

## О ВОЗМОЖНОМ ОБЪЯСНЕНИИ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО РАСЩЕПЛЕНИЮ ФОТОНА ВЫСОКОЙ ЭНЕРГИИ В ПОЛЕ ЯДРА

Р.М.Джилкибаев, Э.А.Кураев, В.С.Фадин,  
В.А.Хозе

Показано, что недавний эксперимент, выполненный на DESY по образованию фотона при взаимодействии фотона высокой энергии с ядром, может быть объяснен процессом  $\gamma Z \rightarrow Z e^+ e^- \gamma$ . Приводятся выражения для углового распределения фотонов, излучаемых в указанном процессе.

Недавно на ускорителе DESY был поставлен эксперимент [ 1 ] по изучению упругого и неупругого рассеяния фотона высокой энергии ( $\omega_0 \gg m_e$ ) в поле ядра. Авторы работы [ 1 ] приняли в качестве гипотезы, что наблюдавшийся на опыте избыток фотонов с частотами  $\omega < \omega_0$  обусловлен процессом расщепления фотона на два фотона в поле ядра

$$\gamma + Z \rightarrow \gamma\gamma + Z. \quad (1)$$

Однако, как было показано в работе [ 2 ], вычисление сечения процесса (1) в условиях эксперимента [ 1 ] ( $\omega_0 = 1,7; 3,4; 6,1$  Гэв,  $\omega = 0,87 \omega_0$ ; угол излучения фотона в лаб. системе  $\theta = 1 \div 3$  мрад) приводит к величине, которая, примерно, на два порядка меньше опытного значения сечения. Поэтому наблюдавшийся избыток фотонов с частотой  $\omega$ , меньшей предельной, никак не может быть объяснен процессом (1). С другой стороны, анализируя фоновые к (1) процессы (образование вторичных фотонов электронами и позитронами, рожденными в веществе, комптоновское и дельбрюкковское рассеяние, процесс  $\gamma + Z \rightarrow \pi^0 + Z$ ) авторы не приняли

во внимание возможности излучения фотона при рождении  $e^+e^-$ -пары в одноактном процессе

$$\gamma + Z \rightarrow e^+ e^- \gamma + Z, \quad (2)$$

изображаемом диаграммой рис. 1. Сечение этого процесса, также как и сечение процесса (1), в борновском приближении пропорционально  $Z^2$ , но содержит на одну степень  $\alpha = 1/137$  меньше.

При высоких энергиях ( $\omega_0 \gg m_e$ ) сечение процесса (2) с логарифмической точностью может быть вычислено с помощью метода эквивалентных фотонов

$$d\sigma = \frac{Z^2 \alpha}{\pi} L \int \frac{ds}{s} \dot{\gamma} d\sigma_{\gamma\gamma}(s, \gamma, \omega_0, \omega, \theta), \quad (3)$$

где  $d\sigma_{\gamma\gamma}$  – сечение процесса  $\gamma\gamma \rightarrow e^+e^- \gamma$ ,  $s_\gamma = (k_0 + q)^2$  представляет собой инвариантную массу системы  $e^+e^- \gamma$ . Величина  $L$  в случае эк-

ранированного кулоновского поля имеет вид

$$L = \int_{\Delta_{min}^2}^{\Delta_{ef}^2} \frac{d\Delta^2}{\Delta^2} [1 - F(\Delta^2)]^2, \quad \Delta^2 = -q^2, \quad (4)$$

$F(\Delta^2)$  – формфактор атомных электронов.

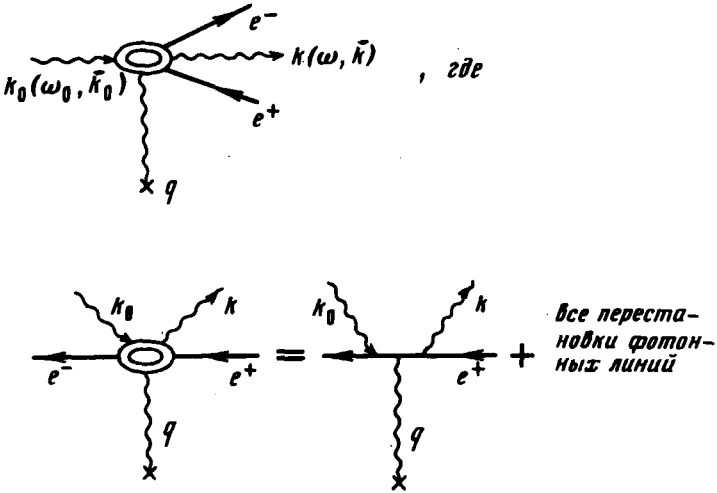


Рис. 1

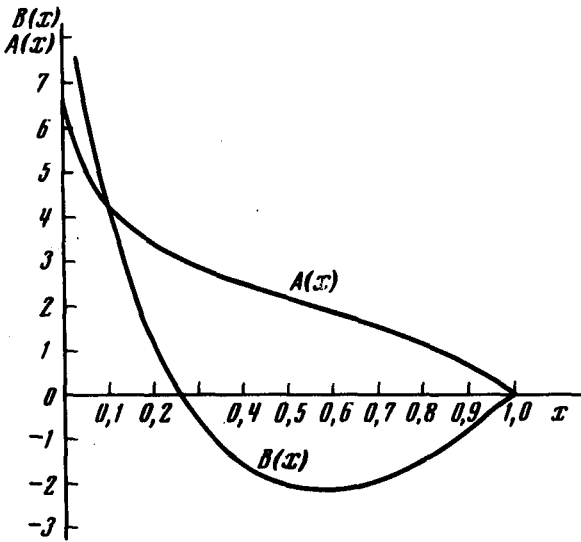


Рис. 2

Для нахождения сечения  $d\sigma_{\gamma\gamma}$  воспользуемся результатами работ [3] и после проведения довольно громоздких вычислений получаем выраже-

ние для углового распределения фотонов, излученных в процессе (2), которое в интересующей нас области углов  $m_e/\omega \ll \theta \ll 1$  может быть представлено в форме:

$$d\sigma / \frac{d^3k}{\omega} = \frac{Z^2 a^4 x}{\pi^2 (k_{\perp})^4} L \left\{ A(x) \ln \frac{k_{\perp}^2}{m_e^2} + B(x) \right\}, \quad (5)$$

$$k_{\perp} = \theta \omega_0 x, \quad x = \omega / \omega_0.$$

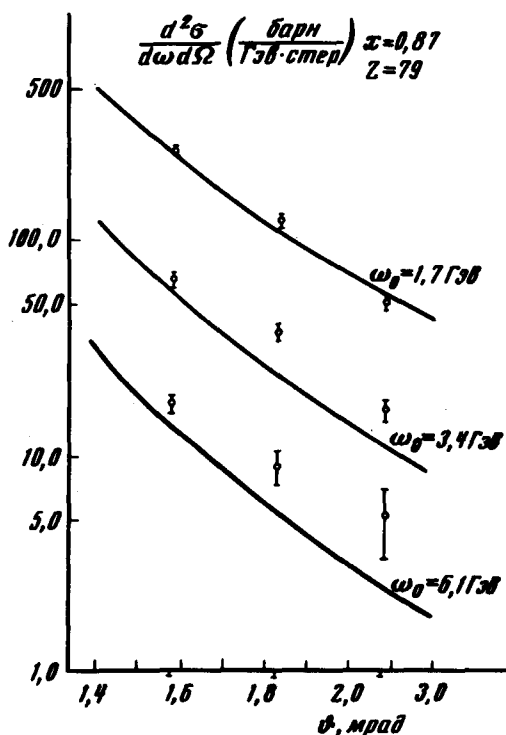


Рис. 3

Величины  $A(x)$ ,  $B(x)$  приведены на рис. 2. Аналитические выражения для функций  $A(x)$  и  $B(x)$ , а также подробности вычислений сечения процесса (2) будут опубликованы [4]. На рис. 3 сплошными кривыми приводятся сечения излучения фотона, вычисленные по формуле (5), при  $x = 0,87$  и  $\omega_0 = 1,7; 3,4; 6,1$  ГэВ,  $\theta = 1 \div 3$  мрад. Величина  $L$  вычислялась с форм-

фактором в модели Томаса – Ферми (например, [5]);  $\Delta_{min}^2 = \left( \frac{k_{\perp}^2}{2\omega_0(1-x)\chi} \right)^2$ ,

$\Delta_{ef}^2 = k_{\perp}^2$ . Там же нанесены результаты эксперимента [1]. Мы видим, что формула (5) неплохо согласуется с данными эксперимента [1], хотя экспериментальные точки в среднем на 20 – 30% лежат выше теоретических кривых. Следует, однако, отметить, что при некотором изменении процедуры выделения событий, основанном на учете пропорциональности сечения излучения фотона величине  $(1-x)$ , авторы [1] получали для соответствующих сечений значения, примерно на 25% меньше, чем на рис. 3.

В заключение мы хотим подчеркнуть, что, по нашему мнению, избыток фотонов с  $x = 0,87$ , наблюдавшийся в эксперименте [1], может объясняться процессом (2) и не имеет никакого отношения к процессу расщепления фотона (1).

Авторы глубоко благодарны В.Н.Байеру, В.Н.Грибову, Л.Н.Липатову, В.М.Каткову и В.М.Страховенко за полезные обсуждения.

Институт ядерной физики  
Академии наук СССР  
Сибирское отделение

Поступила в редакцию  
19 ноября 1973 г.

Ленинградский институт ядерной физики  
им. Б.П.Константинова  
Академии наук СССР

### Литература

- [1] G. Jarlskog, L. Jönsson, S. Prünster et al. Препринт DESY 73/4, 1973.
  - [2] В.Н.Байер, В.М.Катков, Э.А.Кураев, В.С.Фадин. Препринт ИЯФ СОАН СССР 58-73 (Phys. Lett в печати).
  - [3] F. Mandl, T.H.R. Skyrme. Proc. Roy. Soc. (London), A215, 497, 1952; G. Andreassi et al. Phys. Rev., 128, 1425, 1962.
  - [4] Р.М.Джилкибаев, Э.А.Кураев, В.С.Фадин, В.А.Хозе. ЯФ, 19, вып. 3, 1974.
  - [5] G.Z. Moliere. Naturforsch. 2a, 133, 1947,
-