

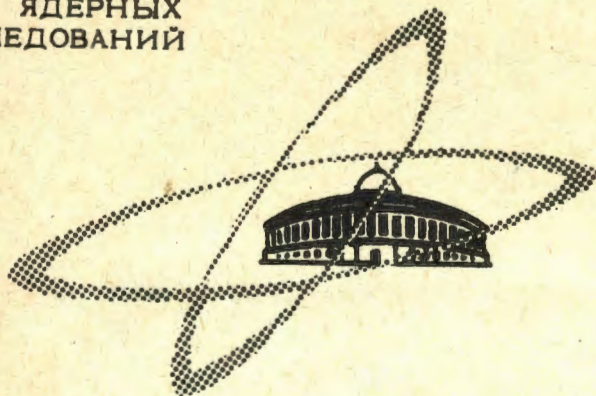
26/III-68

Г- 859

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P2- 3691



В.Г.Гришин, М.И.Подгорецкий

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА ИЗОТОПИЧЕСКОЙ  
ИНВАРИАНТНОСТИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

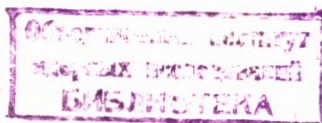
1968

P2- 3691

В.Г.Гришин, М.И.Подгорецкий

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА ИЗОТОПИЧЕСКОЙ  
ИНВАРИАНТНОСТИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Направлено в ЯФ



7 32/2 49

В настоящее время справедливость изотопической инвариантности сильных взаимодействий элементарных частиц экспериментально установлена только в области сравнительно невысоких энергий, не превышающих 1 Гэв (см. <sup>1/</sup>).

Представляет интерес расширить этот результат и на более высокие энергии, так как логически не исключено, что возможное нарушение изотопической инвариантности может быть связано, например, с очень короткодействующими силами, которые существенно проявляются только при больших энергиях. С другой стороны, особенно интересна проверка изотопической инвариантности в реакциях с участием странных частиц, так как при изучении гиперядер получены указания о возможном ее нарушении в  $\Lambda N$  - взаимодействии <sup>2/</sup>.

В настоящей работе мы рассмотрим так называемый геометрический способ проверки изотопической инвариантности элементарных частиц. Указанный термин был введен в работе <sup>3/</sup>, в которой этот способ был предложен применительно к ядерным реакциям при низких энергиях (см. также <sup>4/</sup>).

Аналогичный подход возможен и в случае элементарных частиц. Для примера рассмотрим процесс:



Реакция (1) идет только по одному изотопическому каналу ( $T=1$ ), поэтому изотопический спин системы  $\pi$  - мезонов  $T_{\pi^{\pm} \pi^0} = 1$ . Полная волновая функция двух  $\pi$  - мезонов должна быть симметричной относительно перестановки пространственных и изотопических переменных этих частиц. При  $T_{\pi^{\pm} \pi^0} = 1$  изотопи-

ческая часть волновой функции антисимметрична, следовательно, и ее пространственная часть также антисимметрична, то есть меняет знак при замене направления вылета  $\pi^{\pm}$  - мезонов на обратное в с.ц.и. ( $\pi^{\pm} \pi^0$ ). Поэтому соответствующие дифференциальные сечения вылета  $\pi^{\pm}$  - мезонов должны быть равны, так как они определяются квадратом модуля волновой функции.

Аналогичным образом можно сформулировать следующее общее утверждение, справедливое также и для частиц, обладающих спином: если система двух частиц, являющихся членами одного и того же изотопического мультиплета, имеет изотопический спин определенной четности, то в случае выполнения изотопической инвариантности должна наблюдаться симметрия в дифференциальных распределениях этих частиц в их с.ц.и. при замене любого направления вылета на противоположное.

Предлагаемый способ проверки изотопической инвариантности имеет некоторые преимущества перед другими, связанные с тем, что указанные соотношения выполняются в рамках одного и того же канала реакции. Поэтому отпадают трудности, связанные с мониторингом первичного пучка, с введением поправок на различие фазовых объемов из-за разности масс компонент мультиплета и т.д.

Геометрическая проверка изотопической инвариантности может быть проведена, например, в реакциях типа:



Здесь везде  $T(\pi^{\pm} \pi^0) = 1$ , т.е. должна наблюдаться симметрия в сечениях вылета  $\pi$  - мезонов в их с.ц.и. В связи с результатами работы<sup>/2/</sup> особый интерес представляет изучение процесса (2), сечение которого ожидается большим по сравнению с сечениями реакций (3)+(3') и (1).

В настоящее время данные о процессах (1+4) практически отсутствуют. Реакция (5) изучалась при  $E_p = 2,05$  Гэв, ее сечение составляет  $\sigma \approx 100$  мкб<sup>/5/</sup>.

Реакции типа (1)–(5) интересно изучать для специальной выборки событий, когда относительный импульс  $\pi^\pm$  и  $\pi^0$ -мезонов мал. В этом случае разрешенное  $P$ -состояние ( $T_{\pi^\pm \pi^0} = 1$ ) системы ( $\pi^\pm \pi^0$ ) подавлено. Поэтому даже при малых нарушениях изотопической инвариантности примесь  $S$ -состояния с  $T=2$  может быть сравнима с  $P$ -состоянием, и асимметрия в сечениях может быть существенной. Аналогичная ситуация имеет также место вблизи порога указанных реакций.

При изучении обсуждаемой симметрии угловых распределений необходимо обеспечить отсутствие других причин, приводящих к тому же эффекту. Например, при аннигиляции остановившихся антипротонов



все возможные состояния системы ( $p\bar{p}$ ) в исходном "рр-атоме" имеют определенную  $C$ -чётность и вследствие этого будет наблюдаться симметрия в угловых распределениях  $\pi$ -мезонов, никак не связанная с изотопической инвариантностью.

Подобная же ситуация имела бы место, если бы, например, в реакциях (1)–(5)  $\pi$ -мезоны возникали в результате распадов  $\rho$ -мезона при полном отсутствии фона. Здесь симметрия в сечениях связана с тем обстоятельством, что система ( $\pi^\pm \pi^0$ ) имеет определенный момент  $\ell=1$ , равный спину исходного  $\rho$ -мезона.

Симметрия угловых распределений может быть также обусловлена тождественностью частиц в исходном состоянии. Для примера рассмотрим реакцию (5). Если ее изучать в целом, не производя никакой выборки, то также будет иметь место соответствующая симметрия, хотя и не связанная с изотопической инвариантностью.

Однако, если отбирать, например, такие события, в которых ( $\pi^+ \pi^0$ )-система летит вперед в с.ц.и. реакции, то тождественность частиц в исходном состоянии не накладывает ограничений, и симметрия угловых распределений  $\pi$ -мезонов будет следствием одной только изотопической инвариантности.

Исследование реакций (1+5), особенно при больших энергиях, представляет известные экспериментальные трудности, связанные с выделением канала

реакции с одним  $\pi^0$ -мезоном. В этой связи интересны реакции типа:

$$d + d \rightarrow He_4 + \pi^+ + \pi^- + m \pi^0 \quad (7)$$

$$d + d \rightarrow d + d + \pi^+ + \pi^- + m \pi^0, \quad (8),$$

в которых симметрия в угловых распределениях  $\pi^\pm$ - мезонов в силу инвариантности по отношению к изотопическому сопряжению не нарушается при любом числе  $\pi^0$ - мезонов<sup>х/</sup>. Более подробно этот вопрос рассмотрен в работе /8/.

В настоящее время имеются только предварительные данные о сечениях реакций (7,8) при  $\rho = 3$  Гэв<sup>1/7/</sup>. Они составляют  $\sigma = 20$  мкб.

Нам приятно поблагодарить Р.М.Лебедева, В.Л. Любошица, В.И.Огиевского за полезные замечания.

### Л и т е р а т у р а

1. J.A.Poirier, M.Pripstein. Phys. Rev., 130, 1171, 1963.
2. R.H.Dalitz and F.Von Hippel. Phys. Rev., 10, 153, 1964.  
B.W.Downs and R.J.N.Phillips. Nuovo Cim., XLI A, 374, 1966.
3. S.Barshay and G.M.Temmer. Phys. Rev. Let., 12, 728, 1964.
4. Ван Нэн-мин, Б.Г.Новацкий, Г.М.Осетинский и др. Препринт ОИЯИ Р-2038, Дубна 1965 г.
5. B.Sechi Zorn. Phys. Rev. Let., 8, 282, 1962.
6. В.Г.Гришин, В.А.Никитин, М.И.Подгоренский. Препринт ОИЯИ Р-480, Дубна, 1960.
7. J.Debaisieux, F.Grad, J.Heughebaert, R. Servanckx, R.Windmolders. Nucl. Phys., 70, 603, 1965.

Рукопись поступила в издательский отдел

1 февраля 1968 года.

---

<sup>х/</sup> Если в реакциях (7,8) при  $m=1$  рождаются только  $\eta^-$  или  $\omega$ -мезоны, то симметрия в угловых распределениях будет связана с сохранением С-чётности при распадах  $(\eta, \omega) \rightarrow 3\pi$ .