УПРАВЛЯЕМЫЕ КАМЕРЫ ВИЛЬСОНА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ИОНИЗУЮЩИХ ЧАСТИЦ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ВНУТРИ КАМЕРЫ

В управляемой камере Вильсона регистрация частицы происходит только в том случае, если она производит ионизацию как в рабочем объёме камеры, так и в рабочем объёме ионизационного прибора, дающего управляющий импульс. Между моментом прохождения частицы через оба прибора и регистрацией образовавшегося трека проходит некоторое время, необходимое для собирания ионов в ионизационном приборе, запуска механизма расширения, роста капель и фотографирования. В течение этого времени ионы и капли в камере Вильсона диффундируют от места своего образования.

Рост капель на ионах начинается после срабатывания механизма расширения. Чем больше промежуток времени между моментом прохождения частицы и расширением, тем дальше разойдутся ионы и тем диффузнее трек.

Ионизационный прибор может быть помещён как вне камеры Вильсона, так и внутри её. Было показано, что при соблюдении определённых условий ионизационный объём камеры [1], пропорционального счётчика [2], или счётчика с самостоятельным газовым разрядом [3] может частично или полностью совпадать с рабочим объёмом камеры Вильсона. Таким образом, камера Вильсона и ионизационная камера могут иметь общее наполнение и быть совмещены в одном приборе — ионизационно-вильсоновской камере.

Ионы и электроны, образованные частицей при прохождении через рабочий объём такого прибора, выполняют две различные функции. Электроны при своём движении дают управляющий импульс, а положительные и отрицательные ионы служат центрами конденсации после расширения.

Чем больше образуется отрицательных ионов за счёт захвата электронов, тем плотнее трек, но тем меньше импульс, управляющий механизмом регистрации частиц. Так как захват электрона возможен на всём пути его движения к аноду от места возникновения, то часть отрицательных ионов образуется вдали от трека, что приводит к увеличению туманного фона.

Вероятность захвата электрона пропорциональна проходимому им пути, поэтому в камере с электроотрицательными газами величина управляющего импульса зависит от места образования первичной ионизации. Поэтому электроотрицательные газы и пары, обычно применяемые для наполнения камеры Вильсона, не могут быть использованы

в ионизационно-вильсоновской камере. Для того чтобы прибор работал удовлетворительно, необходимо исключить захват электронов. В таком приборе ионизационная камера должна работать на электронах, а камера Вильсона только на положительных ионах.

В работе[2] для наполнения пропорционального счётчика, помещённого в рабочий объём камеры Вильсона, применялся этиловый спирт. Однако ввиду большого давления насыщенного пара, 44 *мм* рт. ст. при +20° С, он не является достаточно хорошим наполнителем для ионизационной камеры.

В реферируемой работе[4] ионизационно-вильсоновская камера при наполнении её этиловым спиртом работала неудовлетворительно из-за уменьшения амплитуды импульсов, что обусловливалось захватом электронов.

При наполнении камеры изоамиловым спиртом уменьшения амплитуды импульса, даваемого α-частицами, не наблюдалось.

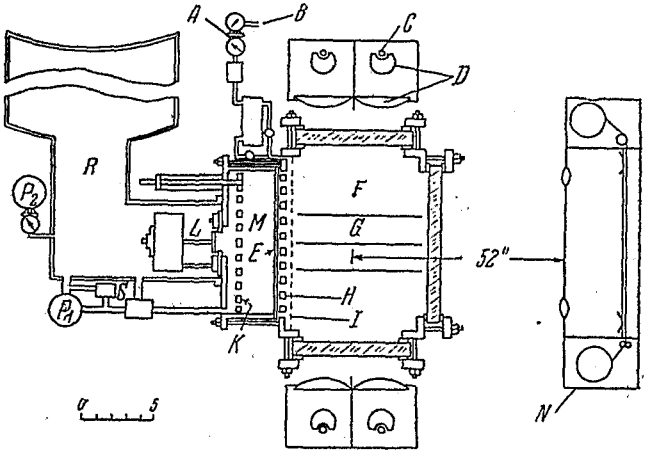

Рис. 1. Продольный разрез ионизационно-вильсоновской камеры:
A — редуктор, *B* — аргон, *C* — импульсная лампа, *D* — цилиндрические линзы, *E* — диафрагма, *G* — цилиндрическая ионизационная камера, *H* — передний стопор, *I* — бархат, *K* — задний стопор, *L* — магнитный клапан, *N* — стереоаппарат.

Разрез камеры в масштабе показан на рис. 1. Камера Вильсона представляет собой прямоугольный сосуд из латуни толщиной 1,25 *см* со стеклянными окнами толщиной 3,2 *см*. Полезная площадь, захватываемая фотоаппаратом, составляла 25 × 25 *см* при освещаемой глубине камеры в 20 *см*.

Камера была рассчитана на давление ~ 5 *атм*.

Расширение газа (99% аргона, насыщенного парами изоамилового спирта) в камере (объём *F*) осуществлялось при сообщении объёма *M* с объёмом *R* через управляемый магнитом клапан *L*. Давления в объёмах *F*, *M* и *R* составляли 2,3; 3 и 1,85 *атм* соответственно. После расширения давление в *R* восстанавливалось до начального насосом P_1, управлявшимся дифференциальным манометром *S*. Насос P_2 поддерживал постоянное давление в объёме *R*.

Ионизационная камера располагалась коаксиально с камерой Вильсона в её объёме и представляла собой латунный цилиндр диаметром 9,4 *см* и длиной 20 *см*. Центральный электрод был выполнен из стали диаметром 1,5 *мм*.

Конструкция ионизационной камеры видна из рис. 2.

Цилиндрическая геометрия применена с целью уменьшения зависимости величины электронного импульса от места прохождения ионизующей частицы внутри камеры.

Импульс усиливается и после дискриминатора амплитуд поступает на вход управляющей схемы. Время собирания электронов составляло 7 *мксек*. Через 12 *мксек* после поступления сигнала с амплитудного дискриминатора схема начинает убирать высокий потенциал с цилиндра камеры.

Во время этого процесса, продолжительность которого составляла 100 *мксек*, положительные ионы практически не сдвигаются с места своего образования.

Через 0,1 сек. после момента прохождения частицы через камеру зажигаются четыре импульсные лампы, освещающие объём, находящийся вне ионизационной камеры. Каждая лампа работала от конденсатора 48 *мкф* при напряжении 1000 *в*.

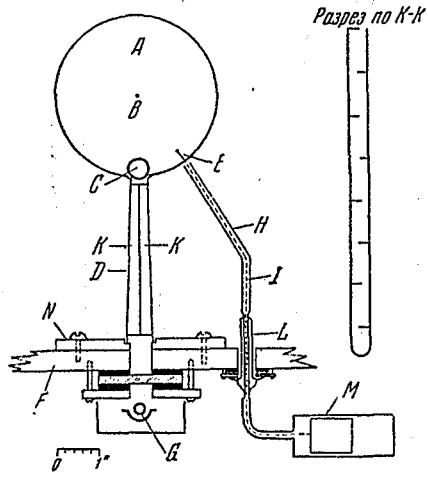

Рис. 2. Поперечный разрез ионизационной камеры:

A — объём ионизационной камеры, *B* — центральный электрод, *C* — стеклянный стержень, *D* — светопровод, *E*—источник α-частиц, *F* — дно камеры Вильсона, *G*—импульсная лампа, *H*—медная трубка, *I* — стальная проволока, *L* — коваровый ввод, *M* — латунная трубка, *N* — текстолитовое основание.

Внутренний объём ионизационной камеры освещался одной импульсной лампой, питавшейся от конденсатора 120 *мкф* при напряжении 1100 *в*. Лампа располагалась непосредственно под дном вильсоновской камеры, как это показано на рис. 2.

Одна из полученных в этой камере фотографий приведена на рис. 3.

Применение дискриминатора амплитуд импульсов позволяет регистрировать только те частицы, которые дают внутри камеры ионизацию, превышающую установленную пороговую величину. Для калибровки дискриминатора используется полониевый источник α-частиц, вводимый внутрь ионизационной камеры. Эксперимент показывает, что при напряжении на электродах 1800 *в* ионизационная камера находится в режиме тока насыщения. При более высоких напряжениях камера работала неудовлетворительно из-за возрастания уровня шумов, обусловленных утечкой по изолятору.

Во время работы ионизационно-вильсоновской камеры источники освещения и фотоаппарат помещались в светонепроницаемый кожух, покрытый листовой медью — для экранирования ионизационной камеры.

Одним из недостатков описываемого прибора является то, что ионизационный объём занимает только часть рабочего объёма камеры Вильсона. Цилиндр ионизационной камеры не прозрачен, что затрудняет освещение и фотографирование треков.

Ионизационно-вильсоновская камера с прозрачным собирающим электродом описана в работе[5]. Камера объёмом 5 *л* имеет три цилиндрических электрода, расположенных концентрично: стального (диаметром 6 *мм*), внешнего стеклянного электрода (диаметром 20,6 *см*) и внутрен-

него также стеклянного (диаметром 7,75 *см*). Толщина стенок наружного цилиндра — 0,62 *см*, внутреннего — 0,25 *см*. Поверхность стеклянных цилиндров покрыта прозрачным электропроводящим составом, что позволяет освещать весь объём камеры Вильсона.

Внешний электрод, служащий стенками камеры, и внутренний заземлены; промежуточный цилиндр является собирающим электродом и находится под потенциалом +1400 *в*. Такая система позволяет собирать электроны из всего объёма камеры.

Величина и форма импульса, возникающего при прохождении через камеру ионизующих частиц, может быть определена, а трек, образованный на положительных ионах, сфотографирован.

Эта камера наполнялась неоном, аргоном, или криптоном и была применена для регистрации звёзд, образованных космическим излучением [6].

Рассматриваемый метод управления камерой Вильсона с помощью ионизационной камеры, помещённой в её рабочем объёме, может быть применён и к диффузионной камере (см., например,[7,8]).

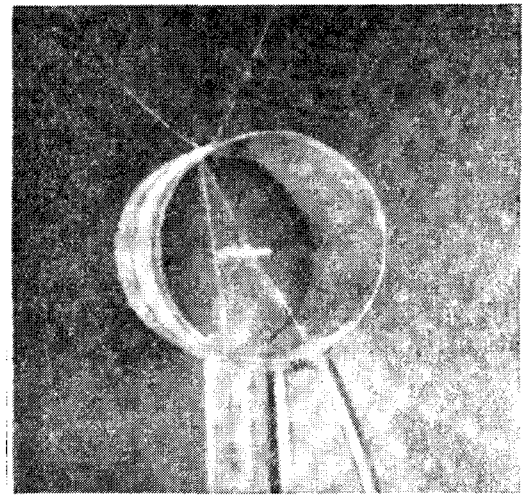

Рис. 3.

В чувствительной области диффузионной камеры рост капель на ионах начинается сразу после прохождения частицы. Так как скорость диффузии при прочих равных условиях тем меньше, чем больше размер частиц, то, очевидно, что трек в диффузионной камере будет более резким, чем в камере с расширением, если промежуток времени между прохождением частицы и её регистрацией одинаков в обоих случаях.

Управляемая диффузионная камера, описанная в работе[9], состояла из стеклянного цилиндра диаметром 40 *см* и высотой 22,5 *см*. Камера наполнялась аргоном и работала с парами амилового спирта при общем давлении 1,4 *атм*. Высота чувствительного слоя составляла 10 *см*.

Ионизационная камера помещалась в чувствительную область диффузионной камеры. Наружный электрод состоял из шести стальных стержней (диаметр стержня 1,5 *мм*, длина 22,5 *см*), расположенных на окружности диаметром 7,5 *см*, и находился при потенциале — 1200 *в*. Центральный электрод (стержень из нержавеющей стали диаметром 1,5 *мм*) заземлялся.

Импульсы после усилителя с амплитудным дискриминатором поступали на схему, которая снимала высокое напряжение и зажигала импульсную лампу.

Запаздывание зажигания лампы по отношению к моменту прохождения частицы регулируется цепью задержки.

В. Л. и Ю. Ш.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. M. J. Cohen, Phys. Rev. 75, 1328 (1949).
2. Hodson, Loria and Ryder, Phil. Mag. 41, 826 (1950).
3. E. L. Fireman and G. M. McHaney, Rev. Sci. Instr., 21, 813 (1950).
4. H. W. Lewis, W. W. Brown, D. O. Seevers and E. W. Hones, Rev. Sci. Instr. 22, 259 (1951).
5. F. Brown, R. R. Rau and G. T. Reynolds, Bull. Am. Phys. Soc. 26, 16 (1951).
6. F. Brown, R. R. Rau and G. T. Reynolds, Bull. Am. Phys. Soc. 27, Jan. — Febr. 16 (1952).
7. УФН, т. XLV, вып. 1, 141 (1951).
8. УФН, т. XLVI, вып. 3, 420 (1952).
9. M. M. Block, W. W. Brown and G. G. Slaughter, Bull. Am. Phys. Soc., Jan. — Febr. (1952).