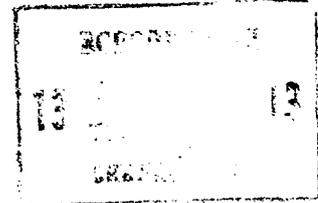




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ



ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3726453/24-25

(22) 09.01.84

(46) 30.10.86. Бюл. № 40

(72) Ю.И.Титов

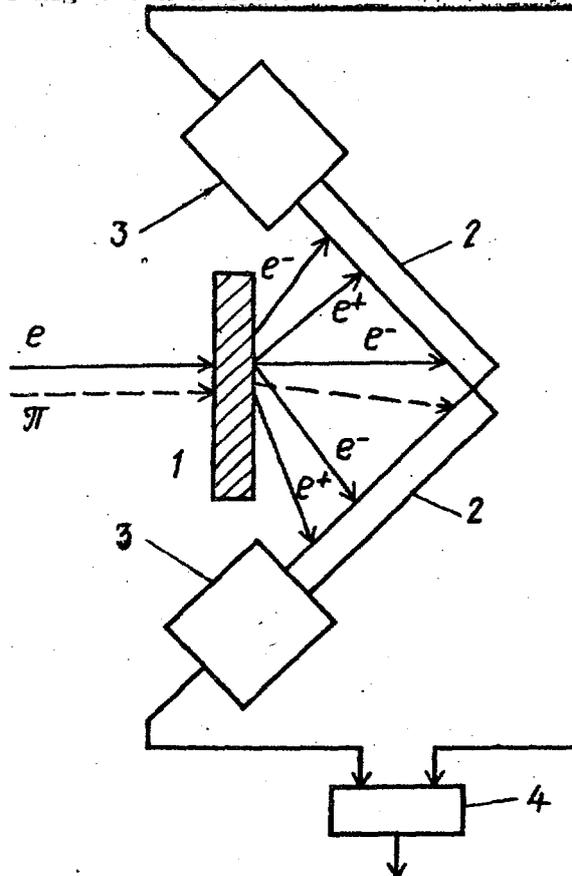
(53) 621.387.424 (088.8)

(56) Gatti G., Giacomelli et al Rev Sicut Instrum 32, 949, 1961.

Heusch C.A., Prescott C.I. Report CTSL-LI, Calif Inst. Techn. 1964.

(54)(57) ЛИВНЕВЫЙ ДЕТЕКТОР ЭЛЕКТРОНОВ, содержащий конвертор и счетчики заряженных частиц, отличаю-

щийся тем, что, с целью повышения достоверности идентификации электронов в интервале энергий 200-1000 МэВ, за конвертором размещены два счетчика заряженных частиц, подключенных к схеме совпадений, при этом счетчики заряженных частиц расположены в разных частях сферы вылета вторичных частиц относительно плоскости, построенной через траекторию детектируемых электронов, проходящих через центр конвертора.



Изобретение относится к технике детектирования ядерных излучений. Оно может быть применено во всех случаях, когда необходимо идентифицировать одиночные электроны с энергией более 200 МэВ. Задачей такого типа исследований является определение количества электронов на фоне других частиц (пионов, протонов, и т.д.). Предлагаемое устройство по принципу действия, в отличие от других устройств, нечувствительно к другим частицам, не образующим ливень.

Целью изобретения является повышение достоверности идентификации электронов в интервале энергий 200-1000 МэВ.

Поставленная цель достигается тем, что в устройстве для детектирования электронов, содержащем конвертор и счетчики заряженных частиц, за конвертором размещены два счетчика заряженных частиц, подключенных к схеме совпадений, при этом счетчики заряженных частиц расположены в разных частях сферы вылета вторичных частиц относительно плоскости, построенной через траекторию детектируемых электронов, проходящих через центр конвертора.

В соответствии с изобретением, за конвертором по направлению движения электрона размещены два счетчика заряженных частиц, подсоединенных к схеме совпадений. Счетчики расположены не друг за другом, а в разных частях сферы вылета вторичных частиц относительно плоскости, построенной через траекторию детектируемого электрона, проходящую по центру конвертора.

Благодаря тому, что частица, не образующая ливень, не может пройти через два счетчика, логический импульс на выходе схемы совпадений не возникает. При прохождении через свинцовую пластину электрона возникает ливень, частицы которого пройдут через оба счетчика заряженных частиц. При этом на выходе схемы совпадений возникает логический импульс, свидетельствующий о прохождении электрона. Отличительной особенностью предлагаемого решения является не только иная позиция в размещении счетчиков вторичных частиц. В нем, по существу, используется иное свойство ливня - вторичные частицы отклоняются от первоначального направления движения электро-

на на значительный угол и могут занимать в пространстве значительный объем. Это свойство ливня в существующих ливневых счетчиках полного поглощения не лежало в основе принципа действия и было вредным, так как вынуждало увеличивать размеры радиатора для предотвращения утечки ливня.

На чертеже схематически показан предлагаемый детектор.

Он состоит из конвертора 1, расположенных за ним по ходу движения электрона двух сцинтилляторов 2 таким образом, что сцинтилляторы размещены в разных частях сферы вылета вторичных частиц относительно плоскости, построенной через траекторию детектируемого электрона, проходящую через центр конвертора 1. В оптическом контакте со сцинтилляторами находятся два ФЭУ 3, подсоединенные к схеме совпадений 4. Сцинтилляционные счетчики в качестве счетчиков заряженных частиц показаны в качестве примера конструкции предлагаемого детектора электронов. Устройство работает следующим образом. Электроны попадают на конвертор 1, в котором образуется несколько электрон-позитронных пар (e^- и e^+). Образовавшиеся электроны и позитроны попадают в сцинтилляторы 2, свет от которых регистрируется фотоэлектронными умножителями 3. Импульсы от ФЭУ подаются на схему совпадений 4. Импульс на выходе схемы совпадений свидетельствует о прохождении через конвертор электрона. Частица, не образующая ливень, (например пион) может пройти только через один сцинтиллятор, и на выходе схемы совпадений импульс не возникнет.

Выбор размеров элементов и расстояний между ними должен определяться условиями конкретного эксперимента, в котором используется описываемое устройство. Толщина конвертора выбирается в зависимости от энергии детектируемого электрона так, чтобы образовывалось максимальное число электрон-позитронных пар. Из общей теории ливней следует, что для энергии электрона 600 МэВ следует выбрать толщину конвертора 3,5 рад. длин. При этом должно образоваться 5 электрон-позитронных пар. При энергии 200 МэВ конвертор должен иметь толщину 2 рад. длины и образуется 2 па-

ры. Ниже 200 МэВ число пар становится менее одной, и из-за этого может стать заметной вероятность попадания всех вторичных частиц в один сцинтиллятор. При энергии 1000 МэВ число пар достигает 8 и продолжает расти с увеличением энергии. При таком большом числе пар вспышка от электрона в ливневом детекторе полного поглощения настолько превышает вспышку от одиночной частицы, что достоверность идентификации становится высокой. При энергии более 1000 МэВ описываемое устройство работает также, как и при меньшей, но не имеет преимуществ по сравнению с прототипом.

На выходе из конвертора образовавшиеся пары электронов и позитронов немного смещаются в поперечном направлении и отклоняются от направления движения первоначального электрона. Среднеквадратичный угол вылета вторичных частиц

$$\sqrt{\langle \theta^2 \rangle} = 0,75 \frac{E_k}{E_0} \quad (1)$$

В этом соотношении характеристическая энергия E_k одинакова для всех материалов и составляет 21 МэВ, а критическая E_0 зависит от заряда ядра. Для свинца $E_0 = 6$ МэВ и $\sqrt{\langle \theta^2 \rangle} = 75^\circ$. Для других, более легких материалов, угол отклонения заметно меньше. В описываемом устройстве в качестве материала выгодно выбрать свинец, так как благодаря большому углу отклонения электронов и позитронов от направления движения первоначального электрона вероятность попадания всего ливня только в один сцинтиллятор становится ничтожно малой.

От расстояния до сцинтилляторов и их размеров зависит область чувст-

вительности детектора (апертура). Чем больше площадь сцинтилляторов и расстояние до них, тем больше становится апертура описываемого детектора. Принципиально важным является лишь то, сцинтилляторы перекрывают разные участки сферы вылета вторичных частиц, что исключает возможность прохождения одной частицы, вылетающей из конвертора, через оба сцинтиллятора. Следует также иметь в виду, что частицы, не образующие ливень, могут в конверторе произвести ядерную реакцию и зарегистрироваться таким путем, но вероятность ядерной реакции мала, а ливень образуется в 100% случаев.

В качестве примера рассмотрим опытный образец устройства, изготовленного по приведенной схеме, включающей третий сцинтилляционный счетчик, находящийся перед свинцовым конвертором по пути движения электрона и предназначенный для ограничения области траекторий налетающего электрона. Толщина свинцового конвертора была выбрана 3 рад. длины, что обеспечивало максимальное число электрон-позитронных пар для электрона с энергией 500 МэВ. Сцинтилляторы имели размеры $5 \cdot 10$ см², размещались в одной плоскости на расстоянии 5 см от конвертора. Все устройство было помещено в магнитный спектрометр на выходе линейного ускорителя электронов с энергией 2 ГэВ. Измерения показали, что эффективность регистрации электронов остается постоянной в интервале энергий 200–1000 МэВ и находится на уровне 70%. Коэффициент подавления пионов составил 1:300, что во много раз лучше чем для ливневого счетчика полного поглощения.

Редактор Н. Коляда Техред Л. Сердюкова Корректор Г. Решетник

Заказ 5843/3

Тираж 728

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4