№9

**План работы учащегося 11 класса по физике. Разработчик:**

**учитель физики специализированного лицея №165 Нам Эльза Маршаковна**

**Урок № 90 Физический практикум** «Изучение ионизирующих излучений с помощью газоразрядного счетчика» рекомендую заменить на повторение темы «Методы регистрации элементарных частиц»

**Тема урока:** «Методы регистрации элементарных частиц»

**Цели работы для учащегося:**

-должен понимать природу методов регистрации элементарных частиц;

-знать области применения методов

**Краткая теория**

**Регистрация заряженных частиц** основана на явлении ионизации или возбуждении атомов, которое они вызывают в веществе детектора. На этом основана работа таких детекторов как камера Вильсона, пузырьковая камера, искровая камера, фотоэмульсии, газовые сцинтилляционные и полупроводниковые детекторы.

**1. Счётчик Гейгера**

Счётчик Гейгера представляет собой, как правило, цилиндрический катод, вдоль оси, которого натянута проволока — анод. Система заполнена газовой смесью. При прохождении через счётчик заряженная частица ионизирует газ. Образующиеся электроны, двигаясь к положительному электроду — нити, попадая в область сильного электрического поля, ускоряются и в свою очередь ионизуют молекулы газа, что приводит к коронному разряду. Амплитуда сигнала достигает нескольких вольт и легко регистрируется. Счётчик Гейгера регистрирует факт прохождения частицы через счётчик, но не позволяет измерить энергию частицы.

**2.  Камера Вильсона**

Камера Вильсона – трековый детектор элементарных заряженных частиц, в котором трек (след) частицы образует цепочка мелких капелек жидкости вдоль траектории её движения. Изобретена Ч. Вильсоном в 1912 г. (Нобелевская премия 1927 г.).

Принцип работы камеры Вильсона основан на конденсации пересыщенного пара и образовании видимых капель жидкости на ионах вдоль следа пролетевшей через камеру заряженной частицы. Для создания пересыщенного пара происходит быстрое адиабатическое расширение газа с помощью механического поршня. После фотографирования трека, газ в камере снова сжимается, капельки на ионах испаряются. Электрическое поле в камере служит для “очистки” камеры от ионов образовавшихся при предыдущей ионизации газа. В камере Вильсона треки заряженных частиц становятся видимыми благодаря конденсации перенасыщенного пара на ионах газа, образованных заряженной частицей. На ионах образуются капли жидкости, которые вырастают до размеров достаточных для наблюдения (10–3-10–4 см) и фотографирования при хорошем освещении. Рабочей средой чаще всего является смесь паров воды и спирта под давлением 0.1-2 атмосферы (водяной пар конденсируется главным образом на отрицательных ионах, пары спирта – на положительных). Перенасыщение достигается быстрым уменьшением давления за счёт расширения рабочего объёма. Возможности камеры Вильсона значительно возрастают при помещении её в магнитное поле. По искривлённой магнитным полем траектории заряженной частицы определяют знак её заряда и импульс. С помощью камеры Вильсона в 1932 г. К. Андерсон обнаружил в космических лучах позитрон.

**3. Пузырьковая камера**

**Пузырьковая камера**– трековый детектор элементарных заряженных частиц, в котором трек (след) частицы образует цепочка пузырьков пара вдоль траектории её движения. Изобретена А. Глэзером в 1952 г. (Нобелевская премия 1960 г.).

Принцип действия основан на вскипании перегретой жидкости вдоль трека заряженной частицы. Пузырьковая камера представляет собой сосуд, заполненный прозрачной перегретой жидкостью. При быстром понижении давления, вдоль трека ионизирующей частицы образуется цепочка пузырьков пара, которые освещаются внешним источником и фотографируются. После фотографирования следа давление в камере повышается, пузырьки газа схлопываются и камера снова готова к работе. В качестве рабочей жидкости в камере используется жидкий водород одновременно служащий водородной мишенью для исследования взаимодействия частиц с протонами.

Камера Вильсона и пузырьковая камера имеют огромное преимущество, которое заключается в том, что можно непосредственно наблюдать все заряженные частицы, образующиеся в каждом акте реакции. Для того, чтобы определить тип частицы и ее импульс камеры Вильсона и пузырьковые камеры помещают в магнитное поле. Пузырьковая камера имеет большую плотность вещества детектора по сравнению с камерой Вильсона и поэтому пробеги заряженных частиц полностью заключены в объёме детектора. Расшифровка фотографий с пузырьковых камер представляет отдельную трудоемкую проблему.

**4. Ядерные эмульсии**

Аналогично, как это происходит в обычной фотографии, заряженная частица нарушает вдоль своего пути структуру кристаллической решётки зерен галоидного серебра делая их способными к проявлению. Ядерная эмульсия является уникальным средством для регистрации редких событий. Стопки ядерных эмульсий позволяют регистрировать частицы очень больших энергий. С их помощью можно определить координаты трека заряженной частицы с точностью ~1 микрона. Ядерные эмульсии широко используются для регистрации космических частиц на шарах-зондах и космических аппаратах.  
Фотоэмульсии как детекторы частиц в какой-то мере аналогичны камере Вильсона и пузырьковой камере. Впервые их применил английский физик С.Пауэлл для изучения космических лучей. Фотоэмульсия представляет собой слой желатины с диспергированными в ней зернами бромида серебра. Под действием света в зернах бромида серебра образуются центры скрытого изображения, способствующие восстановлению бромида серебра до металлического серебра при проявлении обычным фотографическим проявителем. Физический механизм образования этих центров состоит в образовании атомов металлического серебра за счет фотоэффекта. Ионизация, производимая заряженными частицами, дает такой же результат: возникает след из сенсибилизированных зерен, который после проявления можно видеть под микроскопом.

**5. Сцинтилляционный детектор**

Сцинтилляционный детектор использует свойство некоторых веществ светиться (сцинтиллировать) при прохождении заряженной частицы. Кванты света, образующиеся в сцинтилляторе, затем регистрируются с помощью фотоумножителей.

Современные измерительные установки в физике высоких энергий представляют из себя сложные системы, включающие десятки тысяч счетчиков, сложную электронику и способны одновременно регистрировать десятки частиц, рождающихся в одном столкновении.

**Интернет ресурс:You Tube WikitubeRu Методы регистрации и наблюдения элементарных частиц**

**Задания для самостоятельной работы**

1. На чем основана работа счетчика Гейгера?
2. В чем преимущества пузырьковой камеры относительно камеры Вильсона?
3. Почему метод ядерных эмульсий позволяет определять координаты трека с большой точностью?