

"ТЕНЕВАЯ ВСЕЛЕННАЯ" И НЕЙТРИННЫЙ ОПЫТ

Л.Б.Окунь, И.Я.Померанчук

Для объяснения θ -распада долгоживущего K^0 -мензона [1 - 3] Ниниджима и Сафури предложили недавно гипотезу "теневой Вселенной" [4]. Согласно этой гипотезе,

наряду с нашей Вселенной U_α , существует Вселенная U_β . Каждой частице α из U_α отвечает частица β из U_β . Сильные и электромагнитные взаимодействия внутри каждой из Вселенных одинаковы, но между частицами из разных Вселенных отсутствуют. Слабое взаимодействие существует между частицами α , а также между α и β , слабое взаимодействие между частицами β отсутствует, так что если бы не было переходов $\alpha \leftrightarrow \beta$, K^β -мезоны были бы стабильны. Такой вид слабого взаимодействия предотвращает ненаблюдаемые распады K^α -мезонов на β -частицы (например, π^β -мезоны).

В модели "теневой Вселенной" K_1^0 -мезоны вырождены: существуют K_1^α с $\Gamma_\alpha = 10^{10}$ сек $^{-1}$ и K_1^β с $\Gamma_\beta = 0$. Из-за переходов в вакууме $K_1^\alpha \leftrightarrow K_1^\beta$ возникает два диагональных состояния K_1 и K_3 .

$$\begin{aligned} i\dot{K}_\alpha &= \lambda_\alpha K_\alpha + \lambda_\beta K_\beta, \\ i\dot{K}_\beta &= \lambda_\beta K_\alpha + \lambda_\beta K_\beta, \\ \lambda_\alpha &= \mu_\alpha - i\Gamma_\alpha/2, \\ \lambda_\beta &= \mu_\beta. \end{aligned} \quad (1)$$

Частоты диагональных состояний равны

$$\lambda_{43} = \frac{\lambda_\alpha + \lambda_\beta}{2} \pm \sqrt{\frac{(\lambda_\alpha - \lambda_\beta)^2}{4} + \lambda^2}. \quad (2)$$

Если предположить, что $\beta = \frac{\lambda}{\lambda_\alpha - \lambda_\beta} \ll 1$, то

$$\begin{aligned} \lambda_4 &= \mu_1 - i\Gamma_1/2 = \lambda_\alpha + \beta^2(\lambda_\alpha - \lambda_\beta), \\ \lambda_3 &= \mu_3 - i\Gamma_3/2 = \lambda_\beta - \beta^2(\lambda_\alpha - \lambda_\beta). \end{aligned} \quad (3)$$

Отсюда следует, что $\Gamma_1 \approx \Gamma_Q \approx 10^{10} \text{ сек}^{-1}$, $\Gamma_3 \approx \beta^2 \Gamma_Q$.

При $\beta \sim 0.1$ $\Gamma_3 \sim 10^8 \text{ сек}^{-1}$.

Состояния K_a и K_b в вакууме описываются функциями

$$K_a = e^{-i\lambda_1 t} + \beta^2 e^{-i\lambda_3 t}, \quad (4)$$
$$K_b = \beta (e^{-i\lambda_1 t} - e^{-i\lambda_3 t}).$$

Вероятность θ° - распада долгоживущей компоненты равна

$$\Gamma_3 \beta^2 e^{-\Gamma_3 t}. \quad (5)$$

Опыты [1 - 3] показывают, что время жизни долгоживущей θ° - компоненты близко к времени жизни K_2° - мезона. Но эти опыты, по-видимому, не могут окончательно "закрыть" гипотезу "теневой Вселенной".

Цель этого письма - отметить, что гипотеза "теневой Вселенной" находится в резком противоречии с результатами нейтринного эксперимента [5]. Действительно, число K° - мезонов, образованных в мишени нейтринного эксперимента, порядка 10^{15} . Если учесть, что детектор находится примерно в 50 м от мишени и имеет эффективный размер ~ 10 м (искровая камера), то число θ - распадов в детекторе составило бы, согласно (5), $\sim 10^{11} - 10^{12}$ (при средней энергии K - мезонов ~ 5 ГэВ). Это число практически не изменится, если учесть наличие железной защиты толщиной 25 м. Это утверждение является основным в данном письме и осно-

вано на том, что наличие среди вносит изменения только в коэффициент λ_a в уравнении (I), оставляя остальные коэффициенты неизменными. Это изменение λ_a порядка $\sigma CN \sim 10^{-26} \cdot 3 \cdot 10^{10} \cdot 8 \cdot 6 \cdot 10^{23} \sim 1,5 \cdot 10^9 \text{ сек}^{-1}$ мало по сравнению с разностью $\lambda_a - \lambda_b$ и становится одного порядка с ней только за счет релятивистских эффектов при $E/m \sim 10$. Таким образом, и в веществе $\rho \ll 1$ и $f_3 \sim 10^8 \text{ сек}^{-1}$. Этот результат легко понять качественно, если учесть, что K_b с веществом не взаимодействуют, а K_a поглощают-
 ся в среде немногого сильнее, чем в вакууме (при $E/m \sim 1$ длина взаимодействия больше распадной длины). В результате железная стена оказывается "прозрачной" для K_3 -мезонов. Так как число возможных θ -распадов не превышало в нейтринном опыте 10^2 , то расхождение между опытом и моделью "теневой Вселенной" составляет 10 порядков. (Число 10^2 является, по-видимому, верхней границей, оно характеризует фон нейтринного опыта, не связанный с нейтрино; полное число нейтринных событий было $\sim 10^4$).

Приведенные выше соображения не относятся к гипотезам [6,7], согласно которым долгоживущий θ_L -мезон может обладать сильным взаимодействием. Здесь, однако, остается непонятным вырождение масс долгоживущего и короткоживущего θ -мезонов, так как их сильные взаимодействия различны (различны сечения их рождения). Для проверки этих гипотез было бы разумно поставить на пу-

ти пучка K^0 -мезонов поглотитель и выяснить, имеет ли Θ_L -мезон то же сечение поглощения, что K_2^0 -мезон. Помещение в пучок K_2^0 -мезонов пластинок предлагалось рядом авторов [8] с целью наблюдения интерференции распадов K_2^0 - и K_1^0 -мезонов и планируется в ряде экспериментов. Наше предложение отличается тем, что пластинка должна быть довольно толстой и должна находиться на большом расстоянии от детектора, чтобы ре-генерированные K_1^0 -мезоны не дошли до него.

В заключение заметим, что если существует два СР-четных K -мезона: K_1 и K_3 , то должны существовать два СР-нечетных K -мезона: K_2 и K_4 . Представляет интерес поэтому поиски двух экспонент в обычных распадах K_2^0 -мезона (K_{π_3} , K_{U_3} , K_{e_3}).

Авторы благодарны за полезные обсуждения В.Н.Грибову, В.Кафтанову, И.Ю.Кобзареву, Б.М.Понтекорво.

Отделение ядерной физики
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
10 мая 1965 г.

Литература

- [1] J. Christenson, J.Cronin, V.Fitch, R.Turlay. Phys. Rev.Lett., 13, 138, 1964.
- [2] X.De Douard, D.Dekkers, B.Jordan, R.Mermod, T.R.Willits, K.Winter, P.Scharff, L.Valentini, M.Vivargent, M.Bott-Bodenhasen. Phys.Lett.15, 58, 1965.
- [3] W.Galbraith, G.Manning, H.E. Taylor, B.D.Jones, J.Malos, A.Astbury, N.H.Lipman, T.G.Walker. Phys.Rev.Lett., 14, 383, 1965.

- [4] K.Nishijima, M.H.Saffouri. Phys.Rev.Lett., 14, 205, 1965.
- [5] G.Bernardini. Труды Конференции по физике высоких энергий. Дубна, 1964.
- [6] H.J.Lipkin, A.Aleshian. Phys.Lett.14, 151, 1965.
- [7] J.Uretsky. Phys.Lett., 14, 154, 1965.
- [8] M.Levy, M.Nauenberg. Phys.Lett., 12, 155, 1964.
- [9] R.Sachs. Phys. Rev.Lett., 13, 348, 1964.
- [10] J.Bernstein, N.Cabibbo, T.D. Lee. Phys.Lett., 12, 146, 1964.
- [11] В.Л. Любомиц, Э.О.Оконов, М.И.Подгорецкий,
У Цзун-Фань. ОИЯИ, препринт Д-1926, 1964.
- [12] В.В.Владимирский, М.В.Терентьев. Явление регенерации и полный опыт в пучке K^0 -мезонов. Препринт
ИТЭФ, №323, 1965.