

Экспериментальные методы регистрации ионизирующих излучений

Экспериментальные методы ионизирующих излучений

- Для изучения ядерных явлений были разработаны многочисленные методы регистрации элементарных частиц и излучений.
- Рассмотрим некоторые из них, которые наиболее широко используются.



Камера
Вильсона

один из первых в истории приборов
для регистрации следов (треков)
заряженных частиц.

Год
изобретения

1910-1912

Автор
изобретения

Чарльз
Вильсон
(шотландский физик)

Принцип
действия

Конденсация пересыщенного пара при появлении
в паре центров конденсации – ионов, сопровождающих след
заряженной частицы

1927

Нобелевская премия

Камера Вильсона

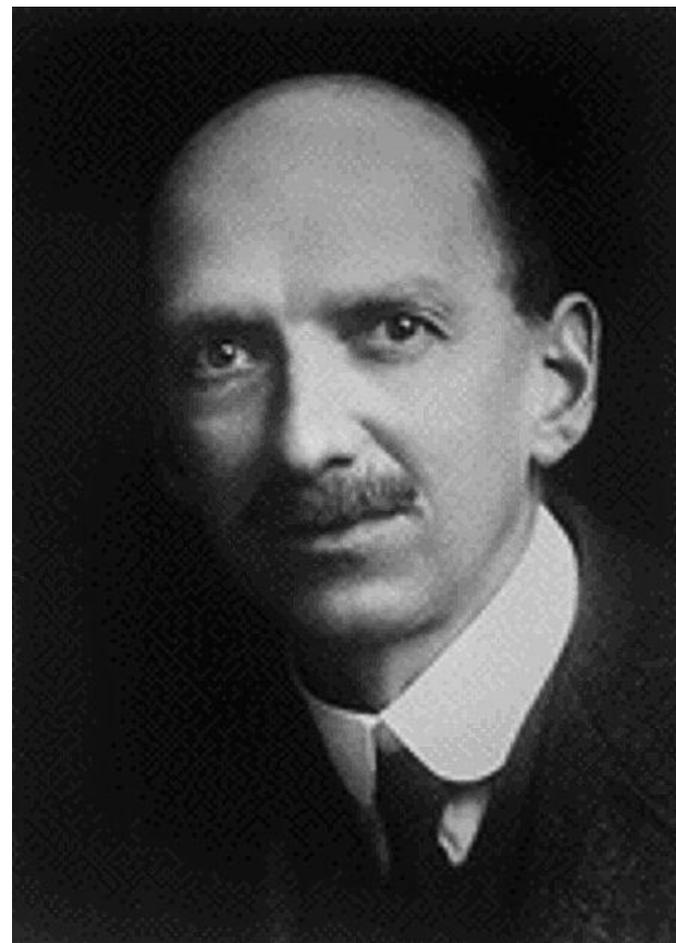
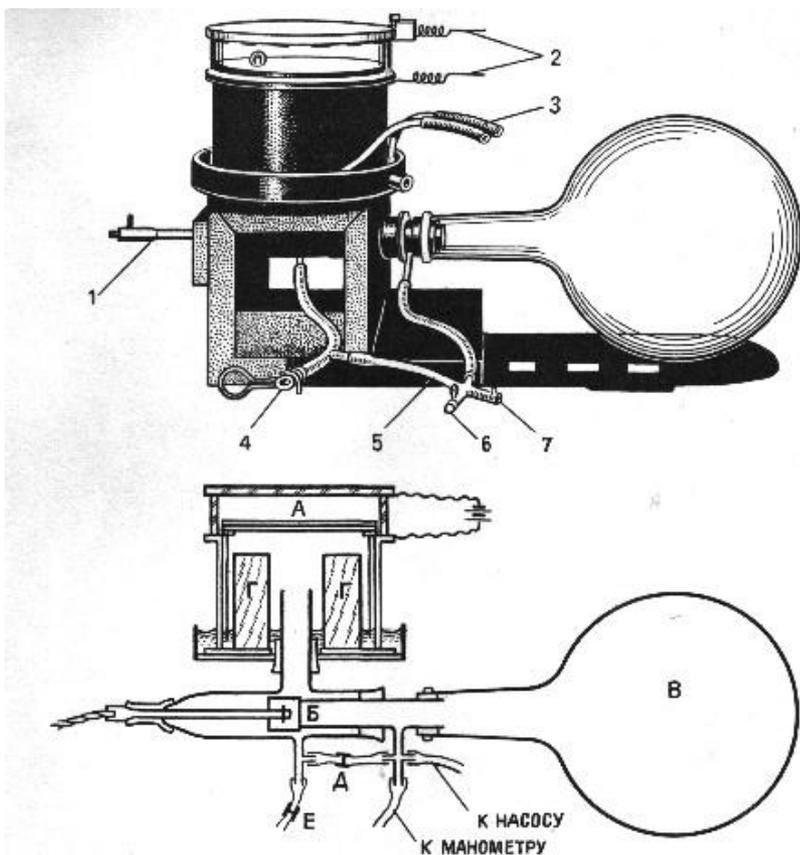
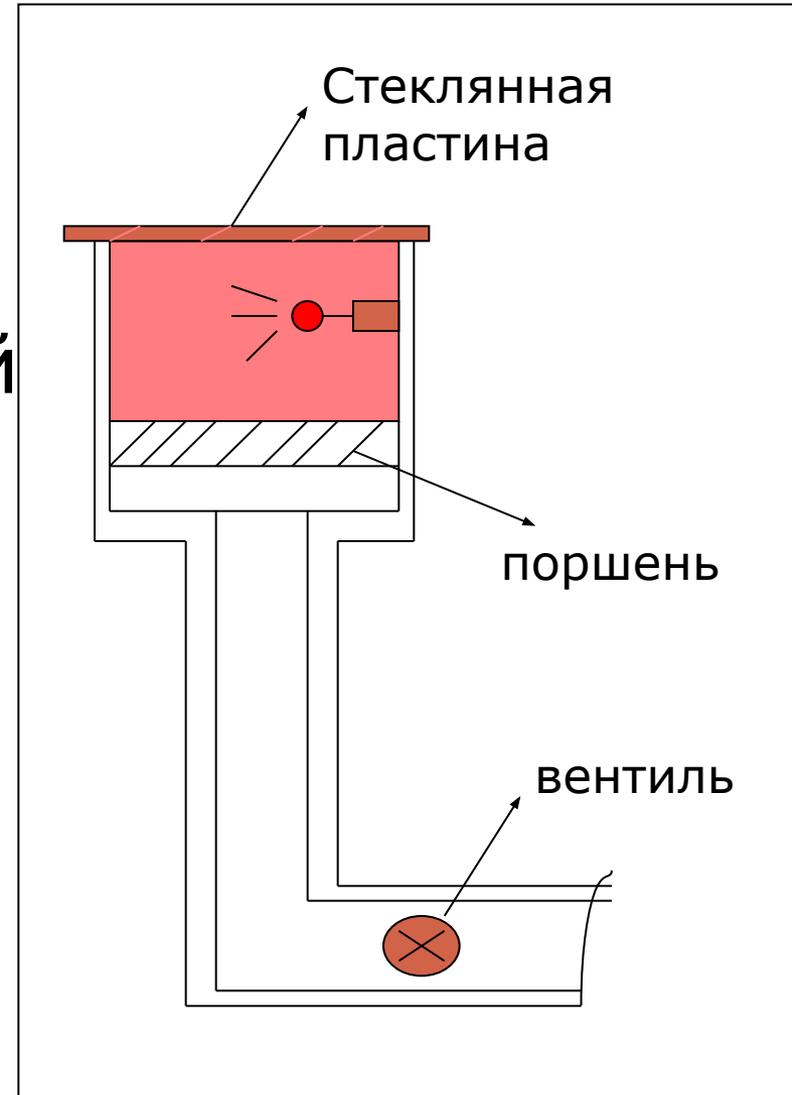


Рис. 6. Внешний вид и схема устройства одной из первых камер Вильсона.

Камера Вильсона

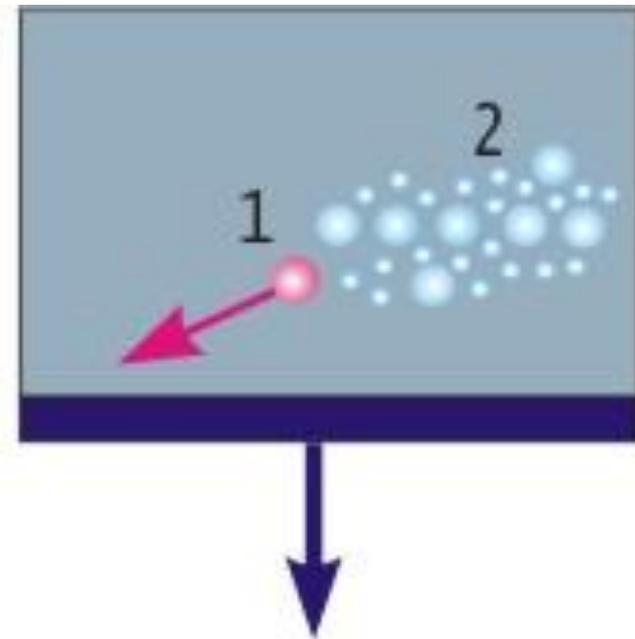
- Камеру Вильсона можно назвать "окном" в микромир. Она представляет собой герметически закрытый сосуд, заполненный пересыщенными парами воды или спиртами.



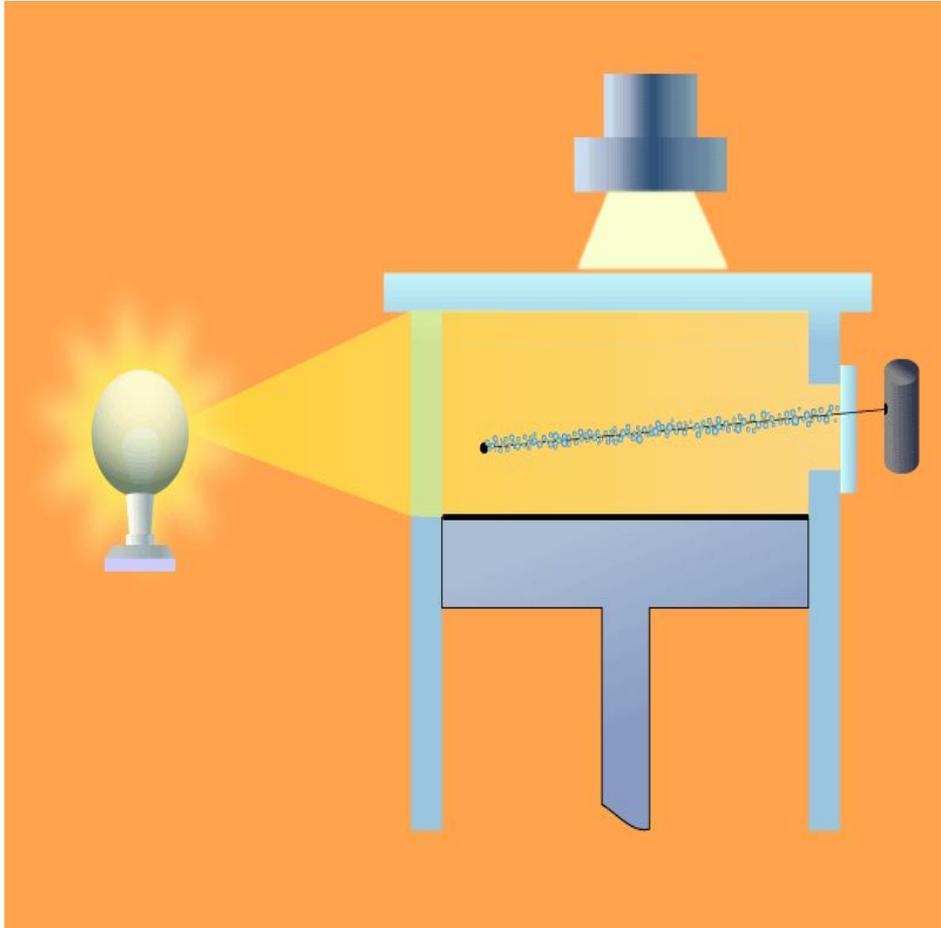
Камера Вильсона

- Рабочий объем камеры заполнен газом, который содержит насыщенный пар. При быстром перемещении поршня вниз газ в объеме адиабатически расширяется и охлаждается, при этом становясь перенасыщенным. Когда в этом пространстве пролетает частица, создавая на своем пути ионы, то на этих ионах образуются капельки сконденсированного пара. В камере возникает след траектории частицы (трек) в виде полоски тумана.

- *1-ионизирующая частица*
- *2-трек частицы*



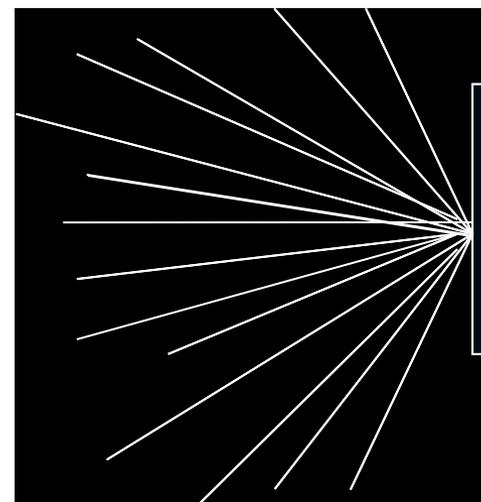
Следы частиц в камере Вильсона



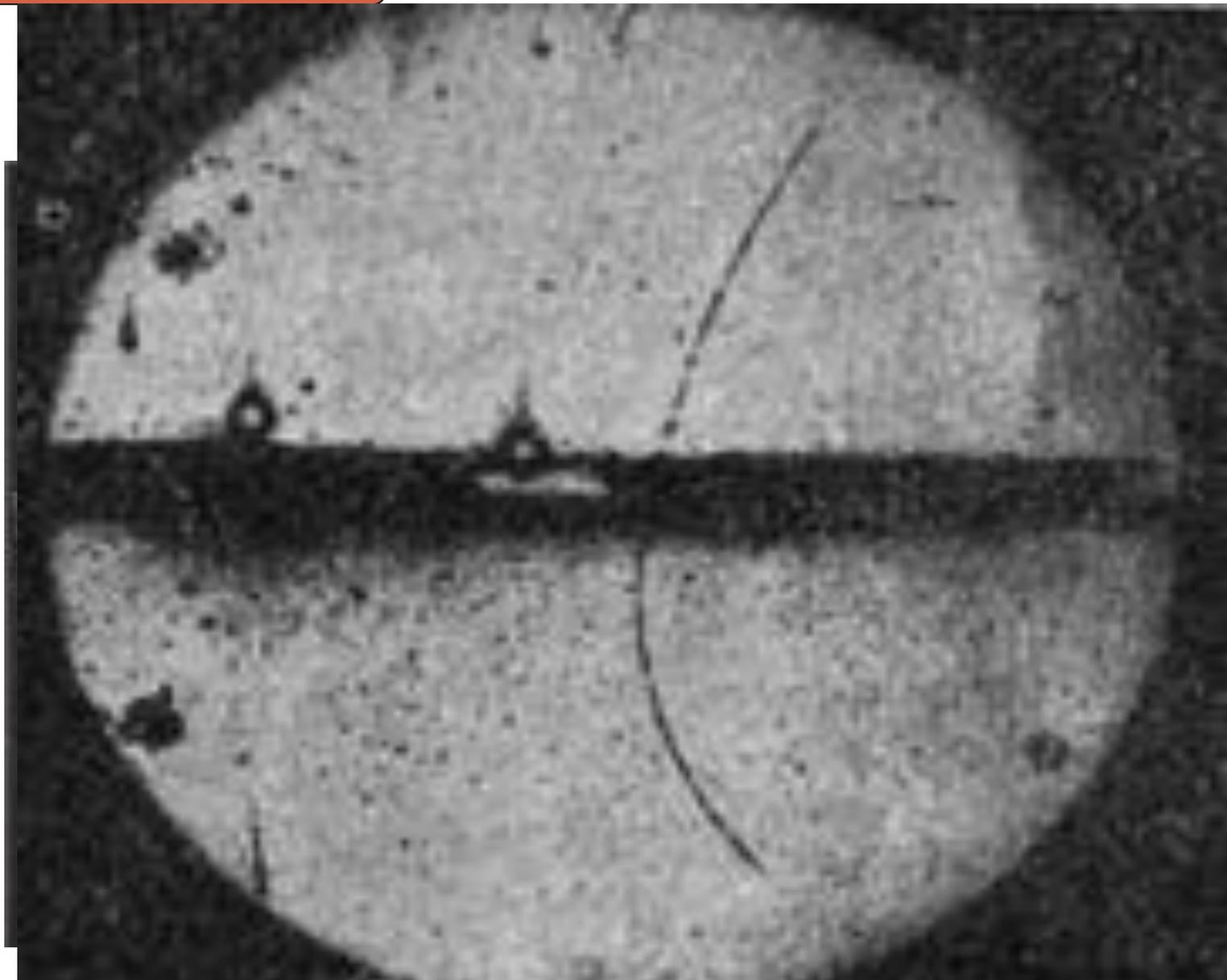
- Камера Вильсона представляет собой герметичную камеру, заполненную перенасыщенным паром. Частица, пролетая через камеру, вызывает конденсацию пара вдоль своей траектории. Оставшийся след фотографируется через стеклянную стенку камеры.

Если частицы проникают в камеру, то на её пути возникают капельки воды. Эти капельки образуют видимый след пролетевшей частицы- **трек**.

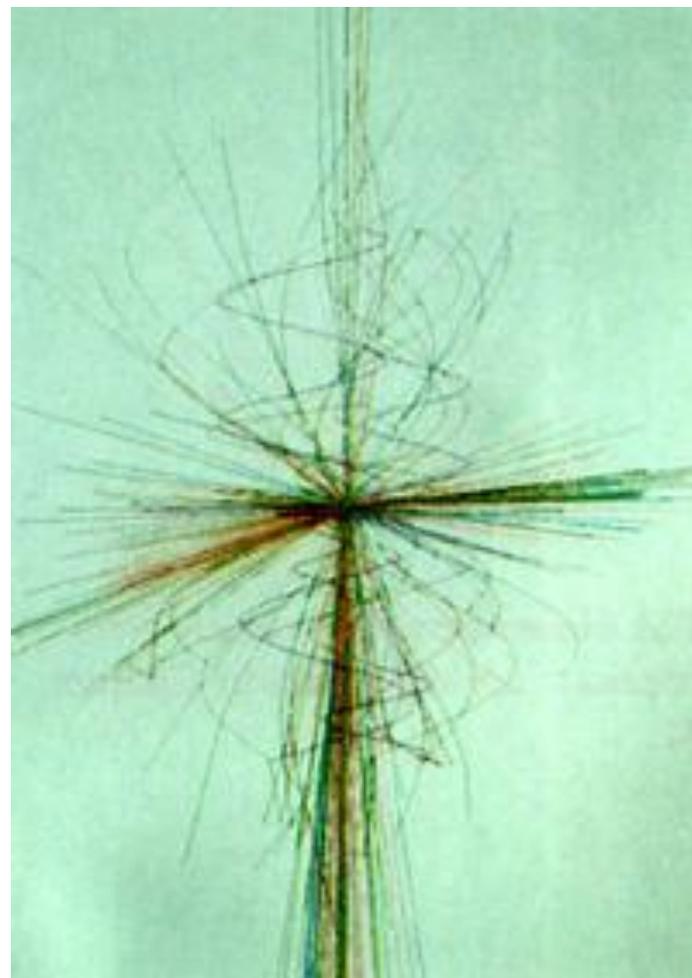
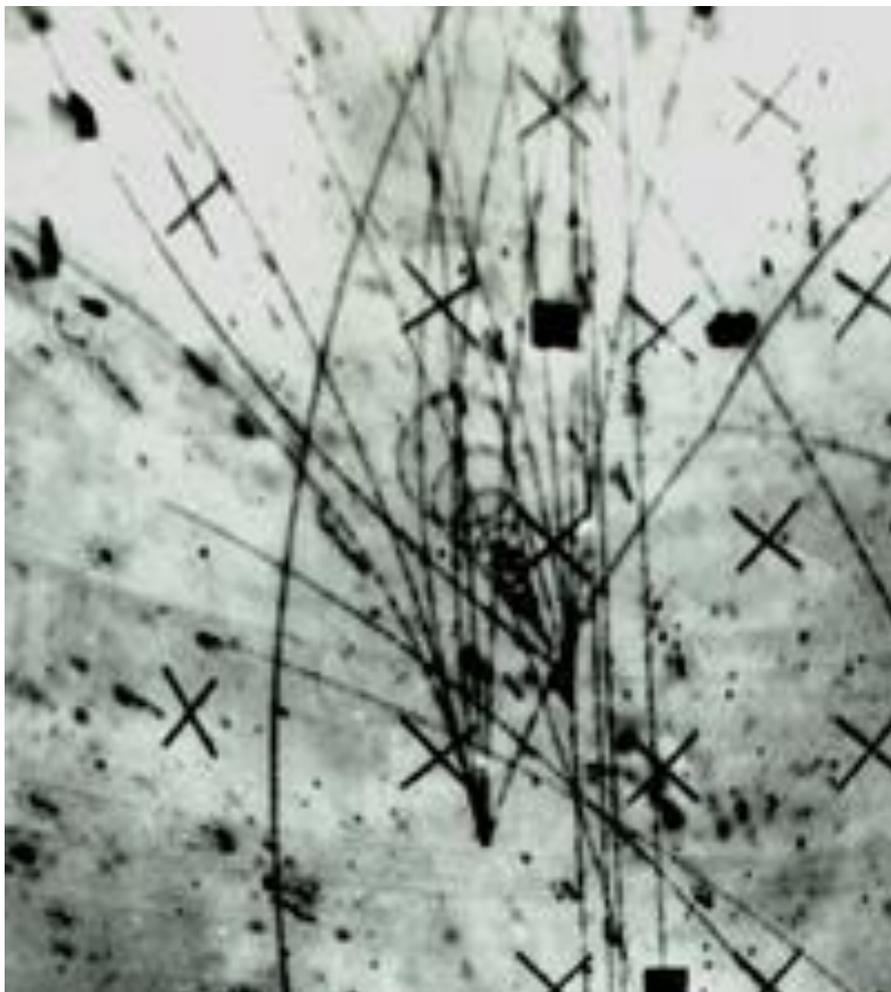
- По длине трека можно определить энергию частицы;
- По числу капелек на единицу длины оценивается её скорость.
- По кривизне трека оценивают заряд частицы и её массу.



Камера Вильсона



Трек позитрона в первой камере Вильсона



Треки частиц (рис.1), протонов (рис.2) в камере Вильсона

Камера Вильсона

Название	Процесс	Принцип действия
Камера Вильсона	Ионизация молекул газа быстрыми заряженными частицами	При быстром опускании поршня, пар охлаждается вследствие адиабатного расширения и становится перенасыщенным. Заряженная частица, пролетая через рабочий объем, ионизирует молекулы пара. Вдоль траектории образуется цепочка ионов, которые являются центрами конденсации. Капельки жидкости обрисовывают след движения частицы.

Камера
пузырьковая



прибор
для регистрации следов (треков)
заряженных частиц.

Год
изобретения



1952

Автор
изобретения



Дональд Артур Глейзер
(американский физик)

Принцип
действия



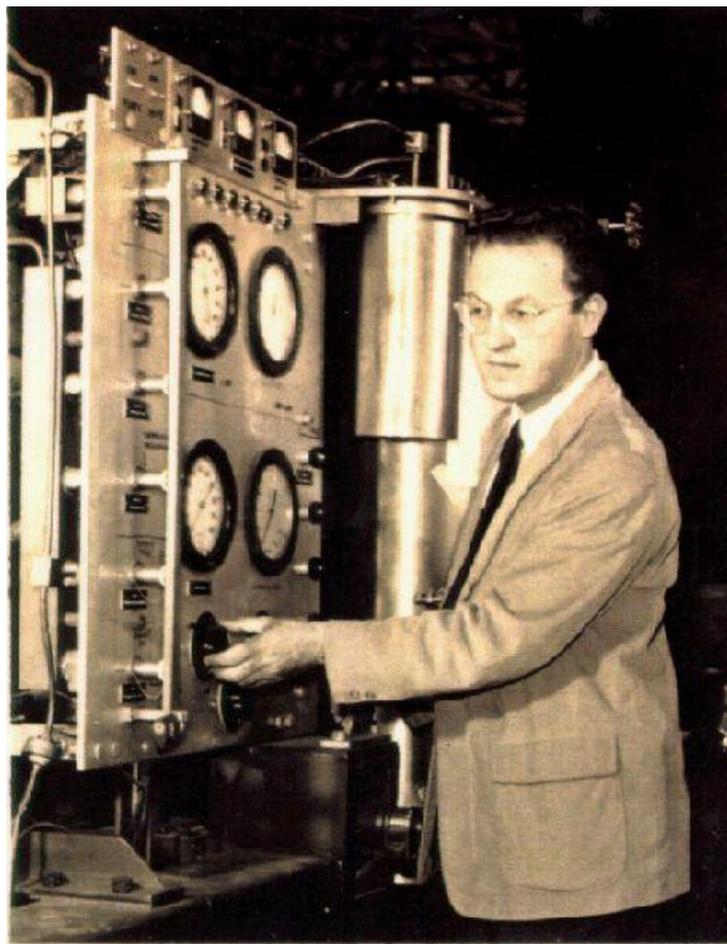
Заряженная частица образует на своем пути цепочку ионов, что приводит к резкому закипанию жидкости. Вдоль траектории частицы появляются пузырьки пара

1960



Нобелевская премия

Пузырьковая камера

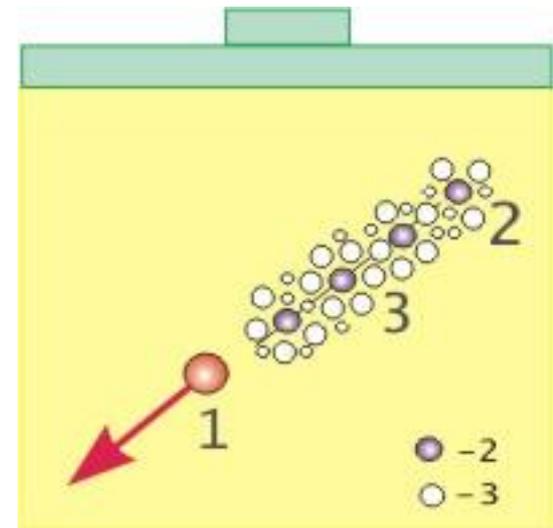


Пузырьковая камера

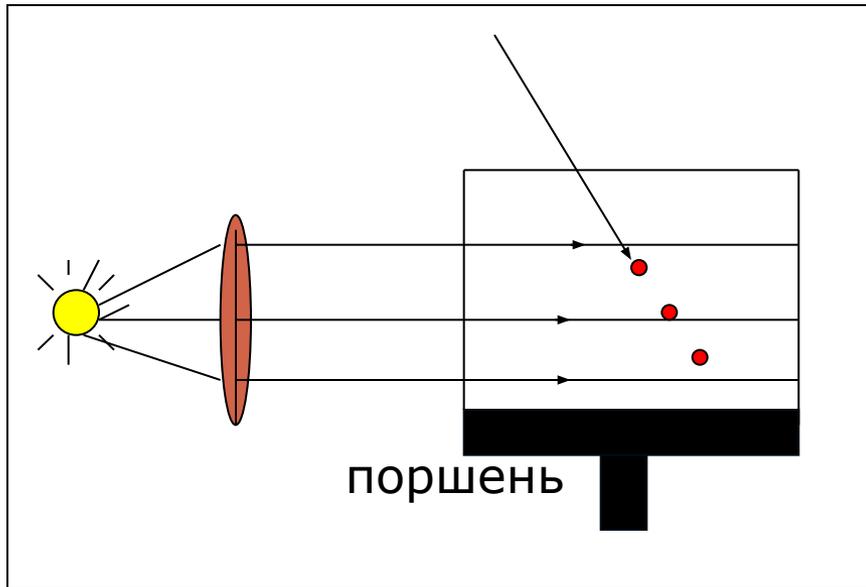
- **Пузырьковая камера**

Пузырьковая камера обычно заполняется пропаном, но могут применяться и другие заполнители: водород, азот, эфир, ксенон, фреон и т.д. Рабочая жидкость находится в перегретом состоянии, и заряженная частица, двигаясь в ней, создает центры парообразования. Пузырьки пара образуют видимый след движения частицы в жидкости. Пузырьковые камеры широко применяются для работы на ускорителях.

- 1-ионизирующая частица
- 2- ион-центр парообразования
- 3- пузырьки пара вскипающей жидкости



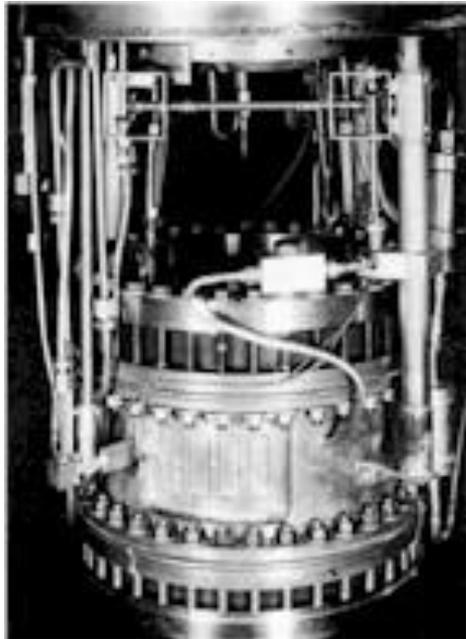
Пузырьковая камера



- При понижении давления жидкость в камере переходит в перегретое состояние.
- Частицы, пролетающие через камеру испаряют жидкость, образуя пузырьки.

Траектории заряжённых частиц

- Пролёт частицы вызывает образование цепочки пузырьков, которые можно сфотографировать.



Пузырьковая камера

Название	Процесс	Принцип действия
Пузырьковая камера	Ионизация жидкости	Рабочий объем заполнен нагретым почти до кипения жидким водородом или пропаном, находящимся под высоким давлением. В перегретое состояние жидкость переводят резко уменьшая давление. Заряженная частица образует на своем пути цепочку ионов, что приводит к резкому закипанию жидкости. Вдоль траектории частицы появляются пузырьки пара (трек).

Газоразрядный
счетчик



прибор
для фиксации
заряженных частиц.

Год
изобретения



1908

Автор
изобретения



Ганс Вильгельм
Гейгер
(немецкий физик)

Принцип
действия



Ионизация молекул газа и газовый разряд

1908



не стал нобелевским
Лауреатом(год вручения
Резерфорду Нобелевской премии.)

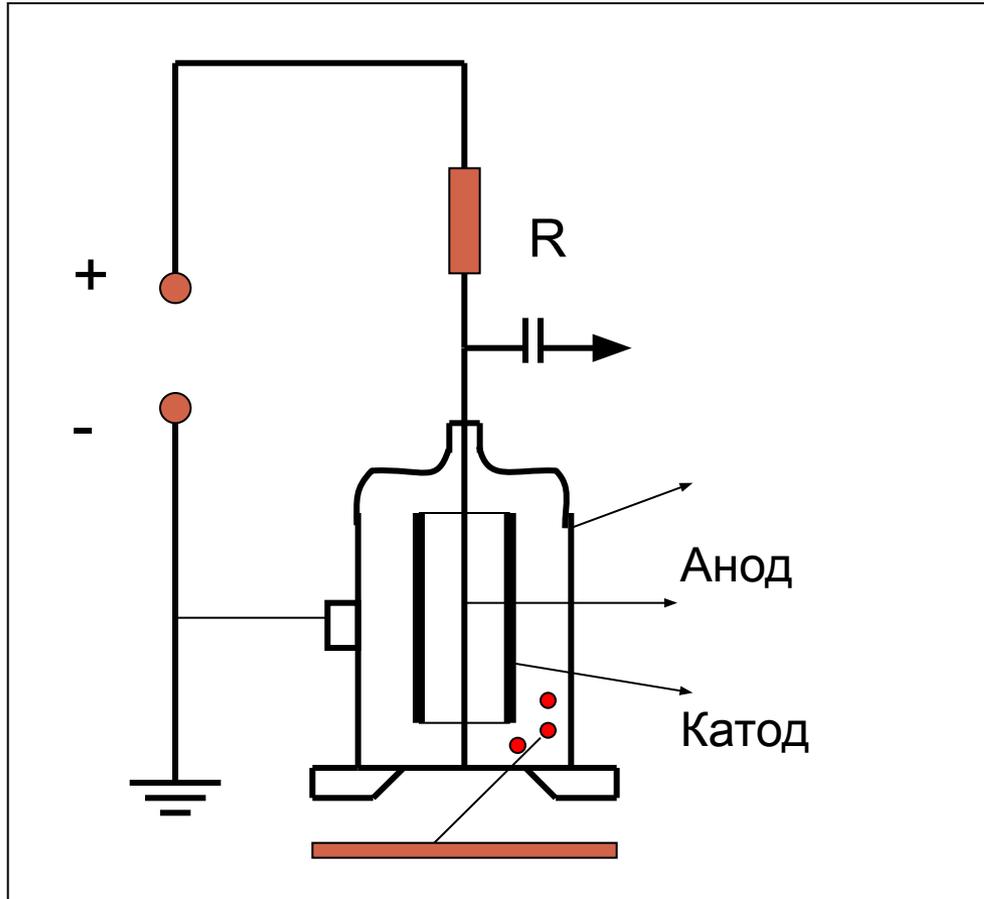
Счетчик Гейгера





- В изображенном на рисунке приборе радиационного контроля используется счетчик Гейгера, который может определить наличие радиоактивного излучения и позволяет оценить его интенсивность.

Газоразрядный счётчик Гейгера



- В газоразрядном счетчике имеются катод в виде цилиндра и анод в виде тонкой проволоки по оси цилиндра.
- Пространство между катодом и анодом заполняется специальной смесью газов.
- Между катодом и анодом прикладывается напряжение.

Счетчик Гейгера



Применение счётчика

- Счётчик Гейгера применяется в основном для регистрации фотонов и γ -квантов.
- Счётчик регистрирует почти все падающие в него электроны.
- Регистрация сложных частиц затруднена.

Счетчик Гейгера-Мюллера

Название	Процесс	Принцип действия
Счетчик Гейгера-Мюллера	Ионизация молекул газа и газовый разряд	Между цилиндром и нитью приложено высокое напряжение. Цилиндр заполнен газом. Пролетающая частица ионизирует газ. Цепочка образующихся ионов стекает к аноду и нейтрализуется. Электроны разгоняются электрическим полем, создавая искровой разряд, регистрируемый специальным устройством.

Сцинтилляционн
ый
счетчик



прибор
для подсчета
заряженных частиц.

Год
изобретения



1908

Автор
изобретения



Эрнест Резерфорд
(британский физик
новозеландского
происхождения)

Принцип
действия



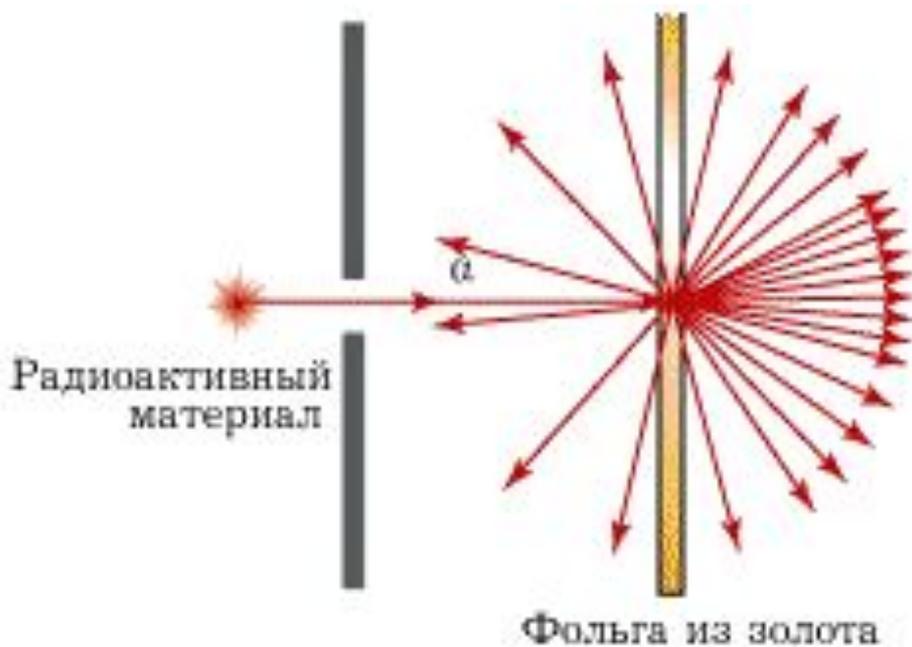
Заряженная частица вызывает вспышку света
в люминофоре

1908



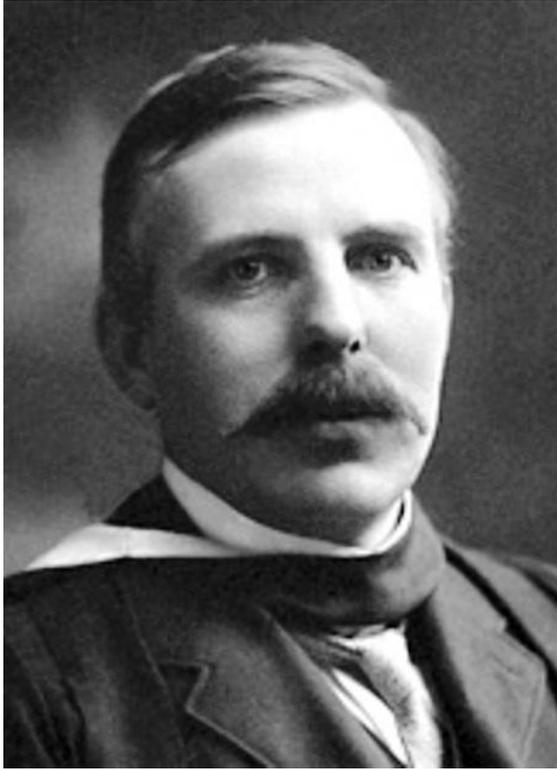
Нобелевский
Лауреат

СЦИНТИЛЛЯЦИЯ



(от лат. scintillatio — мерцание), кратковременная вспышка люминесценции, возникающая в сцинтилляторах под действием ионизирующих излучений (напр., быстрых электронов).

СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЙ ДЕТЕКТОР



Сцинтилляционный спектрометр - прибор для регистрации и спектрометрии частиц. Действие основано на возбуждении заряженными частицами в ряде веществ световых вспышек (сцинтилляций), которые регистрируются фотоэлектронными умножителями. Используются в телевизорах (светящийся при работе экран). Э. Резерфорд применил в опытах по рассеянию α - частиц.



Сцинтилляционный метод

Название	Процесс	Принцип действия
Метод сцинтилляций Спинтарископ	Свечение (люминесценция)	При ударах частиц, испускаемых радиоактивным препаратом, наблюдаются отдельные точечные свечения люминофора.

Фотоэмульсионная камера



прибор
для определения вида ядерной реакции.

Год
изобретения



1928

Автор
изобретения



Лев Владимирович Мысовский,
Г.Н.Жданов,
(советские физики)

Принцип
действия



Ионизация молекул фотоэмульсии

Метод толстослойных фотоэмульсий



- Пучок элементарных частиц, пролетая через фотоэмульсионный слой, оставляет следы, которые можно увидеть после проявления пленки. Анализируя траектории этих следов, можно судить о видах частиц, которые содержатся в пучке.

Метод толстослойных фотоэмульсий

Название	Процесс	Принцип действия
Метод толстослойных фотоэмульсий	Ионизация молекул фотоэмульсии	<p>Ядерные фотоэмульсии имеют толщину 600-1200мкм. Частицы, попадая в слой фотоэмульсии, вызывают ионизацию молекул, приводящую к почернению зерен.</p> <p>После химической обработки треки частиц становятся видимыми.</p>

Фотографически е эмульсии

Заряженные частицы создают скрытые изображения следа движения.

По длине и толщине трека можно оценить энергию и массу частицы.

Фотоэмульсия имеет большую плотность, поэтому треки получаются короткими.