

**Экспериментальные методы  
ядерной физики.  
Регистрирующие приборы.**

# Альфа-излучение

- Альфа-излучение представляет собой поток ядер гелия с двумя положительными зарядами.
- Ионизирующая способность альфа-излучений в воздухе характеризуется образованием в среднем 30 тыс. пар ионов на 1 см. пробега. Это очень много. В этом главная опасность данного излучения.
- Проникающая способность, наоборот, очень не велика. В воздухе альфа-частицы пробегают всего 10 см. Их задерживает обычный лист бумаги.

# Бета-излучение

- Бета-излучение представляет собой поток электронов или позитронов со скоростью, близкой к скорости света.
- Ионизирующая способность невелика и составляет в воздухе 40 – 150 пар ионов на 1 см. пробега.
- Проникающая способность намного выше, чем у альфа-излучения, и достигает в воздухе 20 см.

# Гамма-излучение

- Гамма-излучение представляет собой электромагнитное излучение, которое распространяется со скоростью света.
- Ионизирующая способность в воздухе – всего несколько пар ионов на 1 см пути.
- Проникающая способность очень велика – в 50 – 100 раз больше, чем у бета-излучения и составляет в воздухе сотни метров.

# Явления, сопровождающие прохождение заряженных частиц через вещество



# Гамма - излучение

```
graph TD; A[Гамма - излучение] --- B[Фотоэффект (на атомах)]; A --- C[Комптоновское рассеяние]; A --- D[Фотоядерный эффект]; A --- E[Образование электрон-позитронных пар];
```

Фотоэффект  
(на атомах)

Комптоновское  
рассеяние

Фотоядерный  
эффект

Образование  
электрон-  
позитронных  
пар

# Нейтроны

```
graph TD; A[Нейтроны] --- B[Захват ядром с последующим делением]; A --- C[Захват ядром с образованием радиоактивного изотопа]; A --- D[Неупругие столкновения с легкими или водородосодержащими веществами];
```

Захват ядром с последующим делением

Захват ядром с образованием радиоактивного изотопа

Неупругие столкновения с легкими или водородосодержащими веществами

# Регистрирующие приборы, основанные на способности частиц ионизировать вещество

## Счетчики частиц

Ионизационная  
камера

Счетчики  
Гейгера

## Трековые приборы

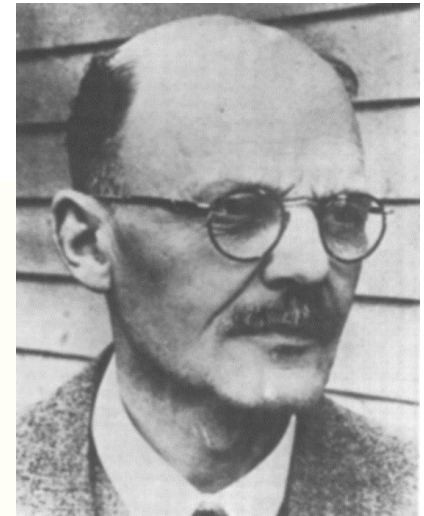
Камера  
Вильсона

Пузырьковая  
камера

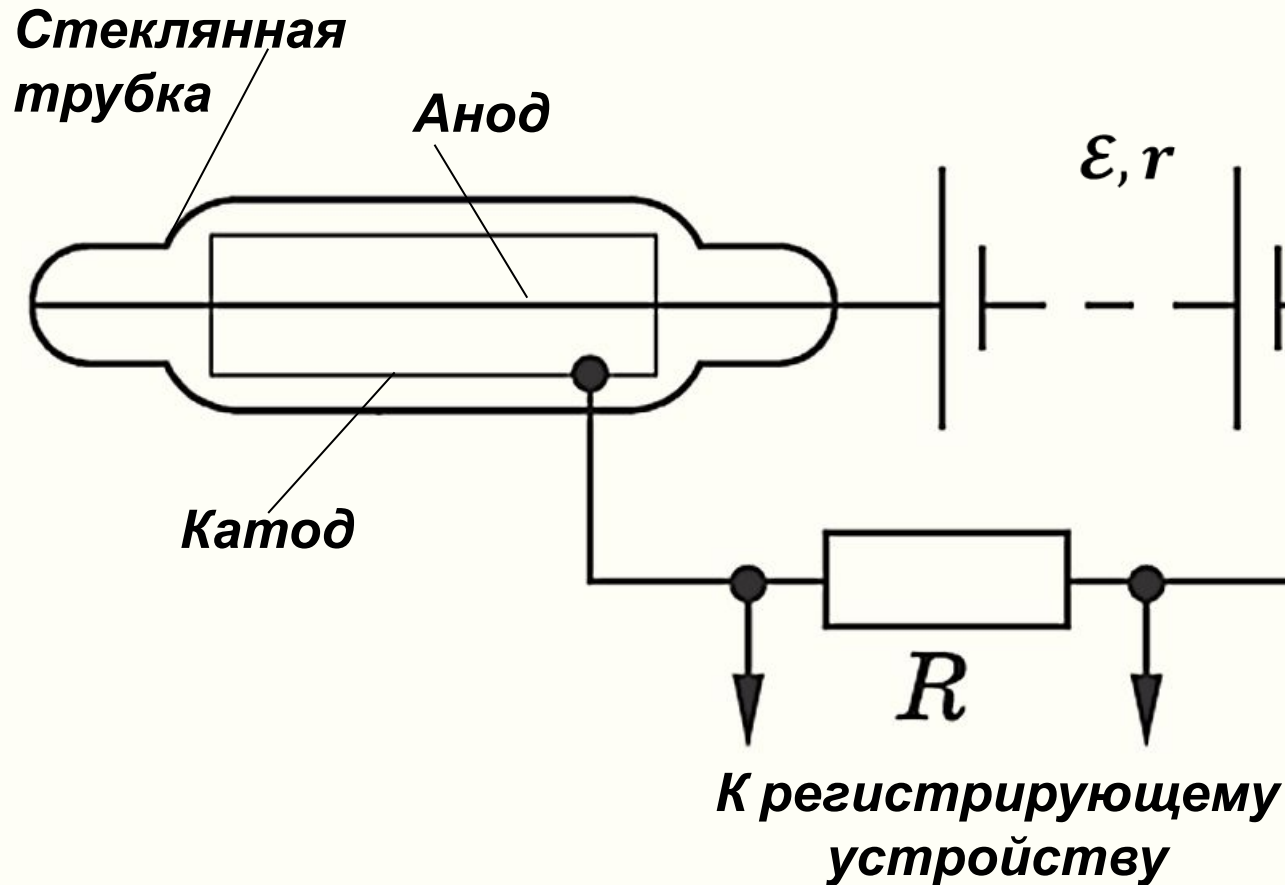
Метод  
толстослойных  
эмульсий



# Счетчик Гейгера



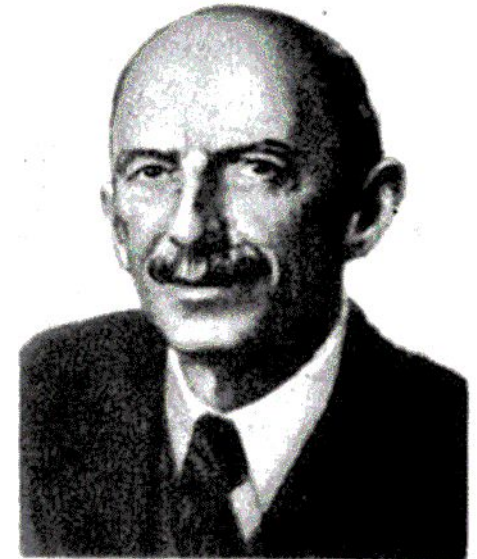
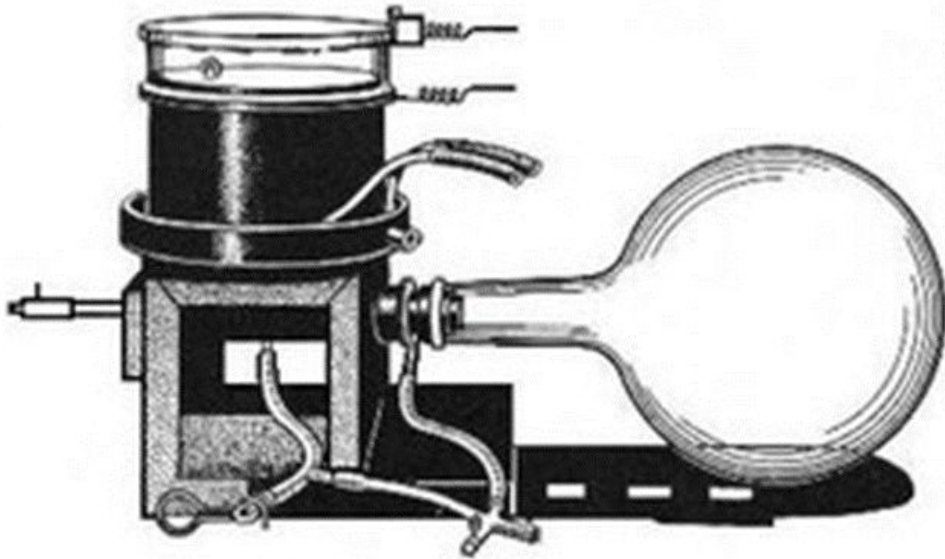
Гейгер Ханс  
Вильгельм  
(1882-1945)



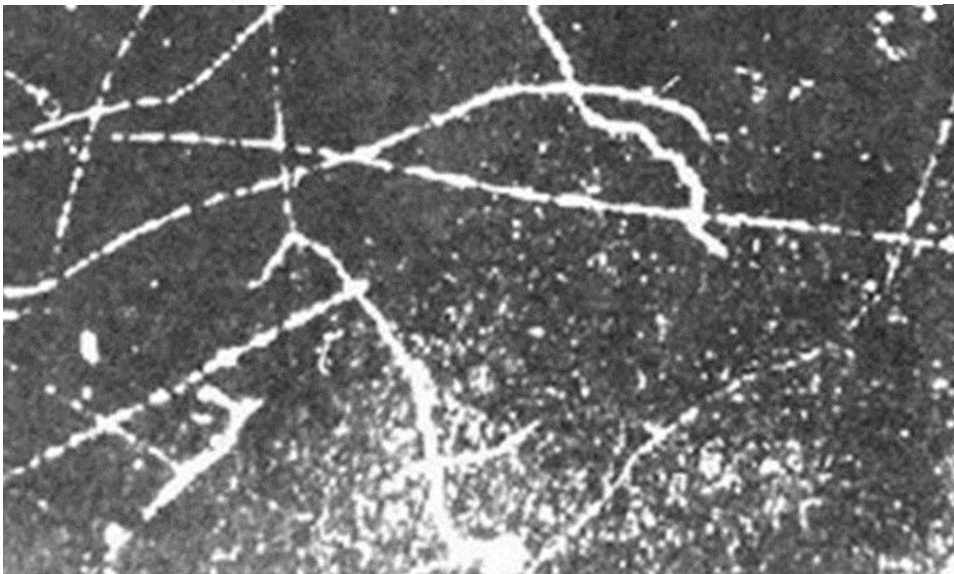
# Счетчик Гейгера

1. Рабочее тело смесь аргона с воздухом и парами спирта
2. Давление смеси около 0,1 атм ( $10^4$  Па)
3. Напряжение между анодом и катодом в состоянии готовности от 800 В до 3000 В
4. Разрешающая способность (число частиц, которые могут быть зарегистрированы за 1 с) от  $10^3$  до  $10^{10} \text{ с}^{-1}$  (бета-излучение)
5. Эффективность регистрации для электронов (бета-излучение) – 100%, для гамма-квантов – 1%
6. Механизм регистрации: электрический разряд в газе в результате ионизации атомов электронным ударом
7. Для повышения эффективности регистрации гамма-излучения используют явление фотоэффекта, для чего стенки сосуда покрывают металлом с малой работой выхода

# Камера Вильсона

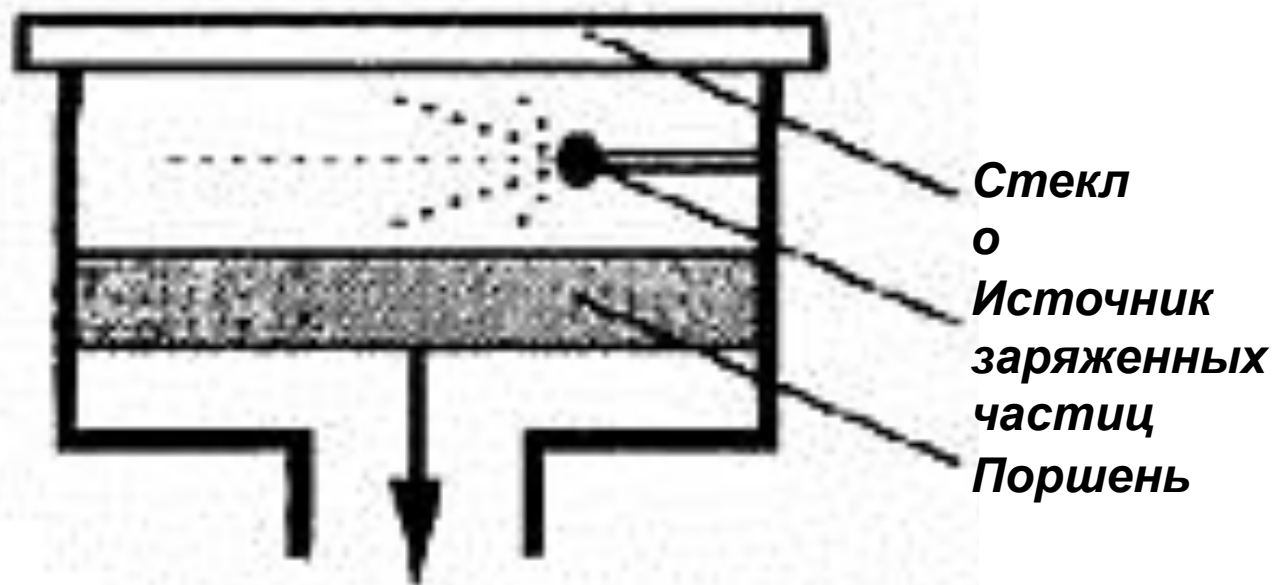


Ч.Т.  
Вильсон



*Треки частиц в камере  
Вильсона*

# Камера Вильсона



# Камера Вильсона

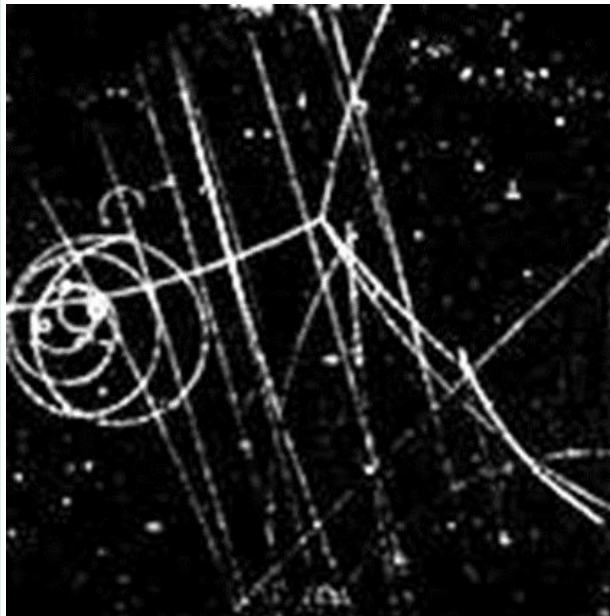
1. Трековый прибор
2. Рабочее тело – воздух (водород, гелий, аргон, азот) и насыщенные пары воды и спирта
3. Объем камеры от  $10^{-5}$  до  $1 \text{ м}^3$
4. Время чувствительности (длительности рабочего цикла) камеры от 0,1 до 1 с
5. Механизм регистрации: конденсация капелек жидкости на ионах, образованных при движении частиц внутри камеры
6. При использовании электрического и магнитного полей возможно определение знака заряда, удельного заряда, импульса и энергии частицы



# Пузырьковая камера

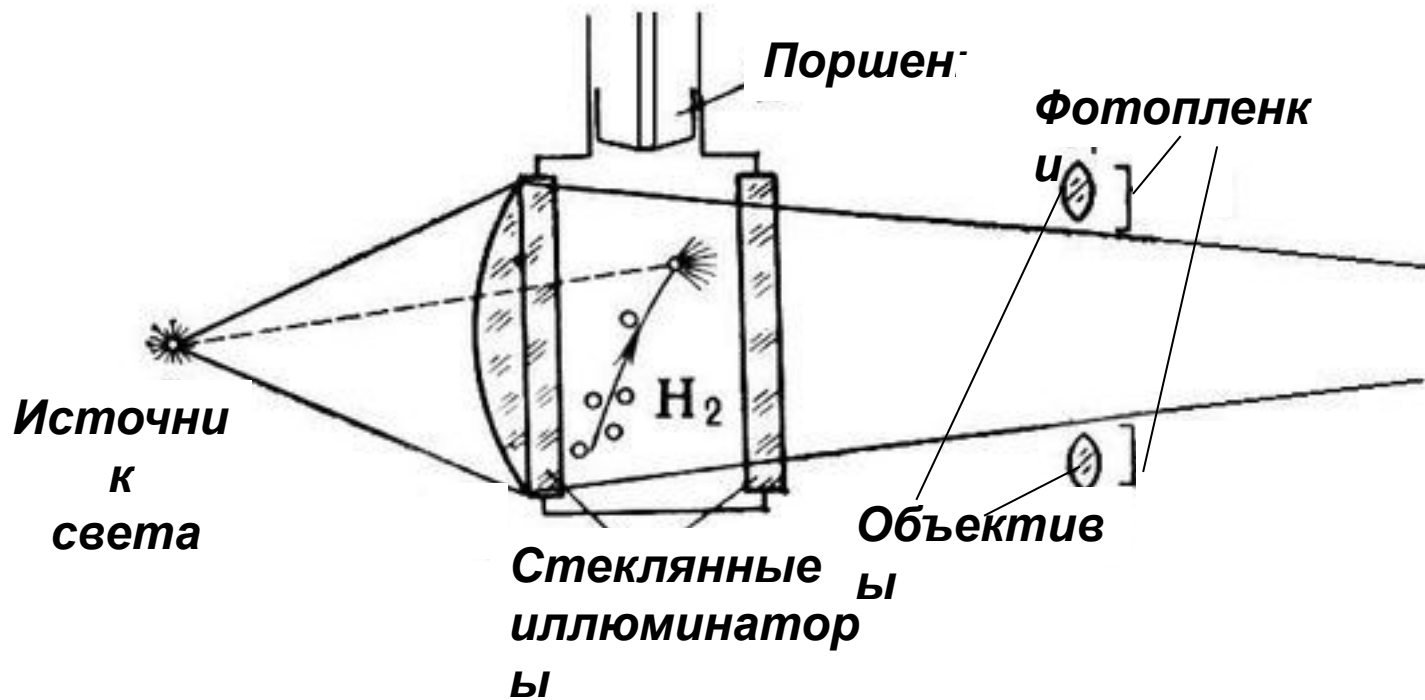
Изобретена Д. Глейзером (США) в  
1952 г.

Плотность жидкости в тысячи раз больше плотности газа, поэтому можно было увеличить потери энергии частицы на единице длины и наблюдать взаимодействия, которые приводили бы к появлению новых частиц.



*Треки частиц в  
пузырьковой*

# Пузырьковая камера



# Пузырьковая камера

1. Трековый прибор
2. Рабочее тело – жидкий водород, пропан или др. жидкости
3. Давление в нагретой жидкости (предотвращающее ее кипение) от 3 до 22 атм
4. Объем камеры от  $2 \cdot 10^{-3}$  до  $2,5 \cdot 10^2 \text{ м}^3$
5. Время чувствительности (длительность рабочего цикла) камеры от 4 до 10 с
6. Механизм регистрации: вскипание (образование пузырьков) перегретой жидкости на ионах, образованных при прохождении частиц через объем камеры
7. При использовании электрического и магнитного полей возможно определение знака заряда, удельного заряда, импульса и энергии частицы

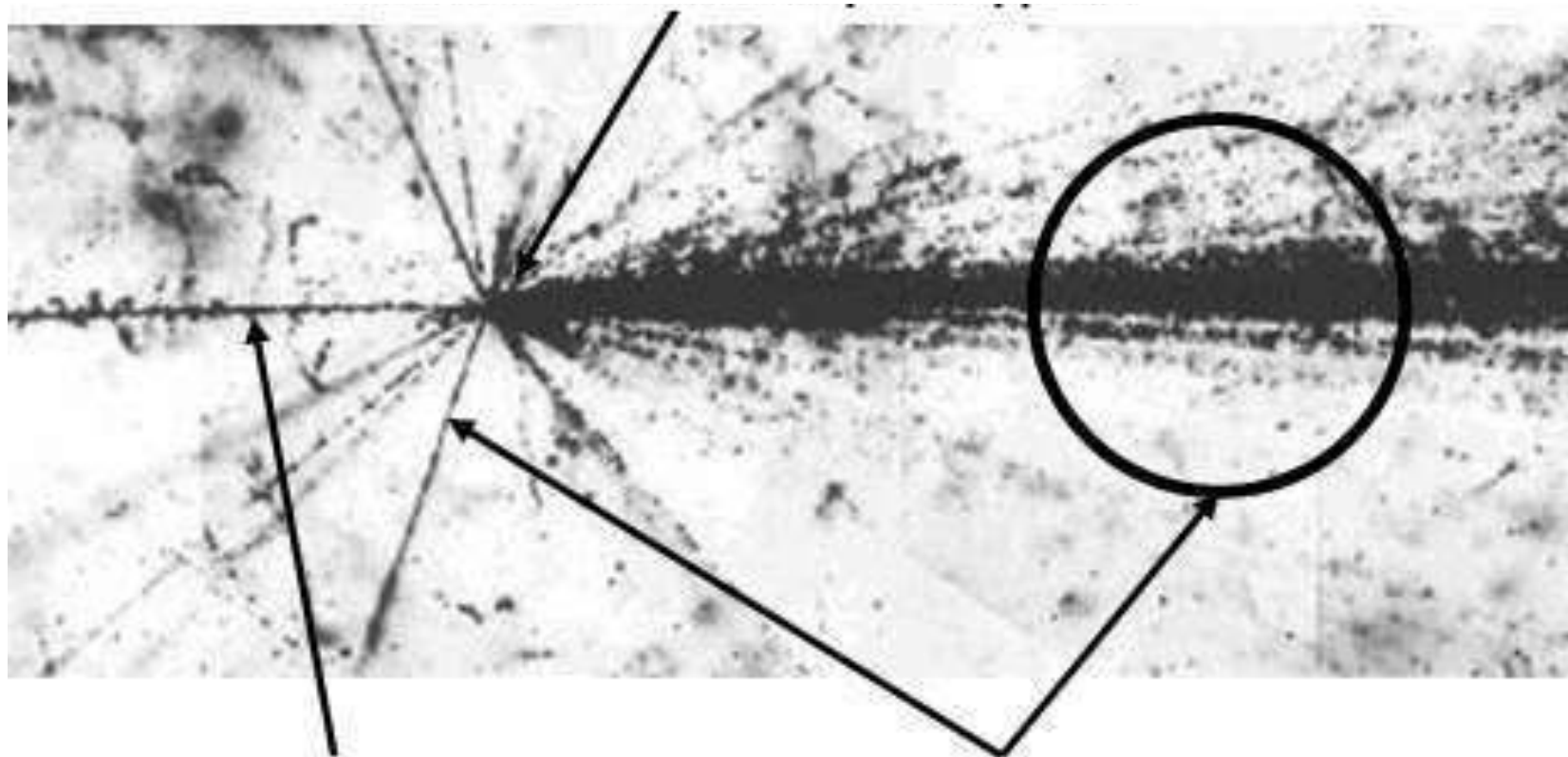


# Метод толстослойных эмульсий

1. Трековый прибор
2. Рабочее тело – кристаллики бромистого серебра в растворе желатина
3. Толщина фотоэмульсий от 25 до 2000 мкм, бромистое серебро составляет 85-87% массы эмульсии
4. Время чувствительности практически не ограничено
5. Механизм регистрации: ионизация атомов брома при прохождении частицы через эмульсию с последующим восстановлением металлического серебра при проявлении эмульсии
6. Определение направления движения частиц, место возникновения частицы, значение энергии, идентификация частиц

# Метод толстослойных ЭМУЛЬСИЙ

*Место взаимодействия первичной  
частицы с ядром*



*Первичная частица*

*Вторичные частицы*

# Химический метод

- Его сущность состоит в том, что молекулы некоторых веществ в результате воздействия ионизирующих излучений распадаются, образуя новые химические соединения.
- . Количество вновь образованных химических веществ можно определить различными способами. Наиболее удобным для этого является способ, основанный на изменении плотности окраски реактива, с которым вновь образованное химическое соединение вступает в реакцию.
- На этом методе основан принцип работы химического дозиметра гамма- и нейтронного излучения ДП-70 МП.