



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

4592/2-80

22/9-80

P1-80-370

С.В. Джмухадзе, Е.Н. Кладницкая, В.М. Попова,
Г.П. Тонеева

ПОЛЯРИЗАЦИЯ Λ' -ГИПЕРОНОВ,
ОБРАЗОВАННЫХ
В π^- -ПРОПАН ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ $P_{\pi^-} = 40$ ГэВ/с

Направлено в ЯФ, на Международную конференцию
по физике высоких энергий, Мэдисон, США.

1980

1. ВВЕДЕНИЕ

До недавнего времени поляризация Λ -гиперонов изучалась в основном в адронных взаимодействиях и в большинстве случаев методикой пузырьковых камер^{/1-12/}. В последние годы появился ряд электронных экспериментов, посвященных изучению поляризации Λ -гиперонов, образовавшихся как в адронных, так и в адрон-ядерных взаимодействиях^{/13-20/}.

Некоторая, возможно, не полная, сводка этих данных приведена на рис.1. Видно, что даже при одной и той же энергии, например 5 ГэВ, полученные в разных работах величины \overline{P}_{Λ} различаются очень сильно.

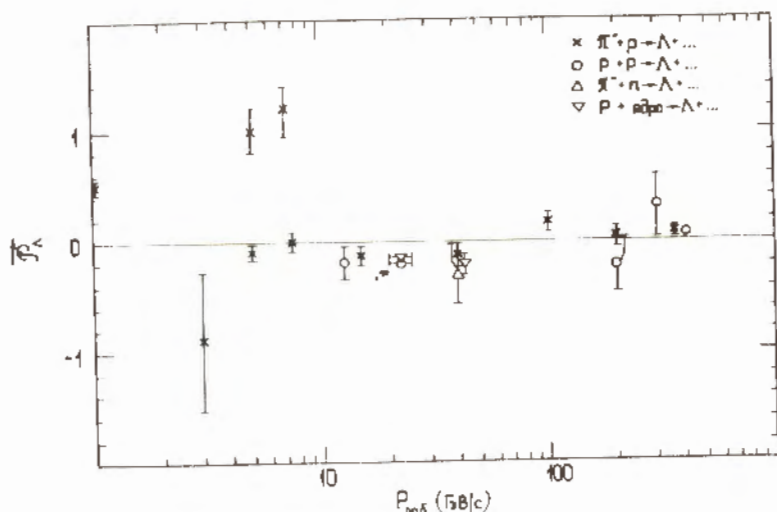


Рис.1. Зависимость поляризации Λ -гиперонов от энергии налетающей частицы.

В 1976 г. появилась работа С.Випсе и др.^{/14/}, показавшая, что поляризация Λ -гиперонов из реакции $p + \text{Be} \rightarrow \Lambda + \dots$ при 300 ГэВ/с сильно зависит от их поперечного импульса. Эта работа пробудила большой интерес к исследованию \overline{P}_{Λ} в протон-ядерных

взаимодействиях в большом диапазоне энергий первичных протонов, от ~20 ГэВ до 1500 ГэВ.

Из этих экспериментов авторами /18/ были сделаны следующие выводы:

1/ Вектор поляризации Λ -гиперона $\vec{\Phi}_\Lambda$ перпендикулярен плоскости рождения, т.е. нет нарушения сохранения четности в сильных взаимодействиях.

2/ Величина поляризации монотонно растет с ростом P_\perp^Λ от 0 при $P_\perp^\Lambda = 0$ до /20±30%/ при $P_\perp^\Lambda = /1,6±2/$ ГэВ/с /см.рис.2/.

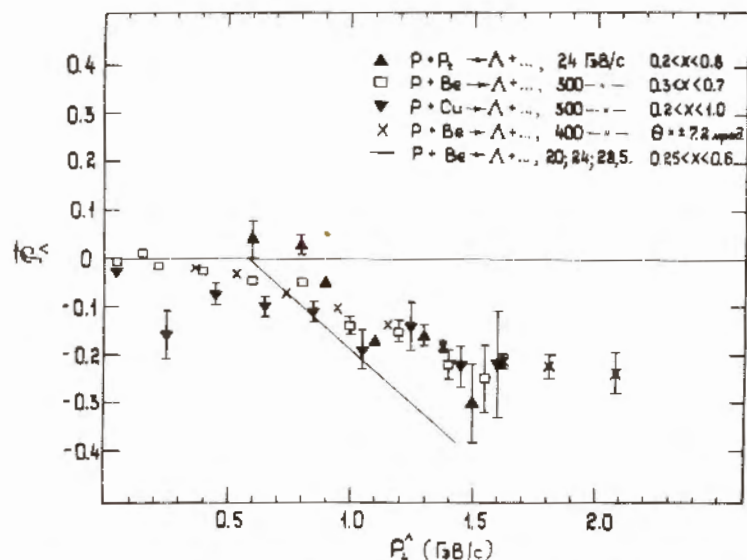


Рис.2. Зависимость поляризации Λ -гиперонов от их поперечных импульсов для протон-ядерных взаимодействий.

3/ Поляризация слабо зависит от продольного импульса Λ -гиперонов в диапазоне $0,2 < x < 0,8$ ($x = \frac{P_{\parallel\Lambda}^*}{P_{\max}}$).

4/ Поляризация Λ -гиперонов из области фрагментации налетающего протона не зависит от сорта мишени / Be, Pt, Cu, Ir, Pb /.

5/ Зависимость от энергии налетающей частицы неясна. Данные обнаруживают тенденцию к росту поляризации в области выше 300 ГэВ.

Работ по исследованию зависимости $\vec{\Phi}_\Lambda$ от P_\perp^Λ в π^- -мезонном пучке очень мало /21,22/.

Мы представляем данные, полученные на 2-метровой пропановой пузырьковой камере.

Следует отметить, что во всех экспериментах не выделяется прямое рождение Λ -гиперонов. Определялась поляризация Λ , как родившихся в реакции $\pi^- + p \rightarrow \Lambda + \dots$, так и являющихся продуктами распада Σ^0 -гиперонов из реакции $\pi^- + p \rightarrow \Sigma^0 + \dots$, $\Lambda + \gamma$

Λ -гипероны из последней реакции будут иметь $\vec{\Phi}_\Lambda = -\frac{1}{3} \vec{\Phi}_{\Sigma^0}$. Но так как отношение сечений реакций $\pi^- + p \rightarrow \Lambda + \dots$ и $\pi^- + p \rightarrow \Sigma^0 + \dots$ неизвестно, то этот эффект можно только оценивать при различных предположениях.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Как известно, распределение протонов от распада Λ -гиперонов в системе покоя Λ -гиперона должно иметь следующий вид:

$$f(\cos\theta) = \frac{1}{2}(1 + \alpha \vec{\Phi}_\Lambda \cdot \cos\theta), \quad /1/$$

где θ - угол между направлением вылета протона в системе покоя Λ -гиперона и выбранным направлением в пространстве. Система координат, которая принималась в данной работе, следующая: ось

x - нормаль к плоскости рождения, $\vec{n} = \frac{[\vec{p}_{\pi^-} \times \vec{p}_\Lambda]}{|\vec{p}_{\pi^-} \times \vec{p}_\Lambda|}$, ось y -

направление импульса Λ -гиперона в лаб. системе, а ось z выбрана перпендикулярной этим двум осям, чтобы образовывать с ними правую систему координат. В выражении /1/ $\vec{\Phi}_\Lambda$ - вектор поляризации Λ -гиперона, $\alpha = 0,647$ - распадный параметр, $1/2$ - нормировочный коэффициент. Из такого распределения получается, что

$$\langle \cos\theta \rangle = \frac{\alpha \vec{\Phi}_\Lambda}{3}. \quad /2/$$

Если учесть эффективность регистрации Λ -гиперонов в камере, то

$$\vec{\Phi}_\Lambda = \frac{3 \sum W_i \cos\theta_i}{\alpha \sum W_i} \pm \sqrt{\frac{3}{\alpha^2} \frac{1}{N}}. \quad /3/$$

где $W_i = [1 - \exp(-l/L)]^{-1}$ - вес события, величина, обратная эффективности регистрации Λ -гиперонов в камере, l - потенциальная длина, $L = \beta c \tau_0$ - средний свободный пробег.

При обработке 80 000 фотографий было найдено 411 Λ -гиперонов в π^-p -взаимодействиях, 112 - в π^-n и 696 - в π^-C по стандартным критериям разделения событий в пропановой камере [23].

Определение поляризации относительно направления нормали к плоскости рождения для реакций

$$\pi^- + p \rightarrow \Lambda + \dots \quad /4/$$

$$\pi^- + n \rightarrow \Lambda + \dots \quad /5/$$

$$\pi^- + C \rightarrow \Lambda + \dots \quad /6/$$

$$\pi^- + C_3H_8 \rightarrow \Lambda + \dots \quad /7/$$

дало следующие результаты:

$$\vec{P}_n^\Lambda = -(0,14 \pm 0,12),$$

$$\vec{P}_n^\Lambda = -(0,32 \pm 0,24),$$

$$\vec{P}_n^\Lambda = -(0,22 \pm 0,09),$$

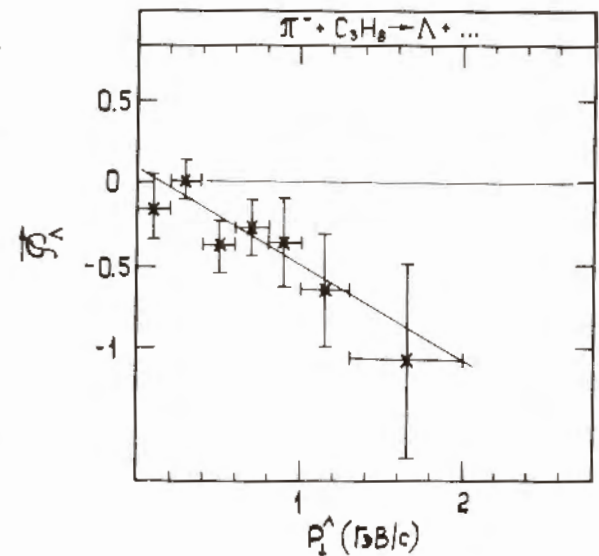
$$\vec{P}_n^\Lambda = -(0,22 \pm 0,07).$$

Поляризация Λ -гиперонов для реакции /7/ относительно направления полета Λ -гиперонов в лаб.с. $\vec{P}_y^\Lambda = -0,10 \pm 0,11$. При этом были введены поправки на такие распады Λ -гиперонов, когда следы π^- -мезонов / $P_{\pi^-} < 0,06$ ГэВ/с/ или протонов / $P_p < 0,16$ ГэВ/с/ не наблюдаются в камере/. Поляризация относительно оси $\vec{P}_z^\Lambda = 0,08 \pm 0,07$, т.е. обе величины, \vec{P}_y^Λ и \vec{P}_z^Λ , равны нулю в пределах экспериментальных ошибок.

Сравнение зависимости поляризации Λ -гиперонов от их поперечного импульса в π^-p -, π^-n - и π^-C -реакциях показало, что отличия не выходят за пределы статистических ошибок. Это позволило нам объединить всю статистику и рассматривать взаимодействия $\pi^- + C_3H_8 \rightarrow \Lambda + \dots$ /всего 1219 Λ -частиц/.

Зависимость поляризации этих гиперонов от P_\perp^Λ представлена на рис.3. Прямая - результат аппроксимации функцией $\vec{P}_\Lambda = -0,058 \pm 0,13/ - 0,57 \pm 0,23/P_\perp^\Lambda$ с $\chi^2 = 0,64$ на 1 степень свободы.

Рис.3. Зависимость поляризации Λ -гиперона от P_\perp^Λ для реакции $\pi^- + C_3H_8 \rightarrow \Lambda + \dots$ при 40 ГэВ/с. Прямая линия - аппроксимация зависимостью $\vec{P}_\Lambda = -0,058 \pm 0,13/ - 0,57 \pm 0,23/P_\perp^\Lambda$.



Зависимость \vec{P}_Λ от P_\perp^Λ , полученная для $\pi^- + C_3H_8$ взаимодействий при 40 ГэВ/с, совпадает в пределах ошибок с зависимостью

для π^-p -реакции при 15 ГэВ/с [21]. Хотя ошибки велики, создается впечатление, что Λ -частицы из реакций, вызванных π^- -мезонами, поляризованы сильнее, чем Λ -частицы из протонных реакций /см. рис.4/.

Разбиение области изменения P_\perp^Λ на два интервала дает следующие значения поляризации:

$$\vec{P}_\Lambda (P_\perp^\Lambda < 0,6) = -(0,07 \pm 0,08),$$

$$\vec{P}_\Lambda (P_\perp^\Lambda > 0,6) = -(0,38 \pm 0,13).$$

Изучение зависимости \vec{P}_Λ от переменной x показало, что для Λ -гиперонов, образованных π^- -мезонами на пропане,

$$\vec{P}_\Lambda (x > 0) = -(0,41 \pm 0,17),$$

$$\vec{P}_\Lambda (x < 0) = -(0,18 \pm 0,08),$$

т.е. Λ -гипероны, летящие в переднюю полусферу, поляризованы сильнее, чем Λ -гипероны, летящие в заднюю полусферу. Данные о $\vec{P}_\Lambda = f(x)$, полученные в других экспериментах, не позволяют сделать определенного заключения о зависимости этих распределений от энергий.

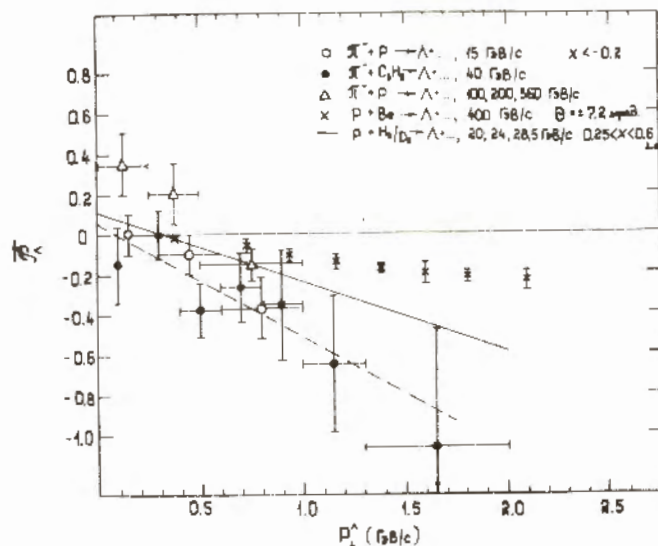


Рис. 4. Зависимость поляризации Λ -гиперонов от P_{\perp}^{Λ} для $\pi^+ p$ -, $\pi^+ C_3H_8$ - и $p+A$ -взаимодействий.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1/ Определена поляризация Λ -гиперонов, образованных π^- -мезонами в C_3H_8 , относительно нормали к плоскости рождения:

$$\vec{P}_{\Lambda} = -(0,22 \pm 0,07).$$

2/ Поляризация зависит от поперечной компоненты импульса Λ -частиц и аппроксимируется прямой

$$\vec{P}_{\Lambda} = (0,058 \pm 0,13) - (0,57 \pm 0,23) P_{\perp}^{\Lambda}.$$

3/ Λ -гипероны, летящие в переднюю полусферу, поляризованы сильнее, чем летящие в заднюю полусферу.

Авторы благодарят В.Г.Гришину, А.В.Ефремова, Е.М.Левина, В.Л.Любошица, В.Н.Пенева за полезные обсуждения, В.С.Ваксину за помощь в расчетах, И.А.Первушину и Н.В.Печенова за оформление рисунков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cronin James W. and Overseth Oliver E. Phys.Rev., 1963, 129, p.1795.
2. Wangler T.P., Erwin A.R., Walker W.D. Phys.Rev., 1965, 137, 2B, p.414.
3. Beusch W. et al. Nucl.Phys., 1975, B99, p.53.
4. Abramovich M.A. et al. Nucl.Phys., 1971, B27, p.477.
5. Crennell D.J. et al. Phys.Rev., 1972, D6, p.1220.
6. Ward C.E.W. et al. Phys.Lett., 1974, 48B, p.471.
7. Snyder A. et al. ANL-HEP-PR-79-10.
8. Глаголев В.В. и др. ЯФ, 1975, т.22, с.1008.
9. Алешин Ю.Д. и др. ЯФ, 1974, т.20, с.934.
10. Jaeger K. et al. Phys.Rev., 1975, D11, p.2405.
11. Sheng A. et al. Phys.Rev., 1975, D11, p.1733.
12. Jaeger K. et al. Phys.Rev., 1975, D11, p.1756.
13. Воробьев И.И. и др. Письма в ЖЭТФ, 1975, 22, с.390.
14. Bunce G. et al. Phys.Rev.Lett., 1976, 36, p.1113.
15. Heller K. et al. Phys.Lett., 1977, 68B, p.480.
16. Heller K. et al. Phys.Rev.Lett., 1978, 41, p.607.
17. Raychaudhuri K. et al. Phys.Lett., 1980, 90B, p.319.
18. Shahbazian B.A. et al. JINR, E1-11519, Dubna, 1978. Темников П.П. и др. ОИЯИ, P1-12138, Дубна, 1980.
19. Lomanno F. et al. Phys.Rev.Lett., 1979, 43, p.1905.
20. Ernan S. et al. Phys.Lett., 1979, 82B, p.301.
21. Barreiro F. et al. Phys.Rev., 1978, D17, p.669.
22. Biswas N.N. et al. University of Notre Dame, USA, 1979.
23. Абдурахимов А.У. и др. ОИЯИ, P1-6326, Дубна, 1972.

Рукопись поступила в издательский отдел
27 мая 1980 года.