

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

С 844

P2-87-877

В.Н.Стрельцов

РЕЛЯТИВИСТСКАЯ ДЛИНА
В ФИЗИКЕ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

1987

ВВЕДЕНИЕ

Ранее мы рассмотрели собственно концепцию релятивистской длины /КРД/, две модификации этого понятия и их применения в классической физике^{1/}.

Ниже мы обсудим вопросы, связанные с проявлением и использованием КРД в физике высоких энергий. При этом мы также коснемся модификации этого понятия применительно к элементарным частицам как составным объектам конечных размеров. Будут рассмотрены партоновые и струнные модели элементарных частиц и гидродинамическая теория множественного рождения. Мы остановимся и на результатах экспериментов по исследованию влияния движения на пространственные размеры области генерации тождественных пионов, где получено указание в пользу "формулы удлинения"¹. Особое внимание будет уделено связи релятивистской длины с длиной формирования, играющей все возрастающую роль при описании взаимодействий частиц высоких энергий.

1. ПРОДОЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЧАСТИЦ

По современным представлениям, элементарную частицу мы мыслим себе в виде облака виртуальных квантов. Для нуклона, например, раньше мы говорили о пионном облаке, а в последнее время - о составляющих его партонах, отождествляемых сейчас с кварками и глюонами.

В системе покоя нуклона S^0 эффективное /"усредненное"¹ по времени/ виртуальное облако образует сферу радиуса r_0 /рис.1А/. В S -системе нуклон /его центр инерции/ движется со скоростью v и занимает последовательно положения 0 и $0'$ /см.рис.1Б/.

По наблюдениям из S некоторая испущенная виртуальная частица a до момента возвращения пройдет расстояние $r_a = (1 - v/u) r_0 \gamma$, а симметричная ей частица d - $r_d = (1 + v/u) r_0 \gamma$. Здесь r_0 - расстояние, пройденное частицами, а u - их скорость в S^0 , $\gamma = (1 - v^2)^{-1/2}$, $c = 1$. При этом суммарное расстояние, т.е. продольный размер движущегося нуклона, составит $2r_0 \gamma$, а среднее -

$$\bar{r} = \frac{1}{2} (r_a + r_d) = r_0 \gamma.$$

/1/

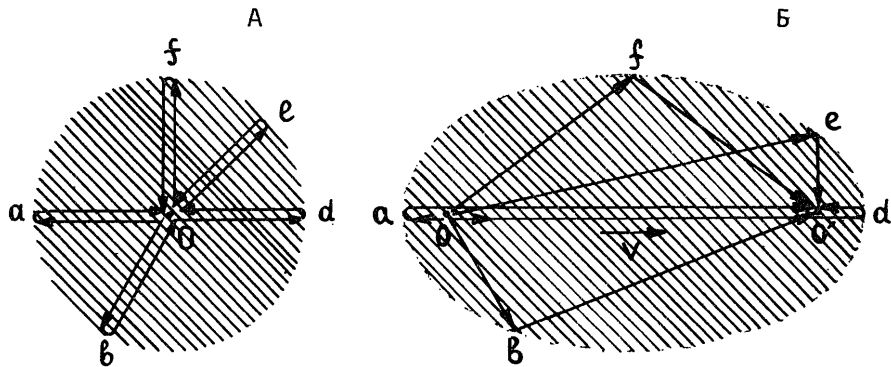


Рис.1. Пространственно-временная картина движения конstituэнт-ов нуклона.

В обратных направлениях будем иметь $r_a = (1 + v/u) r_0 \gamma$ и $r_d = (1 - v/u) r_0 \gamma$. Таким образом, соответствующее среднее расстояние составит снова $r_0 \gamma$. Больше того, для каждой частицы

$$\bar{r}_a = \bar{r}_d = r_0 \gamma \quad /1'/$$

Этот результат можно считать еще одним проявлением релятивистской "формулы удлинения". А сами процессы могут рассматриваться как своего рода третья модификация локационной процедуры измерения релятивистской длины. На рис.1 показаны пути движения и других частиц. В целом же в S-системе облако виртуальных квантов будет иметь форму эллипсоида вращения, вытянутого в направлении движения*.

Представленная картина позволяет сделать качественное заключение о том, что указанный эллипсоид будет фактически определять область, где происходит взаимодействие конstituэнт-ов нуклона с пробной частицей /мишенью/, которую для простоты считаем точечной.

Вместе с тем, современные квантовые теории фундаментальных взаимодействий основываются на обмене квантами поля. Грубо говоря, эти взаимодействия - типа посылки-приема квантов**, или, на другом языке, такие взаимодействия /особенно электромагнит-

* Общий характер картины сохранится и при учете нецентральных движений.

** Т.е. тех же физических сигналов.

ное/ - локационного типа. Коль скоро это так, то очевидно, что характеризующие их эффективные пространственные размеры должны с необходимостью определяться именно релятивистской длиной /2/.

С другой стороны, являющийся своего рода модификацией локационного метода измерения /длины/ обычный процесс видения также связан со взаимодействием излученных световых сигналов /в конечном счете - фотонов/ с наблюдателем или регистрирующим прибором. Поэтому "видимые" размеры должны отражать сам характер взаимодействия /в данном случае электромагнитного/. Вообще же можно сказать, что по современным представлениям в основе механизма электромагнитных, так же как и сильных взаимодействий, лежит фактически локация /или "видение"/ с помощью фотонов и глюонов соответственно. Поэтому характеризующие эти взаимодействия релятивистские пространственные размеры можно называть динамическими.

Заметим также, что в целом ряде ядерных реакций атомное ядро или его часть взаимодействует, скажем, с частицей как целое. Иными словами, в собственной системе отсчета ядра его нуклоны или их часть одновременно действуют на налетающую частицу. Примерами таких реакций могут служить упругое рассеяние, когерентное рождение частиц, кумулятивные процессы и др. Можно сказать, что в реакциях указанного типа налетающая частица будет "видеть" движущееся ядро /или его часть/ вытянутым в направлении его движения.

Вполне естественно предположить, что указанные продольные размеры по сути дела будут определять масштабы продольных расстояний, характеризующие взаимодействия частиц высоких энергий, поскольку поперечные размеры сталкивающихся частиц не меняются. Постоянен и продольный размер нуклона /ядра/ мишени. На основании такой картины вполне естественно ожидать линейный рост продольных расстояний с ростом энергии. В настоящее время этот факт стал уже привычным /см., например, обзор /3'/ . Отметим, что проделанный в свое время анализ экспериментальных данных по электророждению на протоне, сопоставление данных по фоторождению на протоне и поглощения нейтрино и антинейтрино нуклонами действительно позволил сделать заключение о доминирующей роли больших продольных расстояний /4/.

Прежде чем перейти к конкретным применениям и проявлениям КРД в различных моделях элементарных частиц, используемых в физике высоких энергий, отметим следующее. Экспериментальный факт отсутствия собственного электрического дипольного момента у элементарных частиц /при наличии магнитного момента/ может рассматриваться по сути дела как косвенный опыт, свидетельствующий в пользу "формулы удлинения" /5/. С другой стороны, заслуживает внимания вопрос о возможном влиянии пространственных размеров резонансов на их время жизни в движении /6/.

2. МОДЕЛИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

2.1. *Партонная и реджионная модели.* Обычно в рамках партонной модели принималась дисковая картина быстрого адрона. Из-за этого, однако, возникли определенные рассогласования между следствиями партонной картины и схемой реджионных диаграмм^{/7/}. Чтобы устранить эту трудность, пришлось допустить, что релятивистский адрон представляет собой не сжатый диск, а трубку длиной $l \sim EM^{-2}$. Здесь E и M - энергия и масса адрона, $\hbar = 1$. Следует отметить, что ранее, также исходя из партонной модели и дисковой формы адрона, при рассмотрении адрон-ядерных взаимодействий^{/8/} подчеркивалось, тем не менее, что существенные в адронных взаимодействиях продольные расстояния растут как EM^{-2} .

Очевидно, что с учетом результатов п.1 такой вывод представляется вполне естественным^{/9/}. При этом, может быть, следует отметить, что проявляющийся при взаимодействии эффективный размер будет зависеть, так сказать, от соотношения между вкладом "поперечных" и "продольных" квантов*. Но здесь существенно то, что "средний" эффективный размер так или иначе должен расти с ростом лоренц-фактора /энергии/, поскольку покрываемые виртуальными частицами продольные расстояния в среднем в γ раз больше поперечных.

Изложенные соображения в свое время были фактически использованы /в рамках реджионной модели/ для объяснения известного экспериментального факта сужения дифракционного конуса с ростом энергии /см., например,^{/10/}**.

2.2. *Релятивистские струны в адронной физике.* Современные представления о строении адронов и механизме их взаимодействия при высоких энергиях привели к струнной модели /см., например,^{/11/}/. В ее рамках конфигурации глюонного поля,

*Относящихся соответственно к областям, минимально и максимально удаленным от центра облака, имеющего форму эллипсоида вращения. Строго говоря, в первом случае мы имеем окружность, а во втором - только две точки. Поэтому представляется, что их вклады во взаимодействие должны отражать такое соотношение.

**Правда, при этом утверждалось /как, впрочем, и в^{/7/}/, что налетающая частица в поперечном направлении имеет сечение $\sim \ln(E/M)$ Такая зависимость поперечных размеров от скорости движения адрона /пусть и достаточно слабая/, по-видимому, есть следствие какого-то недоразумения, поскольку она несовместима с теорией относительности.

локализованного вдоль линий, соединяющих кварки, моделирует релятивистская струна с точечными массами на концах. При этом струна, соединяющая два кварка, моделирует мезон. Барионы, в образовании которых участвуют три кварка, могут, например, описываться треугольной струнной конфигурацией и т.п.

Струна - это одномерный протяженный объект. Для адронной физики наибольший интерес представляют релятивистские струны конечных размеров или же замкнутые струны. Прежде всего, длина струны может меняться, причем струна может даже стягиваться в точку. Замкнутая струна пульсирует во времени, то сжимаясь в точку, то принимая первоначальную форму.

Как будет выглядеть струнная конфигурация с точки зрения несобственной - лабораторной системы отсчета /л.с./, где ее центр инерции движется со скоростью v ? Во всех случаях: осциллирующей вращающейся или пульсирующей струны соответствующие продольные размеры будут пропорциональны лоренц-фактору γ .

Чтобы проиллюстрировать это, рассмотрим струну, имеющую в начальный момент $t_0 = 0$ форму прямолинейного отрезка длины l_0 с серединой в начале координат и направленного вдоль оси x . Покоившаяся вначале струна начинает осциллировать, то сжимаясь в точку, то принимая исходные размеры. По наблюдениям из л.с., левый конец струны пройдет к моменту стягивания в точку расстояние $(1 + v/u)l_0\gamma/2$, а правый - $(1 - v/u)l_0\gamma/2$. Здесь u - скорость стягивания в с.ц.и. S^0 . Таким образом, суммарное расстояние составит

$$l = \frac{1}{2}(1 + \frac{v}{u})l_0\gamma + \frac{1}{2}(1 - \frac{v}{u})l_0\gamma = l_0\gamma \quad /2/$$

Иными словами, с точки зрения л.с. струна будет вытянута в γ раз по сравнению с ее собственной длиной в полном соответствии с "формулой удлинения". Размеры струны, направленной вдоль оси u , останутся, очевидно, неизменными. Что касается замкнутой и имеющей в с.ц.и., например, форму окружности, струны, то в л.с. мы будем иметь пульсирующий эллипс, вытянутый в направлении своего движения.

2.3. *Гидродинамическая модель множественного рождения.* Исследования адронной материи и, в частности, ее нового состояния - кварк-глюонной плазмы опираются на построение пространственно-временной картины столкновений ультрарелятивистских ядер и нуклонов. При этом в настоящее время по существу единственной основой такой картины является гидродинамическая теория множественного рождения частиц /см., например,^{/12/}/. С другой стороны, сама по себе эта теория с небольшими модификациями, как утверждается в^{/13/}, неплохо описывает новейшие экспериментальные данные.

Однако гидродинамической теории присущ весьма существенный недостаток, а именно - используемые в ней классические начальные условия в форме лоренц-сжатого диска /как следствие столкновения двух лоренц-сжатых нуклонов или ядер/ противоречат квантовому принципу неопределенности /14/.

Напомним, что гидродинамическое описание предполагает взаимодействие множества элементов системы. Но с точки зрения квантовой теории такое разбиение исходной системы на отдельные элементы /слои/ допустимо только в том случае, если квантовая неопределенность импульса существенно меньше импульса отдельного слоя. Это требование налагает жесткое ограничение на допустимое число слоев лоренц-сжатого объема $n \ll \sqrt{M/\mu} \approx 2,6$, где M и μ - массы нуклона и пиона. При учете дополнительного /динамического/ сжатия за счет столкновения это, казалось бы, должно приводить к полному отказу от гидродинамического описания начальной стадии расширения. Правда, в последнее время были высказаны соображения о том, что выбор начальных лоренц-сжатых продольных размеров содержит определенный произвол и может быть модифицирован в зависимости от различных модельных представлений /см., например, /13/, а также /15//.

Однако, по нашему мнению, последовательное и безмодельное решение отмеченной трудности возможно единственно на основе КРД /16/.

В самом деле, в рамках КРД движущиеся нуклоны представляют собой эллипсоиды, вытянутые в направлении движения. При этом большая полуось эллипсоида в соответствии с "формулой удлинения" определяется величиной

$$L = \frac{1}{\mu} \cdot \frac{E_c}{M}, \quad /3/$$

где E_c - энергия нуклонов. Ограничиваясь снова одномерной задачей, приходим теперь к следующему условию:

$$n \ll 2,6 \gamma_c, \quad /4/$$

где $\gamma_c = E_c/M$. Таким образом, при больших γ_c это условие уже может быть выполнено, особенно если принять во внимание разбиение в поперечных направлениях. Хотя, с другой стороны, мы здесь не учли упомянутое динамическое сжатие, вызванное самим процессом столкновения нуклонов. Но так или иначе, несомненно то, что именно КРД должна служить основой для устранения этой трудности, которую, может быть, точнее назвать парадоксом, поскольку, с одной стороны, гидродинамическая теория все-таки описывает определенные черты множественных процессов, а, с дру-

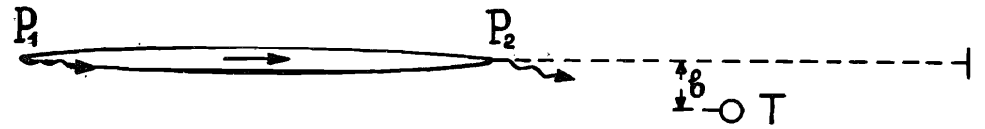


Рис.2. Картина, отражающая механизм столкновения быстро движущегося нуклона с нуклоном мишени.

гой - казалось бы, явно противоречит принципу неопределенности. С учетом сказанного теперь применимость гидродинамической теории может уже рассматриваться как косвенный аргумент в пользу КРД.

Здесь необходимо подчеркнуть следующее. Обычно рисуемая картина сталкивающихся нуклонов в виде двух лоренц-сжатых дисков отражает то, какими видит нуклоны посторонний наблюдатель. На самом же деле важно то, какими они "сами" "видят" друг друга. Для простоты - пусть это будут движущиеся и покоящиеся нуклоны. Но процесс "выделения" по сути дела представляет собой взаимодействие, например, излученных движущимся объектом фотонов с мишенью. Представленный здесь рис.2 иллюстрирует, каким в своей системе нуклон мишени (Т) * "видит" релятивистски движущийся / $\gamma \approx 10$ / налетающий нуклон (Р). "Видит" - это значит, что он одновременно фиксирует сигналы /фотоны/, которые были испущены в разные моменты времени, скажем, точками P_1 и P_2 . При этом параметр удара $b \rightarrow 0$. По сути дела мы здесь имеем одно из проявлений известной проблемы о видимых размерах быстро движущегося стержня.

Интересно отметить, что представленная на рис.2 картина /взаимодействия/ в каком-то смысле противоположна той, которая обычно приводится для иллюстрации столкновения лоренц-сжатого ультрарелятивистского нуклона с нуклоном мишени /см., например, /17//. Более того, частицы галактических космических лучей максимальной энергии / $\sim 10^{21}$ эВ/ будут вообще иметь макроскопические продольные размеры $\sim 0,1$ см.

При этом очевидно, что в антилабораторной системе, где падающий нуклон и нуклон мишени поменяются местами, будем иметь совершенно симметричную картину. Поэтому в с.ц.и., в которой

* Для простоты можно подразумевать точечную мишень или разбить ее на достаточно малые элементы, каждый из которых можно считать точечным.

оперирует гидродинамическая теория, будем иметь "усредненную картину".

3. ДЛИНА ФОРМИРОВАНИЯ И РЕЛЯТИВИСТСКАЯ ДЛИНА

3.1. Длина формирования. Как известно, многие электромагнитные процессы, происходящие при взаимодействии быстрых заряженных частиц с веществом, разыгрываются в большой пространственной области вдоль импульсов частиц. Длина этой области - она называется длиной когерентности или длиной формирования излучения, быстро растет с ростом энергии частиц. Эта величина была введена И.М.Франком /18/. Он определил ее как отрезок пути, с которого все волны излучаются источником в фазе.

В дальнейшем оказалось, что длина формирования играет важную роль в процессах излучения быстрых частиц /см., например, /19, 20/. Знание этой величины позволяет не только представить себе качественные особенности картины излучения, но и с хорошей точностью оценить количественно такие характеристики излучения, как спектр, угловое распределение, полные потери и т.д.

Рост длины формирования с увеличением энергии невольно наводит на мысль о ее возможной связи с релятивистской длиной. Длина формирования определяется выражением

$$l_f = \frac{\pi v}{\omega(1 - v \cos \theta)}. \quad /5/$$

Здесь v - скорость движения частицы, излучающей волну частоты ω под углом θ к линии движения. К формуле /5/ можно прийти также, если трактовать длину формирования как расстояние, на котором происходит "отрыв" фотона от излучающего его заряда. В этом случае для излучения вперед легко найдем

$$l_f' = \frac{\lambda v}{1 - v}, \quad /5'/$$

где λ - длина волны излучения. Выразив λ через длину волны λ_0 в системе покоя излучателя перепишем /5'/ в виде

$$l_f' = \lambda_0 \gamma. \quad /5''/$$

Здесь мы учли также, что для интересующих нас быстрых движений $v \approx 1$. В таком виде /5''/ становится уже действительно похожей на "формулу удлинения".

В квантовой теории величина, имеющая смысл длины формирования фотона, определяется выражением /21/,

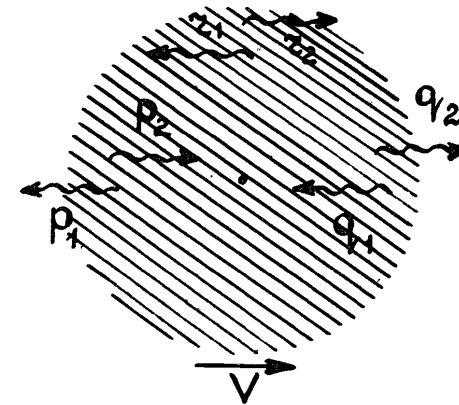
$$l_f = \frac{2 E_0 E}{m^2 \omega},$$

/6/

где E_0 и E - энергии электрона до и после излучения, m - его масса.

3.2. Взаимосвязь двух понятий. Как мы уже отмечали в п.1, характерные для взаимодействий частиц высоких энергий продольные расстояния, конкретно - длина формирования, растут с энергией. Вполне логично думать, что упомянутые продольные расстояния должны определяться, особенно в сильных взаимодействиях, продольными размерами сталкивающихся частиц. Но продольный размер нуклона /ядра/ мишени постоянен, а, согласно традиционным представлениям, продольный размер налетающего адрона на основании формулы лоренцева сокращения, стремится к нулю с ростом энергии. Указанные факты трудно согласовать между собой. В то же время очевидно, что в рамках КРД подобной трудности не возникает, а отмеченный рост продольных расстояний с энергией - естественный результат. Именно этот факт и является, по нашему мнению, основой для установления связи между длиной формирования и релятивистской длиной /22/.

При этом мы снова будем опираться на представление нуклона в виде облака составляющих его конstituэнтов, и детально рассмотрим различные процессы отрыва рожденных квантов /фотона, пиона и т.д./ от летящей частицы /нуклона/. В системе покоя нуклона (S^0) это облако имеет формулу сферы. Рис.3 иллюстрирует характерные случаи образования и вторичных частиц. Поскольку нас интересует излучение вперед, то можно практически ограничиться рассмотрением только



рассмотрением только "отрыва" квантов p_2, q_2 и r_2 . Конечность размеров нуклона приводит к тому, что рожденная внутри него частица* прежде, чем оторваться, должна пройти до его края некоторый путь Δl_0 . С добавлением половины длины волны излучения

Рис.3. Схема, иллюстрирующая особенности "отрыва" рожденных частиц.

* Ее размерами мы пренебрегаем.

суммарная величина теперь составит $\Delta l_0 + \lambda_0/2$. С точки зрения S-системы, где нуклон движется со скоростью v , соответствующая величина /для фотона/ на основании преобразований Лоренца будет определяться выражением

$$l_f = (1 + v)(\Delta l_0 + \lambda_0/2) \gamma. \quad /7/$$

Легко видеть, что при $\Delta l_0 \ll \lambda_0$ и $v \approx 1$ формула /7/ переходит в /5'/ / ($l_f = l'_f$). Фактически для кванта q_2 мы имеем именно этот случай. Однако, чтобы "оторваться" от нуклона, частице p_2 нужно пройти расстояние порядка его продольного размера $l_0 (= 2r_0)$. Для вторичных релятивистских частиц ($\lambda_0 \ll l_0$) будем иметь

$$l_f'' = 2l_0 \gamma. \quad /7'/$$

Учет промежуточных возможностей /"усреднение"/ приводит нас просто к величине

$$\bar{l}_f = \frac{1}{2} (l_f' + l_f'') = l_0 \gamma, \quad /8/$$

описываемой, как мы видим, "формулой удлинения". Вклад промежуточных случаев /при переходе от p и q к r / приводит к изменению численного коэффициента в /8/, в простейшем случае - это 0,87.

4. ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ИЗМЕРЕНИЮ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ РАЗМЕРОВ ОБЛАСТИ ГЕНЕРАЦИИ ТОЖДЕСТВЕННЫХ ЧАСТИЦ В РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ ОТСЧЕТА

Эксперименты по физике высоких энергий, связанные с измерением пространственных размеров области взаимодействия /области генерации тождественных частиц/ в настоящее время являются, по-видимому, наиболее прямыми опытами, позволяющими непосредственно наблюдать релятивистское изменение длины. Полученные недавно результаты /²³⁻²⁵/ скорее всего не согласуются со сложившимся мнением о том, что релятивистски движущиеся объекты должны всегда испытывать лоренцево сжатие, а свидетельствуют в пользу "формулы удлинения". Хотя значительные экспериментальные ошибки требуют дальнейших исследований в этом направлении.

В указанных экспериментах методом интерференции тождественных пионов* определялись пространственные размеры области их

*Что, по сути дела является перенесением известного метода Хенбери-Брауна-Твисса /²⁶/ измерения угловых диаметров звезд в физику микромира.

генерации по отношению к различным /инерциальным/ системам отсчета. Исследовались процессы множественного рождения, происходящие при взаимодействии отрицательных пионов с нуклонами и протонами /при импульсах $p_{\pi^-} = 40$ ГэВ/с^{/23/} и 5 ГэВ/с^{/24/} и антипротонов с протонами при 22 ГэВ/с^{/25, 27/}. Было получено указание на то, что продольные размеры области взаимодействия растут при переходе от с.ц.и. к л.с. Иначе говоря, в результате движения происходит релятивистское удлинение продольных размеров в полном соответствии с "формулой удлинения".

Этот результат можно понять с помощью следующей простой модели /^{28, 6}/, если предположить, что испускание пионов источниками, разделенными расстоянием $\Delta x_0 = l_0$, происходит одновременно / $\Delta t_0 = 0$ / в собственной системе отсчета /система покоя S^0 / области взаимодействия*. С точки зрения несобственной системы отсчета /в том числе и л.с./ соответствующий продольный размер $\Delta x = l$ на основании преобразований Лоренца будет выражаться именно "формулой удлинения".

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

КРД играет все большую роль в физике высоких энергий. Это связано с тем, что она по сути отражает пространственно-временную картину строения элементарных частиц и сам характер их взаимодействия.

Мы коснулись ряда подходов, служащих для описания экспериментальных данных о взаимодействиях частиц высоких энергий. Среди них - партоновая, реджионная и струнная модели и гидродинамическая теория множественного рождения частиц. Было показано, что эти подходы приобретают ясный физический смысл либо на основе КРД, либо, по сути дела, неявно опираются на нее. В частности, применение КРД к гидродинамической модели позволило устранить известное противоречие с принципом неопределенности. Учет конечности размеров элементарных частиц позволил установить тесную взаимосвязь такой важной характеристики взаимодействий частиц высоких энергий, как длина формирования с релятивистской длиной. Рост характерных продольных расстояний с увеличением лоренц-фактора /энергии/ находится в полном соответствии с результатами экспериментов по измерению пространственных размеров области взаимодействия в различных системах отсчета. Эти опыты указывают на увеличение соответствующего продольного размера в результате движения, что можно

*Что соответствует модификации основной процедуры измерения релятивистской длины /см. п.1.3^{/1/}/.

считать в настоящее время наиболее прямым свидетельством в пользу релятивистской "формулы удлинения".

Дополнение. Как стало известно автору в самый последний момент, при рассмотрении в рамках релятивистской квантовой механики двухчастичной связанной системы в движении²⁹, было получено указание об отклонении от формулы лоренцева сокращения. Необходимо, однако, дальнейшее изучение этой проблемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стрельцов В.Н. Сообщение ОИЯИ P2-87-817, Дубна, 1987.
2. Стрельцов В.Н. Сообщение ОИЯИ, P2-86-470, Дубна, 1986.
3. Николаев Н.Н. - УФН, 1981, т.134, с.370.
4. Иоффе Б.Л. - Письма в ЖЭТФ, 1969, т.10, с.143.
5. Стрельцов В.Н. Сообщение ОИЯИ, P2-82-404, Дубна, 1982.
6. Стрельцов В.Н. Сообщение ОИЯИ, P2-83-586, Дубна, 1983.
7. Канчели О.В. - Письма в ЖЭТФ, 1975, т.22, с.491.
8. Канчели О.В. - Письма в ЖЭТФ, 1973, т.18, с.465.
9. Стрельцов В.Н. Сообщение ОИЯИ, P2-87-233, Дубна, 1987.
10. Дятлов И.Т. Материалы 5-й Зимней школы по теории ядра и физике высоких энергий. ЛФТИ АН СССР, Л., 1970, ч.1, с.96.
11. Барбашов Б.М., Нестеренко В.В. Модель релятивистской струны в физике адронов. М., Энергоатомиздат, 1987.
12. Зиновьев Г.М. и др. "Физика многочастичных систем". Научно-ва думка, Киев, вып.10, 1986, с.65.
13. Розенталь И.Л., Тарасов Ю.А., - ЖЭТФ, 1983, т.85, с.1535.
14. Блохинцев Д.И. - ЖЭТФ, 1957, 32, с.350.
15. Иоффе Б.Л. - Письма в ЖЭТФ, 1974, т.20, с.360.
16. Стрельцов В.Н. Сообщение ОИЯИ, P2-87-617, Дубна, 1987.
17. Bjorken J.D., McLerran L. - Phys.Rev., 1985, 31D, p.63.
18. Франк И.М. Изв.АН СССР, сер. физ., 1942, т.6, с.3.
19. Болотовский Б.М. Труды ФИАН, 1982, т.140, с.95.
20. Ахиезер А.И., Шульга Н.Ф. - УФН, 1987, т.151, с.385.
21. Гайтлер В. Квантовая теория излучения. М.: ИИЛ, 1956, § 25.
22. Стрельцов В.Н. Сообщение ОИЯИ, P2-87-812, Дубна, 1987.
23. Ангелов Н. и др. - ЯФ, 1983, т.37, с.328.
24. Глаголев В.В. и др. - ЯФ, 1985, т.42, с.181.
25. Стрельцов В.Н., Глаголев В.В. Препринт ОИЯИ, P1-86-725, Дубна, 1986.
26. Hanbury Brown R., Twiss R.Q. - Phil Mag., 1954, v.45, p.633.
27. Стрельцов В.Н. Препринт ОИЯИ, P2-86-826, Дубна, 1986.
28. Стрельцов В.Н. Сообщение ОИЯИ, P2-82-699, Дубна, 1982.
29. Glöckle W., Nogami Y. - Phys.Rev., 1987, v.35D, p.3840.

Рукопись поступила в издательский отдел
16 декабря 1987 года.

Стрельцов В.Н.

P2-87-877

Релятивистская длина в физике высоких энергий

Обсуждается роль релятивистской длины в физике высоких энергий. Рассмотрен ряд подходов, используемых для описания экспериментальных данных о взаимодействии частиц при высоких энергиях. Среди них партонная, реджонная, струнная модели элементарных частиц и гидродинамическая теория множественных процессов. Отмечается, что эти подходы тесно связаны с концепцией релятивистской длины и вытекающей из нее "формулы удлинения". В частности, на основе этой концепции дается решение известной трудности гидродинамической теории, заключающейся в противоречии с принципом неопределенности. С учетом конечности элементарных частиц установлена взаимосвязь длины формирования с релятивистской длиной. Подчеркивается, что линейный рост продольных расстояний с увеличением лоренц-фактора соответствует результатам экспериментов по исследованию влияния движения на пространственные размеры области генерации тождественных пионов. Полученное в этих экспериментах указание об увеличении соответствующего продольного размера в результате движения можно считать наиболее прямым свидетельством в пользу релятивистской "формулы удлинения".

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

Перевод автора

Strel'tsov V.N.

P2-87-877

Relativistic Length in High Energy Physics

The role of relativistic length in high energy physics is discussed. Some approaches applied to description of experimental data on particle interaction at high energies is considered. Among them here are parton, reggeon, string models of elementary particles and hydrodynamical theory of multiple processes. It is noted that these approaches are closely connected with a concept of relativistic length and proceeding from this "elongation formula". In particular, on the base of this concept the solution of the known difficulty of hydrodynamical theory which contradicts the uncertainty principle is given. On the basis of elementary particle finiteness the connection of formation length with the relativistic length is established. It is noted that the linear increase of longitudinal distances with growing Lorentz-factor corresponds to the results of experiments on the study of the effect of motion on space dimensions of identical pion generation region. The obtained in these experiments indication to the increase in corresponding longitudinal dimension as a result of motion could be considered as the most direct evidence in favor of relativistic "elongation formula".

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1987