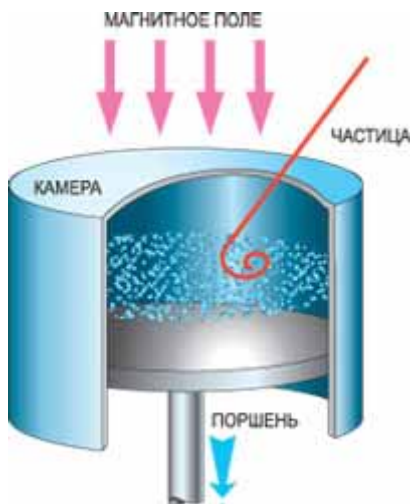


4. КАМЕРА ВИЛЬСОНА

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.

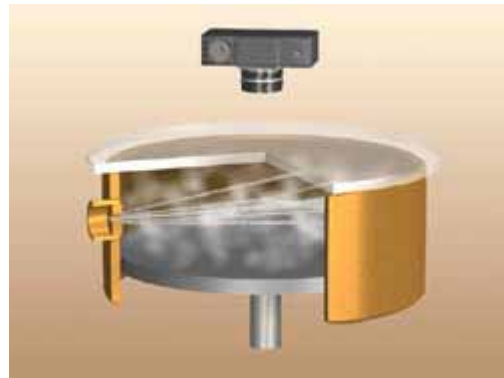


Камера Вильсона – трековый детектор элементарных заряженных частиц, в котором трек (след) частицы образует цепочка мелких капелек жидкости вдоль траектории её движения. Изобретена Ч.Вильсоном в 1912 г. (Нобелевская премия 1927 г.).

Первый детектор заряженных частиц – камера Вильсона – был создан 19 апреля 1911 года. Камера представляла собой стеклянный цилиндр диаметром 16,5 см и высотой 3,5 см.

Сверху цилиндр закрывался приклеенным

зеркальным стеклом, через которое фотографировали следы частиц. Внутри находился второй цилиндр, в нем – деревянное кольцо, опущенное в воду. Испаряясь с поверхности кольца, она насыщала камеру водяными парами. Вакуумный насос создавал разрежение в шаровидной емкости, соединенной с камерой трубкой с вентиляем. При открывании вентиля в камере создавалось разрежение, водяные пары становились пересыщенными, и на следах заряженных частиц происходила их конденсация в виде полосок тумана (именно поэтому в зарубежной литературе прибор называется *the cloud chamber* – «туманная камера»).

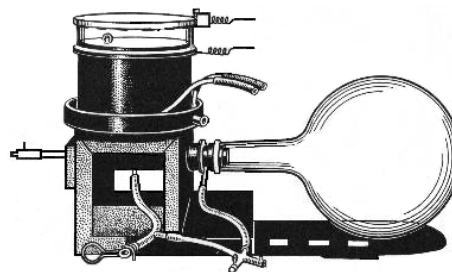


Принцип работы первой камеры Вильсона. На нитке 1 подвешены шарики 2 и 3.

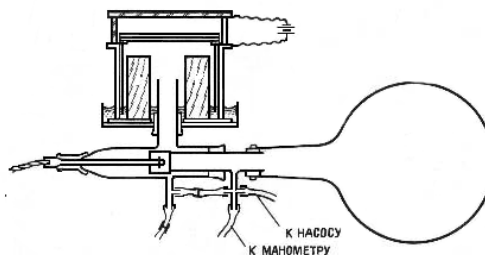
Нитку пережигали, одновременно открывая вентиль 4. Шарики, падая, замыкали последовательно контакты 5 и 6, подключенные к источникам высокого напряжения – батареям лейденских банок. Включалась рентгеновская трубка 7, ионизирующая своим излучением газ в камере, и спустя сотые доли секунды в разряднике 8 возникала искра, освещающая треки. Их снимал фотоаппарат 9. Так без малого сто лет назад начались исследования микромира.

Действие камеры Вильсона основано на явлении конденсации пересыщенного пара, т. е. на образовании мелких жидкости на каких-либо центрах конденсации, например на образующихся вдоль следа

заряженной частицы. Капли жидкости вырастают до достаточных для наблюдения (10^{-3} - 10^{-4} см) и фотографирования при хорошем освещении. Пространственное разрешение камеры Вильсона обычно



на капелек центрах ионах, быстрой размеров



≈ 0.3 мм.

(1912).

Рис. 3. Схема и внешний вид первой камеры Вильсона

Для исследования частиц с малой энергией камеры заполняют газом при давлении меньше атмосферного; для исследования частиц высоких энергий камеру наполняют давлений в десятки атм. Рабочей средой чаще всего смесь паров воды и спирта под давлением 0.1-2 атмосферы (водяной пар конденсируется главным образом на отрицательных ионах, пары спирта – на положительных). Широко варьируются размеры и форма камер, материалы их стенок.

газом до является

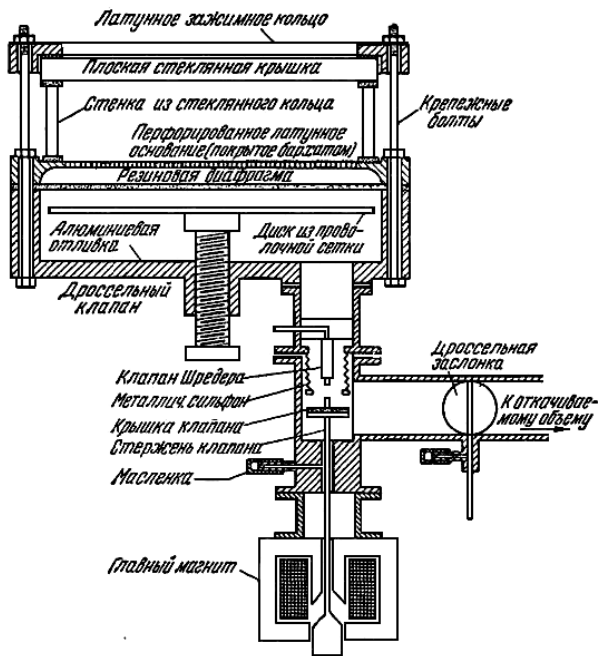
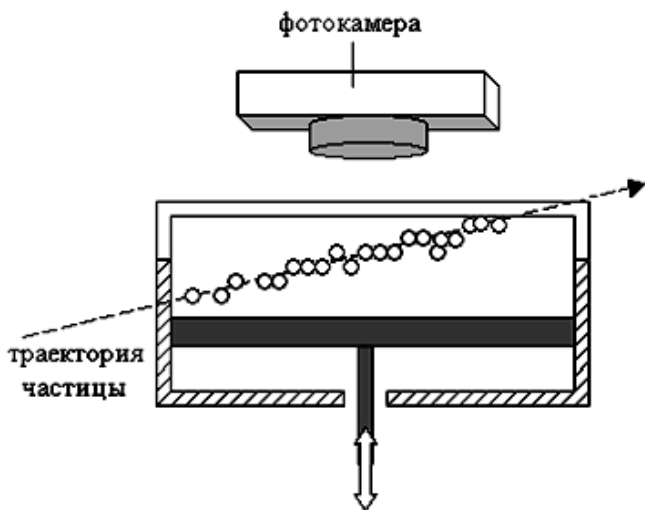


Рис. 4. Небольшая камера Вильсона.



образом, камера Вильсона работает в циклическом режиме. Полное время цикла обычно ≥ 1 мин.

Рис. 6. Схема камеры Вильсона с внутренним источником излучения.

Исследуемые частицы могут либо испускаться помещаемым внутри камеры источником, либо попадать в камеру извне через прозрачное для них окно. Возможности камеры Вильсона значительно возрастают при помещении её в



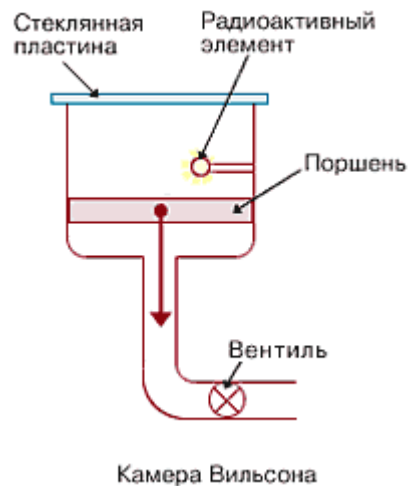
магнитное поле. По искривлённой магнитным полем траектории заряженной частицы определяют знак её заряда и импульс. С помощью камеры Вильсона в 1932 г. К. Андерсон обнаружил в космических лучах позитрон.

Рис. 7. Образование пары позитрон-электрон в камере Вильсона. Видны следы позитрона и электрона, образовавшихся при взаимодействии γ -кванта (не оставляющего видимого следа) с ядром свинца в свинцовом экране, перегораживающим камеру).

Важным усовершенствованием, удостоенным в 1948 г. Нобелевской премии (П.Блэкетт), явилось создание управляемой камеры Вильсона. Специальные счётчики отбирают события, которые должны быть зарегистрированы камерой Вильсона, и «запускают» камеру лишь для

Рис. 5. Схема камеры Вильсона.

Перенасыщение достигается быстрым уменьшением давления за счёт расширения рабочего объёма. Время чувствительности камеры, в течение которого перенасыщение остаётся достаточным для конденсации на ионах, а сам объём приемлемо прозрачным (не перегруженным капельками, в том числе и фоновыми), меняется от сотых долей секунды до нескольких секунд. После этого необходимо очистить рабочий объём камеры и восстановить её чувствительность. Таким



наблюдения таких событий. Эффективность камеры Вильсона, работающей в таком режиме, многократно возрастает. «Управляемость» камеры Вильсона объясняется тем, что можно обеспечить очень высокую скорость расширения газовой среды и камера успевает отреагировать на запускающий сигнал внешних счётчиков.

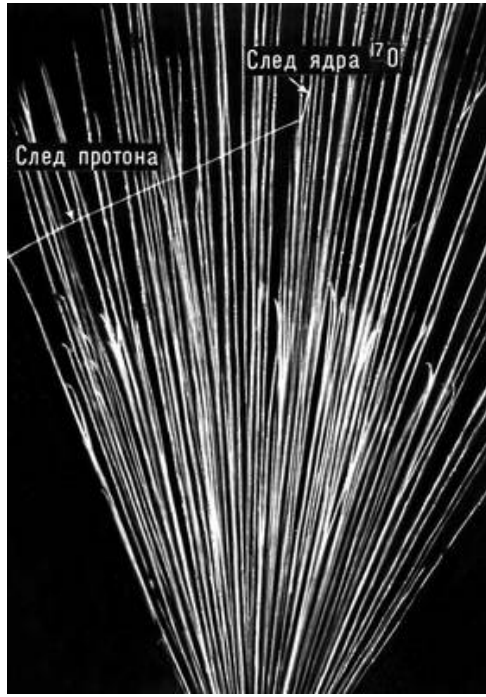


Рис. 8. Ядерная реакция $^{14}\text{N}(\alpha, p)^{17}\text{O}$, зарегистрированная в камере Вильсона. На снимке видны следы бомбардирующих α -частиц (линии, направленные снизу вверх), а также образующие вилку следы продуктов реакции – протона и ядра ^{17}O .

Рис. 9. Альфа-частицы, испускаемые из источника, в камере Вильсона. Некоторые треки имеют излом в конце пути, что связано с соударением с атомным ядром. Такие соударения наиболее вероятны в конце трека, когда альфа-частица

замедляет движение.

Камера Вильсона сыграла важную роль в изучении строения вещества. На протяжении нескольких десятилетий этот детектор был практически единственным визуальным методом регистрации ядерных излучений. Однако в последние годы камера Вильсона уступила место пузырьковым и искровым камерам.

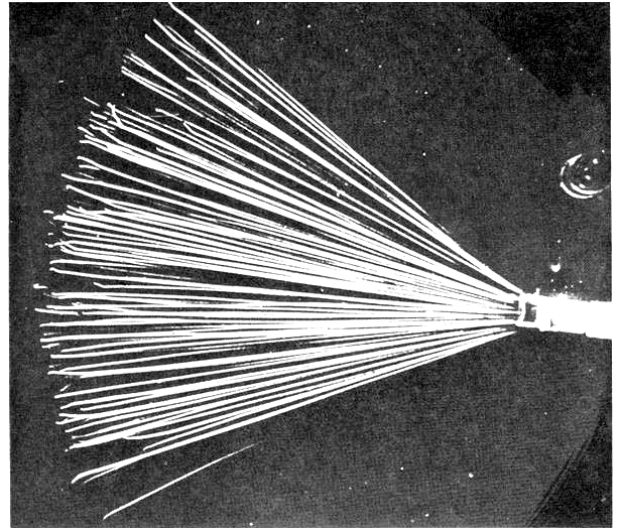


Рис. 10. Бета-частицы, испускаемые из источника в камере Вильсона. Видно, что треки намного далее обособлены, чем для альфа-частиц. Когда частица замедляется, её путь становится более беспорядочным и ионы формируются всё ближе друг к другу. В самом конце электронный трек близость ионов примерно такая же, как у трека альфа-частицы

