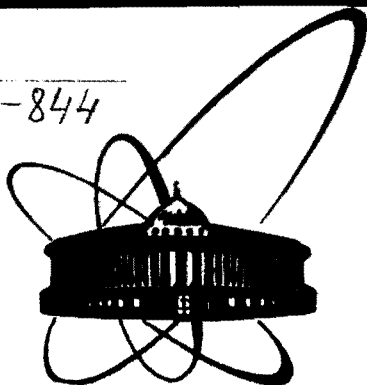


C-844



**ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

P2-86-826

В.Н. Стрельцов

**ОСОБЕННОСТИ
ИЗМЕРЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ РАЗМЕРОВ
ОБЛАСТИ ГЕНЕРАЦИИ
ТОЖДЕСТВЕННЫХ ЧАСТИЦ
В РАЗНЫХ СИСТЕМАХ ОТСЧЕТА**

Направлено в журнал "Ядерная физика"

1986

В течение последнего десятилетия опубликовано много экспериментальных работ, посвященных изучению пространственно-временных характеристик области генерации элементарных частиц с помощью анализа корреляции, в основном, тождественных пионов. При этом соответствующие параметры определяются, например, в системе центра инерции (с.ц.и.) или лабораторной системе (л.с.) исследуемой реакции. Правда, в самое последнее время появились работы /1-3/, в которых пространственные характеристики измерены в различных системах отсчета, обладающих разными скоростями вдоль оси реакции. Отмеченные работы в настоящее время являются, по-видимому, наиболее прямыми опытами, позволяющими непосредственно наблюдать релятивистское изменение длины. При этом, что особенно важно подчеркнуть, их результаты скорее всего не согласуются со сложившимся мнением о том, что релятивистски движущиеся объекты всегда должны испытывать лоренцево сжатие. Целью настоящей заметки является обсуждение некоторых особенностей, возникающих при сопоставлении пространственных размеров области взаимодействия (области генерации тождественных пионов), измеренных в разных системах отсчета.

В основе корреляционного метода лежит интерференция второго порядка или интерферометрия интенсивностей. В упомянутых работах /1-3/ исследовалась интерференция пар тождественных пионов. При этом, например, если пионы испускаются одновременно двумя источниками, разделенными расстоянием \vec{R} , эффект, как известно, определяется величиной

$$I(\tau) \sim \cos \vec{q} \vec{R}, \quad (1)$$

где $\vec{q} = \vec{p}_1 - \vec{p}_2$ - разность импульсов пионов, $k = I$. Поскольку сама область интерференции характеризуется фактически малыми τ , то вместо (1) может быть взято выражение

$$I(\tau) \sim 1 - \frac{1}{2} \tau^2. \quad (1')$$

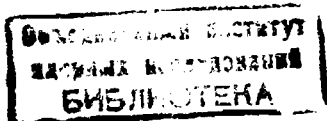
В обсуждаемых экспериментах мы имеем дело со взаимодействием частиц высоких энергий или релятивистских частиц. В частности, продукты этого взаимодействия - источники излучения пионов также могут двигаться с релятивистскими скоростями. Особого рассмотрения здесь заслуживает случай, когда вся область взаимодействия движется^{X)}. В общем случае для τ будем иметь

$$\tau = \vec{q} \vec{R} - q_0 t, \quad (2)$$

где q_0 - разность энергий пионов, а t - разность соответствующих моментов их генерации.

Для реакций столкновения тождественных частиц существует выде-

X) Соответствующую систему отсчета мы будем называть лабораторной.



ленная, полностью симметричная система отсчёта — это с.п.и. ($S^{(0)}$). Как было отмечено ранее /2/, в этой системе в среднем $\langle \xi^{(0)} \rangle = 0$, по крайней мере, для "симметрично" испущенных пионов. По-видимому, об аналогичной симметрии (во всяком случае кинематической) можно говорить и при рассмотрении взаимодействий частиц одинаковой массы, например, $\bar{p}p$ -процессов. Излагаемое ниже будет посвящено анализу экспериментальных данных, касающихся измерения пространственных размеров области взаимодействия по отношению к различным системам отсчёта именно в $\bar{p}p$ -реакциях /3/.

Рассмотрим для этого л.с., где образующие область взаимодействия источники пионов движутся в среднем со скоростью $v_x = \beta$ ($c=1$). На основе преобразований Лоренца и отмеченного условия симметрии будем иметь

$$t = \beta R_x, \quad R_x = R_x^{(0)} (1 - \beta^2)^{-1/2}. \quad (3 \text{ а, б})$$

После квадрирования (2) в соответствии с формулой (1'), интегрирования по азимутальному углу (имея в виду осевую симметрию реакции) и перехода к продольным и поперечным размерам с учётом (3а) получим

$$\tau^2 \approx q_x^2 R_{II}^2 + q_z^2 R_I^2 - 2\beta q_x q_z R_{II}^2. \quad (4)$$

Здесь для простоты мы опустили пока член, пропорциональный q_z^2 ввиду его малости в районе интерференционного пика. При условии $R_{II}^2 \approx R_I^2 \approx R^2$ предыдущая формула переходит в

$$\tau^2 \approx R^2 (q^2 - 2\beta q_x q_z). \quad (4')$$

Откуда следует, чтобы определить R^2 , мы должны строить распределение по величине $Q = q^2 - 2\beta q_x q_z$. Однако на практике используются q^2 -распределения. Поэтому для соответствующей величины R^2 будем получать завышенные или заниженные значения в зависимости от знака второго члена в (4'). Этот вывод остается в силе и при определении величин R_I^2 и R_{II}^2 . Здесь особенно важно то, что в л.с. и соответствующей ей антилабораторной системе (а.л.с.) упомянутый член будет давать противоположный вклад^{xx)}. Чтобы исключить его влияние нужно, очевидно, перейти к соответствующим средним величинам.

2. Все перечисленные особенности выявились при недавнем проведенном анализе экспериментальных данных по интерференции тождественных пионов в $\bar{p}p$ -взаимодействиях по отношению к различным системам отсчёта /3/. Основной целью этой работы была попытка прямого наблюдения релятивистского изменения длины. До самого последнего времени

не было прямых экспериментов такого типа, а между тем они интересны хотя бы в связи с укоренившимся мнением о том, что быстро движущиеся объекты всегда должны испытывать лоренцево сжатие, тогда как следствием формулы (3б) должно быть релятивистское увеличение продольных размеров. Ввиду значительных экспериментальных ошибок результаты этого опыта, как и двух предыдущих, можно рассматривать только как еще одно указание в пользу справедливости "формулы удлинения" (3б).

Здесь необходимо отметить, что формула (3б), в свою очередь, по сути дела является следствием отличного от общепринятого определения понятия релятивистской длины /5/, основанного на локационном методе измерения расстояний. Но, что особенно важно подчеркнуть, в основе механизма электромагнитных и сильных взаимодействий по современным представлениям лежит фактически локация фотонами и глюонами соответственно. "Видимые" при этом размеры объектов (частиц) по существу отражают саму динамику взаимодействий. В частности, "видимые" продольные размеры быстро движущихся объектов описываются формулой (3б) /6/.

Вернемся, однако, к результатам обсуждаемой работы /3/. Для определения продольных размеров области взаимодействия отбирались пары пионов, летящие под углом $\Theta \approx \pi/2$ к оси реакции. В л.с. — это наиболее медленные пионы, а поэтому для них может быть использована нерелятивистская формула

$$q_{ot} \approx q_x u_x^x, \quad (5)$$

где u_x — средняя скорость пионов. Тогда на основании (4)

$$\tau_{II}^2 \approx R_{II}^2 (1 - 2\beta u_x) q_x^2. \quad (6)$$

Поскольку в л.с. пары в среднем смещены в направлении оси реакции, экспериментально найденные на основании q^2 -распределений значения R_{II} будут несколько занижены, а в а.л.с. соответственно завышены. Что касается поперечных размеров, то они определяются в основном быстрыми Π -мезонами, летящими вперед в л.с.. В этом случае для q_z можно взять ультрарелятивистское выражение

$$q_{z2} \approx -\frac{q_x}{2u_x^2} - \frac{q_z}{2u_x} - \frac{q_z}{2u_x^2}. \quad (7)$$

Тогда, полагая, например, для простоты $q_{z2} \approx -q_z$, найдём

$$\tau_I^2 \approx R_I^2 \left[1 + \beta \left(\frac{q_x}{q_1 u_x} \right)^2 \left(\frac{q_{z2}}{q_1} \right)^2 \right] q_z^2. \quad (8)$$

Иными словами, для величин R_I в л.с. на опыте будем получать завышенные значения.

Таким образом, теперь мы видим, что переход к средним величинам, сделанный в обсуждаемой работе /3/, находит своё обоснование, а наблюдаемое практическое постоянство R_I с ростом лоренц-фактора, с

x) Другие два члена мы опустили ввиду их малости.

x) В этой связи см. также /4/.

xx) Что касается отброшенного слагаемого, то оно будет давать значительно меньший, но постоянный вклад, что на практике может приводить к незначительному завышению R^2 .

другой стороны, только подкрепляет изложенные выше соображения. С учётом сказанного возрастание соответствующих продольных размеров области генерации тождественных пионов в $\bar{p}p$ -взаимодействиях при переходе от с.п.и. к л.с. может рассматриваться как указание в пользу релятивистской "формулы удлинения".

ЛИТЕРАТУРА

1. Ангелов Н. и др. ЯФ, 1983, 37, 338.
2. Глаголев В.В. и др. ЯФ, 1985, 42, 181
3. Стрельцов В.Н., Глаголев В.В. ОИЯИ, P1-86-725, Дубна, 1985.
4. Подгорецкий М.И. ЯФ, 1983, 37, 455.
5. Strel'tsov V.N. Found. Phys. 1976, 6, 293.
6. Стрельцов В.Н. ОИЯИ, P2-86-470, Дубна, 1986.

Рукопись поступила в издательский отдел
22 декабря 1986 года.

Стрельцов В.Н.

P2-86-826

Особенности измерения пространственных размеров области генерации тождественных частиц в различных системах отсчета

Дается интерпретация экспериментальных результатов исследования зависимости пространственных размеров области генерации тождественных пионов в $\bar{p}p$ -взаимодействиях от скорости движения системы отсчета. Отмечается, что возрастание продольных размеров указанной области с увеличением лоренц-фактора отражает факт релятивистского удлинения продольных размеров быстро движущихся объектов.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод О.С.Виноградовой

Strel'tsov V.N.

P2-86-826

Special Features of Measuring Space Dimensions of Generation Region of Identical Particles in Different Reference Frames

Interpretation of experimental results on the investigation of dependence of space dimensions of identical pion generation region in $\bar{p}p$ -interactions on the motion rate of reference frame is given. It is noted that the increase of longitudinal dimensions of this region with growing of the Lorentz-factor goes due to the relativistic elongation of longitudinal dimensions of fast-moving objects.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986