

Презентация по физике  
на тему:  
«Экспериментальные  
методы исследования  
частиц»

УЧЕНИКА 9 КЛАССА  
МБОУ ЛОМОНОСОВСКАЯ СОШ  
ОСИПОВА ДМИТРИЯ.

# Методы исследования частиц :

- ◎ Счётчик Гейгера
- ◎ Сцинтилляционные счётчики
- ◎ Камера Вильсона
- ◎ Пузырьковая камера
- ◎ Толстослойные фотоэмульсии

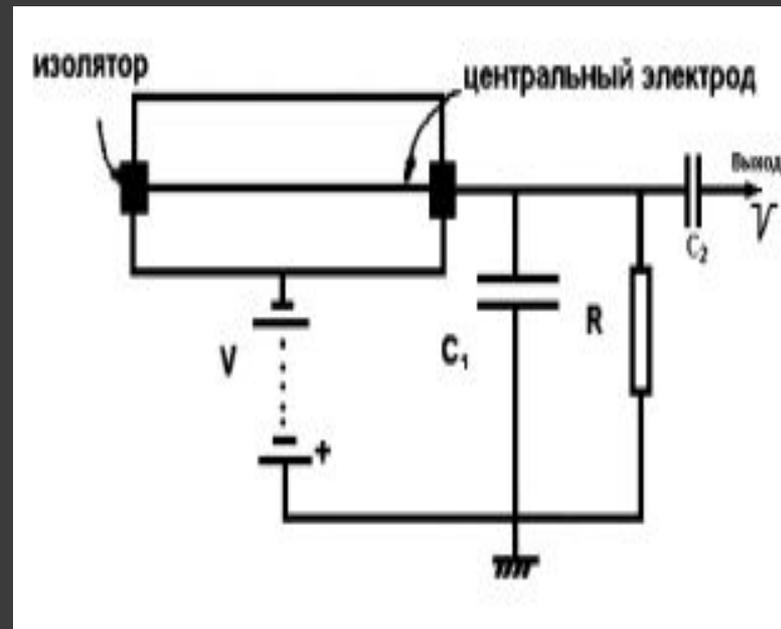
# Счётчик Гейгера



Счетчик Гейгера представляет собой несложный прибор для регистрации излучения. Он способен определять различные виды радиоактивного излучения (альфа, бета, гамма), но наиболее чувствителен к  $\gamma$ -излучению и  $\beta$ -частицам. Конструкция проста: трубка счетчика Гейгера-Мюллера заполнена газом и имеет два электрода, к которым приложено высокое напряжение. При попадании в трубку ионизирующей частицы между электродами на некоторое время возникает проводящий канал. Возникший в результате ток детектируется электронным усилителем.

Изобретён в 1908 году Х. Гейгером и Э. Резерфордом, позднее усовершенствован Гейгером и В. Мюллером. Счетчики Гейгера-Мюллера - самые распространенные детекторы (датчики) ионизирующего излучения.

Работа счетчика основана на ударной ионизации.  $\gamma$ — кванты, испускаемые радиоактивным изотопом, попадая на стенки счетчика, выбивают из него электроны. Электроны, двигаясь в газе и сталкиваясь с атомами газа, выбивают из атомов электроны и создают положительные ионы и свободные электроны. Электрическое поле между катодом и анодом ускоряет электроны до энергий, при которых начинается ударная ионизация. Возникает лавина ионов, и ток через счетчик резко возрастает. При этом на сопротивлении  $R$  образуется импульс напряжения, который подается в регистрирующее устройство. Чтобы счетчик смог регистрировать следующую попавшую в него частицу, лавинный заряд нужно погасить. Это происходит автоматически. В момент появления импульса тока на сопротивлении  $R$  возникает большое падение напряжения, поэтому напряжение между анодом и катодом резко уменьшается и настолько, что разряд прекращается, и счетчик снова готов к работе.



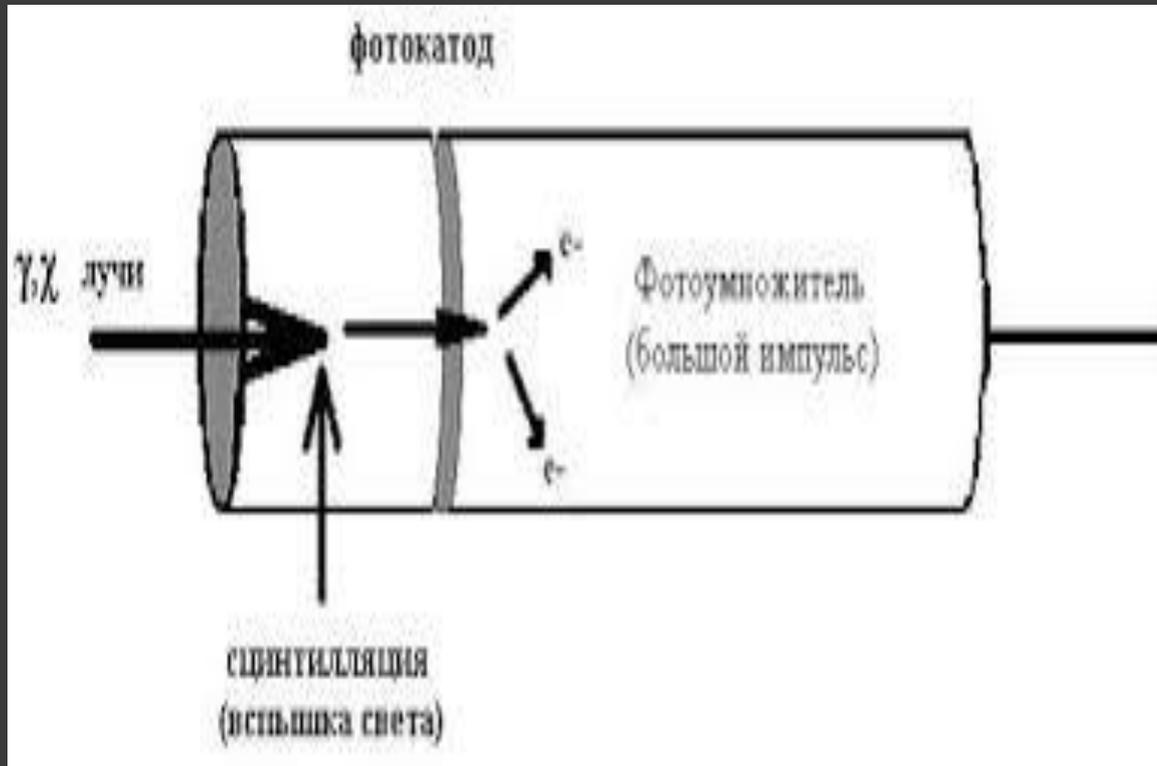
### Схема включения счётчика Гейгера

Разность потенциалов приложена ( $V$ ) между стенками и центральным электродом через сопротивление  $R$ , зашунтированное конденсатором  $C1$ .

# СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЕ СЧЁТЧИКИ

# Принципиальная схема

Счётчик был изобретён немецким физиком  
Кальманом Хартмутом Паулем в 1947 году.



Сцинтилляционный счётчик - прибор для регистрации ядерных излучений и элементарных частиц (протонов, нейтронов, электронов,  $\gamma$ -квантов, мезонов и т. д.), основными элементами которого являются вещество, люминесцирующее под действием заряженных частиц (сцинтиллятор), и фотоэлектронный умножитель (ФЭУ).

# Применение счётчиков, их достоинства и недостатки

## **Достоинства сцинтилляционного счётчика:**

высокая эффективность регистрации различных частиц; быстрое действие; возможность изготовления сцинтилляторов разных размеров и конфигураций; высокая надёжность и относительно невысокая стоимость. Благодаря этим качествам сцинтилляционные счётчики широко применяются в ядерной физике (например, для измерения времени жизни возбуждённых состояний ядер, измерение сечения деления, регистрация осколков деления газовыми сцинтилляционными счётчиками), физике элементарных частиц и космических лучей (например, экспериментальное обнаружение нейтрино), в промышленности ( $\gamma$ -дефектоскопия, радиационный контроль), дозиметрии (измерение потоков  $\gamma$ -излучений, испускаемых человеком и другими живыми организмами), радиометрии, геологии, медицине и т. д.

## **Недостатки сцинтилляционного счётчика:**

малая чувствительность к частицам низких энергий (1 кэВ), невысокая разрешающая способность по энергии.

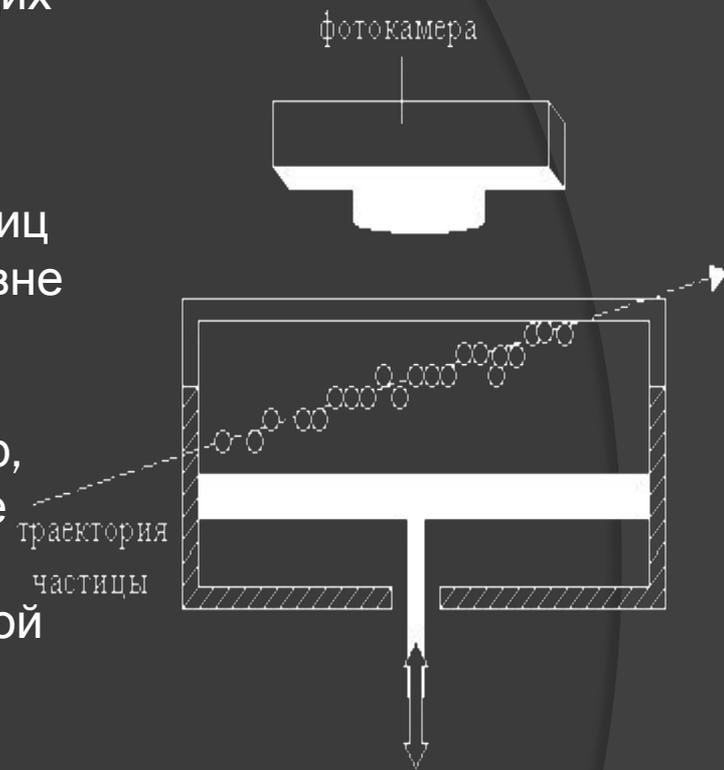
# Камера Вильсона

*Камера Вильсона* (она же **туманная камера**) — один из первых в истории приборов для регистрации следов (треков) заряженных частиц.

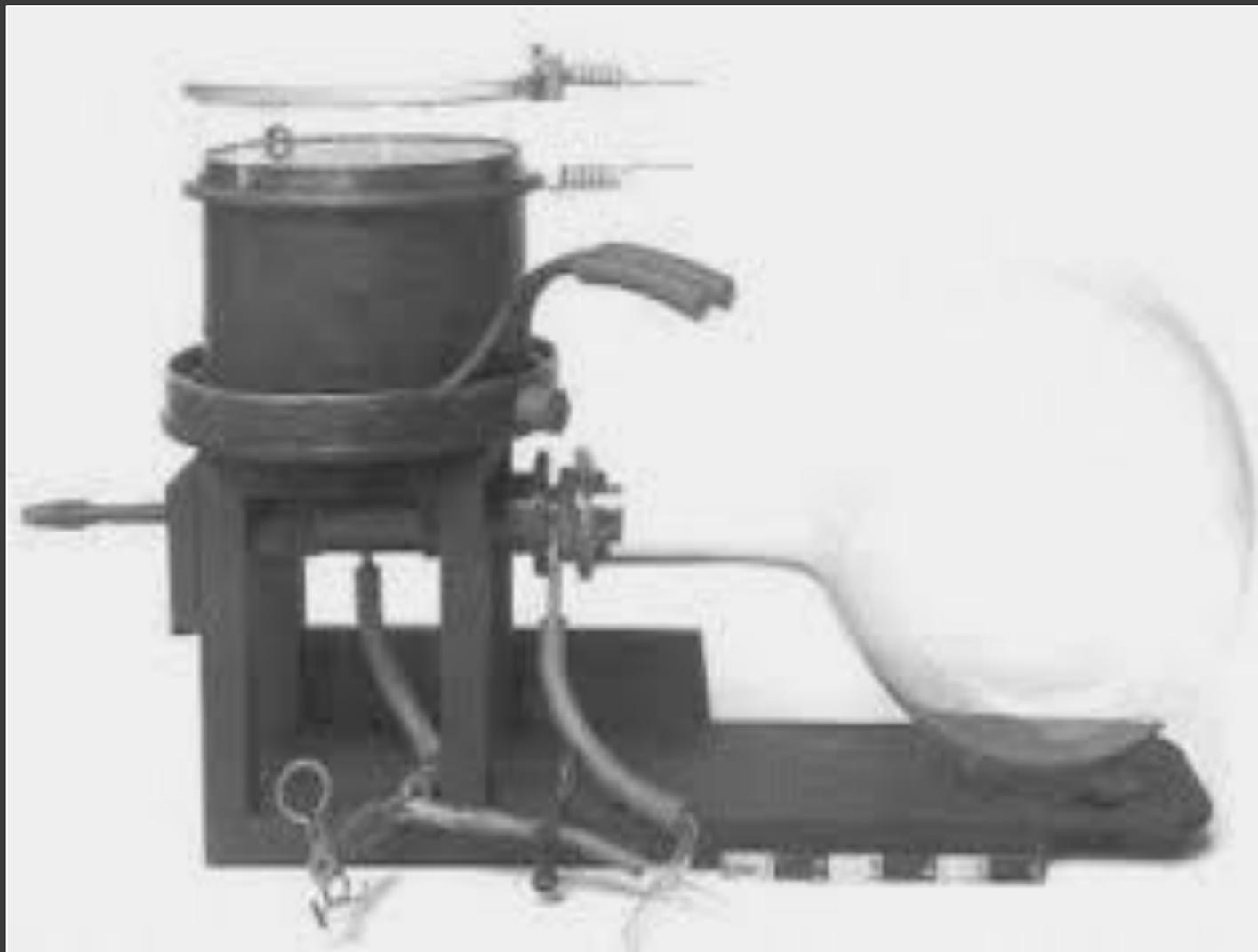
Изобретена шотландским физиком Чарлзом Вильсоном между 1910 и 1912 гг. Принцип действия камеры использует явление конденсации перенасыщенного пара: при появлении в среде перенасыщенного пара каких-либо центров конденсации (в частности ионов, сопровождающих след быстрой заряженной частицы) на них образуются мелкие капли жидкости. Эти капли достигают значительных размеров и могут быть сфотографированы. Источник исследуемых частиц может располагаться либо внутри камеры, либо вне ее (в этом случае частицы залетают через прозрачное для них окно).

Принцип действия камеры использует явление конденсации перенасыщенного пара: при появлении в среде пара каких-либо центров конденсации (в частности, ионов, сопровождающих след быстрой заряженной частицы) на них образуются мелкие капли жидкости. Эти капли достигают значительных размеров и могут быть сфотографированы. Источник исследуемых частиц может располагаться либо внутри камеры, либо вне ее (в этом случае частицы залетают через прозрачное для них окно). Для исследования количественных характеристик частиц (например, массы и скорости) камеру помещают в магнитное поле, искривляющее треки.

Камера Вильсона. Емкость со стеклянной крышкой и поршнем в нижней части заполнена насыщенными парами воды, спирта или эфира. Когда поршень опускается, то за счет адиабатического расширения пары охлаждаются и становятся пересыщенными. Заряженная частица, проходя сквозь камеру, оставляет на своем пути цепочку ионов. Пар конденсируется на ионах, делая видимым след частицы.



## Общий вид камеры Вильсона

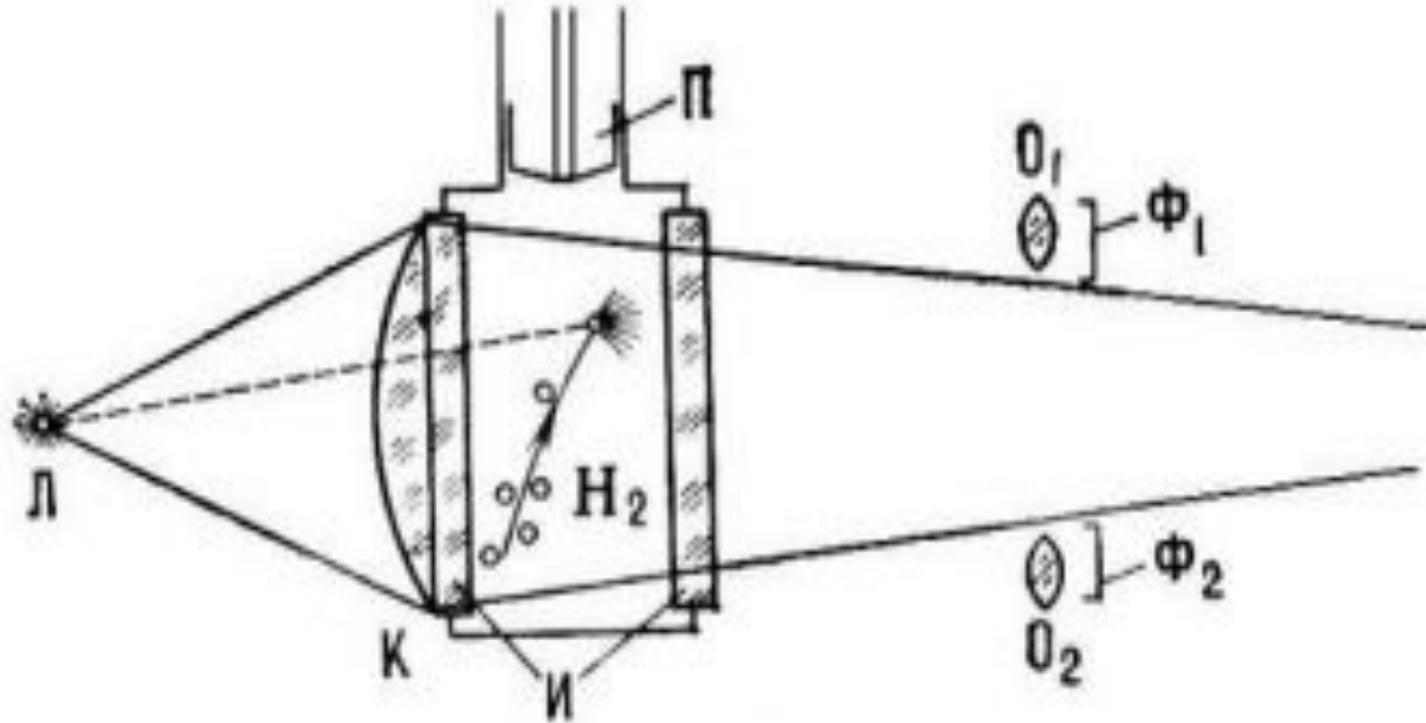


# Пузырьковая камера

**Пузырьковая камера** – трековый детектор элементарных заряженных частиц, в котором трек (след) частицы образует цепочка пузырьков пара вдоль траектории её движения, т.е. действие детектора основано на вскипании перегретой жидкости вдоль траектории частицы. Изобретена А. Глэзером в 1952 г. (Нобелевская премия 1960 г.)

Принцип действия пузырьковой камеры напоминает принцип действия камеры Вильсона. В последней используется свойство перенасыщенного пара конденсироваться в мельчайшие капельки вдоль траектории заряженных частиц. В пузырьковой камере используется свойство чистой перегретой жидкости вскипать (образовывать пузырьки пара) вдоль пути пролёта заряженной частицы. Перегретая жидкость – это жидкость, нагретая до температуры большей температуры кипения для данных условий. Вскипание такой жидкости происходит при появлении центров парообразования, например, ионов. Таким образом, если в камере Вильсона заряженная частица инициирует на своём пути превращение пара в жидкость, то в пузырьковой камере, наоборот, заряженная частица вызывает превращение жидкости в пар.

Схема водородной пузырьковой камеры: корпус камеры заполнен жидким водородом ( $H_2$ ); расширение производится с помощью поршня П; освещение камеры на просвет осуществляется импульсным источником света Л через стеклянные иллюминаторы И и конденсатор К; свет, рассеянный пузырьками, фиксируется с помощью фотографических объективов  $O_1$  и  $O_2$  на фотопленках  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$ .



Фотография некоторого процесса превращения элементарных частиц , сделанная с помощью пузырьковой камеры.



Метод

ТОЛСТОСЛОЙНЫХ

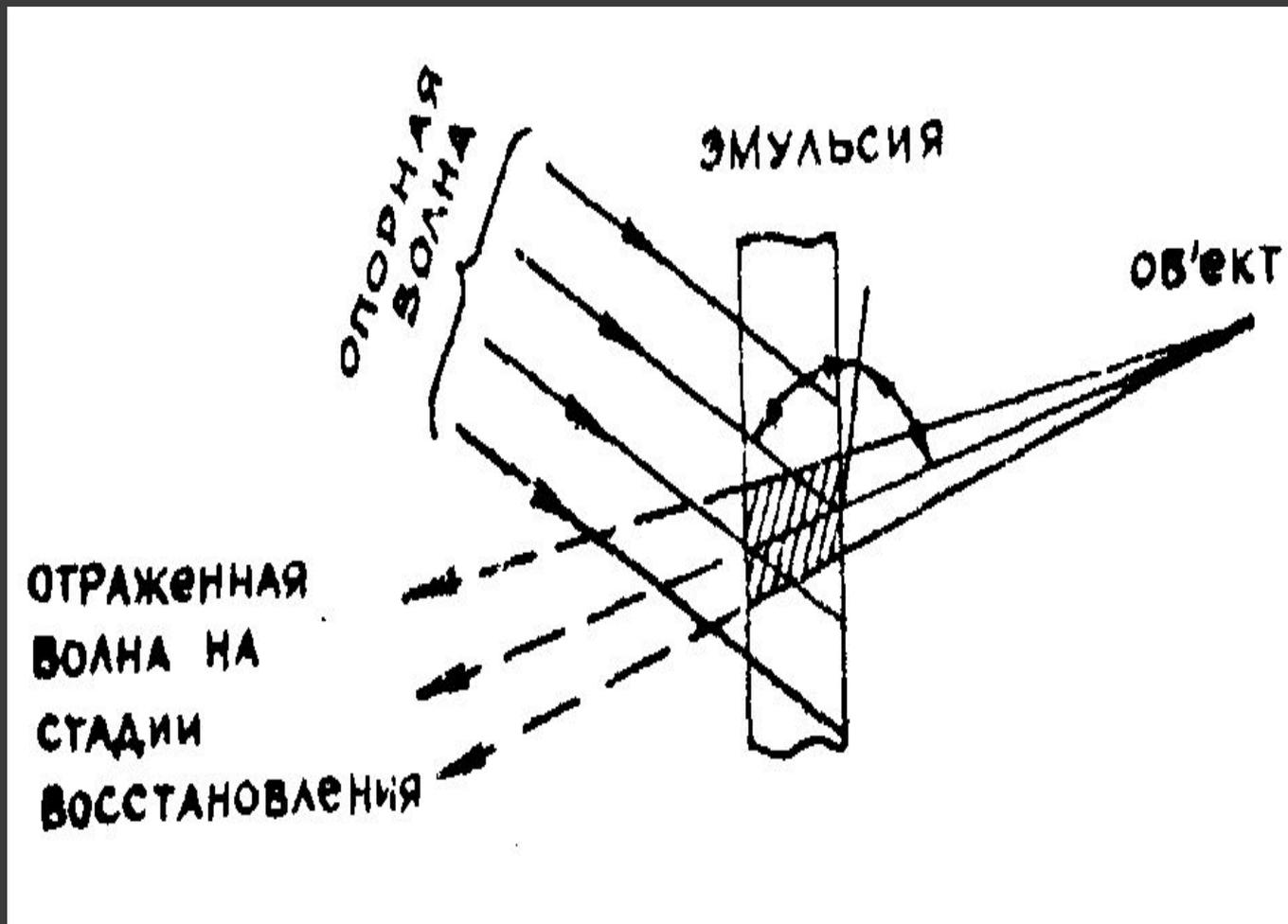
ФОТОЭМУЛЬСИЙ.

Для регистрации частиц наряду с камерами Вильсона и пузырьковыми камерами применяются толстослойные фотоэмульсии. Ионизирующее действие быстрых заряженных частиц на эмульсию фотопластинки. Фотоэмульсия содержит большое количество микроскопических кристалликов бромида серебра. Метод фотоэмульсии был развит советскими физиками Л. В. Мысовским и А. П. Ждановым в 1958 году.

Быстрая заряженная частица, пронизывая кристаллик, отрывает электроны от отдельных атомов брома. Цепочка таких кристалликов образует скрытое изображение. При появлении в этих кристалликах восстанавливается металлическое серебро и цепочка зёрен серебра образует трек частицы.

По длине и толщине трека можно оценить энергию и массу частицы. Из-за большой плотности фотоэмульсии треки получаются очень короткими, но при фотографировании их можно увеличить. Преимущество фотоэмульсии состоит в том, что время экспозиции может быть сколько угодно большим. Это позволяет регистрировать редкие явления. Важно и то, что благодаря большой тормозящей способности фотоэмульсии, увеличивается число наблюдаемых интересных реакций между частицами и ядрами.

# Схема метода толстослойных фотоэмульсий



# Треки частиц в толстослойной фотоэмульсии.

