

УДК 539.12

Г.А.Казаков (6 курс, каф. Теоретической физики), Э.А.Чобан, д.ф-м.н., проф.

### ПРОВЕРКА СРТ-ИНВАРИАНТНОСТИ СВЯЗАННЫХ СОСТОЯНИЙ В КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ И РОЖДЕНИЕ МЮОНИЯ И АНТИМЮОНИЯ В РАССЕЯНИИ ЭЛЕКТРОНОВ И ПОЗИТРОНОВ НА ЯДРАХ

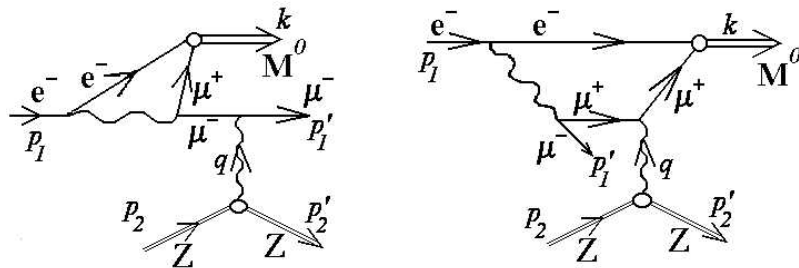
Проверка СРТ-инвариантности квантовой теории поля (КТП) (в частности, квантовой электродинамики (КЭД)) является одной из важнейших проблем физики высоких энергий ввиду того, что основными постулатами КТП являются её локальность и релятивистская инвариантность [1,2]. Как показано в работе [3], это приводит к инвариантности лагранжиана КТП относительно С-, Р- и Т-преобразований. Простейшим следствием СРТ-инвариантности является равенство масс частицы и античастицы, что в настоящее время выполняется с большой точностью. В то же время, гораздо менее ясен вопрос о СРТ-инвариантности связанных состояний. В работе [4], например, предлагалось рассматривать образование антиводорода  $\bar{H}_1^1$  в  $\bar{p}Z$  — соударениях с последующим сравнением лэмбовских сдвигов  $2S_{1/2} - 2P_{1/2}$  переходов атомов водорода и антиводорода. Однако для уверенного вывода в настоящее время статистики не хватает приблизительно в 40 раз.

Целью данной работы являлась оценка сечений рождения мюония  $M^0$ , то есть связанного состояния  $e^-, \mu^+$  или антимюония  $\bar{M}^0$ , то есть связанного состояния  $e^+, \mu^-$  в процессах:

$$e^- + Z \rightarrow Z + M^0 + \mu^-, \quad (1)$$

$$e^+ + Z \rightarrow Z + \bar{M}^0 + \mu^+. \quad (2)$$

Доминирующий вклад в процессы дают следующие диаграммы (приведены только для процесса (1), поскольку для процесса (2) они выглядят аналогично):



В реакции будут рождаться мюон и мюоний. Обозначим квадрат инвариантной массы пары  $\mu^-, M^0$  (или  $\bar{M}^0, \mu^+$ ) как  $\omega^2$ . Тогда получим дифференциальное сечение этих процессов в виде:

$$\frac{d\sigma}{d\omega^2} = 2\alpha^7 m_\mu m_e Z^2 \sqrt{1 - \frac{4m_\mu^2}{\omega^2}} \ln\left(\frac{S^3}{m_Z^2 \omega^4}\right) \frac{S - \omega^2}{S} \left\{ \frac{\omega^4 - 12m_\mu^2}{\omega^8 m_\mu^4} + \frac{4m_\mu^2(\omega^2 - 6m_\mu^2) + 2\omega^4}{\omega^{10} \sqrt{1 - 4m_\mu^2/\omega^2}} \ln \frac{1 + \sqrt{1 - 4m_\mu^2/\omega^2}}{1 - \sqrt{1 - 4m_\mu^2/\omega^2}} \right\}, \quad (3)$$

где  $S$  — квадрат энергии начальных частиц в системе центра инерции. Интегрируя это выражение по  $\omega^2$  в пределах  $[4m_\mu^2; S]$ , получим полные сечения процессов (1) для экспериментов FNAL (Tevatron-DIS) [5] и LHC [6].

Таблица. Данные для сечений процессов (1) и ожидаемого числа событий за год

Ускоритель	$\sqrt{S}$ , ГэВ	$\sigma$ , fb	$L$ , $\text{см}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$	$N$
FNAL (Tevatron-DIS)	477	17	$2.1 \cdot 10^{32}$	$1.1 \cdot 10^2$
LHC	14000	28	$10^{33} - 10^{34}$	$8.8 \cdot 10^2 - 8.8 \cdot 10^3$

Здесь  $\sigma$  – полное сечение процесса (1) или (2),  $L$  – дифференциальная светимость пучка,  $N$  – полное число событий за год работы ускорителя.

Обсудим метод регистрации  $M^0$  и  $\bar{M}^0$ . Поскольку мюон и антимюон, входящие в состав  $M^0$  и  $\bar{M}^0$  – нестабильные частицы, то  $M^0$  и  $\bar{M}^0$  будут распадаться, а так как они рождаются не только в основном, но и в возбуждённом состоянии (примесь последнего составляет около 10%), на кривой распада возникнут осцилляции из-за интерференции этих состояний. Измерение кривых распада  $M^0$  и  $\bar{M}^0$  на нескольких пространственных периодах осцилляций должно дать ответ на вопрос о СРТ-инвариантности связанных состояний в КЭД.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Ахиезер А.И., Берестецкий В.Б. Квантовая электродинамика. М.: Наука, 1969.
2. Боголюбов Н.Н., Ширков Д.В. Введение в теорию квантованных полей. М.: Наука, 1976.
3. Р.Йост. Общая теория квантованных полей. М.: Мир, 1967.
4. С.Т.Munger, S.J.Brodsky, I. Schmidt, Phys. Rev., D49, 3228 (1994).
5. CERN Yellow report, 4, 25 (2000).
6. P.Chiapetta, G.T.Gounaris, T.Luysac et al., Phys. Rev. D59, 014016 (1999).