Элементарные частицы

Этапы развития

Первый этап

Второй этап

Третий этап

Первый этап

1897

Открытие электрона

(Дж.Томсон)

1919

Открытие протона

(Э.Резерфорд)

1928

Поль Дирак предсказал существование e^+

1930

Паули предсказал существование нейтрино

1932

Открытие нейтрона

(Дж. Чедвик)

1932

Андерсен обнаружил существование e^+

Второй этап

1935

Открытие фотона

(Хидеки Юкава)

1937

Открытие мюона

(Андерсен Недермейер)

1947

Открытие π-мезона

(Пауэлл)

1952

Открытие

Δ (1236)-резонансы

Энрико Ферми

К-мезоны,

Λ –гипероны – странные частицы

Дональд Глезер

1962

Открытие мюонного нейтрино

(Университет Беркли, синхротрон на 300 МэВ)

Третий этап

1955

Синхротрон Беркли

США, 7ГэВ

УНК – неосуществленный проект на 3000 ГэВ

Серпухово, Россия

SSC – неосуществленный проект

на 20000 ГэВ

США

1983

SppS – протон-антипротонный ускоритель коллайдер на встречных пучках 300ГэВ

TEVATRON – pp – коллайдер 1000 ГэВ

НИ лаборатория им. Ферми

США

2008

На базе SppS (ЦЕРН)

Женева, 7000 ГэВ

Квантовые числа

Описывают состояние электронов в оболочке атома

Главное

Орбитальное

Магнитное

Спиновое

Главное квантовое число

Главное квантовое число

$$E_n = -\frac{2\pi^2 me^4}{n^2 h^2}$$

n=1,2,3,...N

В настоящее время считается, что состояние каждого электрона в атоме определяется с помощью четырех квантовых чисел. Первое из них называется главным квантовым числом. Оно обозначается буквой «n» и принимает значение простых целых чисел. Главное квантовое число определяет энергию электрона, степень удаленности от ядра, размеры электронной обитали.

Орбитальное квантовое число

Второе квантовое число называется орбитальным. Оно обозначается буквой «*l*» и принимает значения от 0 до n-1. Орбитальное квантовое число определяет орбитальный момент импульса электрона, а также пространственную форму электронной орбитали.

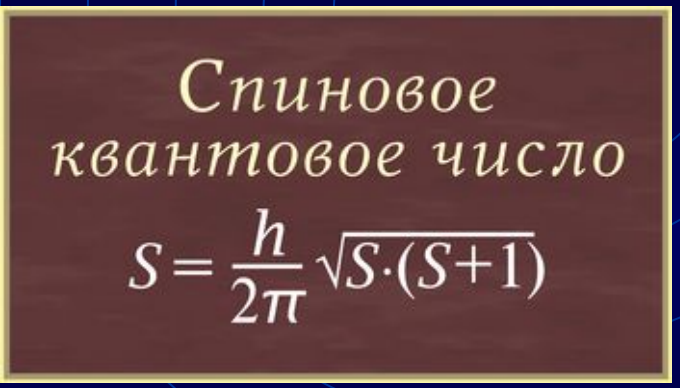
Орбитальное квантовое число

n	l	Вид орбитали	Форма орбитали
1	0(s)	s	
2	0,1(s,p)	p	
3	0,1,2(s,p,d)	d	
4	0,1,2,3(s,p,d,f)	f	

Магнитное квантовое число

Третье квантовое число называется магнитным. Оно обозначается M или M_z и принимает значения от-ℓ до+ℓ включая ноль. Магнитное квантовое число определяет значения проекции орбитального момента на одной из осей, а также пространственную ориентацию элементарных орбиталей и их максимальное число на электронном подуровне.

Спиновое квантовое число



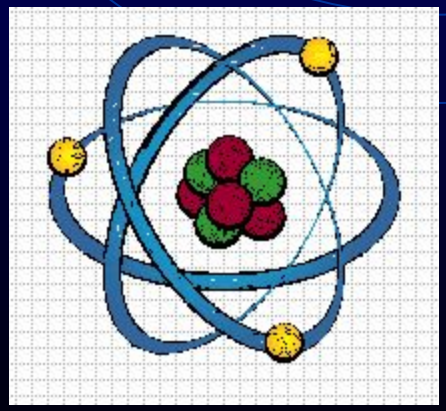
Четвертое квантовое число называется спиновым квантовым числом. Оно обозначается m_s или S и может принимать два значения +1/2 и –1/2. Наличие спинового квантового числа объясняется тем, что электрон обладает собственным моментом импульса(«спином»), не связанным с перемещением в пространстве вокруг ядра. Понятие спин не имеет классического аналога. Проще согласится, что он есть, нежели попытаться представить, что же это такое. Это далеко не последний парадокс квантовой механики.

Виды взаимодействий

Ядерное

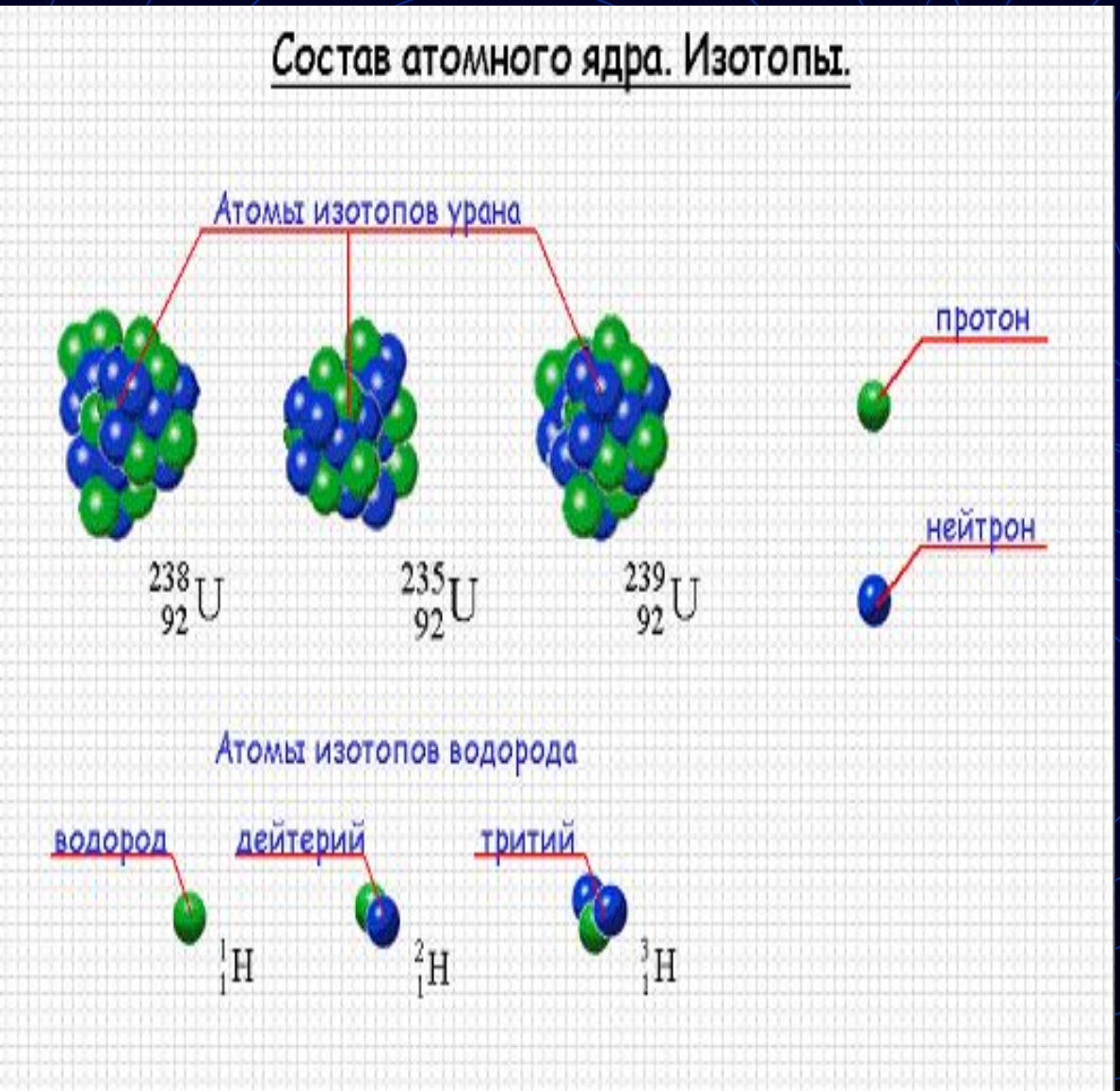
Электромагнитное

Гравитационное



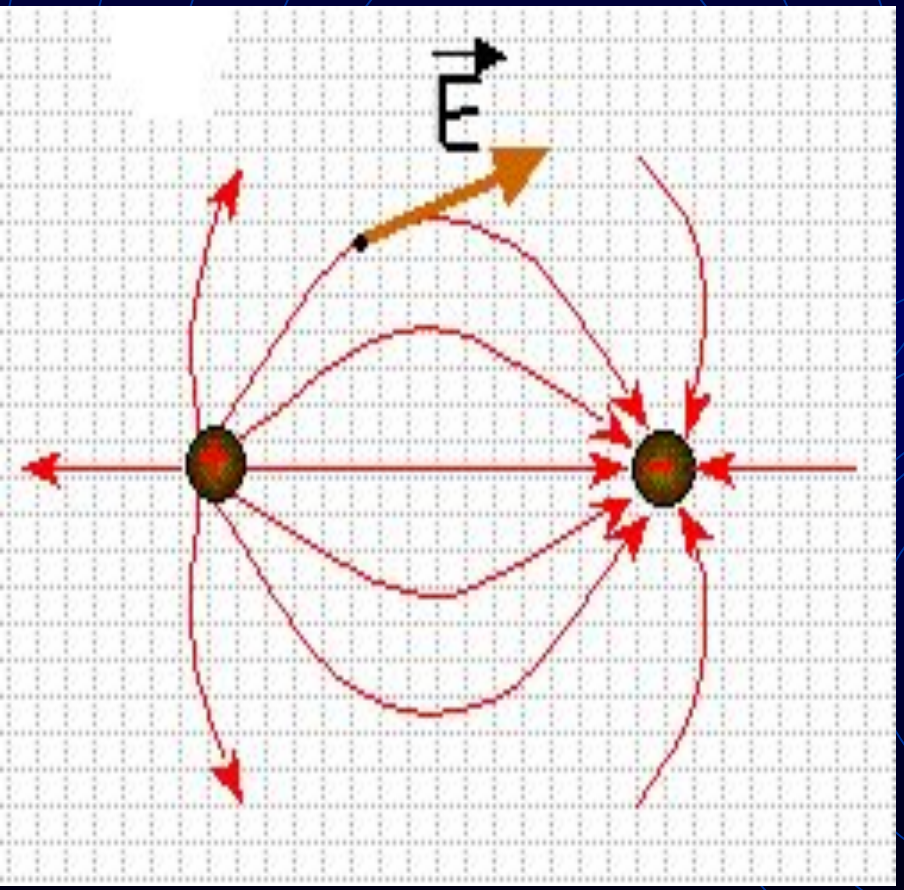
Слабое

Ядерное



Обуславливает связь нуклонов в ядре. Чрезвычайно огромные ограниченного радиуса ($R=10^{-15}$ м) силы, действующие только между соседними нуклонами. Они обуславливают сильную связь нуклонов в ядре и превосходят гравитационные силы в 10^{40} раз.

Электромагнитное



Характерно для всех элементарных частиц за исключением нейтрино, антинейтрино, фотона

Переносчики взаимодействия – фотон

Радиус действия – ∞

Интенсивность (по сравнению с сильным) – 1/137

Характерное время – 10^{-20}с

Слабое

Ответственно за взаимодействие частиц, происходящих с участием нейтрино или антинейтрино, а так же безнейтринные процессы с большим временем жизни ($\phi > 10^{-10}$с)

Переносчики взаимодействия – промежуточные бозоны

Радиус действия – 10^{-18} м

Интенсивность (по сравнению с сильным) – 10^{-10}

Характерное время - 10^{-13} с

Гравитационное

Присуще всем телам.

<u>Переносчики взаимодействия</u> – гравитоны.

<u>Радиус действия</u> – ∞

<u>Интенсивность</u> (по сравнению с сильным) – 10^{-38}

Характеристики элементарных частиц

Масса

Среднее время

Магнитный момент

Элементарный заряд

Спин

Изоспин

Лептонное число

Барионное число

Прелестность. Очарованность

Странность

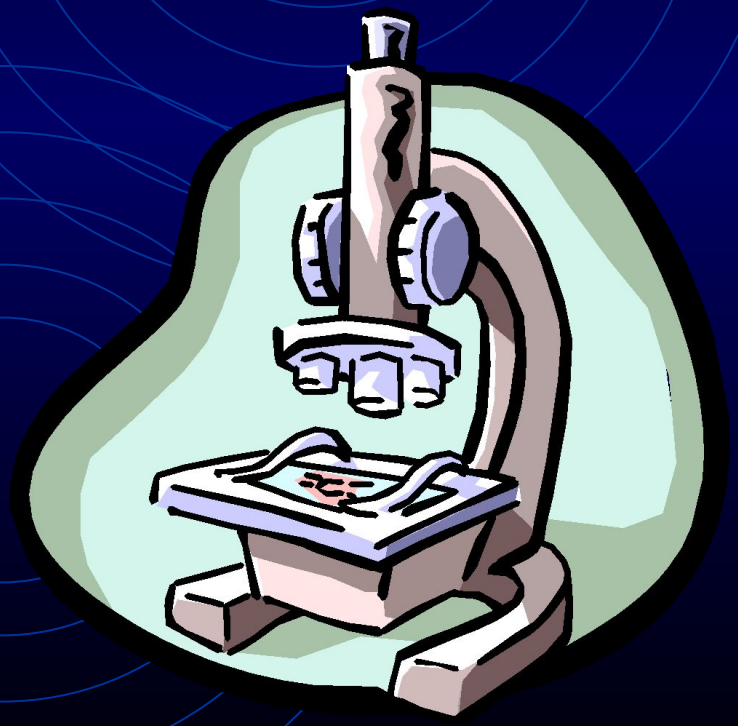
Центр зарядового мультиплета

Масса

Масса атомного ядра определяется экспериментально. Она всегда меньше суммы массы составляющих его элементов

$$m_{0яд} < Zm_{0p} + Nm_{0n}$$

Z – число протонов
m_{0p} – масса протона
N – число нейтронов
m_{0n} – масса нейтрона



Среднее время жизни

Время в течение которого живет частица. Изменяется в пределах от ∞ до 10^{-24} секунды.

Для резонансов является мерой нестабильности

Мезоны – 10^{-13} с

Нуклоны – 10^{-2} лет

Мюоны – 10^{-6} с

Электрон – ∞

Спин

Спин(J) – **Собственный момент импульса частицы определяет вид статистики, которой подчиняется частица:**

целый – бозоны (мезоны)

нецелый – фермеоны (барионы)

Измеряется в единицах h (от 0 до 9/2)

Спиновое квантовое число

$$S = \frac{h}{2\pi}\sqrt{S\cdot(S+1)}$$

Элементарный заряд

Первым производит точное измерение элементарного заряда (в капле нефти) лауреат Нобелевской премии (1923) американский ученый Роберт Эндриус Милликен (1868 – 1953)

Российский ученый Абрам Федорович Иоффе усовершенствовал опыт Милликена по измерению элементарного заряда, используя пылинки фоточувствительного металла

$$e = -1{,}6 \cdot 10^{-19} \text{Кл}$$

Магнитный момент

Магнитный момент **(μ) – максимальное значение проекции вектора собственного магнитного момента p_m частицы. Измеряется в единицах μ_0**

Магнитный момент

$$\mu_0 = e\hbar / 2m$$

$\bar{p}_m \uparrow\uparrow \bar{J}$, то $\mu > 0$

$\bar{p}_m \downarrow\uparrow \bar{J}$, то $\mu < 0$

Лептонное число

Лептонное число(L) **– квантовое число, приписываемое элементарным частицам, относящихся к группе лептонов**

L= +1, для лептонов (e^-, μ^-, τ^-, ν_e ν_μ ν_τ)

L= - 1, для антилептонов (e^+, μ^+, τ^+, $\tilde{\nu}_e$ $\tilde{\nu}_\mu$ $\tilde{\nu}_\tau$)

L= 0, для остальных частиц

Барионное число

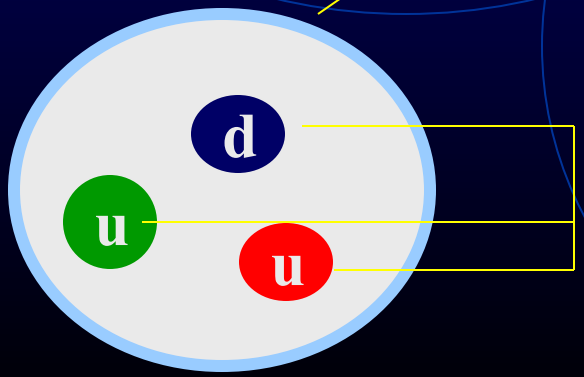
Барионное число(B) **– число, приписываемое адронам**

B = 0 – мезоны (пионы, каоны, з-мезон)

B= +1 – барионы (нуклоны, гипероны)

B= 0 – лептоны,фотоны

Протон



Кварки

Центр зарядового мультиплета

Центр зарядового мультиплета гиперонов смещены относительно соответствующих центров нуклона

+1/2 – нуклоны
0 – ρ -мезоны

Странность

Странность (S) **– квантовое число определяемое удвоенной суммой величины смещения центра зарядового мультиплета**

S= 0 для нуклонов и з-мезонов

Изоспин

Изоспин **(изотопический спин) J – внутренняя характеристика адронов,определяющая число *n* частиц в изотопном мультиплете**

Число частиц

$$n = 2J + 1$$

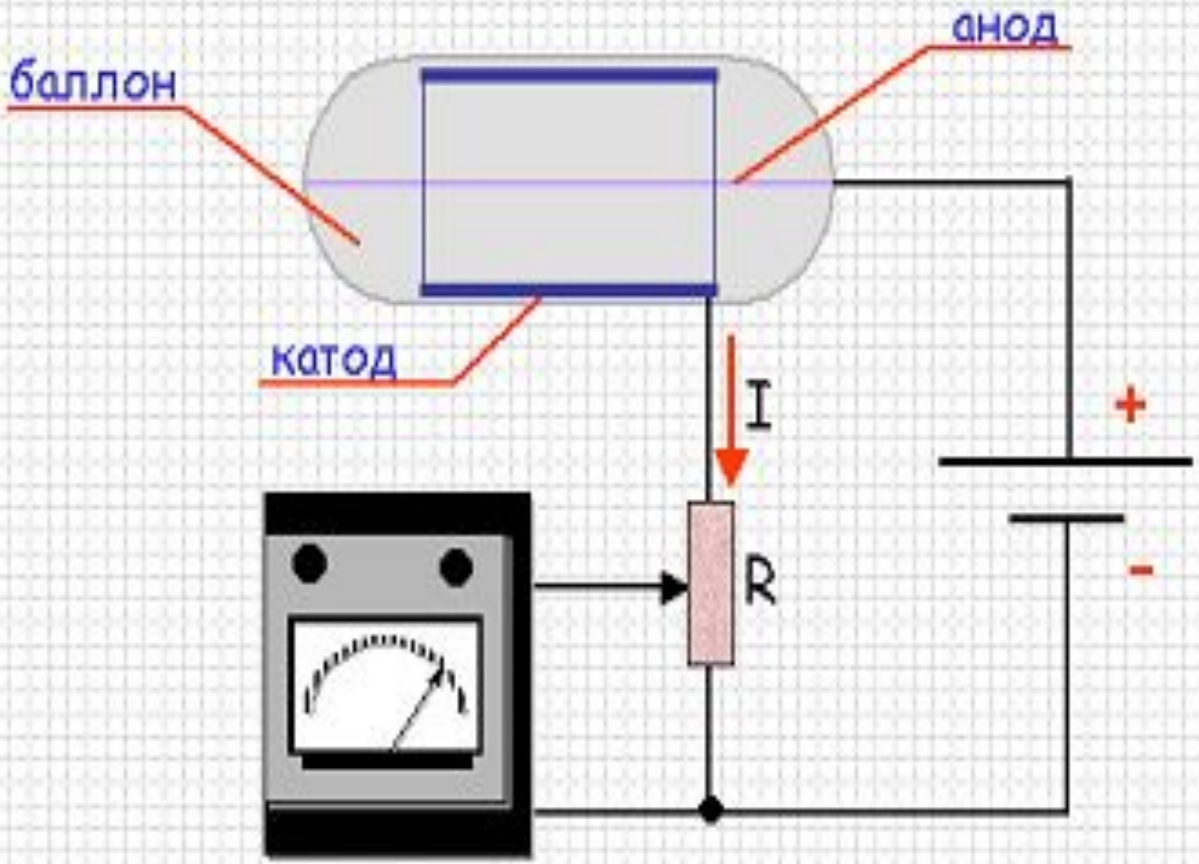
Очарованность. Прелестность

Очарованность **(C) – характеристика очарованных частиц**

Прелестность **– характеристика прелестных частиц**

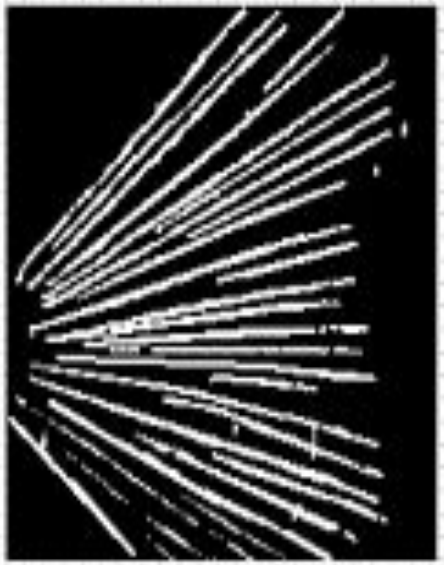
Методы регистрации элементарных частиц.

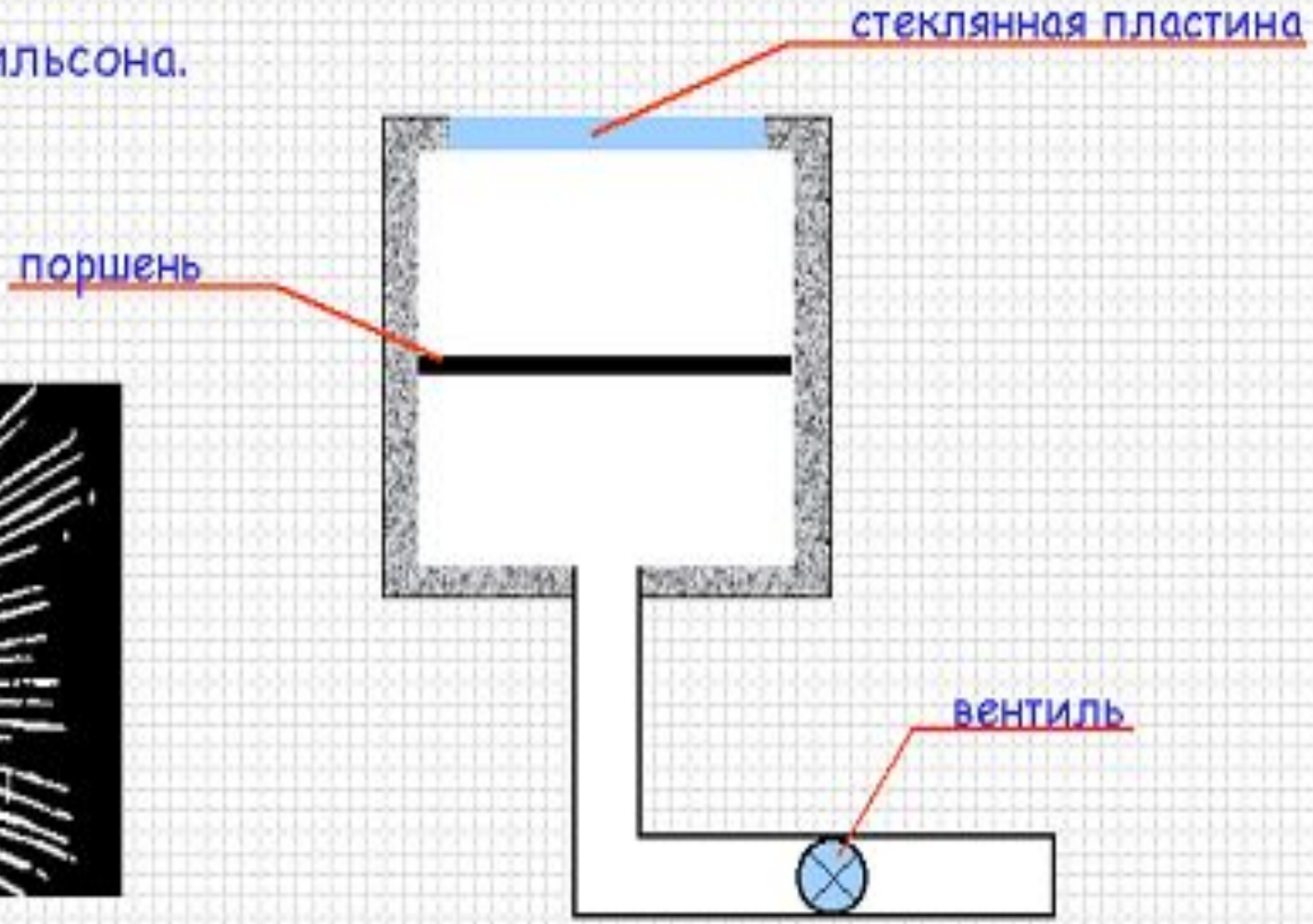
1) Газоразрядный счетчик Гейгера.



Методы регистрации элементарных частиц.

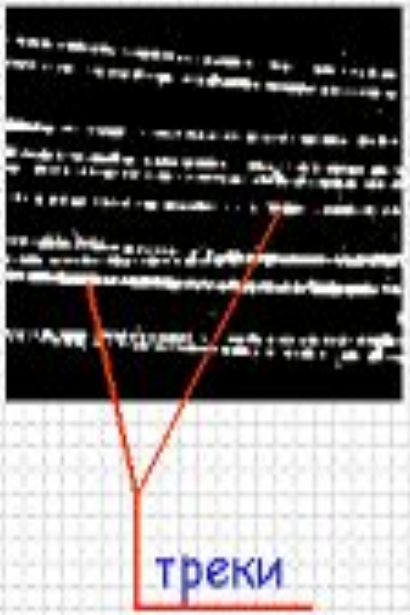
2) Камера Вильсона.



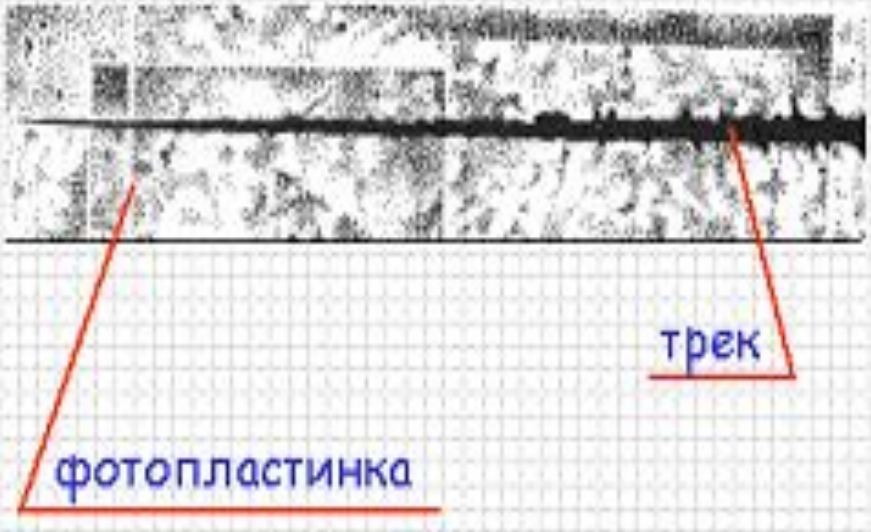


Методы регистрации элементарных частиц.

3) Пузырьковая камера.



4) Фотоэмульсионный метод.



Литература

- Элементарный учебник физики под ред. акад. Г.С. Ландсберга. Том 3. М.: «Наука», 1975
- Б.М. Яворский, А.А. Детлаф Курс физики. Том 3. М.: «Высшая школа», 1971
- Б.М. Яворский, А.А. Детлаф Физика: Для школьников старших классов и поступающих в вузы. М.: «Дрофа», 2000
- Ваш репетитор. Физика. Интерактивные лекции. Диск 1. ООО «Мультимедиа Технологии и Дистанционное обучение», 2003
- Л.Я. Боревский Курс физики 21 века. М.: «МедиаХауз», 2003