

# Экспериментальные методы регистрации ионизирующих излучений

11 класс

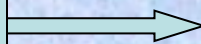
Подготовили: Гаськова М. Яремич В. учитель  
Антикуз Е.В.

## 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.

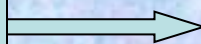


Камера  
Вильсона



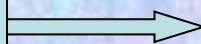
один из первых в истории приборов  
для регистрации следов (треков)  
заряженных частиц.

Год  
изобретения



1910-1912

Автор  
изобретения



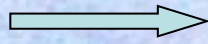
Чарльз  
Вильсон  
(шотландский физик)

Принцип  
действия



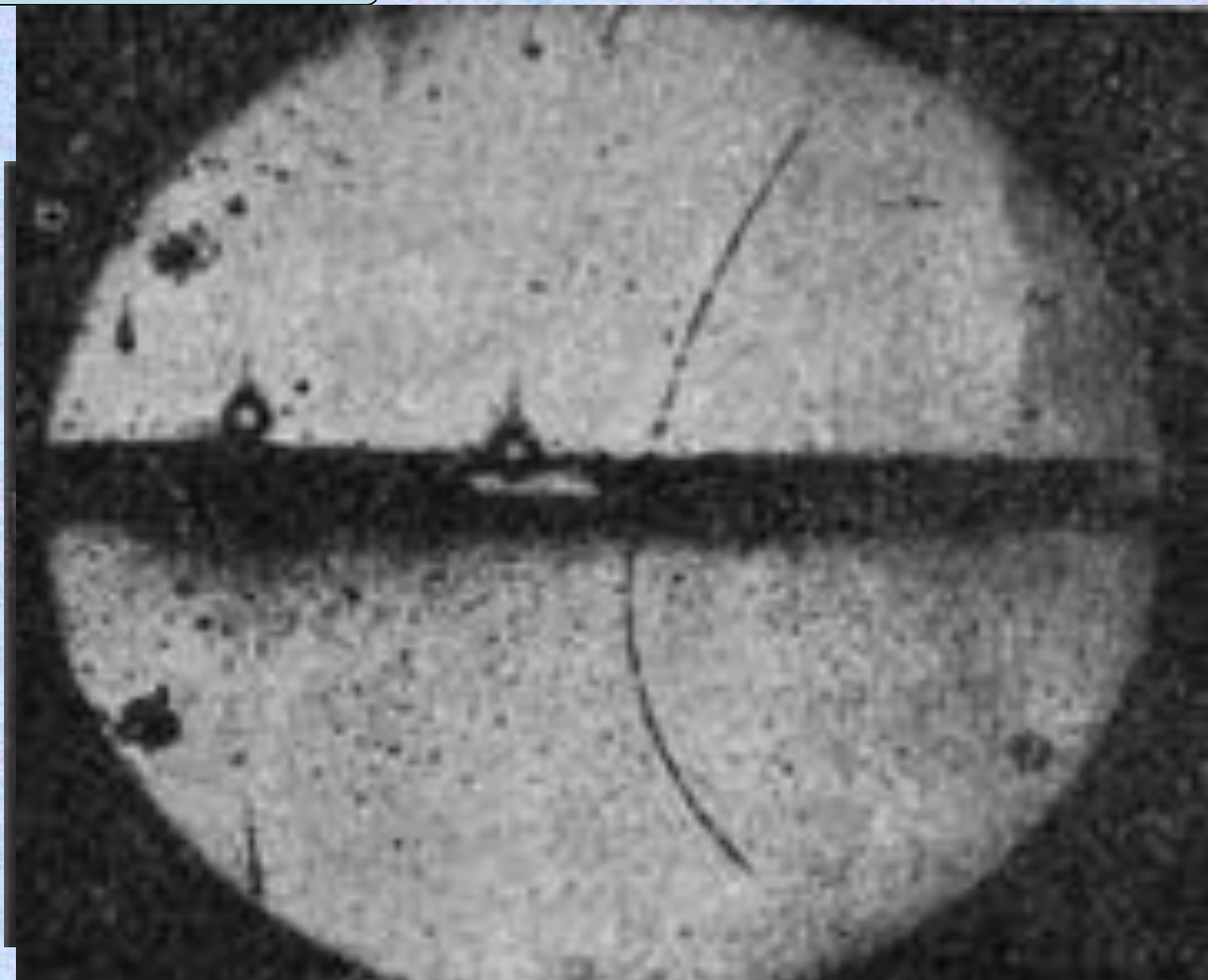
Конденсация пересыщенного пара при появлении  
в паре центров конденсации – ионов, сопровождающих след  
заряженной частицы

1927



Нобелевская премия

# Камера Вильсона

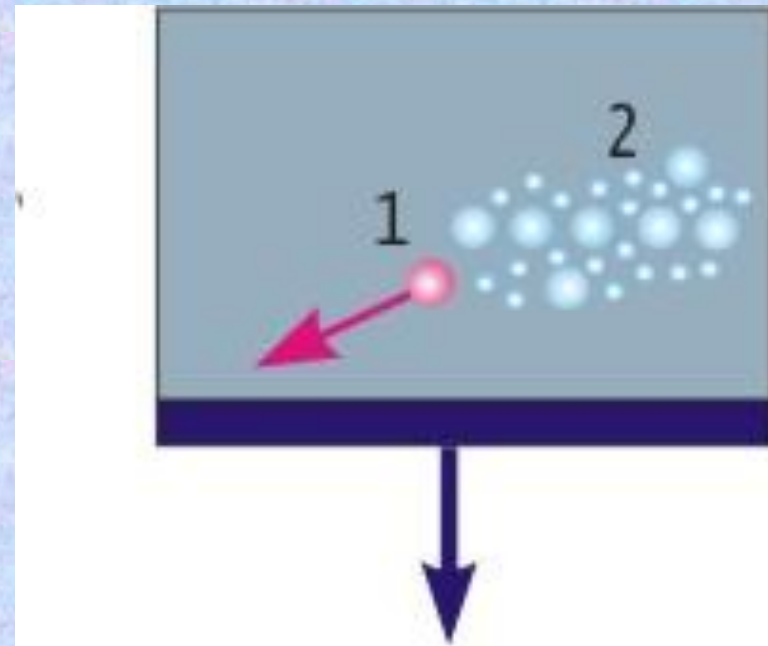


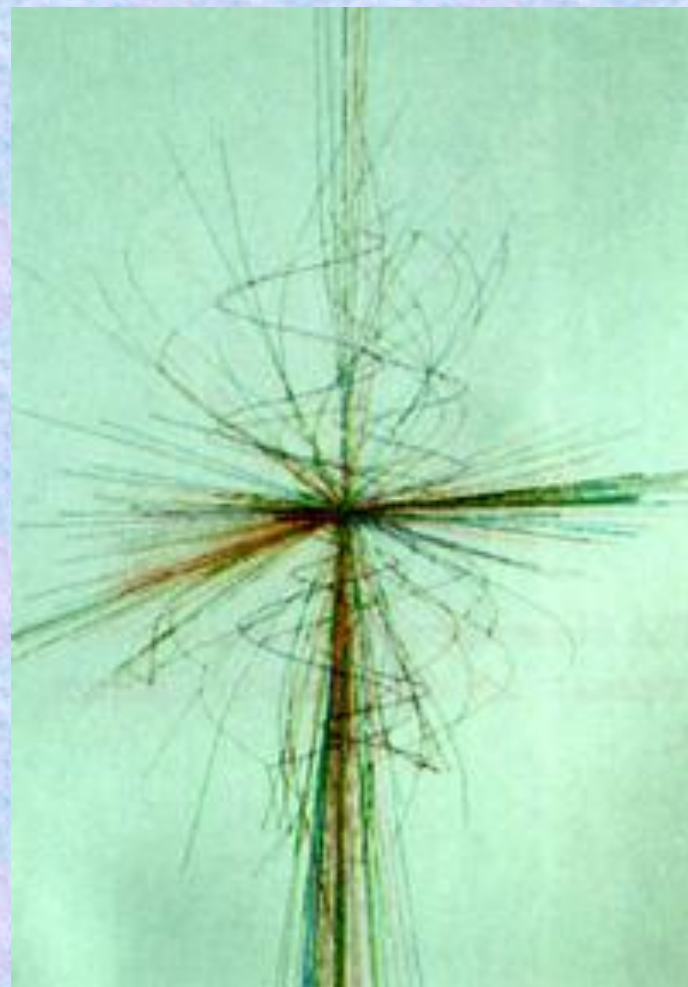
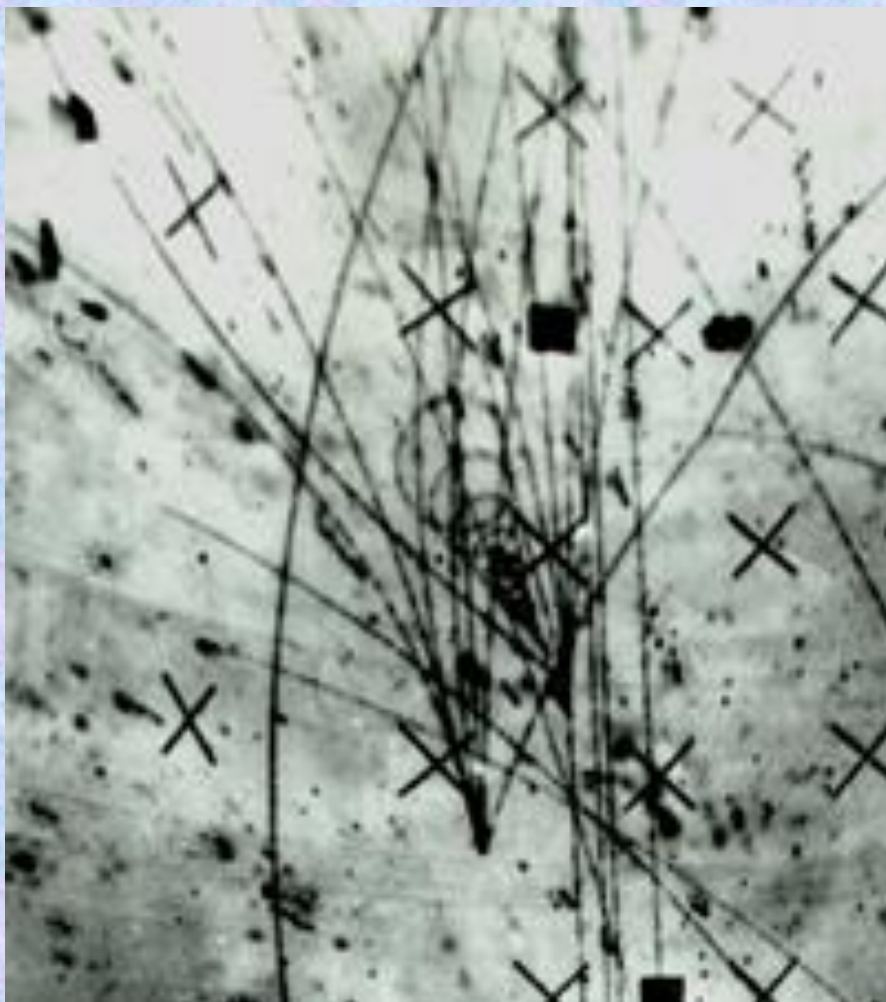
Трек позитрона в первой камере Вильсона

# 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, создающая 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*



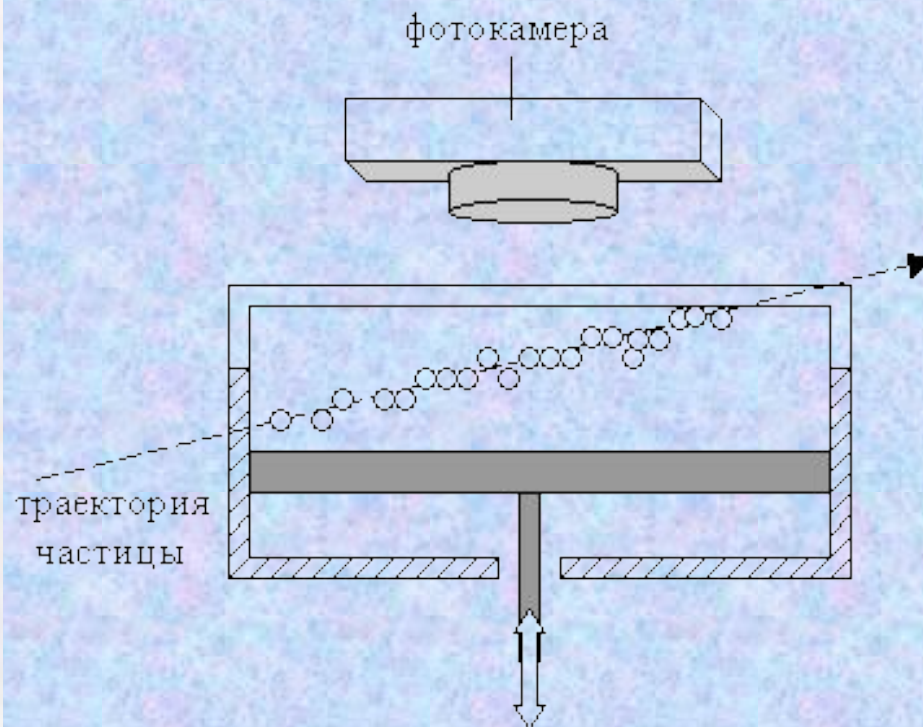
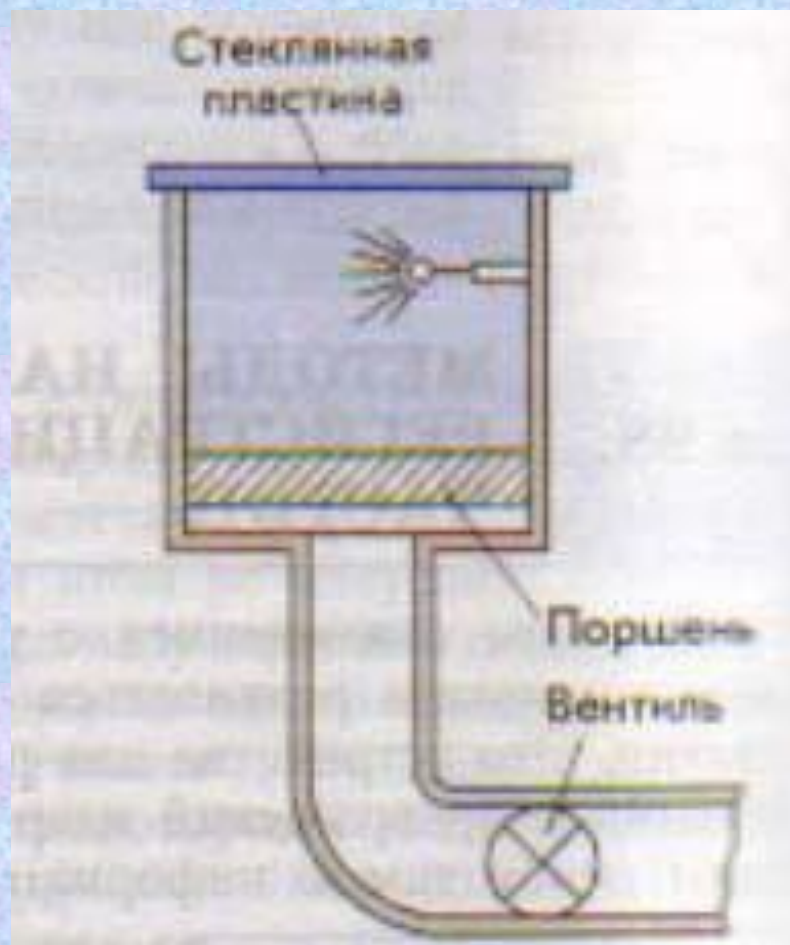


Треки частиц (рис.1), протонов (рис.2) в камере Вильсона

# 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.

# Принцип работы камеры Вильсона





## Пузырьковая камера

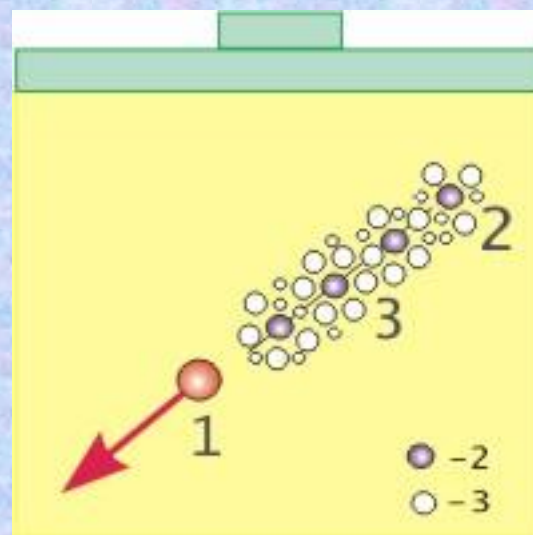
Название	Процесс	Принцип действия
Пузырьковая камера	Ионизация жидкости	Рабочий объем заполнен нагретым почти до кипения жидким водородом или пропаном, находящимся под высоким давлением. В перегретое состояние жидкость переводят резко уменьшая давление. Заряженная частица образует на своем пути цепочку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

# 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



# Счетчик Гейгера-Мюллера

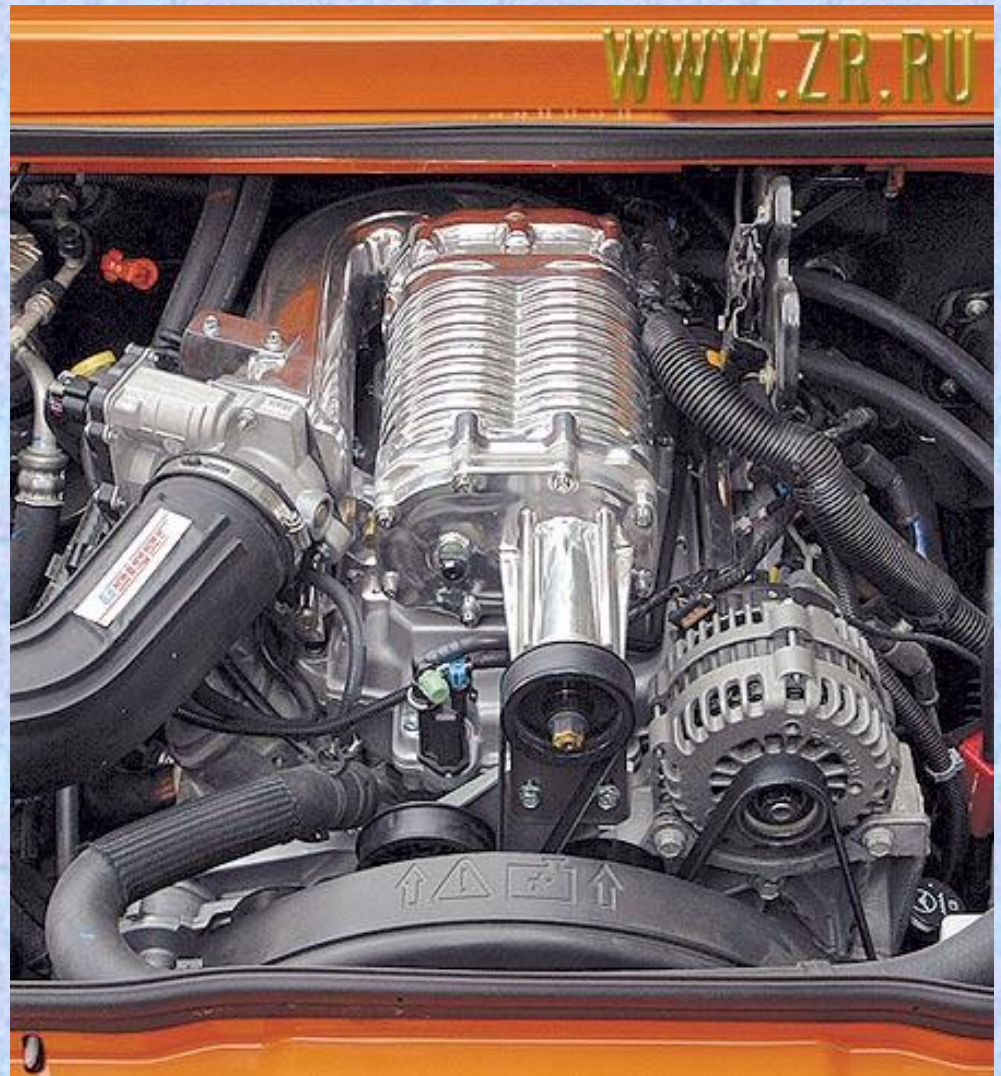
Название	Процесс	Принцип действия
Счетчик Гейгера-Мюллера	Ионизация молекул газа и газовый разряд	Между цилиндром и нитью приложено высокое напряжение. Цилиндр заполнен газом. Пролетающая частица ионизирует газ. Цепочка образующихся ионов стекает к аноду и нейтрализуется. Электроны разгоняются электрическим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

## Счетчик Гейгера



- Первый основной прибор для регистрации частиц был изобретён в 1908 году Г.Гейгером и им же усовершенствован совместно с И.Мюллером.
- Счетчик Гейгера-Мюллера - газовый счетчик, применяемый для обнаружения и исследования радиоактивных и других ионизирующих излучений.
- Счетчик Гейгера-Мюллера представляет собой газоразрядный промежуток с сильно неоднородным электрическим полем. Для регистрации ионизирующих частиц к электродам счетчика прикладывается высокое напряжение.
- Заряженная частица, попав в рабочий объем, ионизирует газ, и в счетчике возникает коронный разряд.
- Прибор основан на ударной ионизации. Широко используют в ядерной технике, а так же при поиске слабо радиоактивных урановых и ториевых руд.

# Счетчик Гейгера



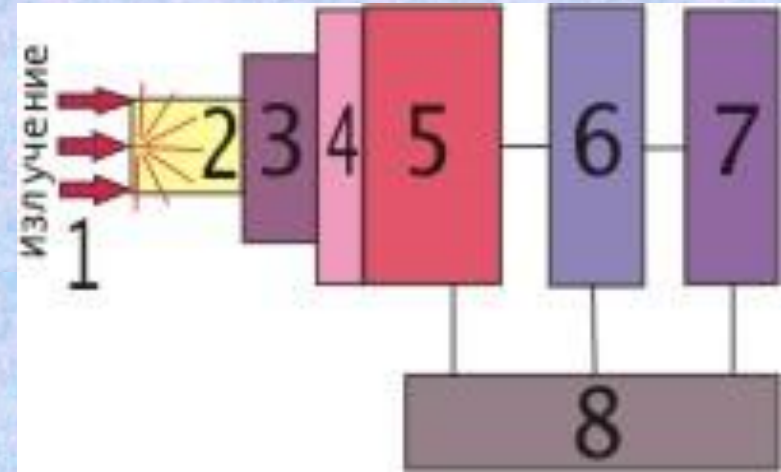
## Сцинтилляционный метод

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

# Сцинтилляционный метод

- Сцинтилляционный счетчик состоит из сцинтиллятора, фотоэлектронного умножителя и электронных устройств для усиления и подсчета импульсов.
- Сцинтиллятор преобразует энергию ионизирующего излучения в кванты видимого света, величина которых зависит от типа частиц и материала сцинтиллятора.
- Кванты видимого света, попав на фотокатод, выбивают из него электроны, число которых многократно увеличивается фотоумножителем. В результате этого на выходе фотоумножителя образуется значительный импульс, который затем усиливается и сосчитывается пересчетной установкой.
- Таким образом, за счет энергии **a**-или **b**-частицы, **g**-кванта или другой ядерной частицы в сцинтилляторе появляется световая вспышка-сцинтилляция, которая затем с помощью фотоэлектронного умножителя (ФЭУ) преобразуется в импульс тока и регистрируется.
- 

Блок-схема сцинтилляционного счетчика



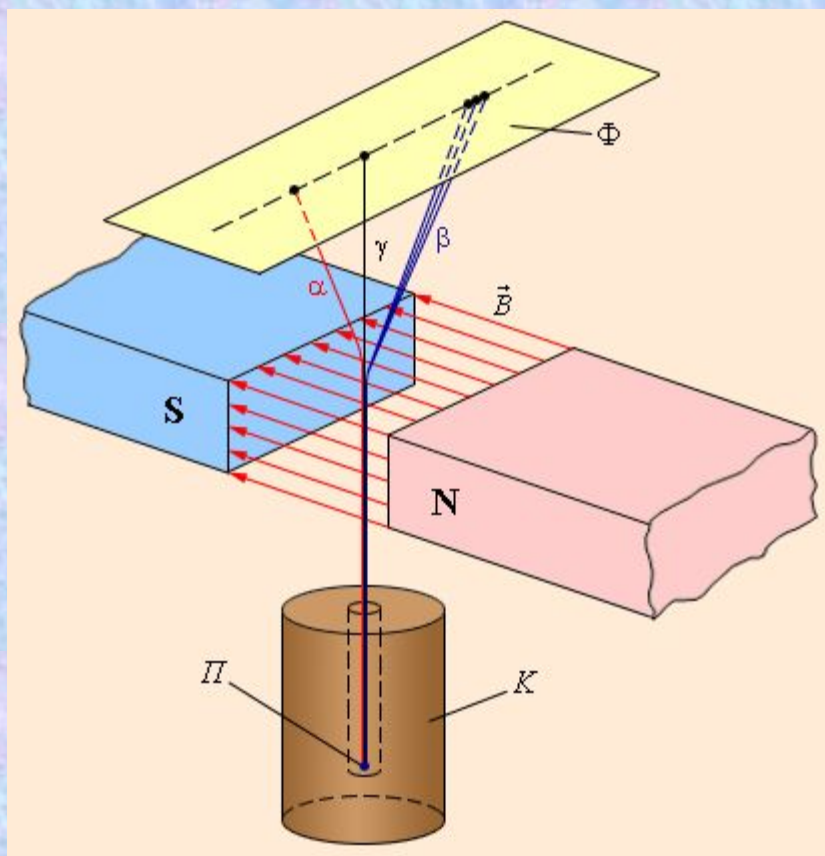
- 1-поток регистрируемых частиц
- 2-сцинтиллятор
- 3-световод
- 4-фотокатод
- 5-фотоэлектронный умножитель
- 6-усилитель импульсов
- 7-пересчетный прибор( регистратор импульсов)
- 8-источник питания (высоковольтный выпрямитель)

# Сцинтилляционный метод

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



## Способы обнаружения альфа, бета-излучения



- Схема опыта по обнаружению  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучений.  $K$  – свинцовый контейнер,  $\Pi$  – радиоактивный препарат,  $\Phi$  – фотопластинка,  $B$  – магнитное поле.

