



# Методы наблюдения и регистрации элементарных частиц

Методы наблюдения и  
регистрации  
элементарных частиц

Счётчик  
Гейгера

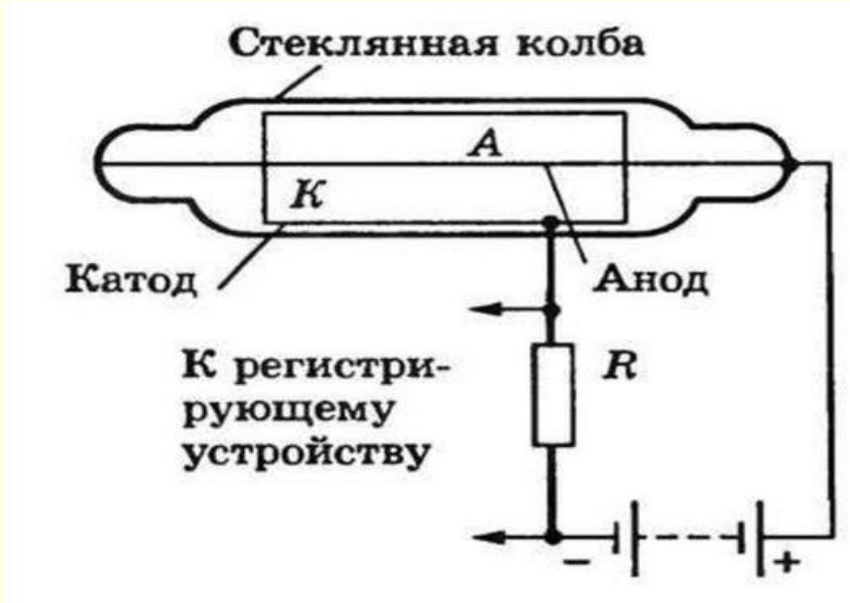
Камера  
Вильсона

Пузырьковая  
камера

Фотографические  
эмульсии

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

# Счетчик Гейгера основан на ударной ионизации



## Устройство:

Счетчик состоит из стеклянной трубки, заполненной газом (аргоном). Внутренняя поверхность трубки покрыта тонким металлическим слоем, который служит катодом. Вдоль трубки натянута металлическая нить – это анод.

Заряженная частица влетает в трубку и отрывает от атомов электроны, которые ускорившись в ЭП выбивают с атомов электроны. Возникает ударная ионизация газа. Число электронов и положительных ионов увеличивается. Ток резко возрастает. Возникает импульс напряжения в резисторе, который идет в регистрирующее устройство.

**Счетчик Гейгера** применяется для подсчета количества радиоактивных частиц ( в основном электронов, гамма-квантов).



**Достоинства:**

1. компактность
2. эффективность
3. быстрое действие
4. высокая точность (10000 частиц/с).

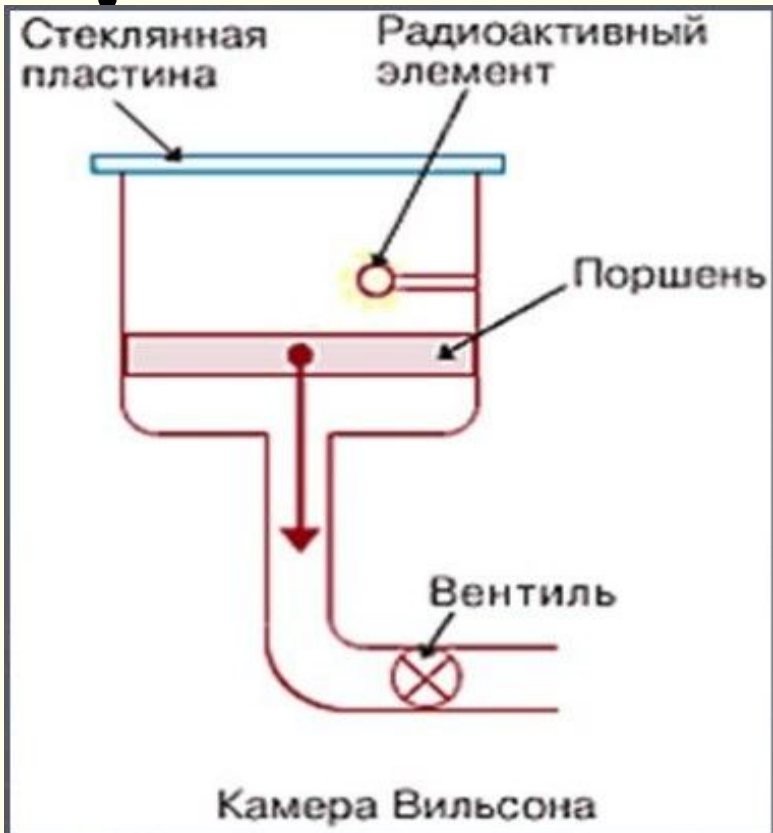
- **Где используется:**
  - регистрация радиоактивных загрязнений на местности, в помещениях, одежды, продуктов и т.д.
  - на объектах хранения радиоактивных материалов или с работающими ядерными реакторами
  - при поиске залежей радиоактивной руды (U - уран, Th - торий).

- 1882г. нем физик Вильгельм Гейгер.



Различные виды счётчиков Гейгера.

Камера Вильсона основана на конденсации перенасыщенного пара на ионах с образованием капелек воды.



Камера представляет собой герметически плотно закрытый сосуд со стеклянной крышкой. Внутри над поршнем находятся пары спирта и источник радиоактивного вещества. С помощью вентилля можно поднимать или опустить поршень.



# Камера Вильсона

Поднимая поршень пар спирта становится перенасыщенным .

При резком опускании поршня пар охлаждается и легко конденсируется. Центрами образования капелек становятся ионы, которых образует частица, вылетевшая из источника радиоактивного излучения. Эти капельки образуют видимый след (трек) частицы.

По длине трека определяют энергию частицы, по числу капелек на единицу длины – скорость. По искривлению трека в МП определяют отношение заряда к массе, а по нему – вид частицы.

# Камера Вильсона применяется для изучения характеристик радиоактивных частиц



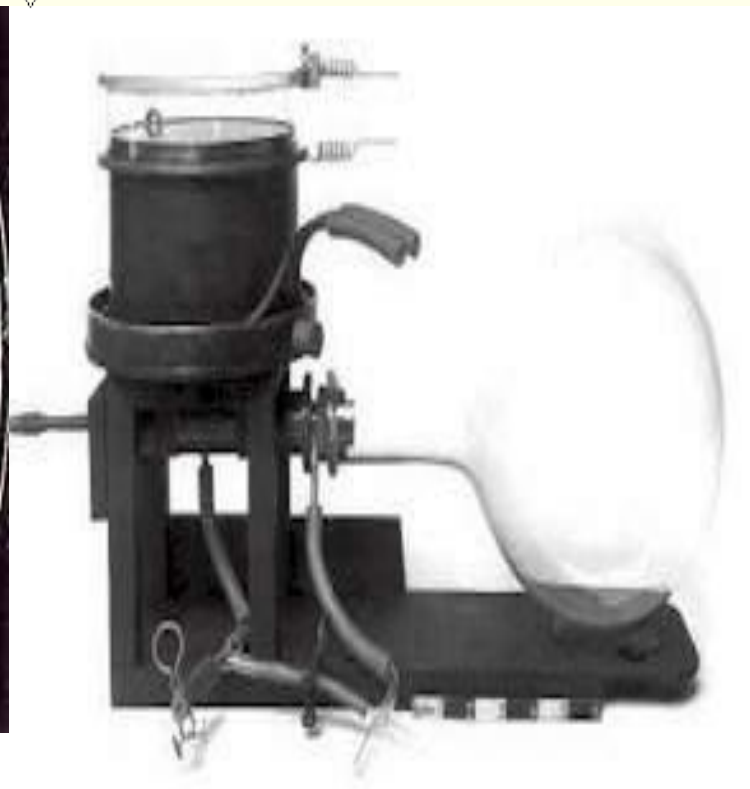
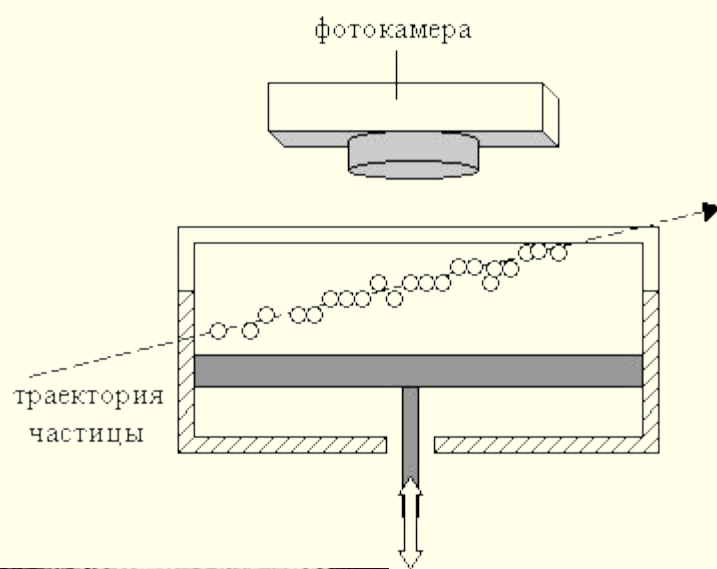
- Применяется для наблюдения и фотографирования следов частиц (треков).

- Например:
  1. альфа-частица дает сплошной толстый трек,
  2. протон - тонкий трек,
  3. электрон - пунктирный трек.

Рис. 28. Первое искусственное превращение элементов — взаимодействие  $\alpha$ -частицы с ядром азота, в результате которого образовались ядро кислорода и протон.



- Изобрёл прибор в 1912 году **английский физик Вильсон** для наблюдения и фотографирования следов заряженных частиц. Ему в 1927 году присуждена Нобелевская премия.
- Советские физики **П.Л.Капица** и **Д.В.Скобельцин** предложили помещать камеру Вильсона в однородное магнитное поле.



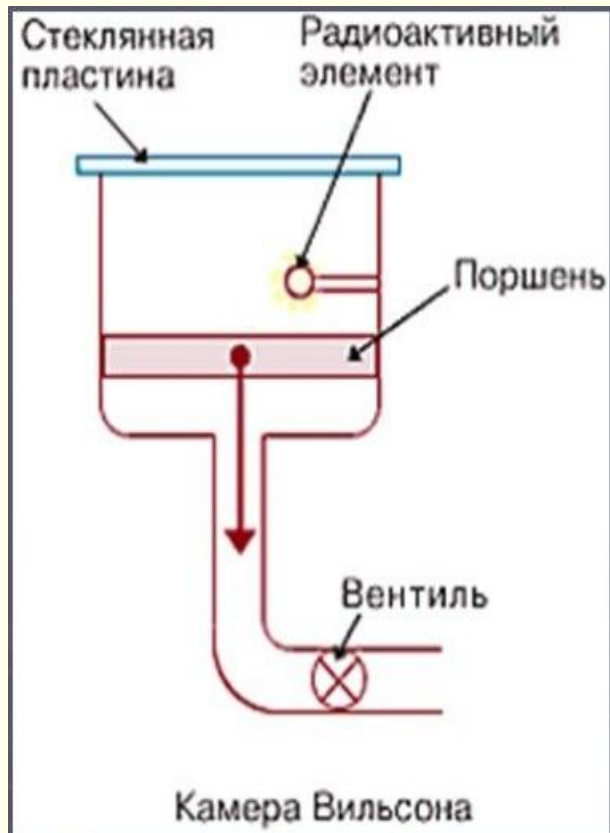
Различные виды камер Вильсона и фотографии треков частиц.

# Пузырьковая камера основана на образовании пузырьков пара в перегретой жидкости.

1952 год. Д.Глейзер.

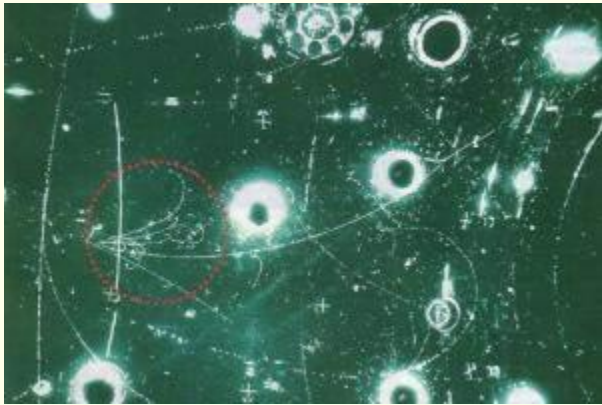
Пузырьковая камера имеет такой же вид, что и камера Вильсона. Только вместо пара в камере находится перегретая жидкость (жидкий водород и пропан), т.е. при высоком давлении и при температуре больше чем температура кипения.

При резком понижении поршня жидкость закипает, образуются первые пузырьки пара на ионах, которые возникли при пролетании радиоактивной частицы из источника. Эти пузырьки образуют видимый трек.



# Пузырьковая камера применяется для наблюдения частиц с большой энергией

## Преимущества перед камерой Вильсона:

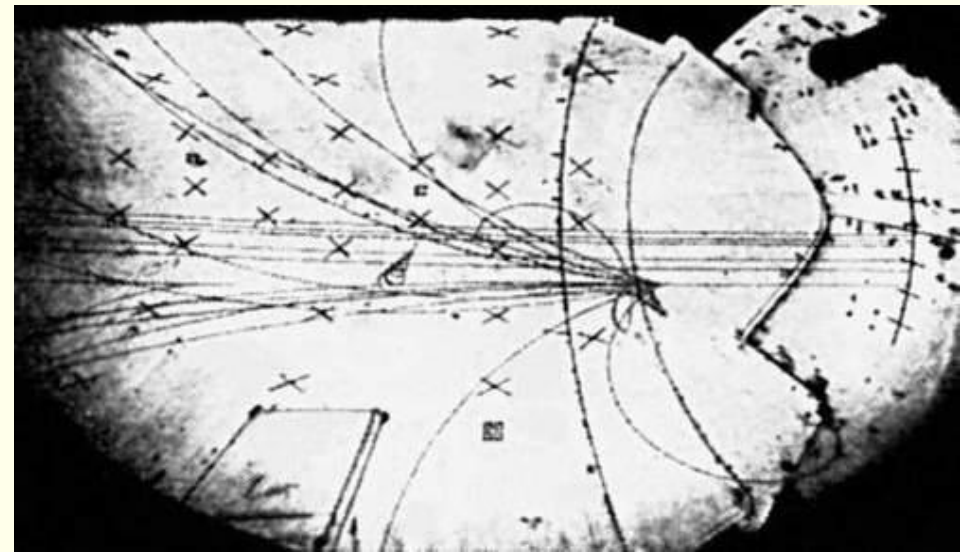
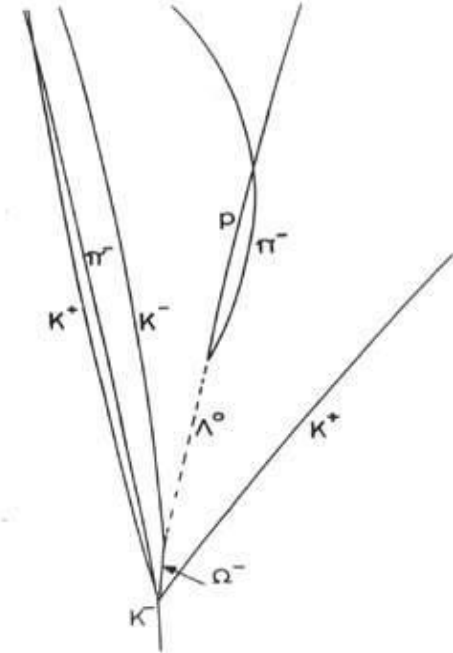


1. Большая плотность среды, следовательно короткие треки
2. Частицы застревают в камере и можно проводить дальнейшее наблюдение частиц
3. Больше быстроедействие





Различные виды пузырьковой камеры и фотографии треков частиц.  
 $K^- p \rightarrow \Omega^- K^+ K^+ \pi^-$  AT 10 GeV/c



# Метод толстослойных фотоэмульсий основан на ионизирующем действии быстрых заряженных частиц

Фотоэмульсия содержит большое количество кристалликов бромида серебра. Заряженная частица разрушает молекулы бромида серебра в кристалликах, сквозь которых прошла. Образуется скрытое изображение. При проявлении образуется трек частицы.

По длине и толщине трека можно определить энергию и массу частиц.

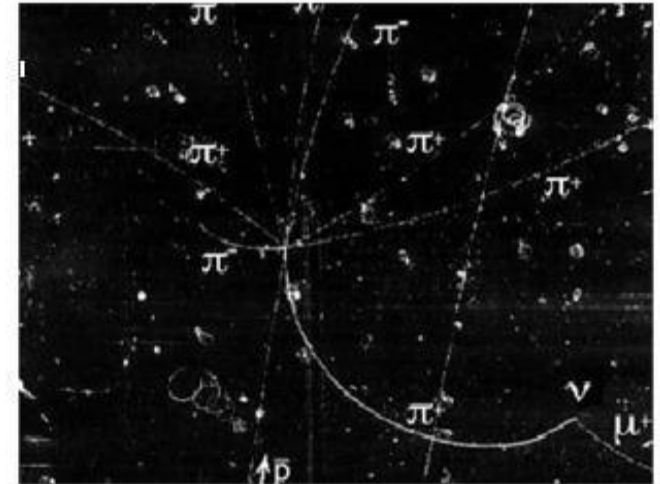
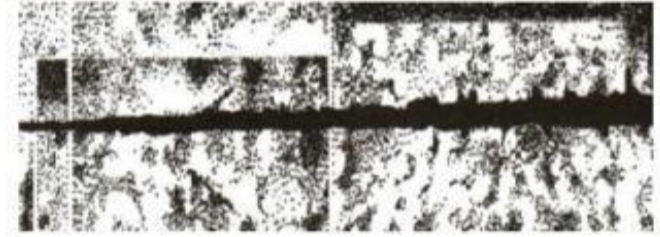
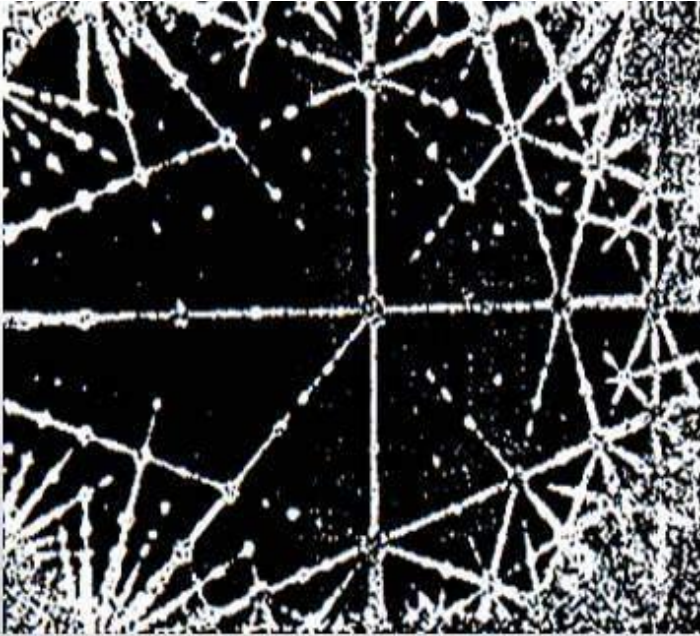
Фотоэмульсия имеет большую плотность, поэтому треки получаются короткими.



# Применяется для одновременного наблюдения нескольких частиц с большой энергией

## Преимущества:

1. Им можно регистрировать траектории всех частиц, пролетевших сквозь фотопластинку за время наблюдения.
2. Фотопластинка всегда готова для применения, (эмульсия не требует процедур, которые приводили бы ее в рабочее состояние).
3. Он дает неисчезающий след частицы, которую потом можно, тщательно изучать.
4. Позволяет регистрировать редкие явления из-за большого времени экспозиции.
5. Следы со временем не исчезают и могут применяться для последующих исследований



## Недостатки метода:

1. длительность и
2. сложность химической обработки фотопластинок
3. много времени требуется для рассмотрения каждой пластинки в сильном микроскопе.