

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

17
Г-57
4/15

01/8



А.М.Говоров, В.И.Никаноров, Г.Петер, А.Ф.Писарев, Х.Поэе

Д-715

ГАЗОРАЗРЯДНАЯ КАМЕРА
ЖТЭ, 1961, №6, с49.

Дубна 1961 год

А.М. Говоров, В.И. Никаноров, Г.Петер, А.Ф. Писарев, Х. Позе

ГАЗОРАЗРЯДНАЯ КАМЕРА^{x)}

^{x)} Краткое сообщение о данной работе было сделано на Международной конференции по приборам для физики высоких энергий в Беркли (сентябрь 1960).

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

1060/5 чр.

А н н о т а ц и я

Приводятся характеристики работы газоразрядной камеры с междуэлектродным промежутком 70 мм.

Одним из перспективных методов регистрации заряженных частиц является метод газоразрядной трековой камеры, предложенный Конверси и др.^{/1/} и Фукуи и Миямото^{/2,3/}. Физический основой данного метода является свечение газа вдоль пути прохождения ионизирующей частицы при подаче на камеру коротких электрических импульсов высокого напряжения.

Нами были изготовлены камеры с плоскими электродами. Электроды имели площадь 25 x 10 см, расстояние между ними составляло 7 см. Камеры были склеены из стеклянных пластин эпоксидным клеем в виде герметических коробок. Два электрода прикладывались снаружи к стенкам камеры, толщина которых была 2 мм. Камеры наполнялись неоном до давления 760 мм рт.ст. с добавкой аргона в количестве 0,3-0,45%.

Производилось исследование работы камеры в зависимости от параметров импульса высокого напряжения, его задержки по отношению к времени прохождения частицы через камеру и величин добавки аргона. Приведенные ниже результаты получены при обработке фотопленки со снимками треков, образованных космическими частицами и протонами с энергией 660 Мэв. При прохождении заряженной частицы через камеру на ее электроды подавался электрический импульс экспоненциального вида, создающий градиент в камере, достаточный для получения светящегося трека. Управление генератором импульсов высокого напряжения (рис. 1) и фотоаппаратом производилось с помощью схемы совпадений, работающей от телескопа сцинтилляционных счетчиков.

Одной из наиболее важных характеристик камеры является эффективность регистрации частиц. Этот параметр изучался при различных амплитудах очищающего электрического поля в зависимости от времени задержки импульса высокого напряжения, подаваемого на камеру, по отношению к моменту прохождения частицы через объем камеры. Очищающее поле создавалось путем непрерывной подачи на электроды камеры прямоугольных импульсов с частотой следования 100 гц. Результаты обработки полученных фотографий приведены на рис. 2. При построении кривой эффективности принимались во внимание как яркие треки, так и слабые. Причем треки, соответствующие концу кривой задержки, имели очень слабое свечение и были заметно искажены, тогда как без задержки или при малой задержке импульса треки были яркие и без искажений. Было замечено, что кривая эффективности сильно зависит от амплитуды высоковольтного импульса. Так, при подборе градиента по

минимальному свечению трека и при отсутствии очищающего поля кривая эффективности круто спадает при значении времени задержки импульса около 6-7 мксек. Следует отметить, что время памяти камеры существенно зависит от количества добавляемого аргона. Время увеличивается при уменьшении добавки аргона. Из кривых эффективности видна сильная зависимость времени памяти камеры от величины очищающего поля.

Наряду с этим проводилось изучение степени сохранения разряда вдоль трека частицы, проходящей под углом к направлению поля высоковольтного импульса. Найдено, что для камеры с промежутком 70 мм, добавкой аргона в количестве 0,4-0,45% и градиентом электрического поля в импульсе 5,4 кв/см максимальный угол, при котором разряд всегда происходит по треку частицы, равен $\sim 30^\circ$. При углах, больших 30° , наблюдаются как нормальные треки, так и искаженные. Однако, при прохождении частицы даже под углом 50° к направлению электрического поля существуют отдельные случаи, когда разряд совпадает с направлением движения частицы. Такие треки обычно имеют яркое свечение и, по-видимому, принадлежат частицам с повышенной ионизирующей способностью. При просмотре фотографий треков для угла 30° было обнаружено систематическое смещение трека в сторону положительного электрода на величину около 1 мм по отношению к направлению движения частицы. Этот интересный факт, по-видимому, объясняется механизмом образования наклонного трека^{/3/}, когда в начальный момент разряд идет в направлении градиента внешнего поля и лишь затем "голова" одной электронной лавины замыкается на положительные ионы лавины, возникающей в соседней точке трека. Далее необходимо отметить, что максимальный угол увеличивается с уменьшением градиента электрического поля, уменьшением длительности импульса и фронта импульса высокого напряжения, увеличением ионизирующей способности частиц и увеличением расстояния между электродами. На рис. 3а приведена типичная фотография треков протонов с энергией 660 Мэв, прошедших последовательно через две камеры, одна из которых расположена под углом к направлению движения протонов. Толщина треков равна 2 мм.

В случае прохождения частицы перпендикулярно электрическому полю, наблюдается размытие трека по полю от электрода до электрода. Имеет место также существенное размытие трека и в направлении, перпендикулярном электрическому полю, возникающее из-за дочерних разрядных колонок вблизи основных колонок.

На рис. 3б приведена фотография трека частицы, прошедшей перпендикулярно электрическому полю. Фотографирование производилось через прозрачный электрод (раствор электролита).

Изучалась зависимость минимального градиента электрического поля, необходимого для образования трека, от длительности высоковольтного импульса, подаваемого на камеру. Результаты приведены на рис. 4. Практически интерес представляет лишь диапазон длительностей импульсов $2 \cdot 10^{-7}$ сек и короче, где разряд хорошо сохраняет свое направление вдоль трека и ширина трека не превышает 2 мм. В диапазоне же $2 \cdot 10^{-7} - 10^{-6}$ сек трек, хотя и образуется эффективно, но его ширина становится большой (около 4-5 мм) и направление разряда по треку сохраняется плохо. При длительности импульсов больше 10^{-6} сек качество трека значительно ухудшается.

Переходя к вопросу о типе разряда по треку, можно отметить следующее. Наиболее правдоподобным является стримерный механизм образования разряда по треку, как это было впервые указано Фукуи и Миямото^{/3/}. Полученные результаты не могут быть объяснены только теорией лавинного разряда, так как смещение электронов в лавине за время $1,5 \cdot 10^{-7}$ сек, равное длительности высоковольтного импульса, составляет около 2 мм. В то же время при прохождении частицы перпендикулярно электрическому полю разряд идет от электрода до электрода (70 мм). Можно показать также, что концентрация ионов в треке удовлетворяет условию Лёба для развития лавинно-стримерного пробоя.

В заключение необходимо отметить, что работа камеры сильно зависит от чистоты внутренней поверхности и качества наполнения. Срок службы камеры в основном определяется тем, насколько сильно газит ее внутренняя поверхность при разряде. В наших опытах камеры переставали работать и требовали нового наполнения, примерно, после 30 тысяч разрядов.

Авторы благодарят А.А.Тяпкина и В.И.Салацкого за полезные дискуссии.

Л и т е р а т у р а

1. M.Conversi, S.Focardi, C.Franzinetti, A.Cozzini, P.Murtas. Nuovo Cim., 4, (1956), Supp.N 2, 234.
2. S.Fukui, S.Miyamoto. Nuovo Cim., XI, 113 (1959).
3. S.Fukui, S.Miyamoto. Physical Institute Nagoya University, Japan, Preprint, 1959.

Рукопись поступила в издательский отдел
3 апреля 1961 года.

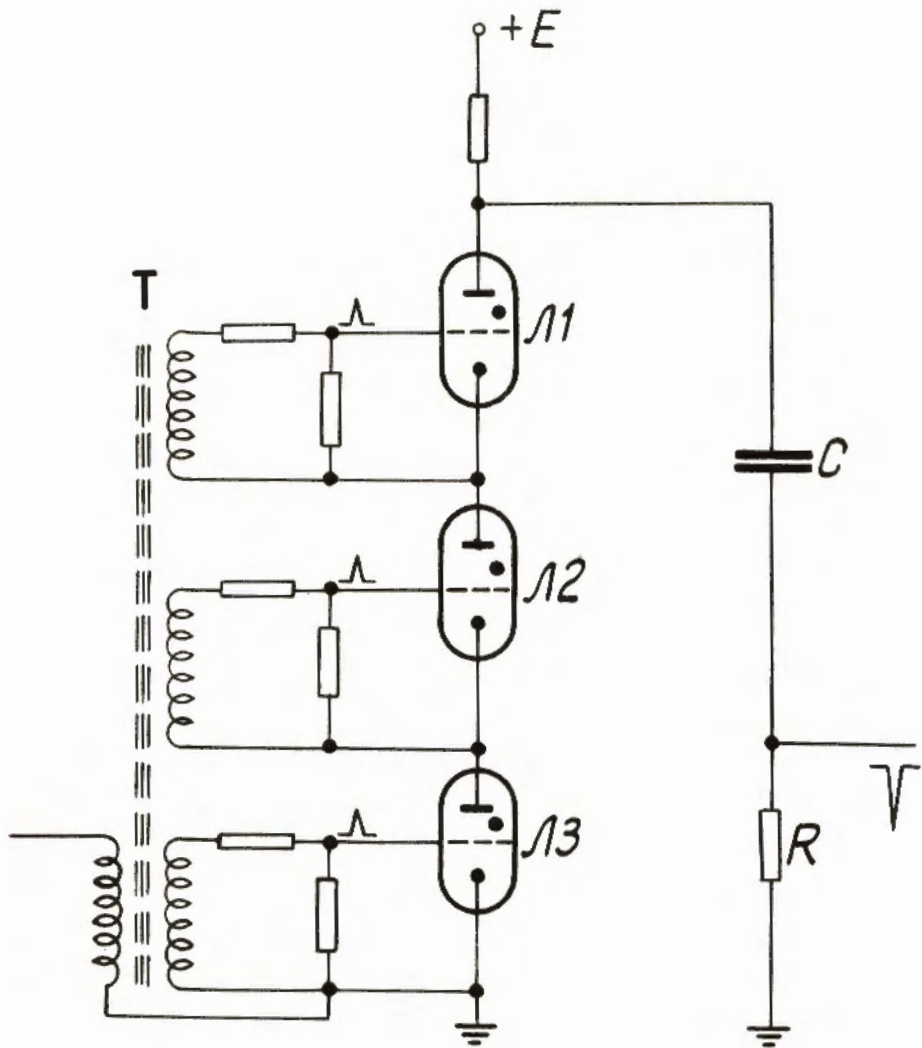


Рис. 1. Принципиальная схема генератора импульсов. $Л1$, $Л2$, $Л3$ - тиратроны ТГ И1-325/16, $C = 750$ пф, $R = 200$ ом, T - трансформатор с кольцевым ферритовым сердечником.

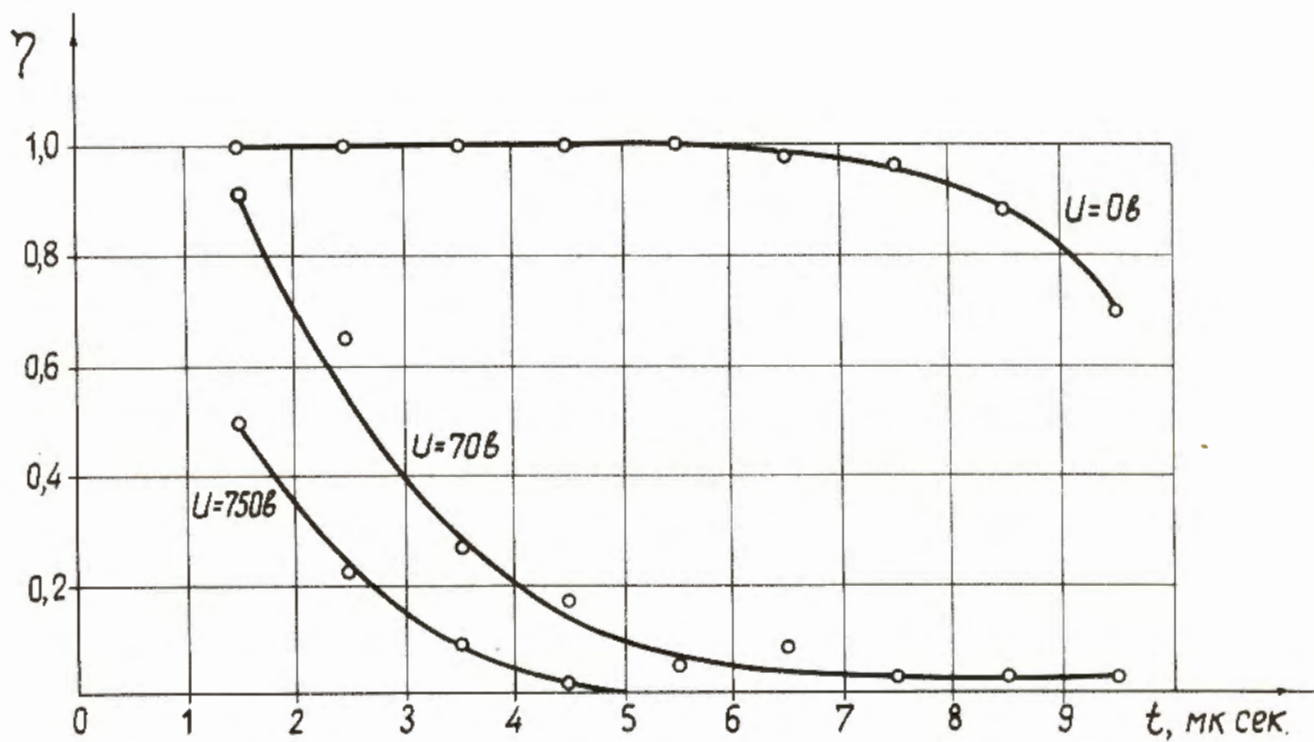
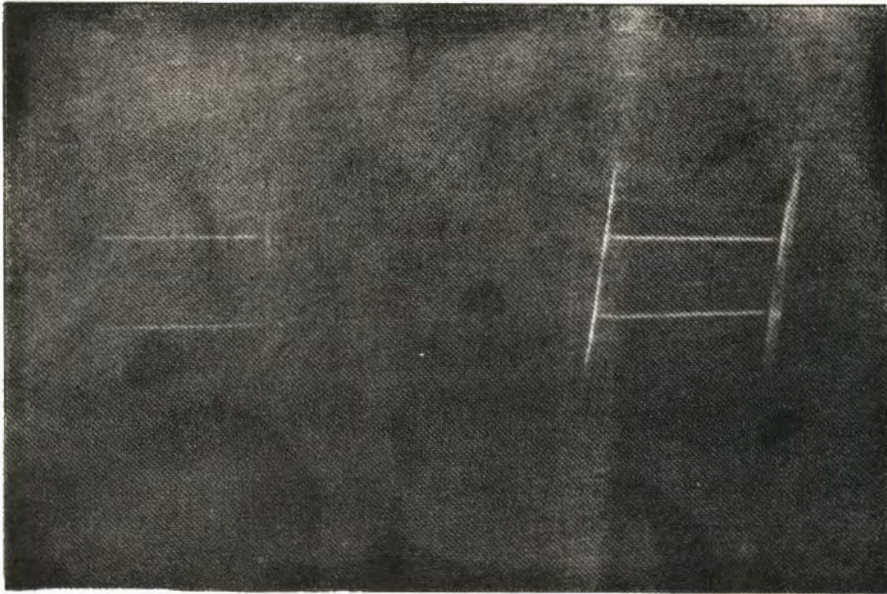
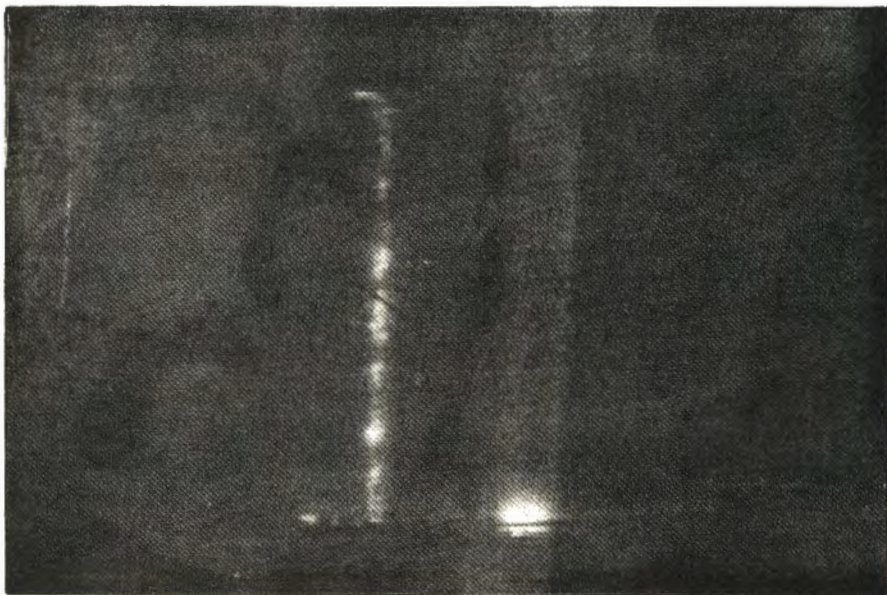


Рис. 2. Эффективность регистрации частиц в камере. η - эффективность, t - задержка импульса, U - амплитуда очищающего поля.



а/



б/

Рис. 3. Фотография треков протонов.

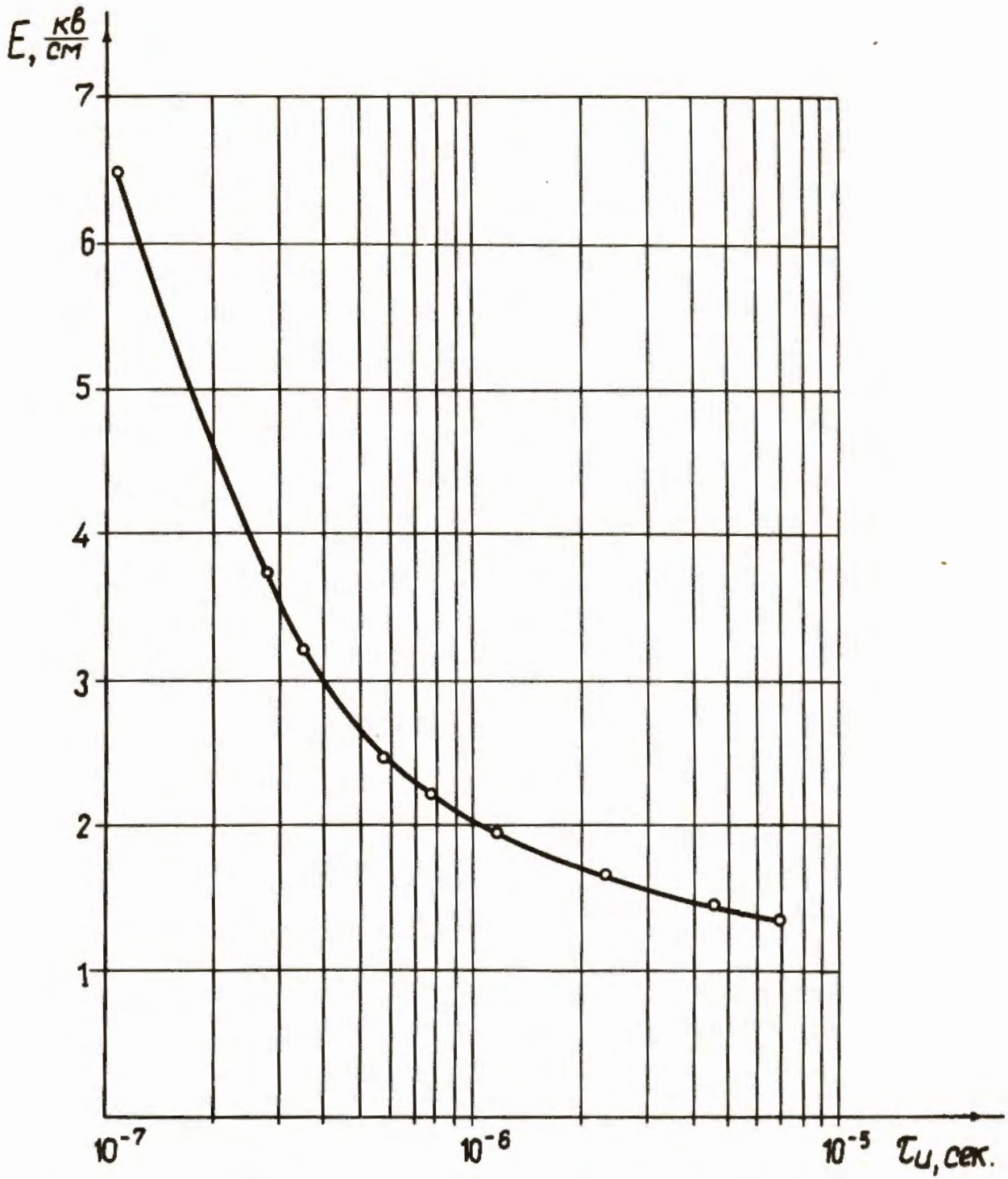


Рис. 4. Значения амплитуды и длительности импульсов, необходимых для образования треков. E - напряженность электрического поля в камере, τ_u - длительность высоковольтного импульса.