

С 332.3

ЯФ, 1971, т. 13 № 6, с. 1262-1264

275/1-71

Д-243

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P1 - 5482



М. Двораковский, Б. Словинский, З. Стругальский,  
Б. Яновская

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

СЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
ЭЛЕКТРОННО-ПОЗИТРОННЫХ  
ПАР ГАММА-КВАНТАМИ  
С ЭНЕРГИЕЙ ОТ 35 ДО 2000 МЭВ  
В ЖИДКОМ КСЕНОНЕ

1970

P1 - 5482

М. Двораковский, Б. Словинский, З. Стругальский,  
Б. Яновская

СЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
ЭЛЕКТРОННО-ПОЗИТРОННЫХ  
ПАР ГАММА-КВАНТАМИ  
С ЭНЕРГИЕЙ ОТ 35 ДО 2000 МЭВ  
В ЖИДКОМ КСЕНОНЕ

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

В работе определено сечение образования электронно-позитронных пар гамма-квантами с энергией от 35 до 2000 Мэв в жидком ксеноне. Исследования выполнены на снимках с ксеноновой пузырьковой камеры Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований.

Экспериментально определенные сечения сравниваются с результатами расчёта. Такого рода сравнение представляет интерес с точки зрения проверки правильности применяемых в расчётах приближений. Результаты могут быть полезны при решении и прикладных задач, в которых рассматривается прохождение гамма-лучей через вещество. В частности, они пригодны при решении методических проблем, возникающих при опытах, которые проводятся на пузырьковых камерах, наполненных тяжелыми жидкостями.

### 1. Метод

На снимках с 26-литровой ксеноновой пузырьковой камеры ЛВЭ ОИЯИ можно наблюдать процесс развития ливней с энергиями не больше нескольких Гэв. Размеры этой камеры  $13,5 \times 6,8 \times 4 t_0^3$  ( $t_0 = 4,1$  см, т.е.  $t_0 = 8,8$  г/см<sup>2</sup>). Имеется возможность определять энергии  $E_\gamma$  каждого зарегистрированного гамма-кванта с точностью, близкой 10%, если  $10 \text{ Мэв} \leq E_\gamma \leq 3000 \text{ Мэв}$ , а также измерять длины конверсии гамма-квантов с точностью до 1 мм.

Для определения сечения процесса генерации электронно-позитронных пар на снимках выбирались ливни, созданные гамма-квантами и удовлетворяющие следующим критериям.

а) Ливни полностью развиваются в камере (расстояние от наблюдаемого конца ливня до ближайшей стенки камеры, по оси ливня, не меньше трех радиационных единиц для ливней с энергиями  $\leq 100$  Мэв, двух - для ливней с энергиями от 100 до 300 Мэв и одной - для ливней с энергиями от 300 до 2000 Мэв. Отклонение осей ливней от направления пучковых треков, проходящих почти параллельно к плоскости фотографирования, не превышает  $\Theta \approx 5^\circ$ .

б) В области развития выбранного ливня нет фоновых следов от других ливней и взаимодействий.

в) Выбранные ливни имеют такие суммарные длины следов электронов и позитронов  $\Sigma R_{e,\pm}$ , которые заключаются в определенных пределах значений, соответствующих выбранным значениям  $E_\gamma \pm \Delta E_\gamma$  /1/.

В каждом отобранном случае измерялась суммарная длина  $\Sigma R_{e,\pm}$  следов ливневых электронов и позитронов с точностью 5%, длина конверсии  $\lambda_1$  первичного гамма-кванта и его потенциальная длина конверсии в камере  $L_1$ . Для класса ливней, соответствующих данной энергии  $E_\gamma$ , вычислялась средняя длина конверсии  $\bar{\lambda}$  по формуле /2,3/

$$\bar{\lambda} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[ \lambda_i + \frac{L_i}{\frac{L_i}{\bar{\lambda}} - 1} \right], \quad (1)$$

где  $n$  - число ливней. Сечение  $\sigma_\gamma(E_\gamma)$  вычислялось по формуле

$$\sigma_\gamma[E_\gamma] = \bar{\mu}(E_\gamma) \frac{A}{N}. \quad (2)$$

$A$  - атомный вес,  $N$  - число Авогадро,  $\bar{\mu}(E_\gamma) = \bar{\lambda}^{-1}(E_\gamma)$ .

## 2. Экспериментальные данные

Было просмотрено свыше 100000 снимков с камеры, облученной в пучке  $\pi^+$ -мезонов с импульсом 2,34 Гэв/с, и отобрано 6658 ливней, созданных гамма-квантами и удовлетворяющих принятым критериям отбора. Эффективность двукратного просмотра составляла 98%.

Распределение ливней по  $E_\gamma$  дано в таблице. В ней приведены значения длин конверсий  $\bar{\lambda}$  и полных сечений  $\sigma_\gamma$  образования электронно-позитронных пар. Указаны значения статистических ошибок.

## 3. Обсуждение данных

Полученные экспериментальные данные сравнивались с результатами расчёта  $\sigma_\gamma^m(E_\gamma)$  для жидкого ксенона<sup>/4/</sup>. Они выписаны в таблице. Там же приведено соотношение  $(\sigma_\gamma^{\text{э}} - \sigma_\gamma^m) / \sigma_\gamma^m$  в процентах.

Наблюдаемая разница значений, полученных экспериментально и путем расчёта, происходит, по-видимому, из-за неправильного учёта поправок к борновскому приближению, справедливому при условии  $\frac{Z}{137} \ll 1$  и не пригодному при больших атомных номерах  $Z$ , как это имеет место в нашем случае.

На рисунке показана зависимость от энергии коэффициента поглощения гамма-квантов вследствие образования пар, полученная экспериментально.

В дальнейшем мы продолжим набор экспериментальных данных в диапазоне значений энергий  $E_\gamma \leq 300$  Мэв.

## Л и т е р а т у р а

1. З.С. Стругальский. Материалы совещания по методике пузырьковых камер. Препринт ОИЯИ, 796, Дубна, 1961; Л.П. Коновалова, Л.С. Охрименко, З.С. Стругальский. Препринт ОИЯИ, Р-700, Дубна, 1961; ПТЭ, 6, 261 (1961); И.А. Ивановская, Т. Канарек, Л.С. Охрименко, Б. Словинский, З.С. Стругальский, И.В. Чувило, З. Яблонский. Препринт ОИЯИ, Р1-3317, Дубна, 1967.
2. W.L. Alford and R.V. Leighton. Phys.Rev., 90, 622 (1953).
3. Б. Ничипорук, Б. Словинский, З.С. Стругальский. Препринт ОИЯИ, Р-2808, Дубна, 1966.
4. Я. Бэм, В.Г. Гришин. Препринт ОИЯИ, Р-2631, Дубна, 1966.

Рукопись поступила в издательский отдел  
26 ноября 1970 года.

Таблица

$E_{\gamma} \pm \Delta E_{\gamma}$ [MeV]	$N_{\gamma}$	$\bar{\lambda}$ [ $t_0$ ]	$\sigma_{\gamma}^{\text{э}} \pm \Delta\sigma_{\gamma}^{\text{э}}$ (барн)	$\sigma_{\gamma}^{\text{т}}$ (барн)	$\frac{\sigma_{\gamma}^{\text{т}} - \sigma_{\gamma}^{\text{э}}}{\sigma_{\gamma}^{\text{т}}}$ [%]
35 $\pm$ 5,2	195	4,2	6,03 $\pm$ 1,02	10,83	+ 44 $\pm$ 9
50 $\pm$ 7,5	577	3,1	7,89 $\pm$ 0,65	12,35	+ 36 $\pm$ 5
70 $\pm$ 10,5	657	2,0	12,50 $\pm$ 0,71	13,60	+ 8 $\pm$ 5
100 $\pm$ 15,0	1047	1,7	14,62 $\pm$ 0,61	14,80	+ 1 $\pm$ 4
150 $\pm$ 22,5	982	1,4	17,20 $\pm$ 0,66	15,95	- 8 $\pm$ 5
210 $\pm$ 31,5	574	1,3	21,01 $\pm$ 0,91	16,76	- 26 $\pm$ 6
275 $\pm$ 40,7	451	1,3	18,34 $\pm$ 0,92	17,28	- 6 $\pm$ 6
350 $\pm$ 52,5	397	1,3	20,13 $\pm$ 1,06	17,69	- 14 $\pm$ 6
450 $\pm$ 67,5	378	1,4	17,88 $\pm$ 0,97	18,04	+ 1 $\pm$ 5
600 $\pm$ 90,0	421	1,3	19,63 $\pm$ 1,05	18,38	- 7 $\pm$ 5
800 $\pm$ 120,0	317	1,2	19,92 $\pm$ 1,21	18,65	- 7 $\pm$ 8
1100 $\pm$ 165,0	382	1,3	18,87 $\pm$ 1,09	18,89	- 1 $\pm$ 8
1650 $\pm$ 247,5	280	1,2	20,93 $\pm$ 1,36	19,12	- 10 $\pm$ 7
2000 $\pm$ 300,0	1293	1,3	19,00 $\pm$ 0,80	19,22	+ 1 $\pm$ 5

 $\bar{\lambda}$ 

- средняя длина конверсии;

 $\sigma_{\gamma}^{\text{э}}$ 

- эффективное сечение, эксперимент;

 $\sigma_{\gamma}^{\text{т}}$ 

- эффективное сечение, теория.

