

Для дальнейшего развития ядерной физики (в частности, для исследования строения атомных ядер) необходимы были специальные устройства, с помощью которых можно было бы регистрировать ядра и различные частицы, а также изучать их взаимодействия.

Один из известных вам методов регистрации частиц — метод сцинтилляций — не даёт необходимой точности, так как результат подсчёта вспышек на экране в большой степени зависит от остроты зрения наблюдателя. Кроме того, длительное наблюдение оказывается невозможным, так как глаз быстро устаёт.

Более совершенным прибором для регистрации частиц является так называемый *счётчик Гейгера*, изобретённый в 1908 г. немецким физиком *Гансом Гейгером*.

Для рассмотрения устройства и принципа действия этого прибора обратимся к рисунку 159. Счётчик Гейгера состоит из металлического цилиндра, являющегося катодом (т. е. отрицательно заряженным электродом), и натянутой вдоль его оси тонкой проволоочки — анода (т. е. положительного электрода). Катод и анод через сопротивление  $R$  присоединены к источнику высокого напряжения (порядка 200—1000 В), благодаря чему в пространстве между электродами возникает сильное электрическое поле. Оба электрода помещают в герметичную стеклянную трубку, заполненную разреженным газом (обычно аргоном).

Пока газ не ионизирован, ток в электрической цепи источника напряжения отсутствует. Если же в трубку сквозь её стенки влетает какая-нибудь частица, способная ионизировать атомы газа, то в трубке образуется некоторое количество электрон-ионных пар. Электроны и ионы начинают двигаться к соответствующим электродам.



Рис. 159. Схема устройства счётчика Гейгера

Если напряжённость электрического поля достаточно велика, то электроны на длине свободного пробега (т. е. между соударениями с молекулами газа) приобретают достаточно большую энергию и тоже ионизируют атомы газа, образуя новое поколение ионов и электронов, которые тоже могут принять участие в ионизации, и т. д. В трубке образуется так называемая электронно-ионная лавина, в результате чего происходит кратковременное и резкое возрастание силы тока в цепи и напряжения на сопротивлении  $R$ . Этот импульс напряжения, свидетельствующий о попадании в счётчик частицы, регистрируется специальным устройством.

Поскольку сопротивление  $R$  очень велико (порядка  $10^9$  Ом), то в момент протекания тока основная доля напряжения источника падает именно на нём, в результате чего напряжение между катодом и анодом резко уменьшается и разряд автоматически прекращается (так как это напряжение становится недостаточным для образования новых поколений электронно-ионных пар). Прибор готов к регистрации следующей частицы.

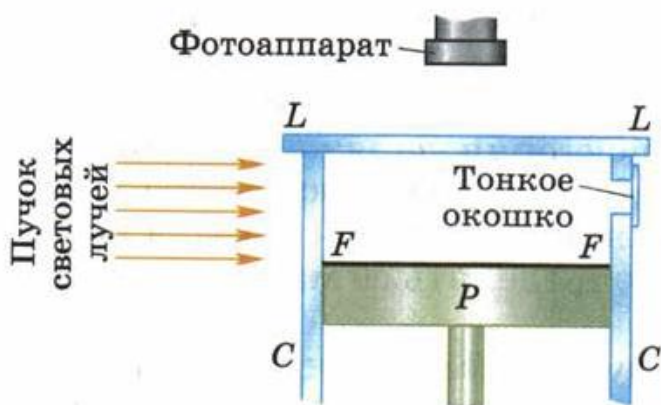
Счётчик Гейгера применяется в основном для регистрации электронов, но существуют модели, пригодные и для регистрации  $\gamma$ -квантов.

Счётчик позволяет только регистрировать тот факт, что через него пролетает частица.

Гораздо бóльшие возможности для изучения микромира даёт прибор, изобретённый шотландским физиком **Чарлзом Вильсоном** в 1912 г. и называемый **камера Вильсона**.

Камера Вильсона (рис. 160) состоит из невысокого стеклянного цилиндра  $CC$  со стеклянной крышкой  $LL$  (на рисунке цилиндр показан в разрезе). Внут-

Рис. 160. Схема устройства камеры Вильсона



три цилиндра может двигаться поршень  $P$ . На дне камеры находится чёрная ткань  $FF$ . Благодаря тому что ткань увлажнена смесью воды с этиловым спиртом, воздух в камере насыщен парами этих жидкостей.

При быстром движении поршня вниз находящиеся в камере воздух и пары жидкостей расширяются, их внутренняя энергия уменьшается, температура понижается.

В обычных условиях это вызвало бы конденсацию паров (появление тумана). Однако в камере Вильсона этого не происходит, так как из неё предварительно удаляются так называемые *ядра конденсации* (пылинки, ионы и пр.). Поэтому в данном случае при понижении температуры в камере пары жидкостей становятся *пересыщенными*, т. е. переходят в крайне неустойчивое состояние, при котором они будут легко конденсироваться на любых образующихся в камере ядрах конденсации, например на ионах.

Изучаемые частицы впускаются в камеру через тонкое окошко (иногда источник частиц помещают внутри камеры). Пролетая с большой скоростью через газ, частицы создают на своём пути ионы. Эти ионы и становятся ядрами конденсации, на которых пары жидкостей конденсируются в виде маленьких капелек (водяной пар конденсируется преимущественно на отрицательных ионах, пары этилового спирта — на положительных). Вдоль всего пути частицы возникает тонкий след из капелек (*трек*), благодаря чему её траектория движения становится видимой.

Если поместить камеру Вильсона в магнитное поле, то траектории заряженных частиц искривляются. По направлению изгиба следа можно судить о знаке заряда частицы, а по радиусу кривизны определять её массу, энергию, заряд.

Треки существуют в камере недолго, так как воздух нагревается, получая тепло от стенок

камеры, и капельки испаряются. Чтобы получить новые следы, необходимо удалить имеющиеся ионы с помощью электрического поля, сжать воздух поршнем, выждать, пока воздух в камере, нагретый при сжатии, охладится, и произвести новое расширение.

Обычно треки частиц в камере Вильсона не только наблюдают, но и фотографируют. При этом камеру освещают сбоку мощным пучком световых лучей, как показано на рисунке 160.

С помощью камеры Вильсона был сделан ряд важнейших открытий в области ядерной физики и физики элементарных частиц.

Одной из разновидностей камеры Вильсона является изобретённая в 1952 г. *пузырьковая камера*. Она действует примерно по тому же принципу, что и камера Вильсона, но вместо пересыщенного пара в ней используется перегретая выше точки кипения жидкость (например, жидкий водород). При движении в этой жидкости заряженной частицы вдоль её траектории образуется ряд пузырьков пара. Пузырьковая камера обладает бóльшим быстродействием по сравнению с камерой Вильсона.

#### **?** Вопросы

1. По рисунку 159 расскажите об устройстве и принципе действия счётчика Гейгера.
2. Для регистрации каких частиц применяется счётчик Гейгера?
3. По рисунку 160 расскажите об устройстве и принципе действия камеры Вильсона.
4. Какие характеристики частиц можно определить с помощью камеры Вильсона, помещённой в магнитное поле?
5. В чём преимущество пузырьковой камеры перед камерой Вильсона? Чем отличаются эти приборы?