

**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

С 844

P2-87-617

В.Н.Стрельцов

**ЗАМЕЧАНИЕ К ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ
МНОЖЕСТВЕННОГО РОЖДЕНИЯ**

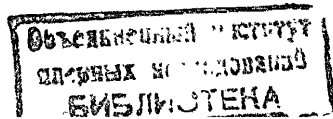
1987

1. 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, /11/. С другой стороны, сама по себе эта теория с небольшими модификациями неплохо описывает новейшие экспериментальные данные /2/.

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/ противоречит квантовому принципу неопределенности /3/.

Напомним, что гидродинамическое описание предполагает взаимодействие множества отдельных элементов системы, к каждому из которых отдельно применяется понятие термодинамического равновесия составляющих его частиц. 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 $n \ll \sqrt{M/m} \approx 2,6$, где M и m массы нуклона и пиона. При учете дополнительного /динамического/ сжатия за счет столкновения это, казалось бы, должно приводить к полному отказу от гидродинамического описания начальной, да и части промежуточной, стадии расширения. Правда, в последнее время были высказаны соображения, что выбор начальных лоренц-сокращенных продольных размеров содержит определенный произвол и может быть модифицирован в зависимости от различных модельных представлений /см., например, /2/.

Однако, по нашему мнению, последовательное и безмодельное решение отмеченной трудности возможно единственно на основе концепции релятивистской длины /КРД/ /4/.



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

$$L = \frac{\hbar}{mc} \cdot \frac{E_c}{Mc^2}, \quad /1/$$

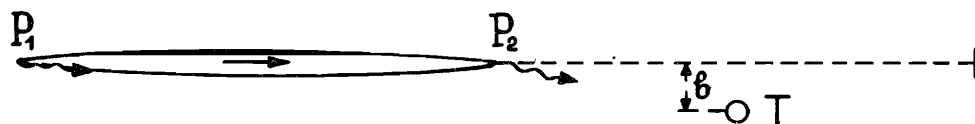
где E_c - энергия нуклонов. Ограничиваясь снова одномерной задачей, придем теперь к следующему условию:

$$\beta \ll 2,6\gamma, \quad /2/$$

где $\gamma = E_c/Mc^2$ - лоренц-фактор. Таким образом, при больших γ 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 называть парадоксом. С одной стороны, гидродинамическая теория все-таки описывает определенные черты множественных процессов, а с другой стороны, казалось бы, явно противоречит принципу неопределенности. С учетом сказанного применимость гидродинамической теории теперь может уже рассматриваться как косвенный аргумент в пользу КРД.

2. Следует заметить, что обычно рисуемая картина двух сталкивающихся нуклонов в виде лоренц-сжатых дисков является уже своего рода идеализацией. Она получена фактически сложением двух "фотографий", каждая из которых сделана в момент, когда центр нуклона* находился на оси фотоаппарата. Если же фотографировать сразу оба нуклона /фотоаппаратом, расположенным посередине между ними/, то на снимке они получаются вытянутыми, а не сжатыми. Однако здесь мы хотим подчеркнуть другое. Важно не то, какими "видят" нуклоны посторонний наблюдатель, а какими они сами "видят" друг друга: для простоты пусть это будут движущийся и покоящийся нуклоны. Но процесс "выделения" по сути дела представляет собою взаимодействие, например, излученных движущимся объектом фотонов с мишенью. На рисунке

* Под нуклонами в дальнейшем мы будем подразумевать два объекта в форме шара, да и сами рассуждения будут носить гротескный /макроскопический/ характер.



видно, 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 $b \rightarrow 0$. Следует отметить, что может даже существовать сдвиг между моментами прихода указанных сигналов, например, $t_{P_1} - t_{P_2} = \Delta t$. Но тогда при условии симметрии будет иметь место и случай, когда, напротив, $t_{P_1} - t_{P_2} = -\Delta t$. Поэтому можно считать, что "в среднем" при учёте многих столкновений, картина останется неизменной. По сути дела мы здесь имеем одно из проявлений известной проблемы о видимых размерах быстро движущегося стержня /см., например, /5//.

Интересно отметить, что представленная на рисунке картина /до взаимодействия/ в каком-то смысле противоположна той, которая обычно приводится для иллюстрации столкновения лоренц-сжатого ультрарелятивистского нуклона с нуклоном мишени /см., например, /6//. Более того, частицы галактических космических лучей максимальной энергии / $\sim 10^{21}$ эВ/ будут вообще иметь макроскопические продольные размеры $\sim 0,1$ см.

В заключение подчеркнем, что поскольку КРД базируется фактически на обмене сигналами между, например, налетающей частицей и мишенью, то она, по существу, отражает саму динамику взаимодействия. При этом очевидно, что в антилабораторной системе, где падающий нуклон и нуклон мишени поменяются места-

* Для простоты можно подразумевать точечную мишень или разбить ее на достаточно малые элементы, каждый из которых можно считать точечным. В определенных случаях таковыми полагают частицы с размерами $\sim 10^{-13}$ см или меньше. Однако для релятивистских частиц, это допущение, очевидно, будет уже несправедливо.

ми, будем иметь совершенно симметричную картину. Поэтому в с.ц.и., с которой оперирует гидродинамическая теория, будем иметь "усредненную картину".

ЛИТЕРАТУРА

1. Зиновьев Г.М. и др. Физика многочастичных систем. Киев: Наукова думка, 1986, вып.10, с.65.
2. Розенталь И.Л., Тарасов Ю.А. - ЖЭТФ, 1983, 85, с.1535.
3. Блохинцев Д.И. - ЖЭТФ, 1957, 32, с.350.
4. Стрельцов В.Н. Сообщение ОИЯИ, P2-6709, Дубна, 1972; P2-82-43, Дубна, 1982.
5. Стрельцов В.Н. Сообщение ОИЯИ, P2-86-470, Дубна, 1986.
6. Bjorken J.D., McLerran L. - Phys.Rev., 1985, 31D, p.63.

Рукопись поступила в издательский отдел
5 августа 1987 года.

Стрельцов В.Н.

P2-87-617

Замечание к гидродинамической теории
множественного рождения

На основе концепции релятивистской длины и вытекающей из нее "формулы удлинения" указывается путь решения известной трудности гидродинамической теории множественного рождения, заключающейся в противоречии с квантовым принципом неопределенности.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

Перевод О.С.Виноградовой

Strel'tsov V.N.

P2-87-617

Remark to Hydrodynamical Theory
of Multiple Production

Basing on the concept of relativistic length and the following "elongation formula" the way of solving the known difficulty of hydrodynamical theory of multiple production involving the contradiction with quantum uncertainty principle is pointed to.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1987