

## ПОТЕРИ ЭНЕРГИИ НА ИЗЛУЧЕНИЕ И ОБРАЗОВАНИЕ ПАР НА ЛИНЕЙНЫХ КОЛЛАЙДЕРАХ ИЗ-ЗА ЭФФЕКТА УНРУ

*С.М.Дарбинян, К.А.Испирян, М.К.Испирян, А.Т.Маргарян*

*Ереванский физический институт  
375036, Ереван*

Поступила в редакцию 2 июля 1991 г.

Теоретически рассмотрено проявление в физике высоких энергий эффекта Унру, возникающего по современным представлениям в ускоренных системах.

1. Согласно эффекту Унру (см., например, <sup>1</sup>) тело, испытывающее ускорение  $a$  в своей системе мгновенного покоя (СМП), как будто находится в "тепловой бане" фотонов планковского спектра с температурой  $T = a/2\pi k$  ( $k$  - постоянная Больцмана,  $\hbar = c = 1$ ). Если это так, то, как показано в <sup>2-4</sup>, в результате взаимодействия этих фотонов с ускоряемым электроном в лабораторной системе (ЛС) должно наблюдаться так называемое излучение Унру и, как отмечено еще в <sup>3</sup>, рождение  $e^+e^-$ -пары. С другой стороны, установлено, что на линейных коллайдерах (см., например, <sup>5</sup>) в зависимости от значения параметра синхротронного излучения (СИ)  $\kappa = \gamma H/H_0$ , где  $\gamma = E/m$ ,  $H_0 = m^2/e = 4,4 \cdot 10^{13}$  Э, в образовании  $e^+e^-$ -пар доминирует процесс: а) при  $\kappa < 0,6 - \gamma e \rightarrow ee^+e^-$  - фотоны СИ в поле встречного бунча рожают пару на остальных частицах встречного бунча б) при  $0,6 < \kappa < 100 - \gamma H \rightarrow He^+e^-$  - фотоны СИ первого бунча рожают пару в поле встречного бунча и в) при  $\kappa > 100 - eH \rightarrow Hee^+e^-$  - частицы одного бунча рожают пару в поле всего встречного бунча.

Настоящая работа, в поисках нового способа наблюдения эффекта Унру, посвящена изучению процесса, когда в СМП на покоящейся частице бунча  $e$  "виртуальный" планковский фотон, возникший из-за ускорения  $a$  в поле  $H$  встречного бунча, рождает  $e^+e^-$ -пару  $eH \rightarrow Hee^-e^+$ . Этот процесс, соответствующий вышеупомянутому в), преобладает над аналогичными а) и б) и в ЛС должен наблюдаться как триплет, летающий вперед и уносящий часть энергии бунча.

2. Число таких пар, а также фотонов излучения Унру, образованных в единицу времени в СМП фотоном с энергией  $\omega'_1$ , равно

$$\frac{dn_{\gamma,p}}{dt'd\omega'_1} = \frac{dn}{d\omega'_1} \sigma_{\gamma,p}(\omega'_1), \quad (1)$$

где  $dn/d\omega'_1$  - планковский спектр с температурой  $T$ , а  $\sigma_{\gamma,p}$  - полные сечения комптоновского рассеяния и реакции  $\gamma e \rightarrow ee^+e^-$  <sup>6</sup>. Интегрируя (1) по  $\omega'_1$  (или по  $y = \omega'_1/m$  от нуля и от  $y = 4$ ) и переходя на единицу длины сталкивающихся бунчей в ЛС, получим

$$\gamma \frac{dN_{\gamma,p}}{dl} = 1,756 \cdot 10^{30} \int_{0;4}^{\infty} \frac{y^2 dy}{\exp(my/kT) - 1} \sigma_{\gamma,p}(y). \quad (2)$$

На рис.1а приведены вычисленные по (2) зависимости  $\gamma dN/dl$  от  $kT$  (МэВ). Отметим, что  $kT$  связано с  $\kappa$  соотношением:  $kT = e\gamma H/2\pi m = \kappa m/2\pi$  или  $kT$  (МэВ) =  $1,84 \cdot 10^{-15} \gamma H$  (гс) =  $8,12 \cdot 10^{-2} \kappa$ .

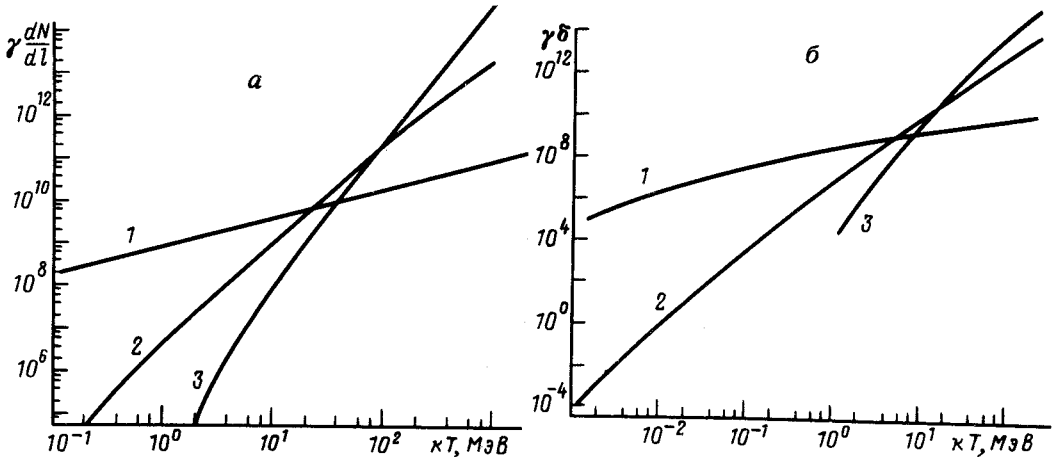


Рис. 1. Зависимости  $\gamma dN/dl$  (а) и  $\gamma d\eta/dl$  (б) от  $kT$  (МэВ) для излучения (кривая 2) и образования  $e^+e^-$ -пар (кривая 3) по механизму Унру, а также для СИ (кривая 1), совпадающая с результатами <sup>9</sup>

3. Зависимость доли энергии  $\eta_p = E_p/E$  и  $\eta_\gamma = \omega/E$  ( $E_p$  - суммарная энергия частиц пары,  $\omega$  - энергия излученного фотона), уносимые  $e^+e^-$ -парами и фотонами в ЛС, от  $kT$  (МэВ), вычисленные методом Монте-Карло, показаны на рис.1б.

Из рис.1а и б следует, что после умножения на  $\gamma$  получаются универсальные зависимости, которые не зависят от  $\gamma$ . Видно в какой области  $kT$  (или  $\kappa$ ) какой процесс доминирует. Чтобы найти число образованных частиц и  $\eta$  при одном столкновении бунчей, необходимо значения, полученные на рис.1а и б для значения  $\kappa$  заданного коллайдера, умножить на длину бунча и делить на  $\gamma$ . Наши вычисления по процессам типа а) и б) показывают, что их вклад меньше тех процессов, которые показаны на рис.1а и б.

Таким образом, полученные результаты показывают, что в принципе последствия эффекта Унру могут быть наблюдаемы на будущих коллайдерах с большими значениями  $\kappa$ . Однако, до количественного рассмотрения эксперимента необходимо учесть некоторые факторы, такие, как например, влияние неоднородностей  $H$  и краевого эффекта бунчей, как это сделано в случае СИ <sup>7</sup> и обычных пар <sup>8</sup>.

1. Birell N.D., Davies P.C.W. Quantum Field in Curved Space, Cambridge Univ. Press, Cambridge, U K, 1982.
2. McDonald K.T., Princeton Univ. Preprint DO/ER/3072-38, 1986.
3. Darbinian S.M. et al. Yerevan Phys. Inst. Preprint YERPHI-1188(65)-89, 1989.
4. Дарбинян С.М., Испирян К.А., Испирян М.К., Маргарян А.Т. Письма в ЖЭТФ, 1990, 51, 97.
5. Palmer R.B. Preprint SLAC-PUB-5195, 1990.
6. Motz J.M. et al. Rev. Mod. Phys., 1969, 41, 581.
7. Jacob M., Wu T.T. Nucl. Phys., 1988, B303, 373.
8. Baier V.N. et al. Phys. Lett., 1989, B225, 193.
9. Noble R. Nucl. Instr. and Meth., 1987, A256, 429.