

14
Д-19



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория высоких энергий

Я. Даныш, Э. Стругальский, О. Чижевский

Р - 1144

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ γ -КВАНТОВ
В КСЕНОНОВОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЕ
В ДИАПАЗОНЕ ОТ 20 ДО 1000 МЭВ

Дубна 1962 год

Я. Даныш^{x/}, З. Стругальский^{xx/}, О. Чижевский^{x/}

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ γ -КВАНТОВ
В КСЕНОНОВОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЕ
В ДИАПАЗОНЕ ОТ 20 ДО 1000 МЭВ

1742/3 чс

ЕНА

^{x/} Институт ядерных исследований, Краков.

^{xx/} Институт ядерных исследований, Варшава.

А н н о т а ц и я

В работе предлагается простой и быстрый метод измерения энергий γ -квантов в ксеноновой пузырьковой камере в диапазоне от 20 до 1000 Мэв.

J. Danysz, Z. Strugański,
O. Czyżewski

DETERMINATION OF γ -QUANTUM
ENERGY IN A XENONE BUBBLE
CHAMBER AT 20 - 1000 MEV

Abstract

A simple and quick method is proposed for measuring the γ -quantum energies in a xenone bubble chamber at 20 - 1000 MeV.

В настоящей работе предложен простой и быстрый метод измерения энергии γ -квантов в ксеноновой пузырьковой камере в диапазоне от 20 до 1000 Мэв. Работа является развитием ранее предложенного метода^{/1/} и опирается на известный факт, что сумма всех пробегов электронов, возникших в каскадном процессе, созданием первичным γ -квантом, пропорциональна энергии фотона. Энергия γ -кванта выражается формулой

$$E = K \cdot \Sigma R + n m_e c^2, \quad /1/$$

где K - коэффициент пропорциональности, ΣR - сумма пробегов всех электронов и позитронов, возникших от первичного и вторичных γ -квантов, n - число всех электронно-позитронных пар от первичного γ -кванта.

1. Треки электронов и позитронов в жидком ксеноне имеют весьма извилистую форму. Длину пробега можно определить путем измерения только достаточно большого количества точек на треке. Такое измерение обычным способом на микроскопе является весьма громоздкой, трудоемкой и длинной процедурой. Эти затруднения были устранены путем измерения суммарного пробега всех электронов непосредственно на проекции снимка с помощью курвиметра.

Сумма пробегов всех электронов в объеме камеры рассчитывалась по формуле:

$$\Sigma R = \frac{k \Sigma r}{\cos \psi}, \quad /2/$$

где Σr - сумма длин измеренных на проекции, k - коэффициент увеличения, ψ - угол между направлением движения фотона и плоскостью фотографирования.

2. Для того, чтобы найти соотношение между пробегом электрона, определенным формулой /2/ и его проекцией, была проведена калибровка путем анализа позитронов от распада $\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu + \bar{\nu}$.

Измерялись пробеги 272 позитронов с помощью курвиметра на проекции снимка. Для измерений отбирались случаи, в которых "хорды" траекторий позитронов имели наклон к плоскости фотографирования не больше 40° . Сравнение среднего пробега электронов ΣR со средней ожидаемой энергией дало следующее значение коэффициента K :

$$K = \frac{\bar{E}}{\Sigma R} = 0,59 \pm 0,02 \left| \frac{\text{Мэв}}{\text{см}} \right|, \quad /3/$$

где \bar{E} - средняя энергия позитрона. Полученный на опыте энергетический спектр позитронов показан на рис. 1. Теоретический энергетический спектр позитронов^{/2/} был деформирован в предположении разных значений ошибок в определении энергии. Полученные таким образом кривые показаны на рис. 1. Критерий χ^2 показывает, что лучшее согласие с экспериментальными данными получается для ошибки равной 25%. Поэтому полная ошибка в определении энергии электронно-позитронной пары в пределе от 20 до 100 Мэв равна около 20%^{x/}.

^{x/} Это значение ошибки получено с учетом того, что энергия генерирующего пару γ -кванта неравномерно распределена по компонентам пары.

3. В ряде случаев развитие ливня, созданного γ -квантом происходит только частично в камере. Некоторая доля энергии фотона выделяется вне камеры. В дальнейшем мы будем называть "длиной развития" ливня расстояние между точкой конверсии фотона и точкой пересечения прямой вдоль направления полета γ -кванта с плоскостью ограничивающей область видимости камеры.

Для оценки доли энергии, уходящей из камеры, была определена зависимость суммарной длины пробега электронов от длины развития. Были отобраны 100 ливней согласно следующим критериям: 1-снимок не перегружен неотнисящимися к ливням трекам. 2-развитие ливня происходит полностью в камере. 3-наклон оси ливня относительно плоскости фотографирования не больше 25° . Длины развития в отобранных случаях были заключены в диапазоне от 16 см до 30 см соответственно для нижней и верхней границы энергии фотона.

Отбирались также ливни больших энергий / $E \geq 600$ Мэв/, которые не отвечали критерию 2. В них непосредственно оценивалась только часть энергии / $< 95\%$ /. Полная энергия этих ливней оценивалась в предположении о экспоненциальном падении доли уходящей энергии с ростом длины развития. Каждый ливень был искусственно обрезан на разных длинах развития d , через 2 см. Для каждого значения d была измерена сумма пробегов электронов Σr . Полученные таким образом кривые, усредненные в соответственных диапазонах энергий, показаны на рис. 2. Путем интерполяции между этими кривыми были получены кривые зависимости $\Sigma R = f(d)$ при постоянных энергиях γ -квантов. Эти кривые приведены на рис. 3.

Для оценки энергии γ -кванта необходимо измерить сумму пробегов электронов ΣR и длину развития d , определенную геометрией камеры.

4. Ошибки в измерении пробега составляют от 5 до 50%. Их необходимо оценивать в каждом индивидуальном случае, так как они зависят от энергии электронно-позитронной пары, условий видимости на проекции и фона ложных электронов.

Верхняя граница ошибок, возникающих от разброса в радиационных и ионизационных потерях, приблизительно равна ошибке для индивидуальной пары / $\approx 20\%$ / деленной на квадратный корень из числа вторичных пар. Если длина развития недостаточно большая, тогда к ошибке из-за разброса ионизационных и радиационных потерь и из-за неточности пробега, необходимо добавить ошибку, возникшую от флуктуаций в развитии ливня. Зависимость этой последней ошибки от d для разных энергий γ -квантов показана на рисунке 4.

Авторы выражают благодарность И.М. Граменицкому за дискуссии по поводу этой работы и ценные замечания.

Л и т е р а т у р а

1. З.С. Стругальский. Материалы совещания по методике пузырьковых камер.

Препринт 796, Дубна, 1961 г.

Л.П. Коновалова, Л.С. Охрименко, З.С. Стругальский. Препринт Р-700, Дубна 1961 г. ПТЭ, № 6, 1961.

2. Л.В. Окунь. Лекции по слабым взаимодействиям. Дубна, 1961 г.

Рукопись поступила в издательский отдел
18 декабря 1962 г.

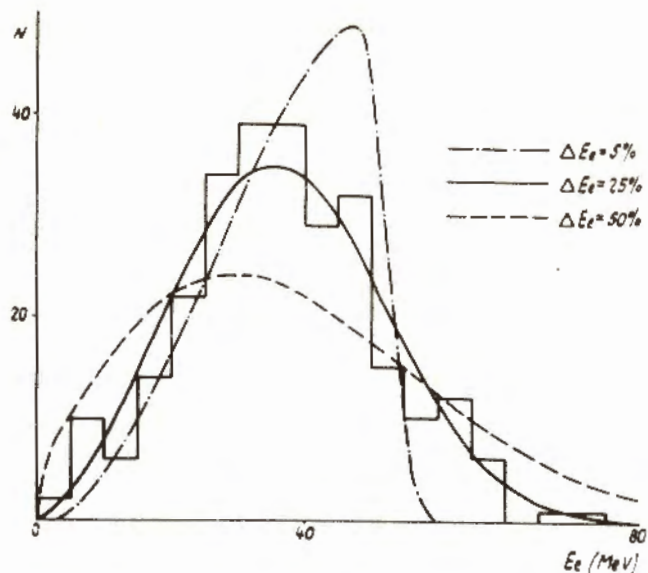


Рис. 1. Градуировочный энергетический спектр позитронов из распада $\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu + \bar{\nu}$.

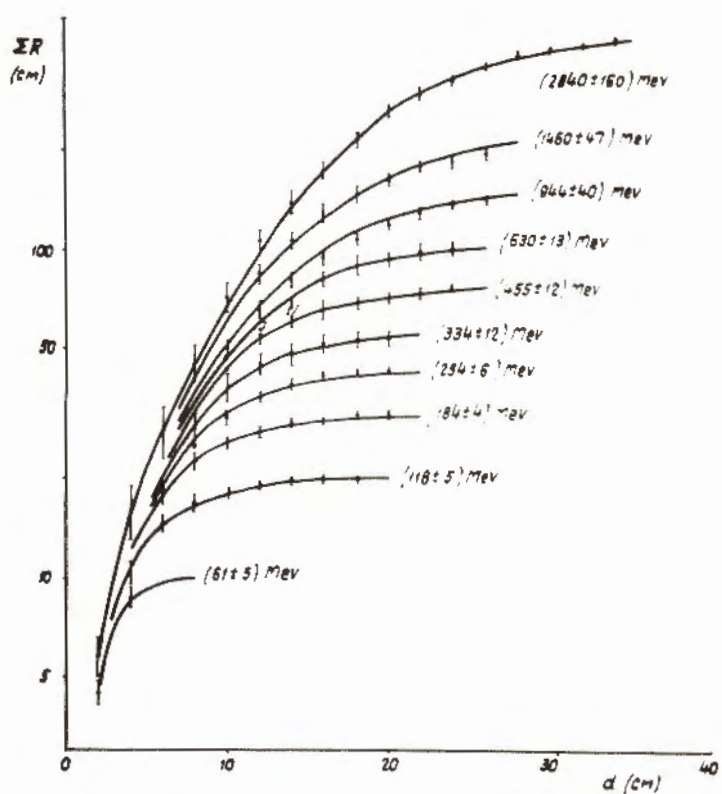


Рис. 2. Зависимость ΣR от d , полученная из измерения ливней разных энергий.

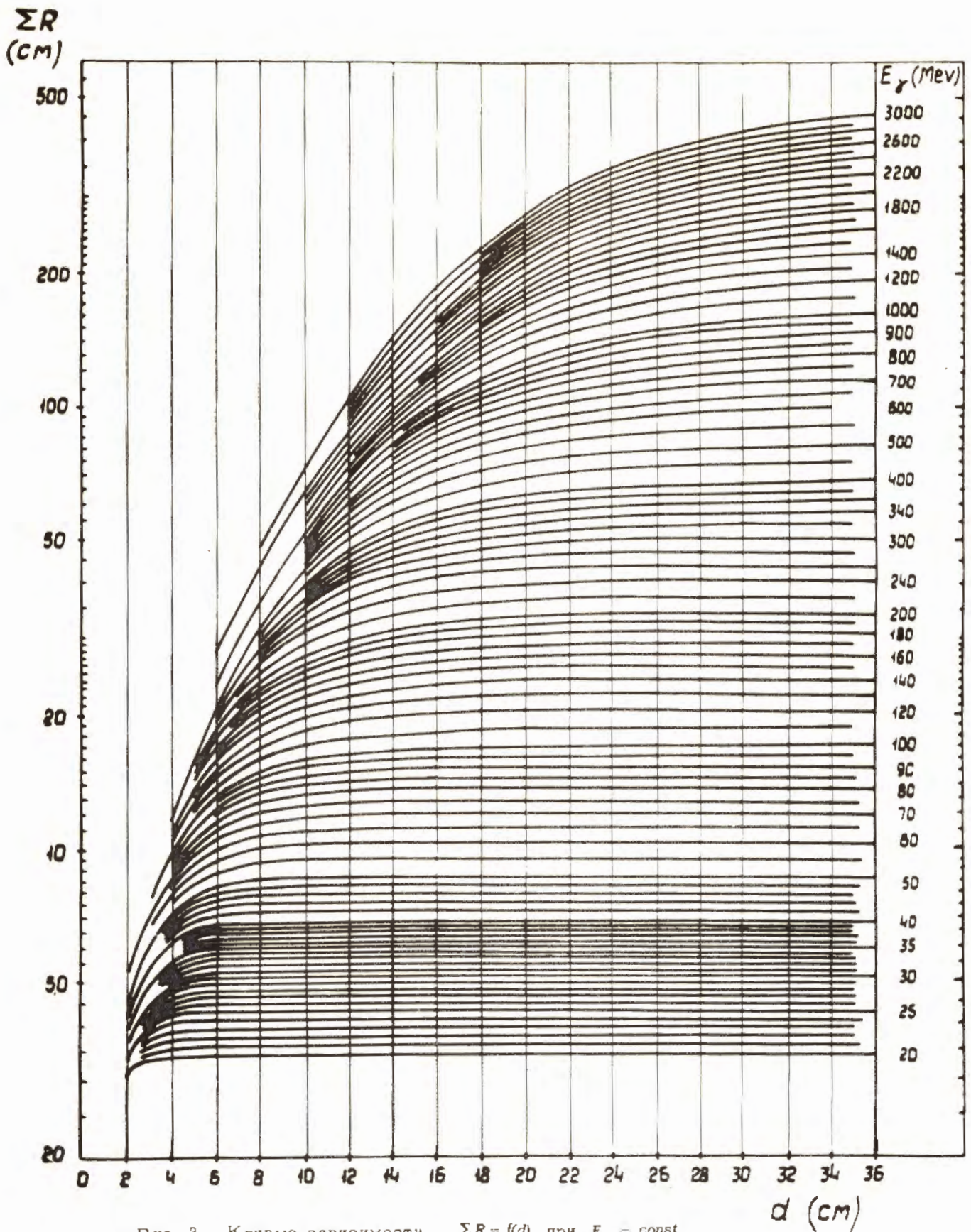


Рис. 3. Кривые зависимости $\Sigma R = f(d)$ при $E_\gamma = \text{const}$ для определения энергии γ -квантов /Кривые для энергий $E_\gamma > 1$ Вэв ориентировочно/.

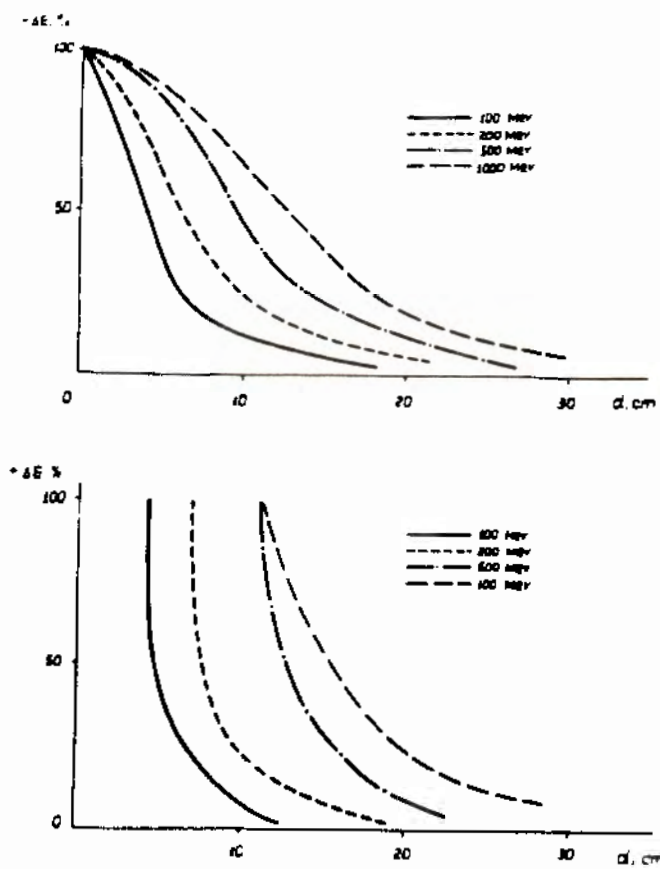


Рис. 4. Зависимость ошибки, возникающей из-за флуктуаций в ливне от длины развития d .