

О ПОЛЯРИЗАЦИИ В ИНКЛЮЗИВНЫХ ПРОЦЕССАХ

А.В.Турбинер

В рамках модели реджезованного однопионного обмена выводятся формулы для поляризации изучаемой частицы в инклюзивных процессах в области фрагментации. Исследуется реакция $pp \rightarrow \Lambda X$ при высоких энергиях и предсказывается отличная от нуля поляризация Λ -гиперонов.

Как известно, изучение поляризации является одной из критичных проверок моделей сильных взаимодействий. Данная работа посвящена исследованию поляризации конечных частиц в инклюзивных реакциях в рамках модели реджезованного однопионного обмена (OPER) [1, 2]. В качестве примера рассматривается реакция



в области фрагментации. При расчетах будет использован формфактор и параметры, найденные при описании одночастичных инклюзивных спектров гиперонов в pp -столкновениях [2]. Модель OPER позволяет также изучать зависимости от поляризации начальных частиц.

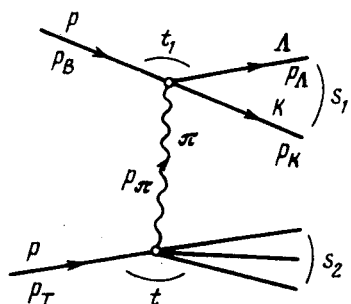


Рис. 1. Диаграмма процесса (1) в области фрагментации в модели OPER

1. Область фрагментации реакции (1) в модели OPER описывается диаграммой рис. 1. Напишем амплитуду, отвечающую этой диаграмме, в предположении факторизации схода верхнего и нижнего блоков с массовой поверхности¹⁾

$$M = \bar{u}_\Lambda (a + b \hat{q}) u_p \eta_\pi(t) F(t; s, s_1, s_2) M_{pp \rightarrow \Lambda n\gamma} \quad (2)$$

где $\hat{q} = \gamma_\mu (p_\Lambda - p_p + 2p_{K\bar{K}})_\mu$; u_Λ, u_p — амплитуды Λ -гиперона и протона; $\eta_\pi(t)$ и F — сигнатурный множитель π -траектории и формфактор, включающий сходы блоков с массовой поверхности и пропагатор пиона; $M_{pp \rightarrow \Lambda n\gamma}$ — амплитуда перехода pp в какое-либо конечное состояние; a и b характеризуют процесс $pp \rightarrow K\Lambda$. После возведения (2) в квадрат, усреднения по поляризационным состояниям начальных протонов, интегрирования по фазовому объему частиц нижнего блока и суммирования

¹⁾ Кинематические переменные определены на рис. 1.

по возможным конечным состояниям нижнего блока приходим к выражению для диф. сечения (1)

$$d\sigma = \frac{I_1}{I_0} \sigma_{\pi p}^T(s_2) |\eta_{\pi}(t) F(t; s, s_1, s_2)|^2 \left[\frac{32\pi^2 s_1 Q(s_1, m^2, \mu^2)}{Q(s_1, m_{\Lambda}^2, m_K^2)} \times \right. \\ \left. \times \left(\frac{d\sigma}{d\Omega}(\pi p \rightarrow K\Lambda) + \vec{\zeta}_{\Lambda} \vec{\zeta}_d \frac{d\sigma}{d\Omega}(\pi p \rightarrow K\Lambda) \right) \right] \frac{Q(s, s_1, s_2)}{2\pi\sqrt{s}} \frac{d\Omega}{4\pi} \frac{d\Omega'}{4\pi} \frac{ds_1}{2\pi} \frac{ds_2}{2\pi}, \quad (3)$$

где $\vec{\zeta}_d$ – вектор, определяющий направление, выделяемое детектором; $\vec{\zeta}_{\Lambda}$ – вектор поляризации Λ -гиперона, полученного в реакции $\pi p \rightarrow K\Lambda$, направленный по $\mathbf{N}_1 = \mathbf{p}_{\pi} \times \mathbf{p}_K$ в системе покоя Λ ; $\sigma_{\pi p}^T(s_2)$ – полное сечение πp -рассеяния; $d\sigma/d\Omega'(\pi p \rightarrow K\Lambda)$ – диф. сечение реакции $\pi p \rightarrow K\Lambda$; Ω' и Ω – телесные углы в ЛК ЦС и ЦС верхнего и нижнего блоков; $Q(x, y, z) = \sqrt{(x-y-z)^2 - 4yz} / 2\sqrt{x}$, $I_0 = Q(s, m^2, m^2)\sqrt{s}$, $I_1 = Q(s_2, m^2, \mu^2)\sqrt{s_2}$; m, μ, m_{Λ}, m_K – массы протона, пиона, Λ -гиперона и каона соответственно. Из (3) получается окончательная формула для инклюзивной поляризации Λ -гиперона в направлении $\mathbf{N} = \mathbf{p}_B \mathbf{p}_{\Lambda}$ [3]

$$P_{\Lambda} = \int I_1 \sigma_{\pi p}^T(s_2) |\eta_{\pi} F(t; s, s_1, s_2)|^2 s_1 \frac{Q(s_1, m^2, \mu^2)}{Q(s_1, m_{\Lambda}^2, m_K^2)} P_{\Lambda}^{\pi p \rightarrow K\Lambda} \cos \phi \frac{d\sigma}{d\Omega'} \times \\ \times (\pi p \rightarrow K\Lambda) \frac{Q(s, s_1, s_2)}{\sqrt{s}} \frac{d\Omega}{4\pi} \frac{d\Omega'}{4\pi} ds_1 ds_2 \left/ \left[\begin{array}{l} \text{аналогичный интеграл с за-} \\ \text{меной } P_{\Lambda}^{\pi p \rightarrow K\Lambda} \cos \phi \rightarrow 1 \end{array} \right] \right., \quad (4)$$

где $P_{\Lambda}^{\pi p \rightarrow K\Lambda}$ – поляризация в направлении \mathbf{N}_1 в $\pi p \rightarrow K\Lambda$, ϕ – угол между \mathbf{N} и \mathbf{N}_1 в системе покоя Λ -гиперона. Формфактор $F(t, s, s_1, s_2)$ совпадает с тем, который использовался в [2] при описании спектров (1). Отметим, что формулы (3) и (4) справедливы, в частности, для реакций $NN \rightarrow \Sigma^{\pm, 0} \Lambda$.

2. В диаграмму рис. 1 в качестве верхнего блока входят реакции¹⁾

$$\pi^{-} p \rightarrow K^{0} \Lambda^{0}, \quad (5)$$

$$\pi^{0} p \rightarrow K^{+} \Lambda^{0}, \quad (6)$$

Диф. сечение (5) бралось из экспериментальных данных (см. [2]). Для нахождения поляризации Λ -гиперонов в (5) в направлении \mathbf{N}_1 использовалось разложение

$$P_{\Lambda}^{\pi^{-} p \rightarrow K^{0} \Lambda^{0}} \frac{d\sigma}{d\Omega'}(\pi^{-} p \rightarrow K^{0} \Lambda^{0}) = \sum_{l=1}^7 B_l(s_1) P_l^1(\theta'), \quad (7)$$

¹⁾ Соответственно в (3) и (4) подразумевается суммирование по обоим каналам реакции (1).

где P_l^1 – присоединенные функции Лежандра первого рода, θ' – угол между π и K в ЛК ЦС. Коэффициенты B_l брались из соответствующих обработок экспериментальных данных [4–6] и табулировались. К сожалению, сведения о B_l ограничиваются $s_1 \lesssim 9 \text{ Гэв}^2$. При $s_1 > 9 \text{ Гэв}^2$ B_l клялись равными нулю (см. ниже). Экспериментально ненаблюдаемая реакция (6) находилась из изотопических соотношений

$$\frac{d\sigma}{d\cos\varphi} \pi^+ p \rightarrow K^+ \Lambda^0 = \frac{1}{2} \frac{d\sigma}{d\cos\varphi} \pi^- p \rightarrow K^0 \Lambda^0, \quad \frac{P_{\Lambda}^0 p \rightarrow K^+ \Lambda^0}{P_{\Lambda}^0 p \rightarrow K^0 \Lambda^0} = \frac{P_{\Lambda}^0 p \rightarrow K^+ \Lambda^0}{P_{\Lambda}^0 p \rightarrow K^0 \Lambda^0}. \quad (8)$$

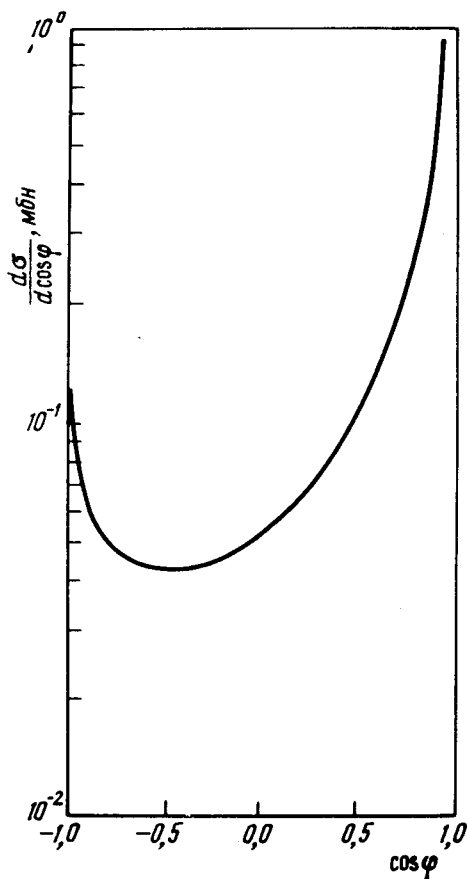


Рис. 2. Распределение $d\sigma/d\cos\varphi$

3. Перейдем к обсуждению результатов. Так как поляризация Λ -гиперона, полученного в реакции (5) или (6), направлена по нормали N_1 , то при пересчете на нормаль N к "плоскости" инклюзивной реакции (1) возникает $\cos\varphi$. На рис. 2 приведено распределение $d\sigma/d\cos\varphi$. Видно, что основная доля сечения заключена в области, где "плоскости" реакций (двухчастичной и инклюзивной) почти совпадают¹⁾. Следовательно, знак поляризации в области фрагментации будет таким же, как знак поляризации в двухчастичной реакции, усредненной по энергии.

¹⁾ Аналогичное заключение было сделано Фоксом [7] для реакций типа $NN \rightarrow NN\pi$.

Экспериментальная ситуация пока неопределенная. На рис. 3 показано поведение поляризации в направлении N в (1)¹⁾ в зависимости от $x = p_{\Lambda}''/p_{\Lambda}^{max}$ при импульсе 19 Гэв/с [8]. Модель предсказывает определенный знак поляризации, которая растет с уменьшением x и имеет максимум при $x \sim 0,55$. Исследование области $x = 0,85 \pm 1$, в которую (5) и (6) вносят основной вклад при больших s_1 , позволило бы сделать заключение о поляризации (5) при больших s_1 и, в частности, проверить гипотезу о сильном вырождении K^* и K^{**} траекторий, описывающих передний пик в (5) и (6) при высоких энергиях. При 300 Гэв/с найдено, что $P_{\Lambda} = 0,34 \pm 0,29$ [9], модель предсказывает в области фрагментации $P_{\Lambda} \sim 0,2$.

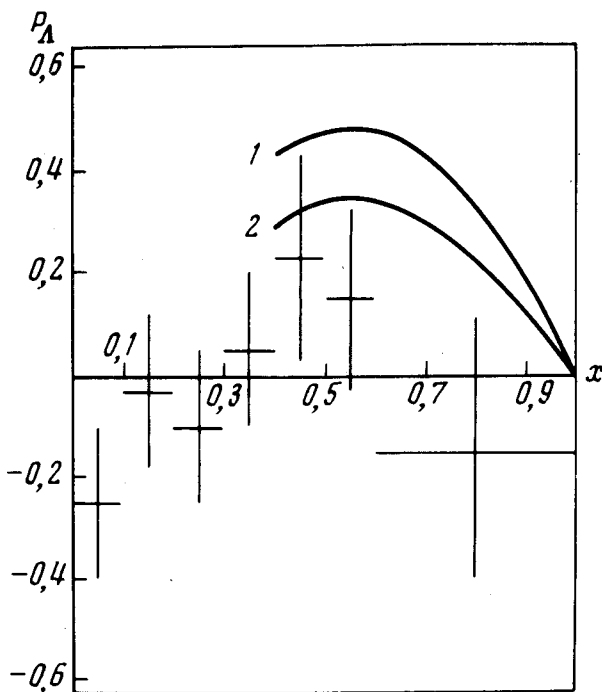


Рис. 3. Поляризация P_{Λ} в процессе (1): 1 — поляризация в $pp \rightarrow \Lambda X$, 2 — вклад в поляризацию в $pp \rightarrow \Lambda(\Sigma^{\bullet})X$ от реакций $pp \rightarrow \Lambda X$

Автор глубоко благодарен К.Г.Борескову, П.Э.Волковицкому, А.Б.Кайдалову, Л.А.Пономареву за многочисленные полезные обсуждения К.А.Тер-Мартиросяну за постоянное руководство.

Институт теоретической
и экспериментальной физики

Поступила в редакцию
14 августа 1975 г.

Литература

- [1] К.Г.Боресков, А.Б.Кайдалов, Л.А.Пономарев. Препринт ИТЭФ №950, 1972, №92, 1973.
[2] А.В.Турбинер. Препринт ИТЭФ-3, 1975.

¹⁾ В экспериментальных данных отсутствует разделение Λ , полученных в (1) прямо, от Λ , полученных из распада $\Sigma^{\circ} \rightarrow \Lambda \gamma$, т. е. в реакции $pp \rightarrow \Sigma^{\circ} X$.

- [3] В.Б.Берестецкий, Е.М.Лифшиц, Л.П.Питаевский. Релятивистская квантовая теория, ч. 1, § 66, 1968.
- [4] T.M.Knase, J.Lindquist, B.Nelson et al. Phys. Rev., D11, 1, 1975.
- [5] T.O.Binford, M.L.Good, V.G.Lind et al. Phys. Rev., 183, 1134, 1969.
- [6] O.I.Dahl, L.M.Hardy, R.I.Hess et al. Phys. Rev., 163, 1430, 1967.
- [7] G.C.Fox. Phys. Rev., D9, 3196, 1974.
- [8] T.Buran. Internal report to the Scandinavian collaboration, 1973.
- [9] A.Sheng, V.Davidson, A.Firestone et al. Phys. Rev., D11, 1733, 1975.
-