

С 332.3

Б-974

22/

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P-2667



Я. Бэм, В.Г. Гришин, Э.П. Кистенев

ОБРАЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОН-ПОЗИТРОННЫХ ПАР
 γ -КВАНТАМИ БОЛЬШИХ ЭНЕРГИЙ

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

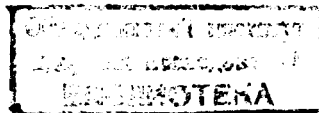
1966

P - 2667

Я. Бэм, В.Г. Гришин, Э.П. Кистенев

ОБРАЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОН-ПОЗИТРОННЫХ ПАР
у γ -КВАНТАМИ БОЛЬШИХ ЭНЕРГИЙ

Направлено в Письма ЖЭТФ



Удд 16/11 нр.

1. Дифференциальные сечения ($\frac{d\sigma}{dv}$) фоторождения (e^+e^-)-пар в различных веществах изучались в работах ^{/1-3/} (v - 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-Максимова ^{/5/}. Морк и Олсен ^{/6/} вычислили радиационные поправки к процессу фотообразования (e^+e^-)- пар, которые слабо нарушают симметрию сечений ($\frac{d\sigma}{dv}$) относительно $v = 0,5$. Например, для $v = 0,01$ и $v = 0,99$ отношение сечений $\frac{d\sigma/dv(v=0,01)}{d\sigma/dv(v=0,99)} = 1,05$, для других значений v асимметрия не превышает (1-2)%. В работе ^{/7/} было показано, что асимметрия в сечении ($\frac{d\sigma}{dv}$) не превышает 2% для $E_\gamma = 868$ и 862 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 энергией $E_\gamma = 10-5000$ Мэв. Источником γ -квантов являлись π^-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 не зависящей от значений величины v . Методика измерения энергий электронов и позитронов в пропановой камере с учетом радиационных и ионизационных поправок описана в работе ^{/8/}. Все события были разбиты на 4 группы в зависимости от энергии γ -кванта (таблица 1). Гистограммы распределений событий по v показаны на рис. 1. Сплошные кривые на рис. 1 соответствуют теоретическим значениям сечений фотообразования (e^+e^-)- пар (без радиационных поправок), которые усреднены по энергетическому спектру γ -квантов ^{/8/}. 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 v , связанная с неточностью измерения энергии электрона (позитрона) ($\approx 20\%$), приведена в таблице II.

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

Из рисунка I также отчетливо видно качественное изменение распределений с уве-
личением энергии γ -квантов.

Для всех энергий фотонов распределения по ν симметричны относительно $\nu = 0,5$
с точностью $\approx 5\%$. В таблице III приведены значения отношений $\frac{N(\nu < a)}{N(\nu > 1-a)}$. Пред-
ставляет интерес значительное увеличение статистики событий,
чтобы обнаружить радиационные поправки, вычисленные Морком и Олсеном /6/.

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

Л и т е р а т у р а

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. 140, B 1661 (1965).
7. E.Malamud. Phys. Rev. 115, 687 (1959).
8. В.Г. Гришин, Э.П. Кистенев, Л.И. Ленилова, В.И. Мороз, Му Цзюнь. Препринт ОИЯИ
Р- 2277, Дубна 1985.
9. Я.Бэм, В.Г. Гришин. Препринт ОИЯИ Р-2636, Дубна 1988.

Рукопись поступила в издательский отдел
5 апреля 1988 г.

Таблица 1

Г р у п п а	1	2	3	4	
E_{γ} , Мэв	10-100	100-500	500-1000	1000-5000	10-5000
число (e^+e^-) - пар	484	1645	778	730	3645

Таблица 2

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

Таблица 3

$E_{\gamma} \backslash \alpha$	0,5	0,2
10 - 5000 Мэв	0,989 \pm 0,033	1,034 \pm 0,052
500-5000 Мэв	0,943 \pm 0,049	0,875 \pm 0,073

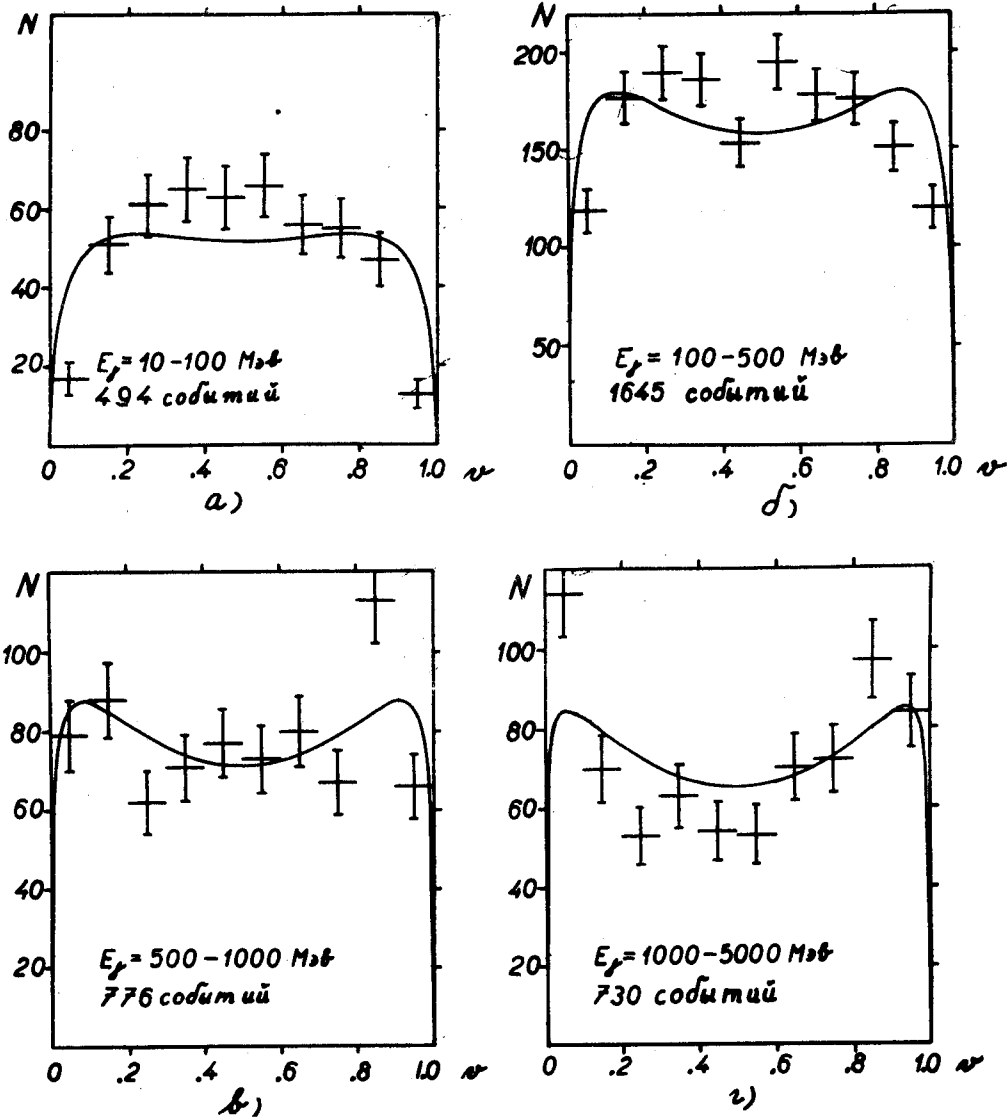


Рис. 1. Распределения энергий между электроном и позитроном в (e^+e^-) -парах. Здесь $v = \frac{E_+ - m_0c^2}{E_\gamma - 2m_0c^2}$, E_+ - энергия

позитрона, E_γ - энергия γ -кванта, m - масса электрона, N - число событий. Сплошные кривые соответствуют теоретическим сечениям $\left(\frac{d\sigma}{dv}\right)$.

- а) $E_\gamma = 10-100 \text{ МэВ}$, б) $E_\gamma = 100-500 \text{ МэВ}$,
 в) $E_\gamma = 500-1000 \text{ МэВ}$, г) $E_\gamma = 1000-5000 \text{ МэВ}$.