

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

939/2-81

23/11-81

13-80-784

С.М.Коренченко, Б.Ф.Костин, Д.А.Мжавия,
Г.В.Мицельмахер

ОПТИМИЗАЦИЯ МИШЕНИ УСТАНОВКИ АРЕС

1980

Цель настоящей работы - выбор оптимальной формы, размеров и плотности мишени для поисков и исследования редких распадов мюонов и пи-мезонов с несколькими заряженными частицами в конечном состоянии /в частности, распада $\mu \rightarrow 3e$ / на детекторе заряженных частиц спектрометра АРЕС /1/.

Как показала обработка данных предыдущего опыта по поискам распада $\mu \rightarrow 3e$ /2/, потери энергии и рассеяние в мишени являются основным источником ошибок при определении кинематических характеристик продуктов распада, что приводит к появлению фоновых событий. В настоящей работе путем моделирования проанализированы четыре типа мишеней /рис. 1/: цилиндрическая, "биконическая", плоская /2/ и "двускатная", вписанные в цилиндр диаметром 9 см. Количество вещества на пути пучка было одним и тем же /3,7 г/см²/, чтобы останавливать постоянную и близкую к единице долю частиц ожидаемого пучка.

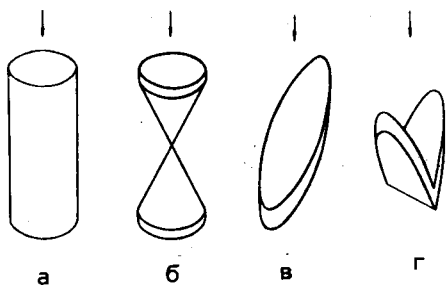


Рис.1. Мишени: а/ цилиндрическая мишень малой плотности, б/ биконическая мишень, в/ плоская мишень, г/ двускатная мишень.

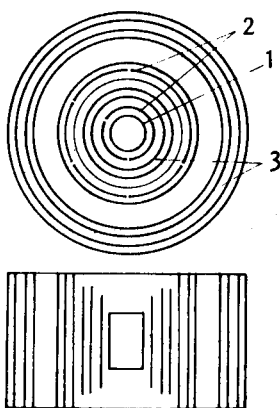


Рис.2. Детектор заряженных частиц установки АРЕС. 1. Цилиндрическая мишень малой плотности. 2. Сцинтилляционные счетчики. 3. Пропорциональные камеры.

Для расчетов использовалась программа, предназначенная для моделирования различных процессов на установках цилиндрической геометрии. Моделировалась регистрация распада $\mu \rightarrow 3e$ в детекторе заряженных частиц спектрометра АРЕС /рис. 2/. Программа вычисляла эффективность регистрации процесса при различных значениях магнитного поля и логиках запуска установки. Выдавалась также информация о распределении потерь энергии в мишени.

Таблица

МИШЕНЬ	h см	ρ г/см ³	ϵ %	$E_{ср}$ МэВ	E_m МэВ	E_{max} МэВ
цилиндрическая	32	0.115	20,5	1,0	0,9	2,8
цилиндрическая	18	0.205	23,5	1,7	1,6	5,2
биконическая	30,5	1,05	17,5	2,0	1,8	10,
плоская	30,5	1,05	20,0	2,5	1,8	19,5
двускатная	17,	1,05	20,0	3,3	2,7	19,5

Результаты расчетов иллюстрируются таблицей. Здесь, ради определенности, предполагается следующая логика запуска: требуется срабатывание двух счетчиков в первом ряду сцинтилляционных счетчиков и трех счетчиков во втором ряду. Кроме того, требуется, чтобы все треки /два позитрона и один электрон/ доходили до внешнего ряда пропорциональных камер. Магнитное поле выбрано равным 0,4 тесла, что отвечает оптимальному соотношению между эффективностью регистрации распада и точностью определения кривизны треков.

В таблице приведены значения эффективности регистрации ϵ %, а также для частицы распада значения ее средней потери в мишени $E_{ср}$ /МэВ/, медианы потери E_m /МэВ/ и максимальной потери E_{max} /МэВ/. Для каждой мишени указаны высота h /см/ и плотность ρ /г/см³/. Как видно из таблицы, наилучшие характеристики имеет цилиндрическая мишень большой высоты и малой плотности, которая обеспечивает высокую эффективность регистрации при малых средних потерях энергии в мишени и полном отсутствии случаев больших потерь. Последнее весьма ценно, так как в предыдущем опыте /2/ понадобилось ввести при обработке специальный критерий, исключающий события с большими потерями энергии в мишени, так как такие события из-за собственных им больших ошибок восстановления кинематики могли имитировать распад $\mu \rightarrow 3e$.

Цилиндрическая мишень большой высоты и малой плотности обладает и другими существенными преимуществами: с ростом высоты

мишени уменьшается число фоновых событий, связанных со случайным совпадением треков в пространстве. Кроме того, исчезают случаи нежелательной кинематики, когда невидимая часть траектории идет из мишени почти касательно к ее поверхности.

На рис. 3 приведен график зависимости эффективности регистрации распада от высоты цилиндрической мишени. С увеличением высоты плотность мишени уменьшается, поскольку количество ве-

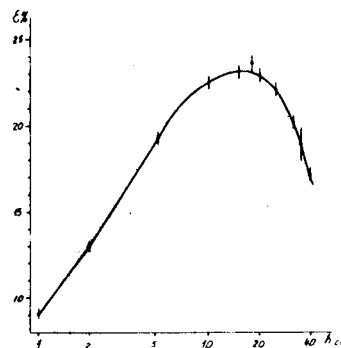


Рис. 3. Зависимость эффективности ϵ % распада $\mu \rightarrow 3e$ в детекторе заряженных частиц установки АРЕС с цилиндрической мишенью от высоты последней h .

щества на пути пучка фиксировано. С увеличением высоты /и уменьшением плотности/ на эффективность регистрации влияют два фактора: с одной стороны, уменьшаются ионизационные потери, что несколько увеличивает эффективность регистрации, с другой стороны - уменьшается телесный угол установки, что приводит к падению эффективности. Поэтому кривая зависимости эффективности регистрации от высоты /и плотности/ проходит через максимум, который для данной геометрии установки отвечает высоте мишени 14-18 см.

По-видимому, в эксперименте целесообразно использовать еще менее плотную мишень с $h=32$ см и $\rho \approx 0,1$. Эффективность регистрации при этом уменьшается лишь на 3,0%, но значительно падает число фоновых событий. Подобная мишень будет оптимальной и для исследования других распадов с несколькими заряженными частицами в конечном состоянии, таких, как $\pi \rightarrow 3e\nu$, $\mu \rightarrow 3e\nu\nu$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коренченко С.М., Мицельмахер Г.В., Некрасов К.Г. ОИЯИ, 13-9542, Дубна, 1976.
2. Коренченко С.М. и др. ЖЭТФ, 1976, 70, с. 3.

Рукопись поступила в издательский отдел
3 декабря 1980 года.