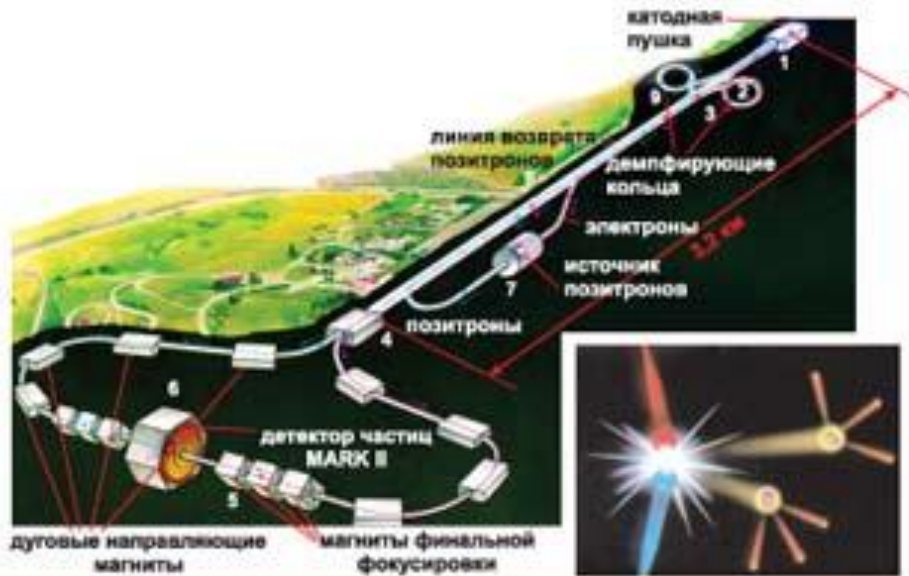


След позитрона в камере Вильсона

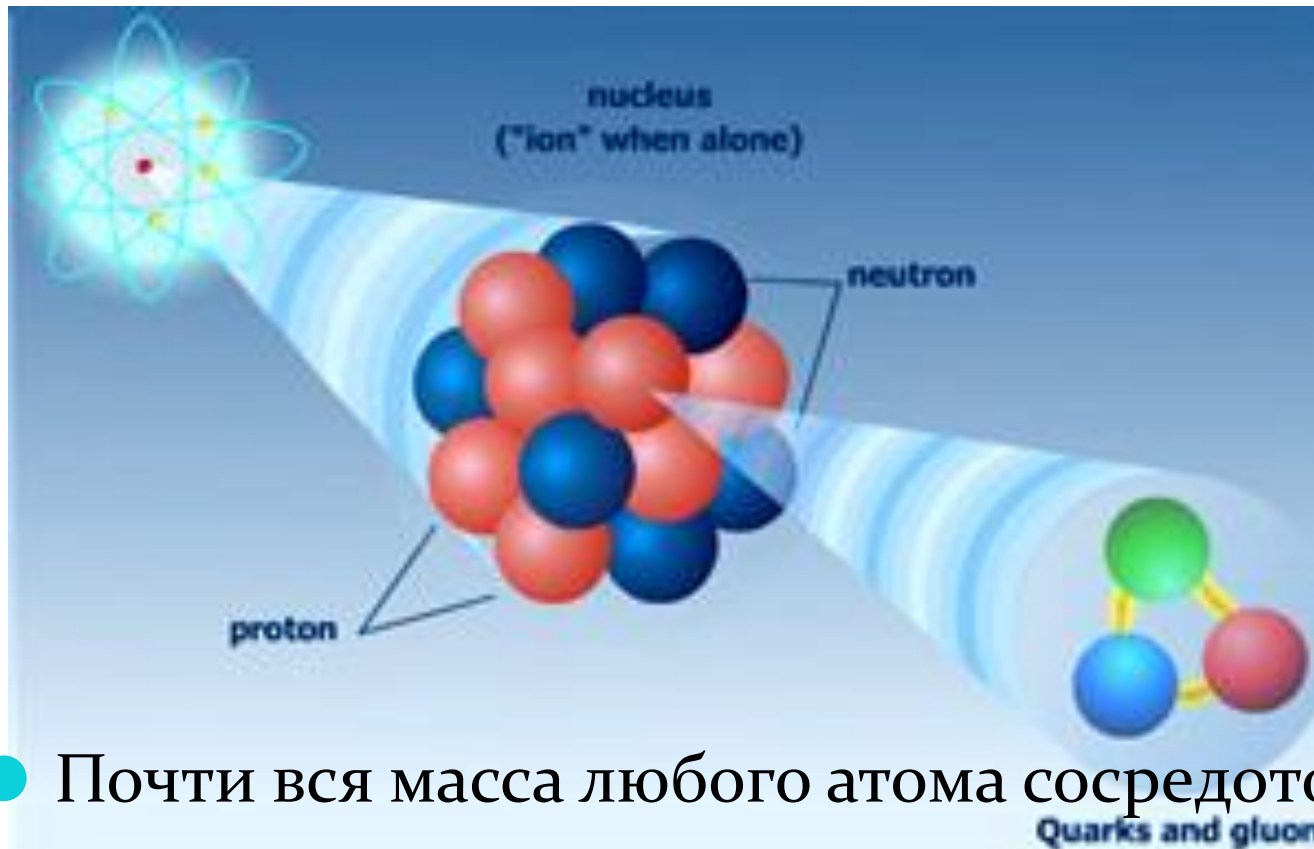
Атомы вещества и антивещества



Линейный ускоритель на встречных пучках электронов и позитронов

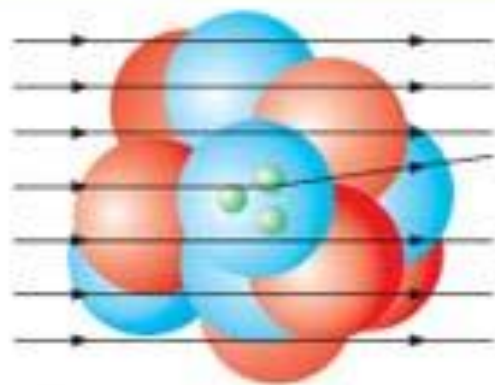


Этап 3. От гипотезы о кварках до наших дней

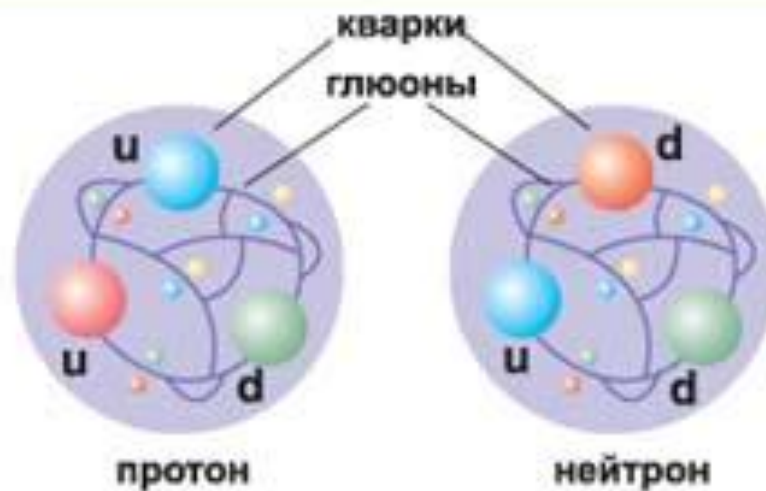


- Почти вся масса любого атома сосредоточена в ядре, которое меньше атома в сто тысяч раз. Ядро сложено из протонов и нейтронов, которые состоят из кварков.
- (Рис. с сайта www.star.bnl.gov)

Строение адронов

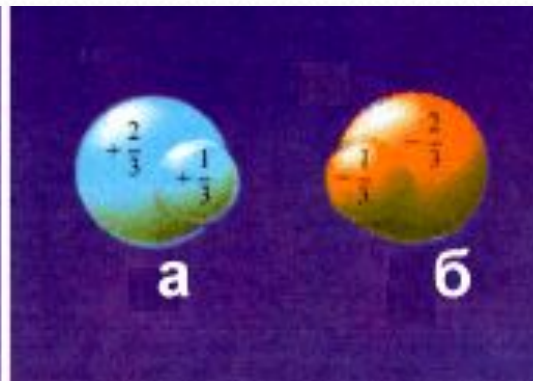
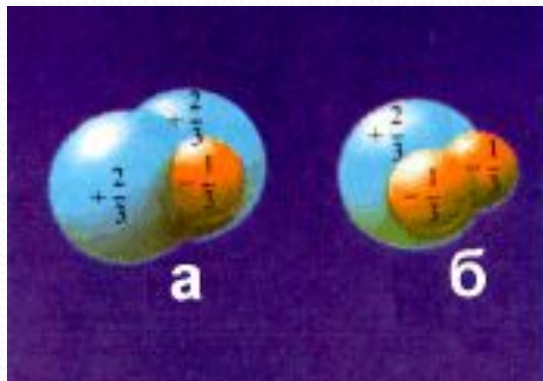


Рассеяние электронов
внутри ядра

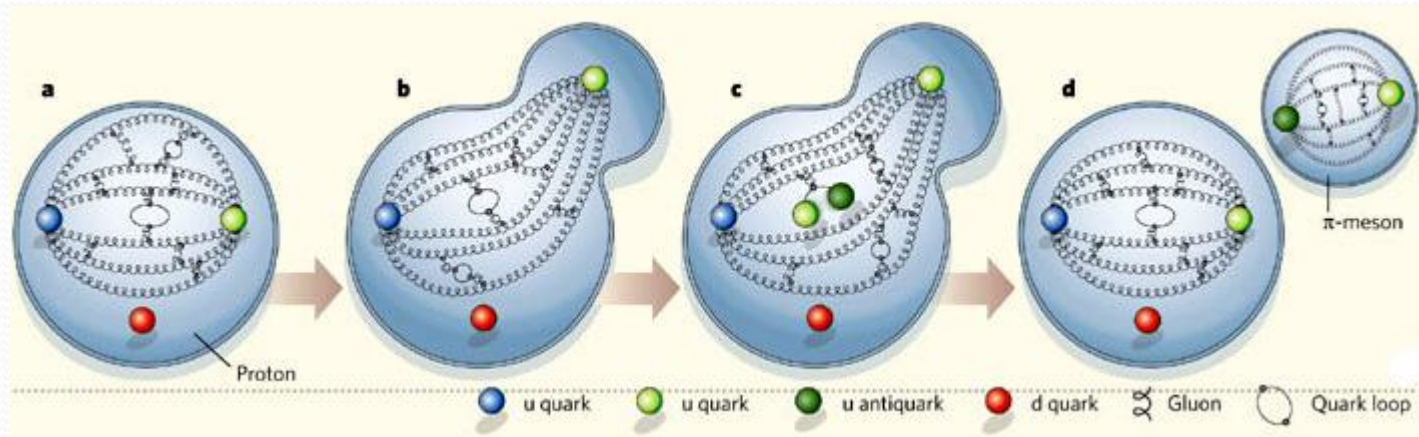


протон

нейтрон



Глюоны

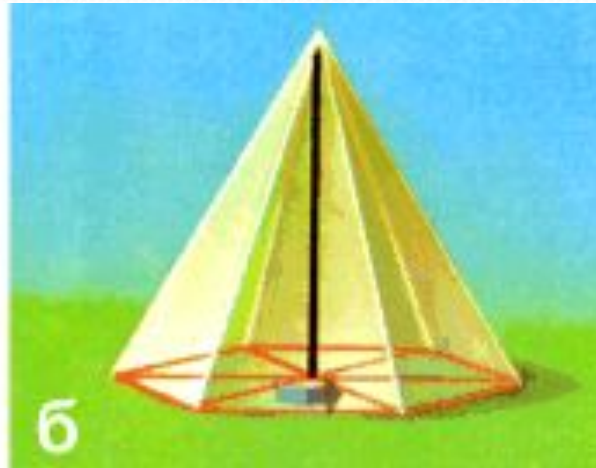


- Глюонные силы, связывающие кварки в протоне, не ослабевают при удалении одного кварка от другого. В результате при попытке «вырвать» кварк из протона глюонное поле порождает дополнительную кварк-антикварковую пару, и от протона уже отделяется не кварк, а пи-мезон. Пи-мезон уже может улететь сколь угодно далеко от протона, потому что силы между адронами ослабевают с расстоянием. (Рис. с сайта www.nature.com)



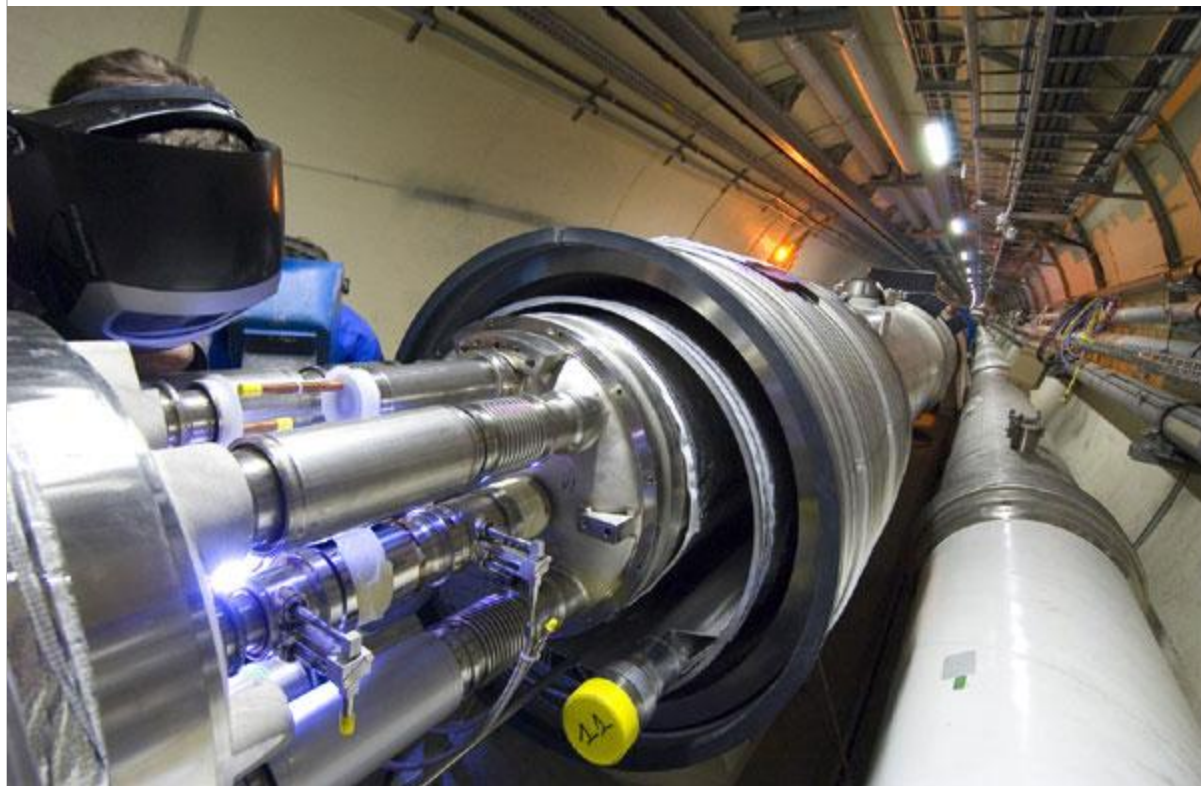
- Чем дальше кварки удаляются друг от друга, тем сильнее становятся связывающие их силы
- (рис. с сайта nobelprize.org)

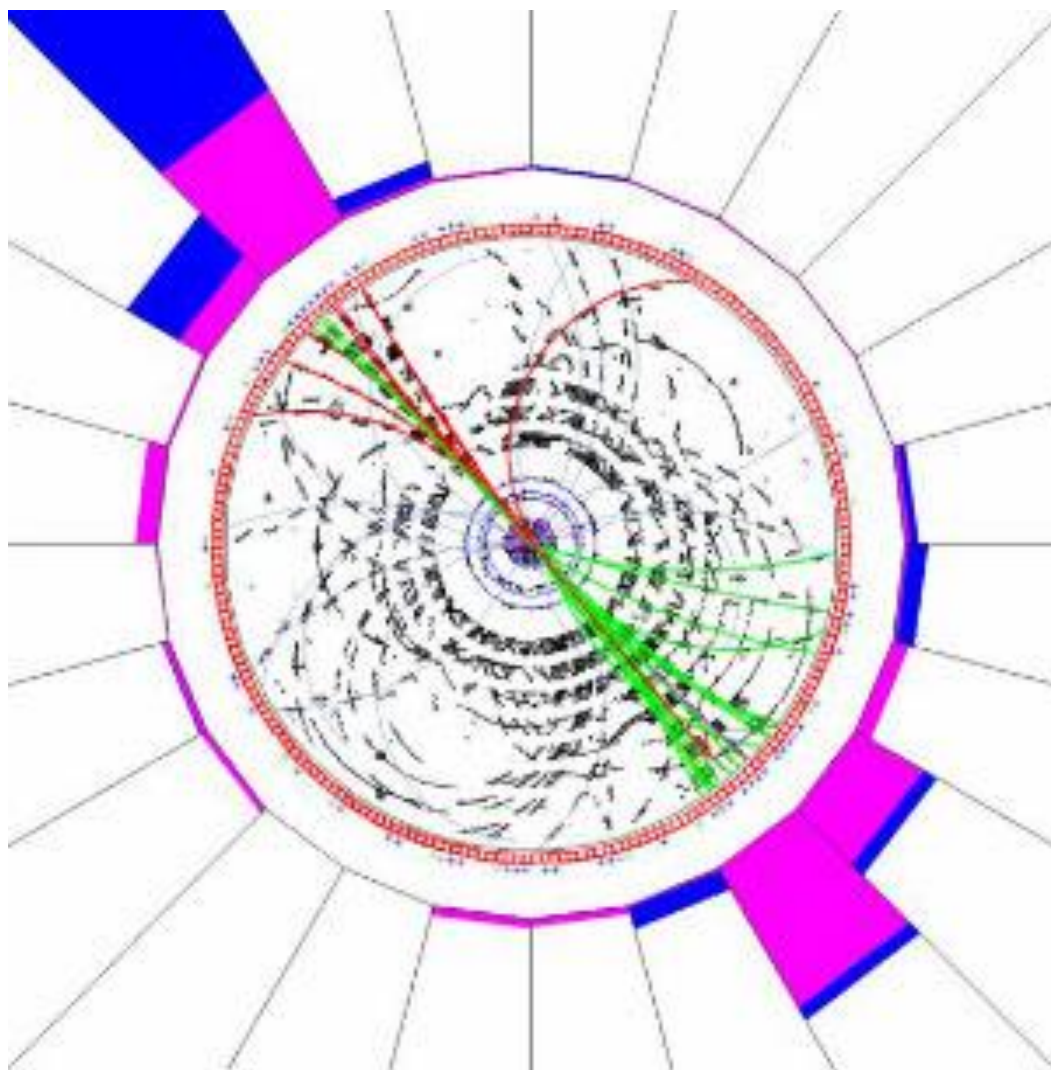
Симметрия элементарных частиц



- современной теории элементарных частиц концепция симметрии законов относительно некоторых преобразований является ведущей. Симметрия рассматривается как фактор, определяющий существование различных групп и семейств элементарных частиц.

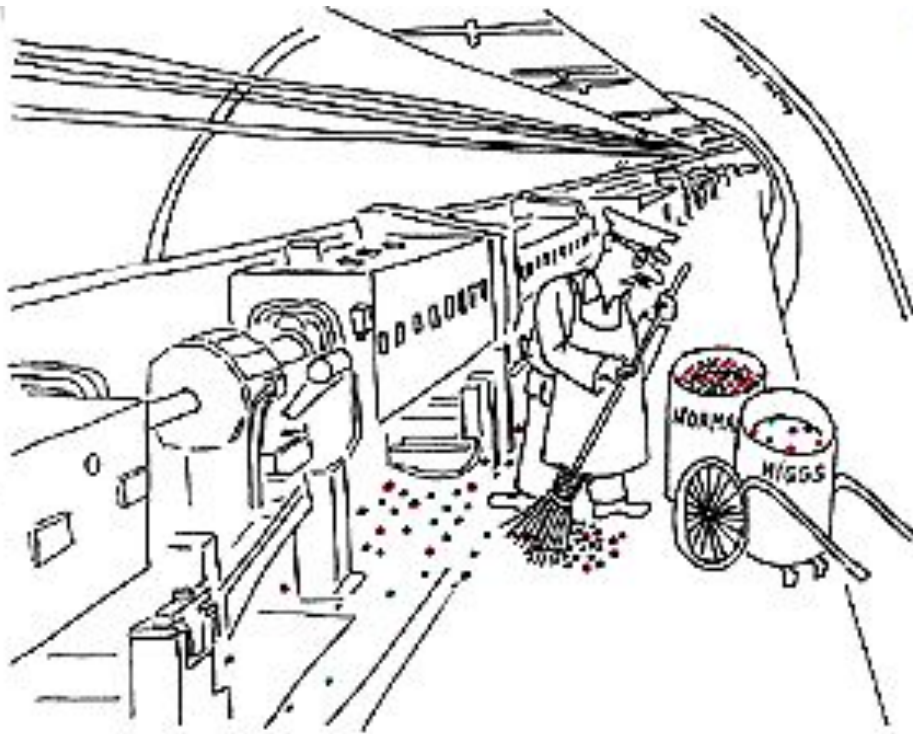
Современные гигантские ускорители строятся вовсе не для того, чтобы провести всего лишь какой-то один опыт над элементарными частицами. В современном эксперименте изучается сразу всё, что может произойти с исходными частицами, фактически проводятся сразу десятки и сотни параллельных экспериментов. На этой фотографии показан момент установки одного из тысяч сверхпроводящих магнитов в туннеле коллайдера LHC. (Фото с сайта lhc-machine-outreach.web.cern.ch)





- Так выглядит типичное «интересное» событие в детекторе CDF на Тэватроне. Показан вид детектора с торца. Пучки сталкиваются в направлении, перпендикулярном рисунку, а рожденные частицы разлетаются в разные стороны, отклоняясь в магнитном поле. Чем больше импульс частицы, тем слабее она отклоняется. Гистограмма на краях показывает энерговыделение частиц. (Рис. с сайта www-cdf.fnal.gov)

«Физическая» работа



- Этот рисунок иллюстрирует ту порой скучную и даже черную работу, которую должны выполнить физики, чтобы выделить редкие события из всей статистики. На самом деле зачастую вообще невозможно достоверно сказать, родилась или нет интересующая нас частица в каждом конкретном событии. Осмысленную информацию можно извлечь только из всей статистики в целом.
(Artwork: CERN. Рис. с сайта www.exploratorium.edu)

Домашнее задание

- Составить рассказ об элементарных частицах.
- Составить вопросы и ответы «Ералаш»