

КОРРЕЛЯЦИИ МЕЖДУ ВТОРИЧНЫМИ ЧАСТИЦАМИ

В π^-A -ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ПРИ 3,7 Гэв/с

Л.С.Воробьев, В.Б.Гаврилов, П.В.Дегтяренко,
В.И.Ефременко, Ю.М.Зайцев, Г.А.Лексин, Д.А.Сучков

Исследуются корреляции между вылетающими назад протонами в π^-A -взаимодействиях при 3,7 Гэв/с и летящими вперед быстрыми положительными частицами. Обнаружено, что параметр корреляции R не зависит от энергии вылетающего назад протона. Найдена зависимость R от p_L летящей вперед частицы и атомного номера A .

В работах [1] было обнаружено, что сечения глубоконеупругих ядерных реакций

$$a + A \rightarrow b + \dots, \quad (1)$$

где a — некоторая частица, A — ядро, b — вылетающий назад (в системе покоя ядра) протон (дейтрон и т. п.), с энергией $T \geq 50$ Мэв не зависят от энергии налетающей частицы и ее типа (при нормировке на σ_{ab}^{in} — полное неупругое сечение), а спектр частиц b не зависит от атомного номера ядра A . Это явление, названное ядерным скейлингом [1, 2] вызвало большой интерес к изучению таких реакций. Краткий обзор экспериментальной ситуации сделан в [2].

Для описания глубоконеупругих реакций и объяснения ядерного скейлинга предложено ряд теоретических моделей [3], основанных на различных идеях. Для проверки справедливости той или иной модели и более глубокого понимания процесса недостаточно только инклюзивных данных. Дальнейшим развитием инклюзивного подхода к множественным реакциям является измерение дваждыинклюзивных сечений, дающих информацию о корреляциях вторичных частиц. Мы исследовали реакцию

$$a + A \rightarrow b + c \dots \quad (2)$$

где a — π^- -мезон с импульсом 3,7 Гэв/с, A — ядра Al, Cu и Pb, b — вылетающий назад в лаб. системе протон, c — вылетающая вперед положительная частица (p или π^+) с $p_L > 0,6$ Гэв/с, $p_T < 0,6$ Гэв/с (p_L, p_T — продольный и поперечный импульсы).

Сечения реакций (1) и (2) удобно представлять в виде нормированных инвариантных функций

$$\rho(p_b) = \frac{1}{\sigma_{aA}^{in}} \frac{E_b}{p_b^2} \frac{d\sigma}{dp_b d\Omega_b}, \quad (3)$$

$$\rho_2(p_b, p_c) = \frac{1}{\sigma_{aA}^{in}} \frac{E_b E_c}{p_b^2 p_c^2} \frac{d\sigma}{dp_b d\Omega_b dp_c d\Omega_c}. \quad (4)$$

Для представления корреляций принято использовать функцию

$$R(\mathbf{p}_b, \mathbf{p}_c) = \frac{\rho_2(\mathbf{p}_b, \mathbf{p}_c)}{\rho(\mathbf{p}_b)\rho(\mathbf{p}_c)} - 1, \quad (5)$$

Мы также будем пользоваться функцией

$$\rho^*(\mathbf{p}_b) = \frac{\int_{\Omega_c} \rho_2(\mathbf{p}_b, \mathbf{p}_c) \frac{d^3 p_c}{E_c}}{\int_{\Omega_c} \rho(\mathbf{p}_c) \frac{d^3 p_c}{E_c}} = \{\bar{R}(\mathbf{p}_b, \Omega_c) + 1\} \rho(\mathbf{p}_b) \quad (6)$$

интегрирование здесь ведется в некоторой кинематической области для частицы c , а \bar{R} — означает усредненное по Ω_c значение величины R (5). При отсутствии корреляций ($R = 0$) ρ^* совпадает с ρ .

Для измерения корреляций были использованы фотографии, полученные с помощью трекового искрового спектрометра (ТИСС). Установка и детали эксперимента описаны в [4]. При обработке измерялись треки летящей вперед положительной частицы с $p_L > 0,6$ Гэв/с, $p_T < 0,6$ Гэв/с (наличие такой частицы было условием запуска спектрометра) и всех вылетающих назад в лаб. системе частиц. Всего измерено 4200 событий без вылета и 16100 — с вылетом частиц назад. При дальнейшей обработке учитывались эффективность и разрешение спектрометра и делалась поправка на небольшую ($\lesssim 3\%$) примесь π^+ среди вылетающих назад положительных частиц.

На рис. 1 показана зависимость ρ^* от кинетической энергии протонов (T) вылетающих назад в области углов $-1 \leq \cos \theta < -0,9$ (здесь Ω_c (см. (6)) соответствует $p_L > 0,6$ Гэв/с, $p_T < 0,6$ Гэв/с). Сплошными линиями на этом рисунке указана зависимость

$$\rho(T) = C \exp\{-T/T_0\}, \quad (7)$$

полученная для инклюзивной реакции (1) по данным работы [5], где $a - \pi^-$ с импульсом 3,5 Гэв/с, $b -$ протон, вылетающий под углом 162° ($\cos 162^\circ = -0,95$). Одинаковая зависимость ρ и ρ^* от T означает независимость $\bar{R}(T_b, \Omega_c)$ от T . Не обнаружено также зависимости R от T_b при уменьшении области интегрирования Ω_c по p_L ($p_L < 1,3$ Гэв/с и $p_L > 2$ Гэв/с.). Точность этого утверждения $\sim 20\%$ для $50 < T_b < 150$ Мэв при усреднении по ядрам. Пунктирные линии на рис. 1 соответствуют зависимости $\rho^* = \bar{R}(\Omega_c)\rho(T_b)$, где \bar{R} найдено путем нормировки по площади. При этом $\bar{R}_{Al} = 0,0 \pm 0,09$, $\bar{R}_{Cu} = -0,10 \pm 0,06$; $\bar{R}_{Pb} = -0,25 \pm 0,06$. Обращает внимание уменьшение при увеличении A ядра.

Так как $\bar{R}(T_b, \Omega_c)$ в пределах статистической точности не зависит от T_b , то при изучении зависимости $R(\mathbf{p}_c)$ можно произвести интегрирование по T_b . Зависимость $R(p_{cL})$ показана на рис. 2. Наблюдается уменьшение R при увеличении p_L и A ядра. При этом R практически не зависит от p_T (за исключением, может быть, R для ядра Pb, обнаруживающего некоторый рост при увеличении p_T в области $p_L > 1,3$ Гэв/с).

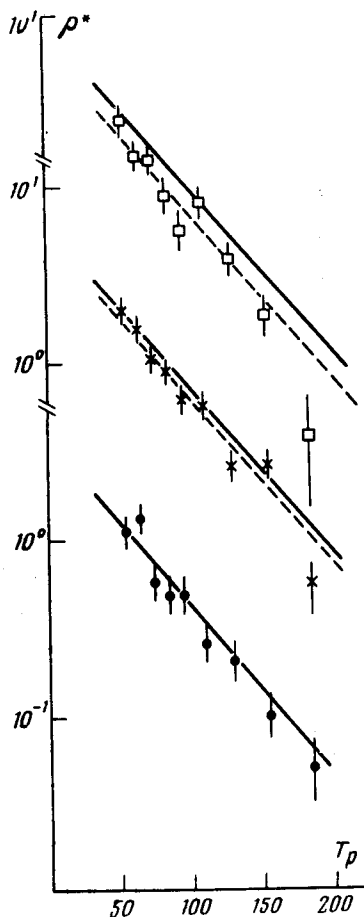


Рис. 1. Зависимость функции ρ^* от кинетической энергии протонов T (Мэв), вылетающих в интервале углов $-1 \leq \cos \theta_p < -0,9$,
 ● — Al, x — Cu, □ — Рь

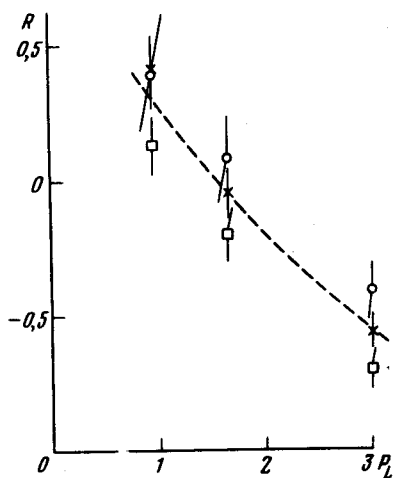


Рис. 2. Зависимость параметра корреляции R от ρ_L (Гэв/с), вылетающей вперед положительной частицы. o — Al, x — Cu, □ — Рь. Пунктирная линия соответствует усредненной по ядрам величине $R(\rho_L)$

Обнаружено также, что спектр протонов, вылетающих назад в исследуемой реакции, не зависит от их числа в области $50 < T_p < 150$ Мэв. Статистическая точность при этом $\sim 30\%$ при сравнении $n_p = 1$ и $n_p = 2$, и не лучше 50% для $n_p \geq 3$.

Наблюдаемые факты можно понять в предположении о независимом вылете назад быстрых протонов в глубоко неупругих ядерных реакциях, которые составляют часть всех неупругих процессов (в них, естественно, не входят так называемые квазисвободные реакции). Эта гипотеза согласуется с независимостью спектра протонов от их числа, а также от наличия вперед частицы и ее импульса. Поведение же $R(p_L)$ объясняется тем, что относительный вклад глубоконеупругих реакций в образование вылетающих вперед быстрых частиц уменьшается при увеличении p_L .

При обсуждении зависимости R от атомного номера ядра, следует иметь в виду зависимость параметра C (7) от начальной энергии, найденную в [5] для инклюзивной реакции (1). Данные [5] показывают, что величина C сначала возрастает с ростом p_0 , а затем выходит на константу при $p_0 = p^*(A)$. При этом $p^*(Al) \approx 3$ Гэв/с, $p^*(Cu) \approx 4$ Гэв/с, а $p^*(Pb) \approx 5$ Гэв/с. Вылет вперед достаточно быстрой частицы приводит к тому, что энергия, остающаяся на образование остальных частиц, будет меньше начальной, что в свою очередь приведет к уменьшению величины ρ^* по сравнению с ρ для инклюзивного процесса. При $p_0 = 3,7$ Гэв/с это может существенно сказаться для ядра Рь, несколько слабее — для Сu и совсем слабо — для Al.

Институт теоретической
и экспериментальной физики

Поступила в редакцию
13 июня 1977 г.

Литература

- [1] Ю.Д.Бажков и др. ЯФ, 18, 1246, 1973; Ю.Д.Бажков и др., ЯФ, 19, 1266, 1974.
- [2] G. A. Leksin. Preprint ИТЕР-147, Moscow, 1976; Г.А.Лексин. Труды XVIII Международной конференции по физике высоких энергий, 1, А6-3, Тбилиси, 1976.
- [3] А.М.Балдин. Кр. Сообщ. по физике, №1, 1971, изд. АН СССР, М.; Л.А.Кондратюк, В.Б.Копелиович. Письма в ЖЭТФ, 21, 88, 1975; А.М. Balдин. Preprint E2-9138, JINR, Dubna, 1975; В.С.Ставинский. Препринт P2-9528, ОИЯИ, Дубна, 1976; L.L.Frankfurt. M.I.Strikman. Phys. Lett., 65B, 51, 1976; В.В.Буров и др. Препринт P2-10244, ОИЯИ, Дубна, 1976; M.I.Gerenstein. G.M.Zinovjev. Preprint ITP-76-100E, Kiev, 1976; R.D.Amado, R.M.Woloshyn. Phys. Rev. Lett., 36, 1435, 1976.
- [4] А.В.Арефьев и др. ПТЭ, 5, 57, 1971; А.В.Арефьев и др., ЯФ, 19, 600, 1974; А.В.Арефьев и др. Препринт ИТЭФ-168, М., 1976.
- [5] Н.А.Бургов и др. ЯФ, 24, 1183, 1976.