

*Вперёд! К знаниям!*

Тема урока:



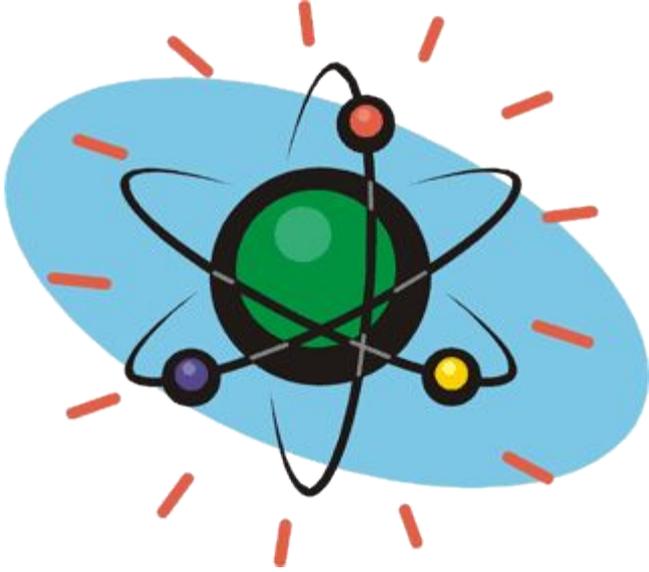
# **«Методы наблюдения и регистрации элементарных частиц»**

Учитель физики  
МАОУ «СОШ №7» г. Улан-Удэ  
Культикова С.А.

# Оценивание!

- 1. Самый активный.
- 2. Тестирование.



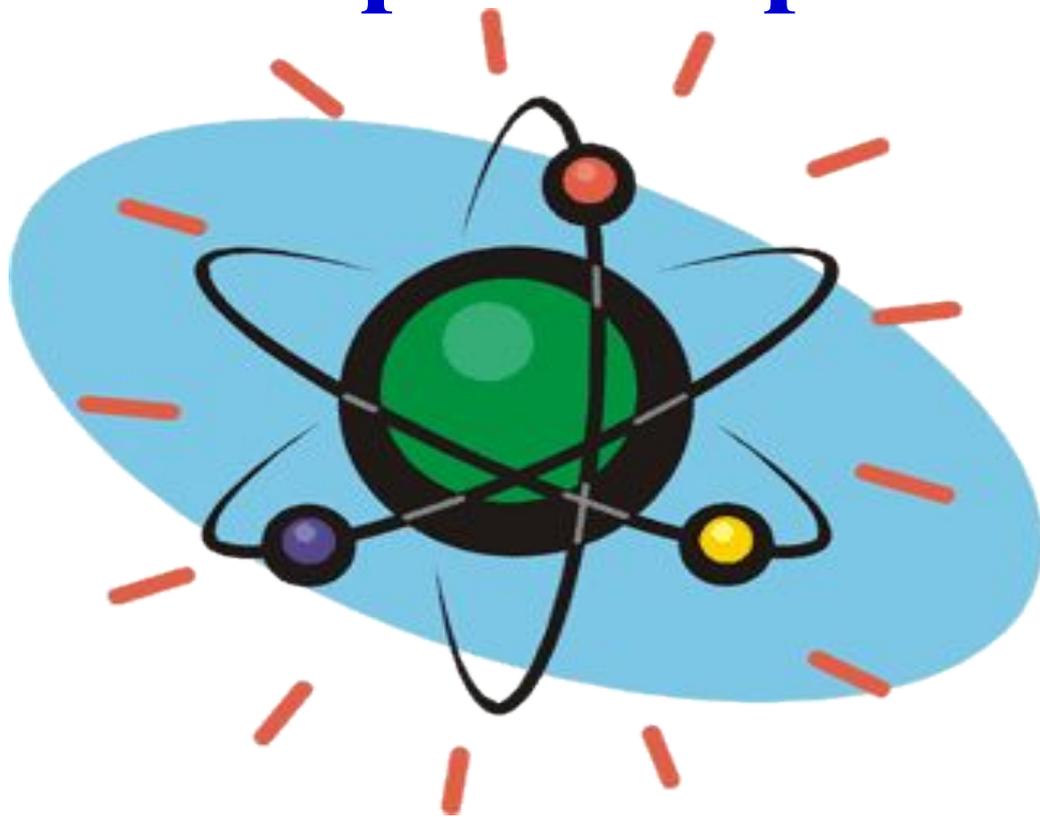


## **Цель урока:**

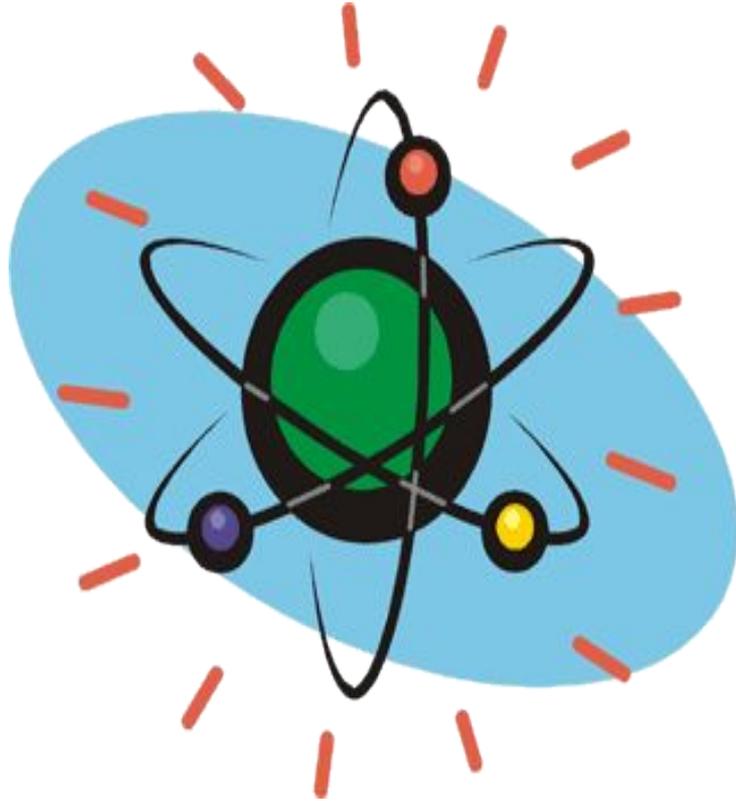
**Изучить устройство и принцип действия установок для регистрации и изучения элементарных частиц.**

**«Ничего не надо бояться – Надо  
лишь понять неизвестное».**

**Мария Кюри.**



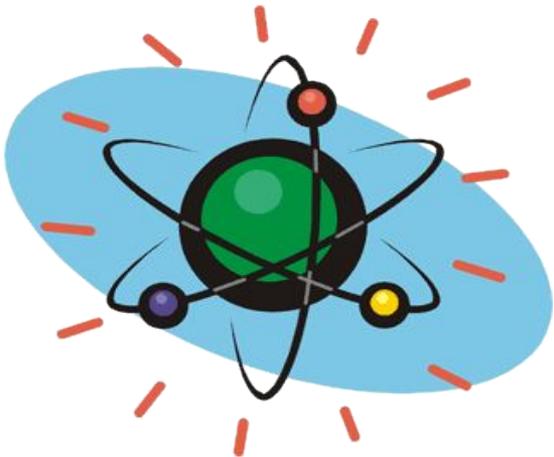
# Актуализация опорных знаний:



1. Что такое «атом» ?
2. Каковы его размеры?
3. Какую модель атома предложил Томсон ?
4. Какую модель атома предложил Резерфорд?
5. Почему модель Резерфорда назвали «Планетарной моделью строения атома»?
6. Каково строение атомного ядра?

# Тема урока:

- **Методы наблюдения и регистрации элементарных частиц.**



**АТОМ** – «неделимый»  
(Демокрит).



# Как изучать и наблюдать микромир?

Проблема!



Проблема!



# Проблема:

- Мы начинаем с вами изучать физику атомного ядра, рассмотрим их различные превращения и ядерных (радиоактивных) излучений. Эта область знаний имеет большое научное и практическое значение.
- Многообразные применения в науке, медицине, технике, сельском хозяйстве получили радиоактивные разновидности атомных ядер.
- Сегодня мы рассмотрим устройства и методы регистрации, которые позволяют обнаружить микрочастицы, изучить их столкновения и превращения, т.е. дают всю информацию о микромире, а на основе этого и о мерах защиты от облучения.
- Они дают нам информацию о поведении и характеристиках частиц: знак и величину электрического заряда, массу этих частиц, её скорость, энергию и т.д. С помощью регистрирующих приборов учёные смогли получить знания о «микромире».

- **Регистрирующий прибор** – это сложная макроскопическая система, которая может находиться в неустойчивом состоянии. При небольшом возмущении, вызванном пролетевшей частицей, начинается процесс перехода системы в новое, более устойчивое состояние. Этот процесс и позволяет регистрировать частицу.
- В настоящее время используется много разнообразных методов регистрации частиц.

# Методы наблюдения и регистрации элементарных частиц

Сцинтилляци  
онный  
метод

Счётчик  
Гейгера

Камера  
Вильсона

Пузырьковая  
камера

Фотографические  
эмульсии

Искровая  
камера

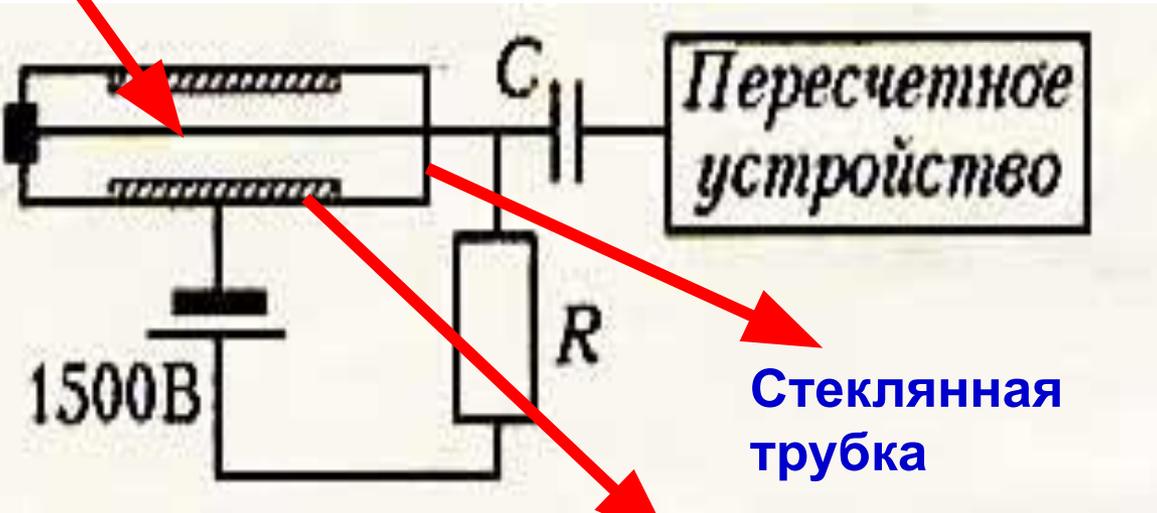
В зависимости от целей эксперимента и условий, в которых он проводится, применяются те или иные регистрирующие устройства, отличающиеся друг от друга по основным характеристикам.

**В ходе изучения материала вы  
заполните таблицу.**

<b>Название метода</b>	<b>Принцип действия</b>	<b><u>Достоинства,</u> Недостатки</b>	<b>Назначение данного прибора</b>

# Счётчик Гейгера:

анод



Стеклянная  
трубка

Катод.

**Устройство:**

Это стеклянная трубка, заполненная газом (аргоном), с двумя электродами внутри (катод и анод).

При пролете частицы возникает ударная ионизация газа и возникает импульс электрического тока.

**Назначение:**

служит для подсчета количества радиоактивных частиц (в основном электронов).

**Достоинства:**

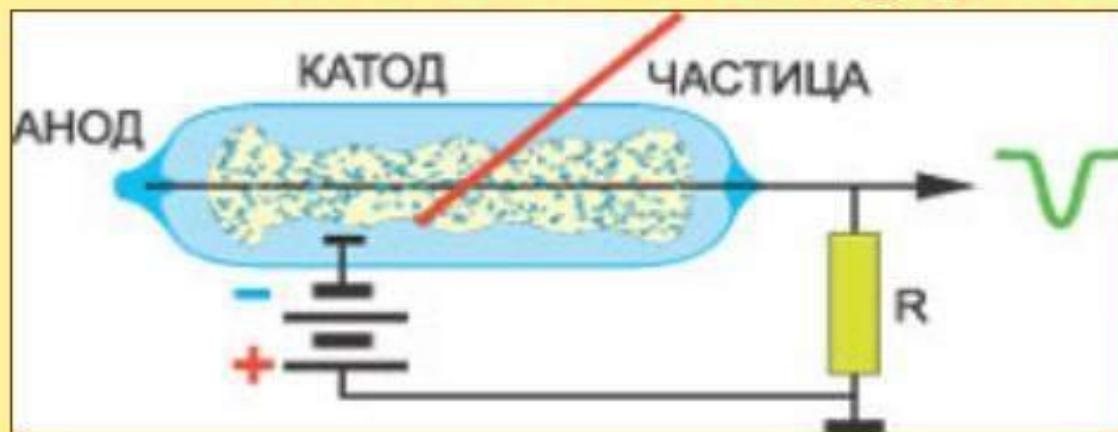
- 1. компактность
- 2. эффективность
- 3. быстроедействие
- 4. высокая точность (10000 частиц/с).

## Счётчик Гейгера.



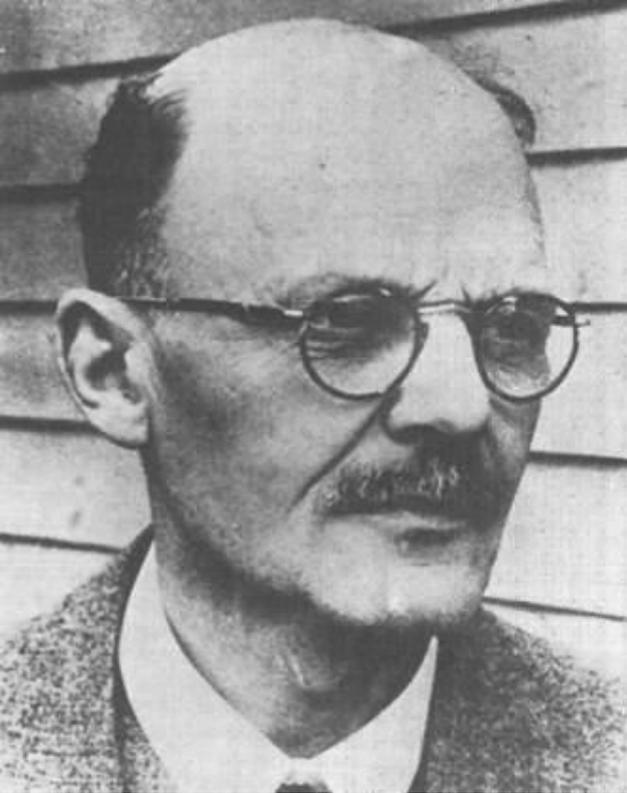
- **Где используется:**
  - регистрация радиоактивных загрязнений на местности, в помещениях, одежды, продуктов и т.д.
  - на объектах хранения радиоактивных материалов или с работающими ядерными реакторами
  - при поиске залежей радиоактивной руды (U - уран, Th - торий).

# Счетчик Тейгера



*В наполненной аргоном трубке пролетающая через газ частичка ионизирует его, Между катодом и анодом возникает электрический ток, на резисторе, на резисторе  $R$  образуется напряжение.*

- 1882г. нем физик  
Вильгельм Гейгер.



Различные виды счётчиков Гейгера.

# Камера Вильсона:

Стеклянная  
пластина



**Назначение:**

служит для наблюдения и фотографирования следов от пролета частиц (треков).

**Внутренний объем камеры заполнен парами спирта или воды в перенасыщенном состоянии:**  
при опускании поршня уменьшается давление внутри камеры и понижается температура, в результате адиабатного процесса образуется перенасыщенный пар. По следу пролета частицы конденсируются капельки влаги и образуется трек – видимый след.

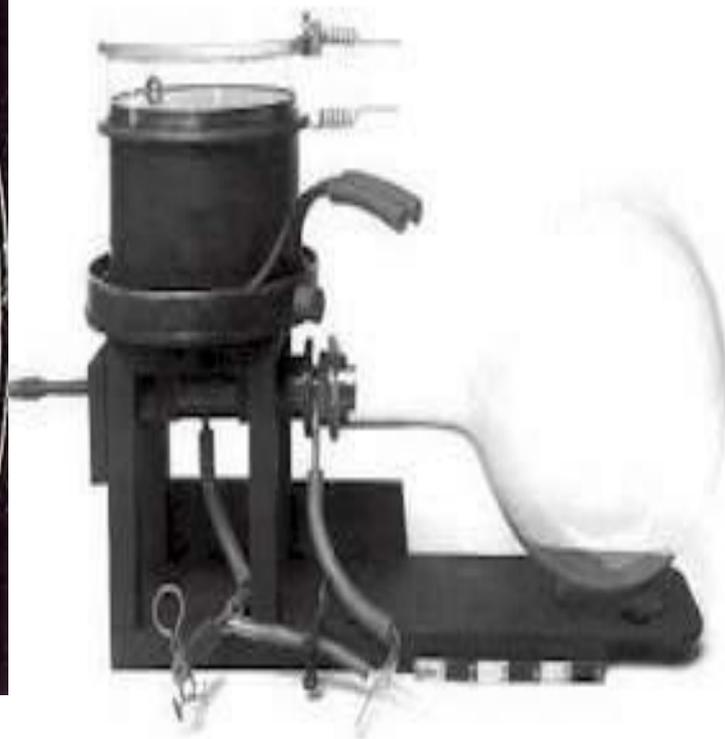
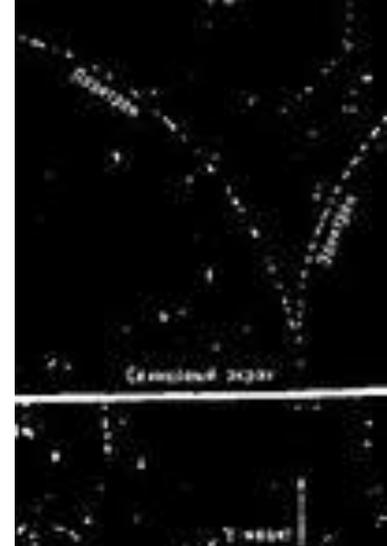
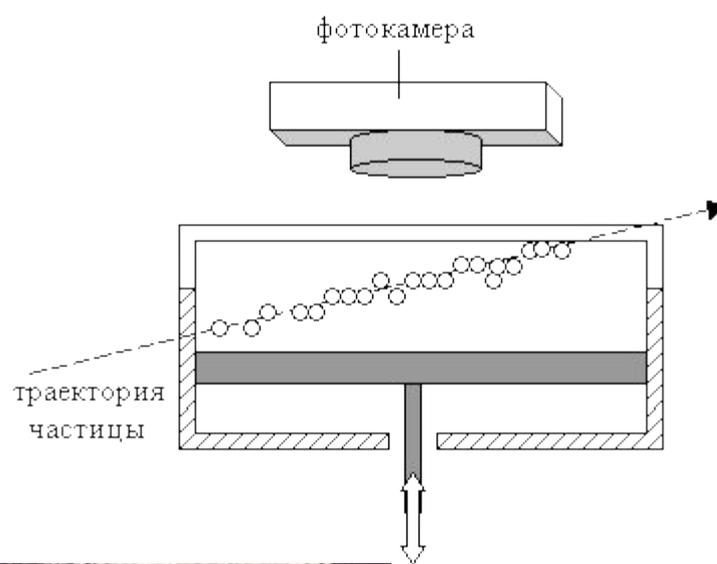
- Изобрёл прибор в 1912 году **английский физик Вильсон** для наблюдения и фотографирования следов заряженных частиц. Ему в 1927 году присуждена Нобелевская премия.
- Советские физики **П.Л.Капица** и **Д.В.Скобельцин** предложили помещать камеру Вильсона в однородное магнитное поле.

## Назначение:

- При помещении камеры в магнитное поле по треку **можно определить:** энергию, скорость, массу и заряд частицы. По длине и толщине трека, по его искривлению в магнитном поле определяют характеристики пролетевшей радиоактивной частицы. **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.



**Различные виды камер Вильсона и фотографии треков частиц.**

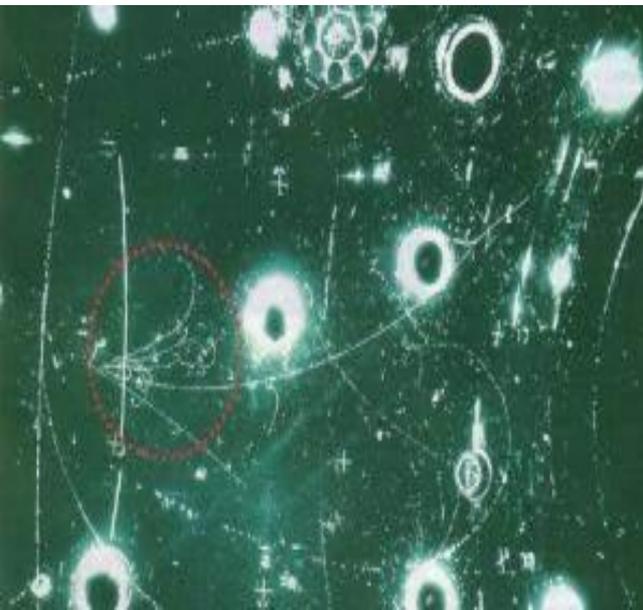
# Пузырьковая камера:



1952 год. Д.Глейзер.

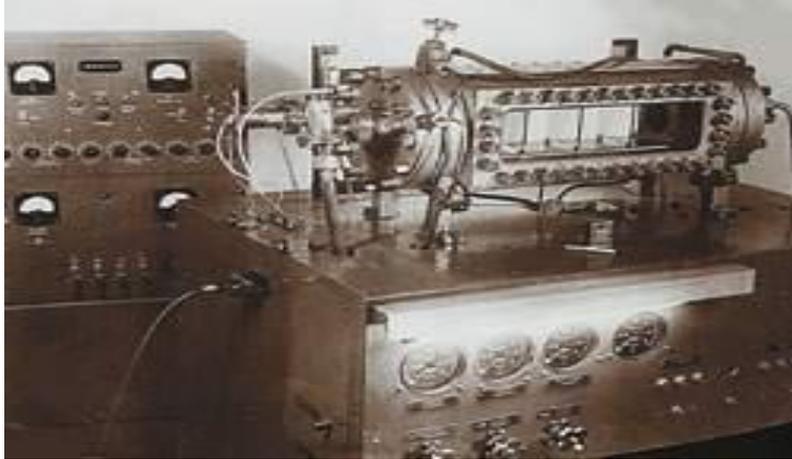
При резком понижении поршня жидкость, находящаяся под высоким давлением, переходит в перегретое состояние. При быстром движении частицы по следу образуются пузырьки пара, т. е. жидкость закипает, **виден трек**.

Вариант камеры Вильсона.



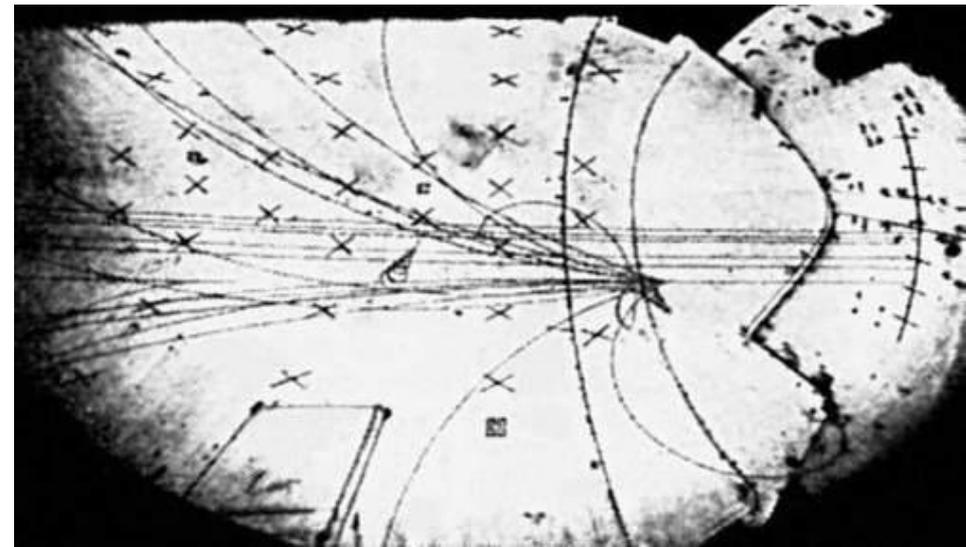
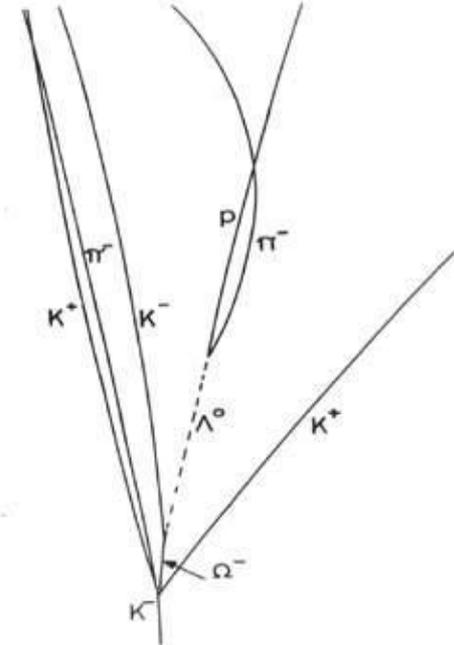
**Преимущества** перед камерой Вильсона:

- 1. большая плотность среды, следовательно короткие треки
- 2. частицы застревают в камере и можно проводить дальнейшее наблюдение частиц
- 3. большее быстродействие.



Различные виды пузырьковой камеры и фотографии треков частиц.

$K^- p \rightarrow \Omega^- K^+ K^+ \pi^-$  AT 10 GeV/c  
 $L \rightarrow X K^+$   
 $L \rightarrow \pi^-$



# Метод толстослойных фотоэмульсий:

- 20-е г.г. Л.В.Мысовский, А.П.Жданов.
- **служит** для регистрации частиц
  - позволяет регистрировать редкие явления из-за большого время экспозиции.

Фотоэмульсия содержит большое количество микрокристаллов бромида серебра.

Влетающие частицы ионизируют поверхность фотоэмульсий. Кристаллики AgBr (бромида серебра) распадаются под действием заряженных частиц и при проявлении выявляется след от пролета частицы - **трек**. По длине и толщине трека можно определить энергию и массу частиц.

# Толстослойные фотозмульсии



Метод разработан  
В 1958 году  
Ждановым А.П. и  
Мьровским Л.В.

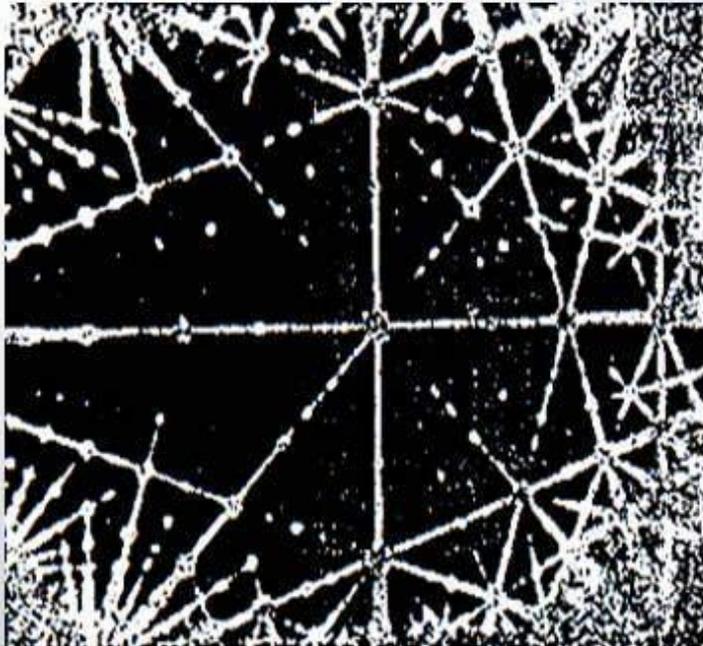
Пролетающая сквозь фотозмульсию заряженная частица действует на зерна бромистого серебра и образует скрытое изображение.

При проявлении фотопластины образуется след - трек.

Преимущества: следы не исчезают со временем и могут быть тщательно изучены.

# Фотографические эмульсии

Метод толстослойных фотоэмульсий. 20-е гг. Л.В.Мысовский, А.П.Жданов.



Треки элементарных частиц в толстослойной фотоэмульсии

Наиболее дешевым методом регистрации ионизирующего излучения является фотоэмульсионный (или метод толстослойных эмульсий). Он базируется на том, что заряженная частица, двигаясь в фотоэмульсии, разрушает молекулы бромида серебра в зернах, сквозь которые прошла. По характеру видимого следа (его длине, толщине и т. п.) можно судить как о свойствах частицы, которая оставила след (ее энергии, скорости, массе, направлении движения), так и о характере процесса (рассеивание, ядерная реакция, распад частиц), если он произошел в эмульсии.

**Заряженные частицы создают скрытые изображения следа движения.**

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

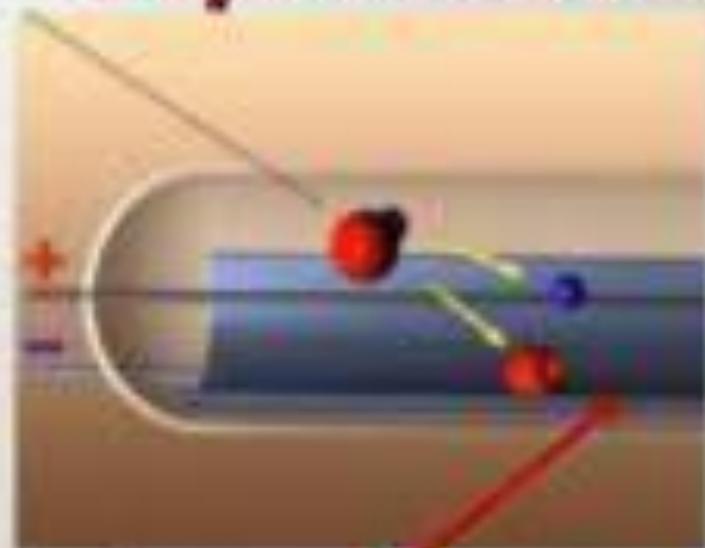
**Фотоэмульсия имеет большую плотность, поэтому треки получаются короткими.**

- **метод имеет такие 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. Эмульсия обладает большой тормозящей способностью, обусловленной большой плотностью.**
- **4. Он дает неисчезающий след частицы, которую потом можно, тщательно изучать.**

## **Недостатки метода:**

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

# Сцинтилляционный счетчик



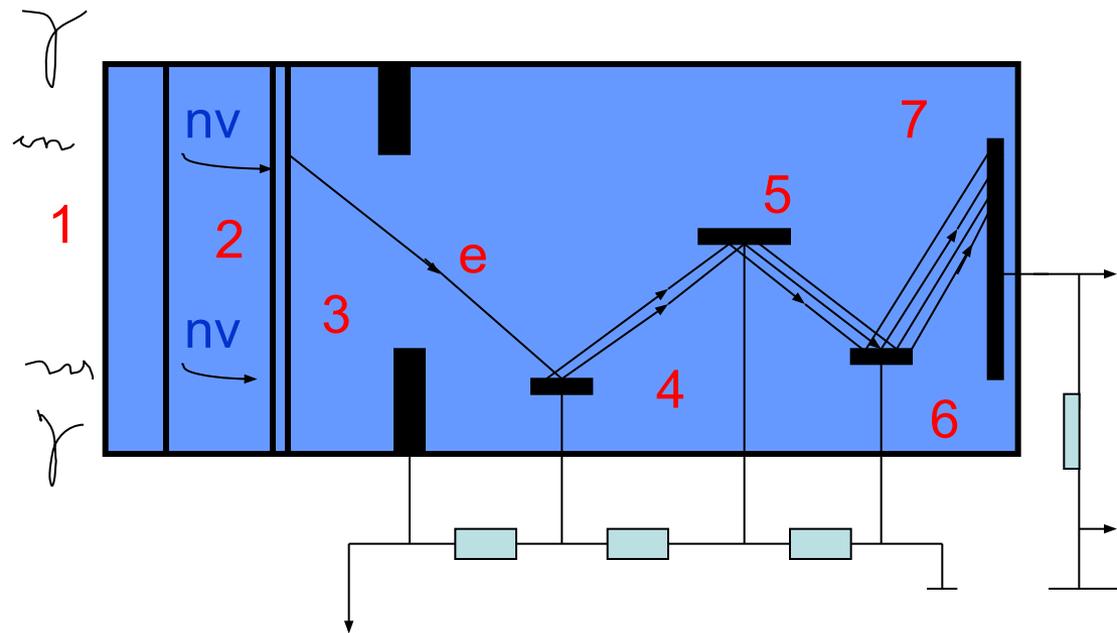
ЭКРАН

В 1903 году У.Крукс заметил, что частицы, испускаемые радиоактивным веществом, попадая на покрытый сернистым цинком экран, вызывает его свечение.

Устройство было использовано Э.Резерфордом. Сейчас сцинтилляции наблюдают и считают с помощью специальных устройств.

# СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЙ МЕТОД

- В этом методе (Резерфорда) для регистрации используются кристаллы. Прибор состоит из сцинтиллятора, фотоэлектронного умножителя и электронной системы.



# «Методы регистрации заряженных частиц».

(видеоролик).



# Повторим:

## Методы регистрации частиц:

Метод сцинтилляций

Частицы, попадающие на экран, покрытый специальным слоем, вызывают вспышки, которые можно наблюдать с помощью микроскопа.

Газоразрядный счётчик Гейгера

Метод ударной ионизации

Камера Вильсона и пузырьковая камера

Конденсация пара на ионах

Метод толстослойных фотоэмульсий

Ионизирует поверхность фотоэмульсий

# Проверяем таблицу.

<b>Название метода</b>	<b>Принцип действия</b>	<b><u>Достоинства,</u> Недостатки</b>	<b>Назначение данного прибора</b>

## Средства и методы регистрации заряженных частиц

Название устройства	Схематичное изображение	Физические принципы действия	Результат
<b>Счётчик Гейгера.</b> Ar, буферный газ, $\tau_{min} = 10^{-5} \text{ с}$		Ударная ионизация 	Фиксируется факт появления в трубке $e^-$ , $\gamma$ (электроны, фотоны).
<b>Камера Вильсона.</b> Смесь паров воды, спирта, эфира. $\tau_{min} = 1 \text{ с}$		По пути следования заряженных частиц образуются треки конденсированного пересыщенного пара на ионах. Белый след.	Определяется энергия, скорость, заряд, отношение $e/m$ для $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -частиц.
<b>Пузырьковая камера.</b> Жидкий водород, перегретая жидкость		Перегретая жидкость под большим давлением закипает по пути следования ионизирующих частиц. След из пузырьков.	По фотографии трека различают частицы: $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ , $K^+$ , $K^-$ , $\pi^0$ - и $\pi^\pm$ -мезоны, $\Sigma^+$ -гипероны.
<b>Фотоэмульсионная камера.</b> Кристаллы AgBr		Частица ионизирует атомы брома, восстанавливая ионы серебра. Образуется чёрный след Ag после проявления.	По длине и толщине трека $\alpha$ -частицы определяют энергию, массу, заряд частицы, вид ядерной реакции.
<b>Сцинтилляционный счётчик.</b> Люминофоры ZnS		Частица вызывает вспышку света в люминофоре, которая фиксируется фотоумножителем. Импульс тока усиливается.	Обнаруживаются нейтрино $\nu$ , $\bar{\nu}$ , $\alpha$ , $\rho$ , другие тяжёлые частицы.

# ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

**СПАСИБО  
ЗА УРОК!**

- 
- **§§59,60**
- Заполнить таблицу
- 



# Продолжи фразу:

- Теперь я знаю.....
- Теперь я могу.....
- Мне было интересно
- Мне было трудно.....