

Методы наблюдения и регистрации элементарных частиц

Выполнил:

Шумейко Денис

КС-19

Принцип действия приборов для регистрации элементарных частиц

Регистрирующий прибор - это более или менее сложная макроскопическая система, которая может находиться в неустойчивом состоянии. При небольшом возмущении, вызванном пролетевшей частицей, начинается процесс перехода системы в новое, более устойчивое состояние. Этот процесс и позволяет регистрировать частицы.

Методы наблюдения и регистрации элементарных частиц

В зависимости от целей эксперимента и условий, в которых он проводится, применяются те или иные регистрирующие устройства, отличающиеся друг от друга по основным

- Сцинтилляционный метод;
- Счётчик Гейгера;
- Камера Вильсона;
- Пузырьковая камера;
- Метод толстослойных фотоэмульсий;
- Искровая камера.

Сцинтилляционный счетчик

Сцинтилляционный счетчик, прибор для регистрации ядерных излучений и элементарных частиц. Основным элементом счетчика является вещество, люминесцирующее под действием заряженных частиц.

Сцинтилляция – кратковременная ($\sim 10^{-4} - 10^{-9}$ с) световая вспышка (вспышка люминесценции), возникающая в сцинтилляторах под действием ионизирующих излучений.

Сцинтилляцию впервые визуально наблюдал У. Крукс в 1903 при облучении α -частицами экрана из ZnS.

Сцинтилляционный счетчик

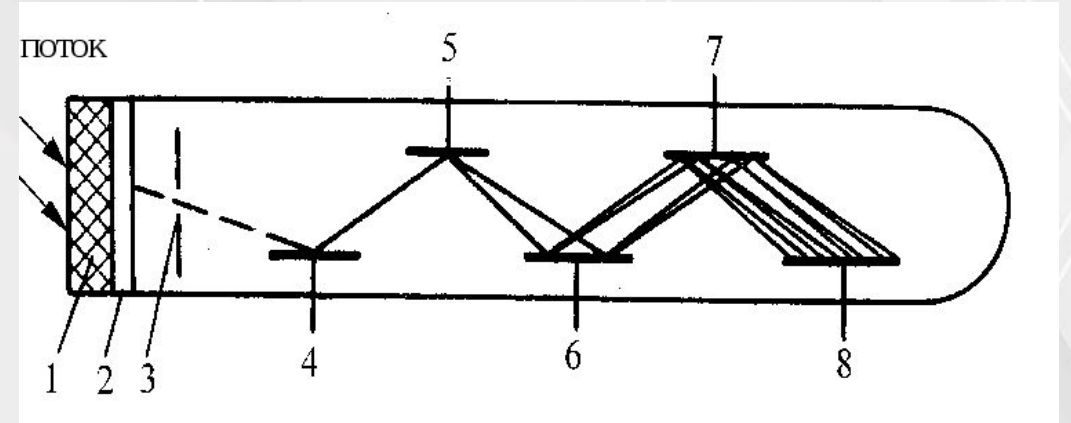
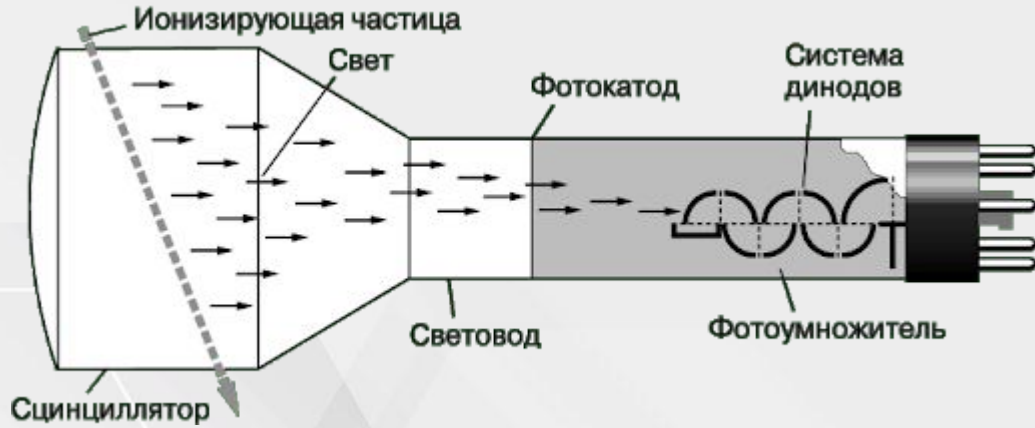


Рис. Сцинтилляционный счетчик:

1 – люминесцирующее вещество; 2 – катод;
3 – фокусирующий электрод; 4, 5, 6 и 7 –
эмиттеры (диноды); 8 – анод

Газоразрядный счетчик Гейгера

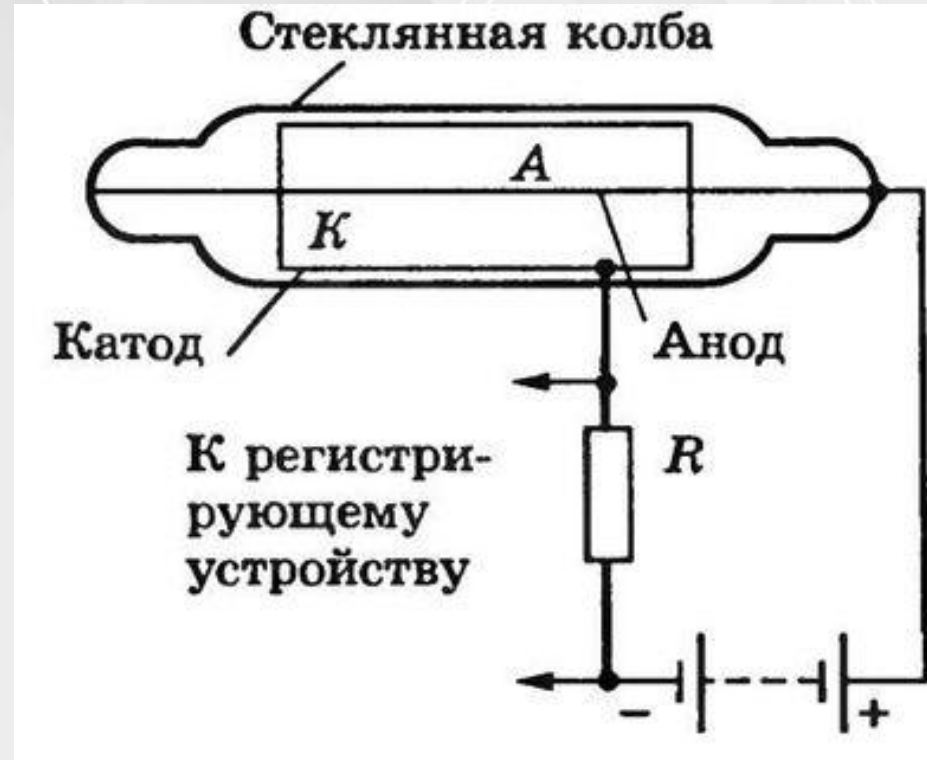
Счетчик Гейгера — один из важнейших приборов для автоматического подсчета частиц.

Строение - счетчик состоит из стеклянной трубки, покрытой изнутри металлическим слоем (катод), и тонкой металлической нити, идущей вдоль оси трубки (анод). Трубка заполняется газом, обычно аргоном.

Применение - Счётчик Гейгера-Мюллера применяется в основном для регистрации электронов и γ -квантов. И он удобен тем, что в одну секунду он может регистрировать приблизительно 10000 частиц. Однако определить параметры частиц, провести какие-либо исследования с регистрируемыми частицами, данный счётчик не позволяет.

Газоразрядный счётчик Гейгера

Принцип действия - Действие счётчика основано на ударной ионизации. Как известно заряженные частицы (электрон, α -частиц и т. д.), образующиеся в результате ядерных реакций, обладают большой проникающей способностью. Поэтому они достаточно свободно проникают через стеклянную трубку. Проникнув внутрь газоразрядного счётчика эти частицы ионизируют находящийся в ней газ, создавая положительно заряженные ионы и свободные электроны. Электрическое поле, приложенное между анодом и катодом (при достаточно высоком напряжении) ускоряет электроны до энергий, при которой начинается ударная ионизация. Возникает лавина положительных и отрицательных ионов и свободных электронов, создающая мощный электрический разряд. Ток через счётчик резко возрастает. При этом на нагрузочном резисторе (R) образуется импульс напряжения, который подаётся на регистрирующее устройство. Это даёт возможность понять, что через газоразрядный счётчик прошла элементарные частицы.

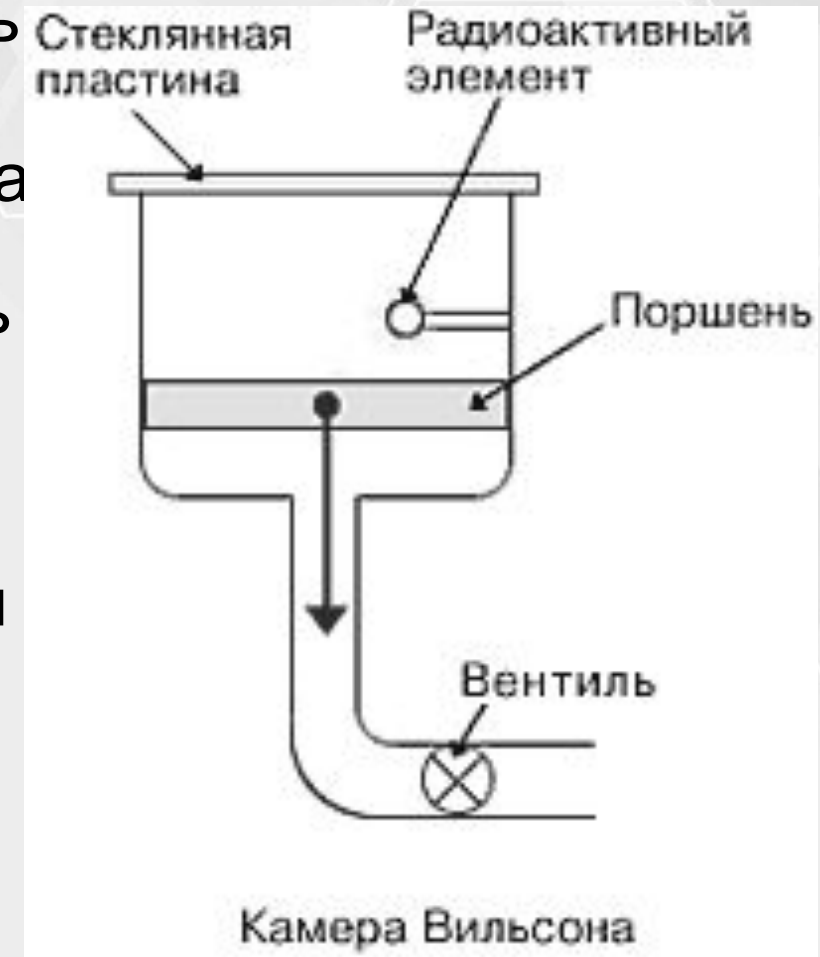


Камера Вильсона

Применение - счетчик позволяет регистрировать факт прохождения через него частицы и фиксировать некоторые ее характеристики.

Принцип действия - камеры Вильсона основан на конденсации перенасыщенного пара на ионах с образованием капелек воды. Эти ионы создает вдоль своей траектории движущаяся заряженная частица.

Камера Вильсона представляет собой герметически закрытый сосуд, заполненный парами воды или спирта, близкими к насыщению. При резком опускании поршня, вызванном уменьшением давления под ним, пар в камере адиабатно расширяется. Вследствие этого происходит охлаждение, и пар становится перенасыщенным.

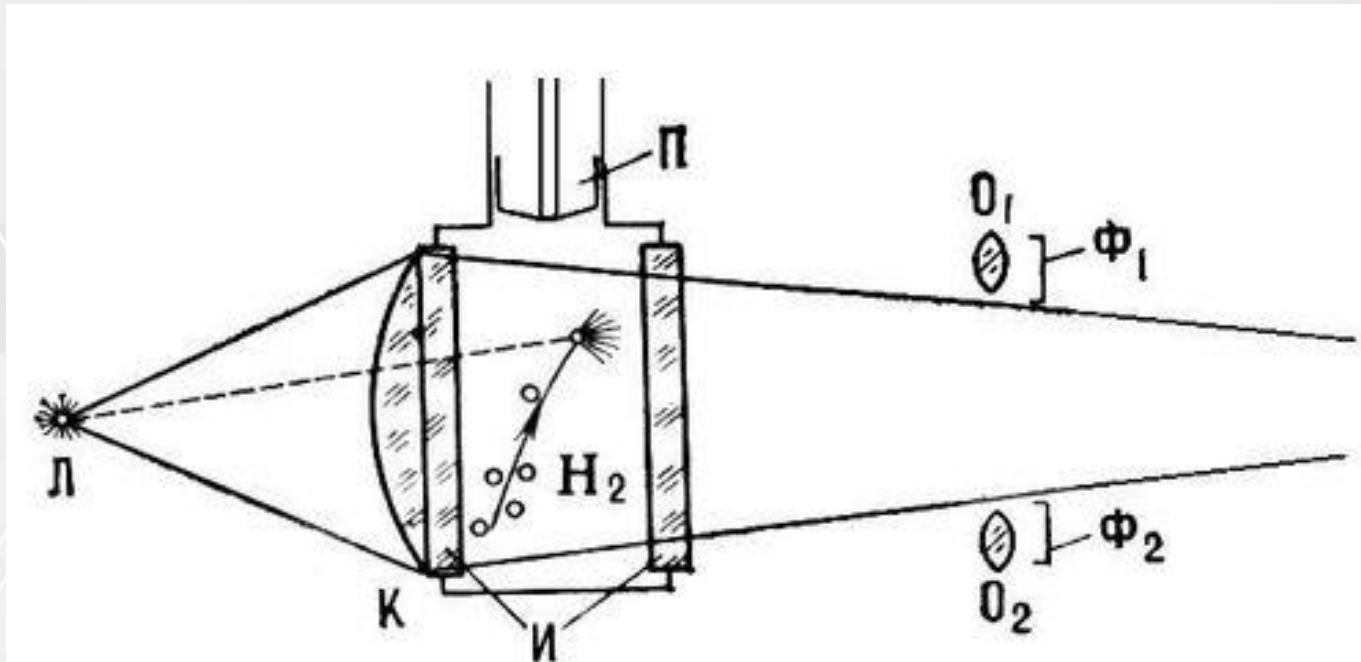


Пузырьковая камера

В 1952 г. американским ученым Д. Глейзером было предложено использовать для обнаружения треков частиц перегретую жидкость. В такой жидкости на ионах (центрах парообразования), образующихся при движении быстрой заряженной частицы, появляются пузырьки пара, дающие видимый трек. **Камеры данного типа были названы пузырьковыми.**

Принцип работы - В исходном состоянии жидкость в камере находится под высоким давлением, предохраняющим ее от закипания, несмотря на то, что температура жидкости несколько выше температуры кипения при атмосферном давлении. При резком понижении давления жидкость оказывается перегретой, и в течение небольшого времени она будет находиться в неустойчивом состоянии. Заряженные частицы, пролетающие именно в это время, вызывают появление треков, состоящих из пузырьков пара.

Треки в камере Вильсона и пузырьковой камере — один из главных источников информации о поведении и свойствах частиц.



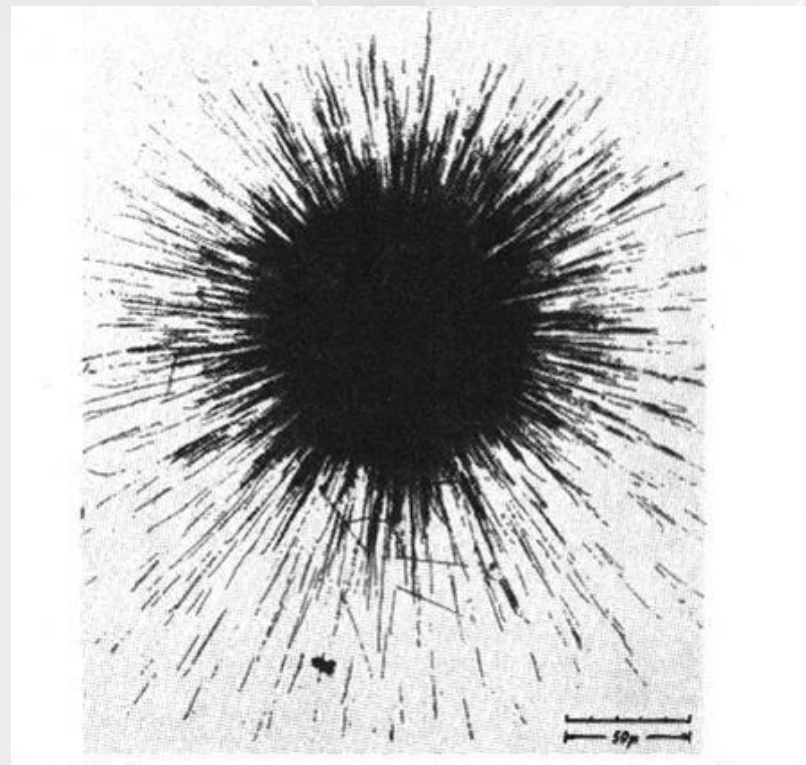
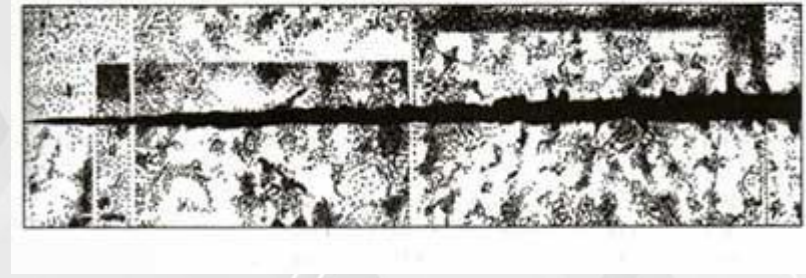
Метод толстослойных фотоэмульсий

Для регистрации частиц наряду с камерами Вильсона и пузырьковыми камерами применяются толстослойные фотоэмульсии.

Ионизирующее действие быстрых заряженных частиц на эмульсию фотопластинки позволило французскому физику А. Беккерелю открыть в 1896 г. радиоактивность. Метод фотоэмульсии был развит советскими физиками Л. В. Мысовским, Г. Б. Ждановым и др.

Фотоэмульсия содержит большое количество микроскопических кристалликов бромида серебра. Быстрая заряженная частица, пронизывая кристаллик, отрывает электроны от отдельных атомов брома. Цепочка таких кристалликов образует скрытое изображение. При проявлении в этих кристалликах восстанавливается металлическое серебро и цепочка зерен серебра образует трек частицы. По длине и толщине трека можно оценить энергию и массу частицы.

Преимущество - фотоэмульсий в том, что время экспозиции может быть сколь угодно большим. Это позволяет регистрировать редкие явления.



Искровая камера.

Искровая камера – трековый детектор заряженных частиц, в котором трек (след) частицы образует цепочка искровых электрических разрядов вдоль траектории её движения.

Искровая камера обычно представляет собой систему параллельных металлических электродов, пространство между которыми заполнено инертным газом. Расстояние между пластинами от 1-2 см до 10 см. Широко используются проволочные искровые камеры, электроды которых состоят из множества параллельных проволочек.

Когда в головке лавины создаётся концентрация $\sim 10^8$ электронов, образуется стример-сгусток плазмы, распространяющийся вдоль электрич. поля в обоих направлениях. В результате вдоль трека частицы возникает цепочка искровых разрядов (либо локально светящиеся области газа). Цепочка искр воспроизводит траекторию частицы.

