

ОБРАЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОН-ПОЗИТРОННЫХ ПАР γ -КВАНТАМИ БОЛЬШИХ ЭНЕРГИЙ

Я.Бэм, В.Г.Гришин, Э.П.Кистенев

1. Дифференциальные сечения ($d\sigma/d\nu$) фоторождения (e^+e^-) - пар в различных веществах изучались ранее [1-3] (ν - отношение энергии позитрона к энергии γ -кванта). В работах [1,2] образование (e^+e^-) - пар исследовано для $E_\gamma \leq 323$ Мэв. В работе [3] изучалось фоторождение (e^+e^-) - пар с помощью диффузионной водородной камеры для $E_\gamma = 10 - 1000$ Мэв. Результаты этих экспериментов качественно согласуются с теориями Бете-Гайтлера [4] и Дейвиса-Бете-Максимона [5]. Морк и Олсен [6] вычислили радиационные поправки к процессу фотообразования (e^+e^-) - пар, которые слабо нарушают симметрию сечений ($d\sigma/d\nu$) относительно $\nu = 0,5$. Например, для $\nu = 0,01$ и $\nu = 0,99$ отношение сечений

$$\frac{d\sigma/d\nu (\nu = 0,01)}{d\sigma/d\nu (\nu = 0,99)} = 1,05,$$

для других значений ν асимметрия не превышает 1-2%. В работе Маламеда [7] было показано, что асимметрия в сечении ($d\sigma/a^2\nu$) не превышает 2% для $E_\gamma = 968$ и 662 Мэв.

Таким образом, в настоящее время для $E_\gamma \geq 500$ Мэв нет количественных данных о дифференциальных сечениях фотообразования (e^+e^-) - пар.

2. С помощью 24-литровой пропановой пузырьковой камеры ЛВЭ ОИЯИ исследовалось образование (e^+e^-) - пар γ -квантами с энерги-

ей $E_\gamma = 10 - 5000$ Мэв. Источником γ -квантов являлись \mathcal{K}^+p -соударения при $p = 4$ и 7 Гэв/с. Было отобрано $3,645 (e^+e^-)$ -пар, образованных γ -квантами в эффективном объеме камеры. Эффективность просмотра оказалась независимой от значений величины ν . Методика измерения энергий электронов и позитронов в пропановой камере с учетом радиационных и ионизационных поправок описана в работе Бэма и Гришина [8].

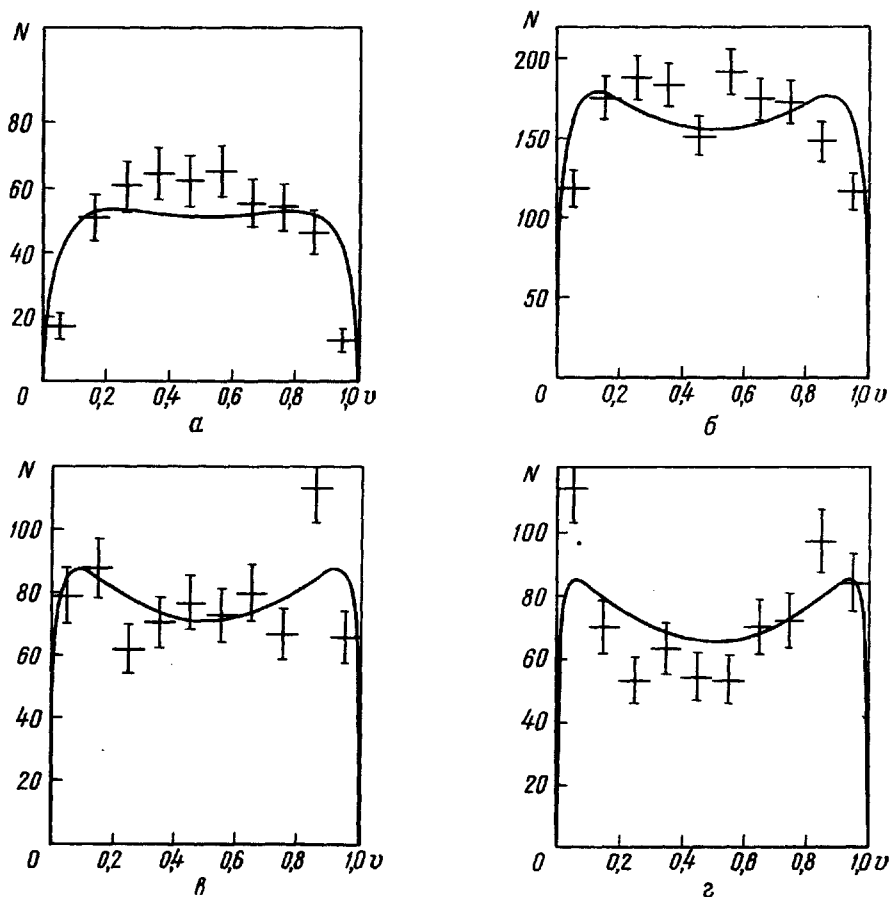


Рис. 1. Распределения энергий между электроном и позитроном в (e^+e^-) -парах. а - $E_\gamma = 10-100$ Мэв, 494 события; б - $E_\gamma = 100-500$ Мэв, 1645 событий; в - $E_\gamma = 500-1000$ Мэв, 776 событий; г - $E_\gamma = 1000-5000$ Мэв, 730 событий

Все события были разбиты на 4 группы в зависимости от энергии γ -кванта. Гистограммы распределений событий по ν показаны на рисунке (а, б, в, г). Здесь $\nu = (E_+ - mc^2) / (E_\gamma - 2mc^2)$, E_+ - энергия позитрона, E_γ - энергия γ -кванта, m - масса электрона, N -

число событий. Сплошные кривые соответствуют теоретическим значениям сечений ($d\sigma/d\nu$) фотообразования (e^+e^-) - пар (без радиационных поправок), которые усреднены по энергетическому спектру γ -квантов [9]. Теоретические и экспериментальные распределения нормированы на одну площадь. Неточность вычисленных теоретических кривых определяется главным образом ошибками в определении энергии γ -квантов ($\approx 17\%$) и не превышает $\approx 5\%$ [8,9]. Ошибка в определении значения величины ν , связанная с неточностью измерения энергии электрона (позитрона) ($\approx 20\%$), приведена в табл. I.

Т а б л и ц а I

ν	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
σ_ν	0,013	0,025	0,045	0,059	0,068	0,071

Полученные экспериментальные данные по фотообразованию (e^+e^-)-пар находятся в хорошем согласии с теорией Бете-Гайтлера для $E_\gamma = 10-5000$ Мэв в рамках $\pm 15\%$.

Из рисунка также отчетливо видно качественное изменение распределений с увеличением энергии γ -квантов.

Для всех энергий фотонов распределения по ν симметричны отно-

Т а б л и ц а 2

$E_\gamma, \text{Мэв}$ \diagdown α	0,5	0,2
10-5000	$0,989 \pm 0,033$	$1,034 \pm 0,052$
500-5000	$0,943 \pm 0,049$	$0,975 \pm 0,073$

сительно $\nu = 0,5$ с точностью $\approx 5\%$. В табл. 2 приведены значения отношений $\frac{N(\nu < \alpha)}{N(\nu > 1-\alpha)}$. Представляет интерес значительное увеличение статистики событий, чтобы обнаружить радиационные поправки, вычисленные Морком и Олсеном [6].

Нам приятно поблагодарить А.А.Кузнецова, В.Б.Либимова, В.Л.Львошица, М.И.Подгорецкого, З.Трку за многочисленные полезные обсуждения.

Объединенный институт
ядерных исследований

Поступило в редакцию
19 апреля 1966 г.

Литература

- [1] E.R.Gaertner, M.L.Yeater. Phys. Rev., 78, 621, 1950; C.R.Emigh. Phys. Rev., 86, 1028, 1952; J.W.De Wire, L.A.Beach. Phys. Rev., 83, 476, 1951; W.M.Powell, W.Hartsough, M.Hill. Phys. Rev., 81, 213, 1951.
- [2] D.C.Gates, R.W.Kenney, W.P.Swanson. Phys. Rev., 125, 1310, 1962.
- [3] E.L.Hart, G.Cocconi, V.T.Cocconi, J.M.Sellen. Phys. Rev., 115, 678, 1959.
- [4] H.A.Bethe, W.Heitler, Proc. Roy. Soc., London, A 146, 83, 1934.
- [5] H.Davies, H.A.Bethe, L.C.Maximon. Phys. Rev., 93, 788, 1954.
- [6] K.Mork, H.Olsen. Phys. Rev., 140B, 1661, 1965.
- [7] E.Malamud. Phys. Rev., 115, 687, 1959.
- [8] В.Г.Гришин, Э.П.Кистенев, Л.И.Лепилова, В.И.Мороз, Му Цзюнь. Препринт ОИЯИ, P-2277, 1965.
- [9] Я.Бэм, В.Г.Гришин. Препринт ОИЯИ, P-2636, 1966.