

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

БТЗЗ
С-56

P 299

МАТЕРИАЛЫ
совещания по камерам Вильсона, диффузионным и
пузырьковым камерам

Выпуск VI

г. Дубна, 1959 г.

Handwritten signature

15732
С-56

P 299

МАТЕРИАЛЫ
совещания по камерам Вильсона, диффузионным и
пузырьковым камерам

Выпуск VI

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

О Г Л А В Л Е Н И Е

| | Стр. | |
|---|------|---|
| 1. Определение с помощью камеры Вильсона соотношения между числом фотонов и электронов в широких атмосферных ливнях. И.Дохань, Т.Гемеши, Т.Шандор, А.Шомоди | 5 | |
| 2. Замечание о возможности использования пузырьковых камер с D и He. М.А.Марков | 12 | ✓ |
| 3. Поляризация электронов в распадах $K_{\mu 2}$ и $K_{\mu 3}$. Я.А.Сморodinский | 19 | ✓ |
| 4. О нескольких опытах со странными частицами. Л.Г.Окунь.... | 22 | |
| 5. Поляризация при γp / - рассеянии. Л.И.Лapidус | 28 | ✓ |

ОПРЕДЕЛЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ КАМЕРЫ ВИЛЬСОНА СООТНОШЕНИЯ
МЕЖДУ ЧИСЛОМ ФОТОНОВ И ЭЛЕКТРОНОВ В ШИРОКИХ АТМОСФЕРНЫХ ЛИВНЯХ

И. Дохань, Т. Гемеш, Т. Шандор, А. Шомоди
(Институт физики Венгерской Академии наук, Будапешт)

Многие авторы (1) - (7) уже занимались определением соотношения между числом фотонов и электронов в широких атмосферных ливнях. Эта величина в дальнейшем будет обозначаться α . Эти исследования имели своей целью проверить выдвинутую каскадной теорией величину α , равную примерно единице. Результаты прежних измерений, производившихся исключительно с помощью счетчиков, показали, однако, значительные отклонения, и для α , как правило, были получены величины, гораздо меньшие единицы. Измерения с помощью счетчиков наталкиваются на принципиальные и вряд ли преодолимые трудности. Кратко их можно свести к следующим положениям:

В основу определения соотношения P/e с помощью счетчиков положено, как известно, измерение так наз. переходного множителя. Под этим множителем мы понимаем следующую величину:

$$R(\theta) = P(\theta) + \alpha q(\theta). \quad (I)$$

$P(\theta)$ означает в этом случае вероятность того, что электрон либо пройдет через свинцовую пластинку толщиной θ , либо вызовет образование такого ионизирующего вторичного электрона, который заставит сработать находящиеся под слоем свинца счетчики;

$q(\theta)$ имеет аналогичное значение для налетающего фотона.

Зная $(R(\theta))$, $(P(\theta))$ и $(q(\theta))$, на основании приведенного выше уравнения (I) можно определить α . $(R(\theta))$ очень просто вычисляется путем измерения повторяемости широкого атмосферного ливня сначала под свинцовым поглотителем толщиной $c(\theta)$ и затем без поглотителя $c(0)$. Сначала получают частное обеих величин; оно, как известно, имеет вид

$$c(\theta)/c(0) = R(\theta)^\gamma,$$

Где γ - показатель степени плотности широкого атмосферного ливня. В отношении величины $\rho(\theta)$ и $q(\theta)$ большинство авторов обращается к работам Арли (8), который в основу своих расчетов положил не спектр фотонов, соответственно электронов, возникающих из широких атмосферных ливней, а фотонный, соответственно электронный спектр всего космического излучения.

Тщательный анализ этой проблемы был произведен А. Шомоди (7), показавшим, в частности, что переходный множитель зависит от энергетического спектра частиц атмосферного ливня и поэтому простая замена этого спектра энергетическим спектром космического излучения, естественно, ведет к неверным результатам. Это возможно и является причиной результатов измерений, которые как это видно из приводимой таблицы, расходятся очень резко.

| А в т о р | Поверхность счетчика | Замеренные величины |
|---------------|----------------------|---------------------|
| Басси, Бьянчи | 400 см ² | 0,3 |
| Мандучи | 1200 см ² | 0,12 |
| Милоне | 600 см ² | 0,75±0,15 |
| | 1800 см ² | 0,75±0,20 |
| Масальский | 3000 см ² | 1,0 |

Можно заметить, что существует очень большое расхождение между замеренными величинами. Чтобы избежать вышеупомянутой ошибки, мы решили использовать для определения отношения между числом фотонов и электронов камеру Вильсона. По этому методу от теоретических расчетов Арли можно отказаться, так как соотношение P/e можно просто определить путем подсчета следов электронно-позитронных пар, создаваемых электронами, соответственно фотонами.

В нашей камере Вильсона сечением 300 кв.см. установлены три свинцовые пластинки толщиной 3 мм и 4 пластинки толщиной 4 мм каждая. Камера была вмонтирована в термостатированный деревянный ящик, количество вещества крышки которого составляло около 2 грамма на кв. сантиметр. Весь аппарат был установлен в деревянном здании (количество вещества крышки около 8 г/см^2) на высоте 410 м над уровнем моря. С учетом стеклянной стенки камеры с количеством вещества $0,8 \text{ г/см}^2$ вещество находившееся над чувствительным объемом камеры, имело общее количество 10 г/см^2 . О конструкции и технических характеристиках камеры сообщалось в докладе Гемши.

Камера Вильсона управлялась установкой для регистрации широкого космического ливня, которая состояла из четырех счетчиков, включенных по схеме четырех совпадений. Каждый счетчик имел чувствительную поверхность в 320 см^2 . Счетчики были установлены по углам квадратного участка с длиной сторон 10 м (рис. I). Мы начали измерения летом 1956 года и после трехмесячного перерыва продолжали их до апреля 1957 года. В течение этого периода за 970 часов было сделано 2346 снимков. На фотоснимках в качестве широких атмосферных ливней мы идентифицировали только такие события, где были

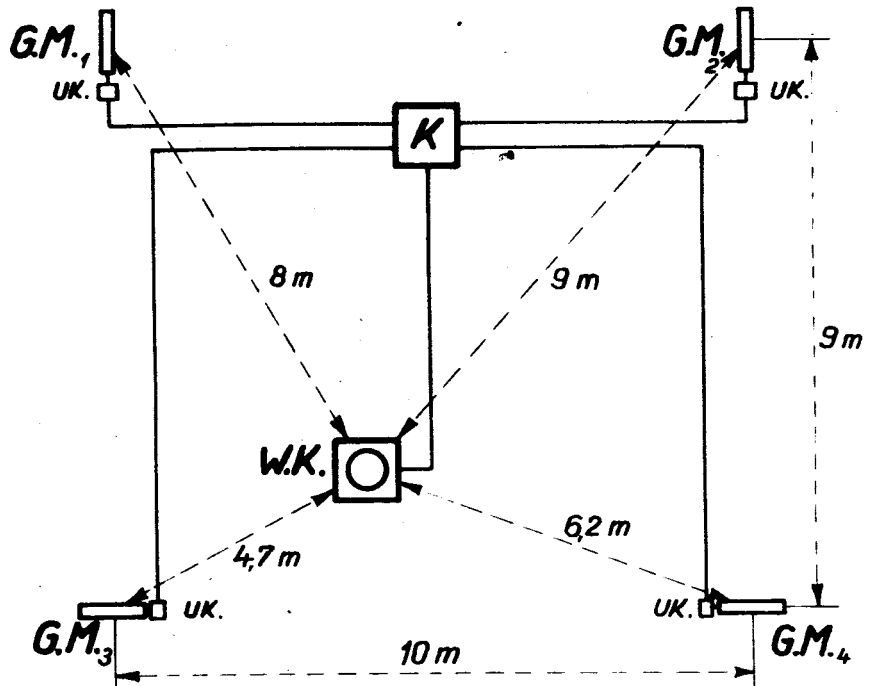


Рис. I. Установка камеры Вильсона и счетчиков Гайгера-Моллера.

заметны параллельные следы минимум двух ионизирующих частиц или параллельными можно было считать первичные частицы двух электронно-позитронных пар. Все снимки, на которых было более 7 следов первичных электронов мы вообще не обрабатывали, так как в таких случаях нельзя было точно решить образуется ли электронно-позитронная пара при взаимодействии первичного фотона или вторичного фотона, образованного электроном.

В этих условиях мы наблюдали на фотопластинке широкие атмосферные ливни, средней плотности 30-200 электронов на кв.метр.

На снимках было общее число 1458 следов электронов и 1635 электронно-позитронных пар, таким образом величина частного P/e оказывается без всякой поправки равной $\alpha = 1,12 \pm 0,04$. Ошибка эта статического характера.

По многим причинам в эту величину следует внести поправки:
а) наиболее важная поправка связана, очевидно, с тем, что не все первичные фотоны вызывают в свинцовой пластинке камеры образование электронно-позитронных пар.

Вероятность того, что фотон с энергией выше 1 Мэв не вызывает в свинцовой пластинке толщиной 33мм образования электронов, колеблется в зависимости от энергии, от 28% до 1,1%. Первая величина относится к фотонам с энергией 2,6 Мэв, последняя - к фотонам с энергией более 1000 Мэв.

Если средняя энергия фотона принята равной критической энергии (84 Мэв в воздухе), то вероятность пробега без образования следа составит 3,4%. Средняя длина пробега фотонов вследствие наклонного падения атмосферного ливня не равна выше названной величине 33 мм.

Несмотря на это, в результате приблизительных расчетов средней длины пробега получена величина мало отличающаяся от 33 мм, это имеет место вероятно потому, что уменьшение длины пробега фотонов налетающих в наклонном направлении и не проходящих через все пластинки, компенсируются в основном за счет увеличения длины пробега в свинцовых пластинках, которое приписывается наклонному падению.

б) Следует принимать во внимание также вещество в количестве 10 гр. на кв.см., находящееся над камерой Вильсона. Его влияние может быть двоякого рода: чистое поглощение или взаимное превращение электронов и фотонов. Первый фактор означает что область спектра очень низких энергий поглощается веществом, находящимся над камерой.

Второй фактор также не окажет существенного влияния на частное P/e , так как большая часть вещества в количестве 10 г/см² состоит из легких элементов. С учетом упомянутой в пункте а) поправки соотношение между числом фотонов и электронов с длиной пробега свыше 10 гр. на кв.см. составляет в широких атмосферных ливнях среднюю плотность, которая колеблется от 30 электронов до 200 электронов на м². При средней энергии фотона 84 Мэв $\alpha = 1,16 \pm 0,04$ при энергии фотонов свыше 1000 Мэв $\alpha = 1,13 \pm 0,04$; и при энергии фотонов 2,6 Мэв $\alpha = 1,43 \pm 0,04$.

L i t e r a t u r e

- |1| P. Bassi, A.M. Bianchi, T. Manduchi, Nuovo Cimento, 8, 735, 1951. 9, 358, 1952.
- |2| C. Milone, Nuovo Cimento, 9, 549, 1952; 11, 241, 1954, und Phys. Rev. 87, 680, 1952.
- |3| D.D. Millar, Nuovo Cimento, 8, 279, 1951.
- |4| J.M. Massalski, Bull. Ac. Pol. Sci. 2, 335, 1954.
- |5| Bruin Thesis, Amsterdam, 1952.
- |6| L. Jánossy, T. Sándor, A. Somogyi, Acta Phys. Hung. 6, 455, 1957.
- |7| A. Somogyi, Acta Phys. Hung. 7, 189, 1957.
- |8| N. Arley, On the Theory of Stochastic Processes, Wiley, New York, 1948, p. 165.
- |9| K. Kántor. Mitteilungen des Zentralforschungsinstitut für Physik, Budapest, II, 155, 1954, und
K. Kántor - K. Zedánszky, Magyar Fizikai Folyóirat, unter Druck.
- |10| B. Rossi, High Energy Particles /Prentice Hall, New York, 1952/. p. 295.

ЗАМЕЧАНИЕ О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПУЗЫРЬКОВЫХ
КАМЕР С D И He

М. А. Марков

(Лаборатория теоретической физики ОИЯИ)

Я хотел бы напомнить о ряде возможных экспериментов со странными частицами, для которых необходим дейтерий, и, которые целесообразно производить в пузырьковой камере.

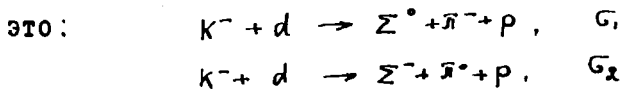
Первым делом я напому о важности исследования прямой и обратной реакции такого рода: $\text{K}^- + \text{d} \rightleftharpoons \Sigma^- + \text{p}$.

Прямая и обратная реакции такого рода в принципе могут дать ответ на отношение спинов K^- и Σ^- частиц.

Характерная особенность этой реакции заключается в том, что она протекает в сильных взаимодействиях и, может быть, целесообразно разделять возможность определения спина частицы в слабых и сильных взаимодействиях.

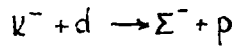
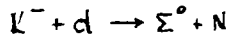
Более подробное обсуждение этой реакции, которое, кажется, было предложено в свое время Янгом, можно найти в отчете Чжоу Гуан-чжао и Широкова.

Второй эксперимент, о котором я хотел бы вам напомнить,



Эта реакция была указана в свое время как такая, с помощью которой можно было бы проверять изотопическую инвариантность. Если изотопическая инвариантность имеет место, то

$\sigma_1 = \sigma_2$ или сечения



должны относиться как 2/1.

Важность проверки изотопической инвариантности для странных частиц не подлежит сомнению.

И хотел бы также обратить внимание на ряд своеобразных возможностей в тех же реакциях, как, например,

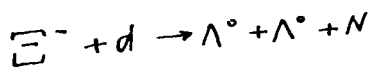


Сама по себе эта реакция с образованием Ξ^- могла бы идти и на протоне, но здесь есть ряд специфических возможностей, которые могут сопровождать течение подобных реакций.

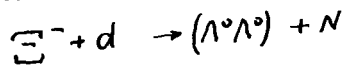
Например, может оказаться, что Ξ^- и нейтрон образуют такой гиперфрагмент. Единственная возможность существования таких гиперфрагментов это такие комбинации: $\Xi^- +$ нейтрон, если конечно существует притяжение между этими частицами.

Изучения таких гиперфрагментов, если они существуют, или даже установление факта несуществования такого взаимодействия представило бы, конечно, очень большой интерес.

Здесь, вообще говоря, возможна такая ситуация, когда образованный в такой реакции Ξ^- с дейтерием мог бы дать:



или даже такой экзотический "удвоенный" гиперфрагмент:



Изучение подобных возможных ситуаций, получение сведений о таких взаимодействиях, естественно необычайно интересно и важно.

Надо заметить, что реакция $K^- + d \rightarrow \Xi^- + K^+ + N$ идет при довольно низкой энергии - 0,54 Бэв.

Можно указать и другие возможности, которые могут возникать в реакции $K^- + d$. Например, такая возможность: $K^- + d \rightarrow (\Sigma^- N) + p$.

Существование такого $(\Sigma^- N)$ гиперфрагмента, конечно, было бы чрезвычайно интересно.

Сейчас появилось в литературе указание (не знаю, насколько оно убедительно) на существование подобного гиперфрагмента.

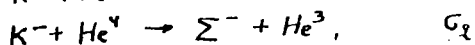
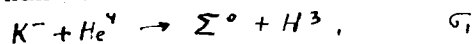
Изучение реакции $K^- + d$ помогло бы ответить на вопрос - существует ли гипер-дейтерий. Во всяком случае этот вопрос мог бы получить здесь соответствующее разрешение. Вы знаете, что сейчас вопрос о существовании гипер-дейтерия еще не ясен, если судить по последнему обзору Телегди.

Мы обращаем внимание на большую важность изучения этих реакций с дейтерием. Если будет построена дейтериевая камера и будет получен пучок К-мезонов с энергией до 1 Бэв, то эти реакции, о которых я указал, могли бы изучаться при таком едином подходе.

Все это заставляет думать, что может быть целесообразно сооружение такой дейтериевой камеры.

Я, естественно, указал только часть возможностей с дейтериевой камерой. Вероятно, их можно значительно расширить. Но уже этих возможностей мне кажется достаточно для того, чтобы привлечь к ним внимание экспериментаторов.

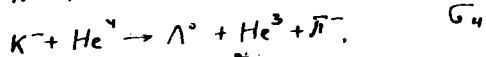
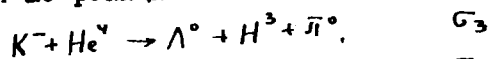
Я хотел бы опять напомнить относительно соответствующих реакций с гелием, специфичных для гелия. Здесь в первую очередь я напомню вам соотношение сечений в таких реакциях:



Для справедливости изотопической инвариантности требуется $d\sigma_2 = 2 d\sigma_1$,

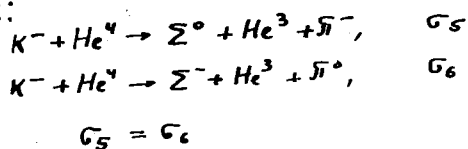
Это как раз один из не очень многих простых случаев, где можно проверять изотопическую инвариантность.

Изотопическую инвариантность можно проверять и в таких ветвях этой же реакции:



$$\sigma_3 = \sigma_4$$

Изотопическую инвариантность можно проверять в следующей ветви реакции:



Вообще работы данного рода представляют определенный интерес с точки зрения проверки изотопической инвариантности.

Реакция $K^- + He^4$, дающая гиперфрагмент $H^{4*} + \pi^0$ с последующим его распадом, и реакция $\pi^- + He^4$, дающая гиперфрагмент $H^{4*} + K^0$, представляет известный интерес для определения как спинов частиц, так и относительных четностей Λ -частиц и К-мезонов.

Вопрос о четностях в данном случае представляет очень большой интерес, так как дело идет о четностях в сильных взаимодействиях. И это один из тех немногих случаев, пока известных, где можно было бы определить эти очень важные характеристики "странных" частиц. Очень подробный анализ этой ситуации проведен в работе Чжоу Гуан-чжао и Широкова.

Попутно я хотел бы обратить внимание на распады специфического гиперфрагмента H^{4*} , который можно было бы изучить в этой реакции. Я хотел бы обратить внимание на важность изучения β -распада гиперфрагмента, вернее, β -распада Λ -частиц и других гиперонов.

Кажется очень вероятным, что Λ^0 должна распадаться на μ , ν и нуклон. Во всяком случае тот факт, что К-мезоны распадаются на μ и ν , а Λ^0 в промежуточном состоянии - это нуклон + К, казалось бы, не оставляет места для сомнения

в необходимости μ, ν - распада гиперона. Вопрос заключается в том, как будет здесь обстоять дело с распадом на e и ν .

Соотношение этих распадов для K-мезонов таково, что эти распады на e очень редки. Можно думать, что те запреты, которые там играют роль, не будут играть роли в распаде Λ - частиц. Но может быть только имеется такое взаимодействие, когда ρ - поле взаимодействует только с K-мезоном и прямо не взаимодействует с Λ - частицами.

Я не прошу принимать во внимание эти соображения, потому что мы о слабых взаимодействиях, по сути, очень мало знаем, и я не хотел бы заранее связывать себя какими-то высказываниями, но хотел бы иметь экспериментальные данные о том, в какой пропорции распадаются Λ - частицы на μ и ν и электроны и нейтрино.

Не исключено, что это может дать впоследствии некоторые существенные результаты для всей теории слабых взаимодействий.

Мне кажется, что к этому вопросу не было привлечено достаточно внимания. Может быть мало еще случаев и трудно заметить распад на μ и ν , потому что μ по массе довольно близка к Π -мезонам, и можно некоторый процент от обычных распадов как-то пропустить. Более трудно пропустить распад на электроны и нейтрино. Но это дело экспериментаторов. Я хотел бы только обратить внимание на важность подобных экспериментов. Они важны не только для Λ , но и для Σ , потому что вероятность распадов здесь большая. Они важны и для Ξ , если там нет запрета на распад на нейтроны, электроны и нейтрино.

Все эти вопросы представляются существенными. В данном случае я заговорил о них в связи с гиперфрагментом, потому что здесь есть возможность получения гиперфрагмента в чистом виде и исследования его в камере.

ПОЛЯРИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОНОВ В РАСПАДАХ K_{μ_2} И K_{μ_3}

Я. А. Смородинский

(Лаборатория теоретической физики ОИЯИ)

Известно, что при распаде μ^+ -мезонов электроны летят в основном в направлении противоположном движению мезона. Кажется, что коэффициент корреляции между направлением полета μ -мезонов и направлением электронов - отрицательный также и в случае распада K -мезонов.

Из этого факта, очевидно, нельзя заключить о знаке поляризации электронов и μ -мезонов отдельно.

Для распада μ -мезонов есть указание (никто не знает насколько это точно), что анизотропия получающаяся в этом распаде отвечает правой поляризации позитронов, такой же как в β -распаде. Если позитрон правый, а знак корреляции такой, что он летит назад, то отсюда можно заключить, что μ -плюс имеет левую поляризацию и что в $\pi^+ \rightarrow \mu^+$ распаде рождается не нейтрино (как это происходит в β^+ -распаде), а антинейтрино. Отсюда следует заключить, что происходит нарушение закона сохранения лептонного заряда, как принято говорить. Поэтому возникает очень существенный вопрос - будет ли коэффициент корреляции в распаде K_{μ_3} таким же отрицательным?

По-видимому, положение будет такое, что во всех трех распадах поляризация позитрона будет такой же, как в бета-распаде, т.е. что свойства спиральности позитронов, направления его вращения одинаковы во всех случаях слабого взаимодействия, т.е. во все процессы слабого взаимодействия он входит одними своими компонентами.

Таким образом мы приходим к альтернативе: либо закон сохранения лептонного заряда нарушается, либо те варианты β -распада выбраны неверно.

По этому поводу Л.Б. Окунь рассказал, что Фейнман и Геллманн предлагают заново исследовать варианты бета-распада и надеются что взаимодействие в бета-распаде окажется комбинацией векторов и псевдовекторов, т.е. что знак спиральности нейтрино обратный, чем до сих пор считали. До сих пор считали, что если β -распад скалярный и тензорный, то с позитроном вылетает нейтрино вращающийся также как позитрон вправо, а с отрицательным электроном-антинейтрино, вращающийся влево.

Если верно, то что говорит Фейнман и Геллманн, то закон сохранения лептонного заряда остается верным.

В связи с этим представляет большой интерес более подробно исследовать сохранение четности в распадах гиперонов.

На конференции в Венеции было сообщено, что Σ и Λ распадаются с испусканием π -мезона точно также с несохранением четности. Это значит, что если у нас имеется Λ , то относительно плоскости рождения этой Λ (Λ рождается с другой частицей) число пи-мезонов распада различно.

Это явление связано с тем, что Λ имеет, вообще говоря, отличную от нуля поперечную поляризацию нормальную к плоскости рождения, а поэтому образующийся нуклон может быть продольно поляризован в этом направлении.

Эти опыты количественно пока трудно обработать, так как неизвестна поляризация самих распадающихся гиперонов, однако важно, что асимметрия велика, что указывает на большую продольную поляризацию образующихся нуклонов.

О НЕСКОЛЬКИХ ОПЫТАХ СО СТРАННЫМИ ЧАСТИЦАМИ

Л.Г. Окунь

(Институт теоретической и экспериментальной физики АН СССР)

Первый эксперимент рассмотренный И.Я. Померанчуком и мной - определение четности К-мезонов в водородной камере. Речь идет о реакциях:



Для медленных К-мезонов сечение этих реакций составляет порядка 10^{-3} от полного сечения.

Рассмотрим захват К-мезонов из S - состояния.

Здесь могут быть два случая: либо четность К-мезона совпадает с четностью Λ - частиц, либо не совпадает. Рассмотрим последовательно эти два случая.

Пусть четность совпадает: $P_K = P_\Lambda = P_\pi = +1$. Тогда 2 $\bar{\pi}$ - мезона, которые будут возникать в реакциях (1) и (2) должны рождаться в S - состоянии и угловое распределение частиц изотропно. С другой стороны ясно, что Λ - частицы будут неполяризованными и следовательно не будет асимметрии при последующем распаде Λ - частиц.

Наконец между вероятностями реакций (1) и (2) будет весьма простое изотопическое соотношение, т.к. $\bar{\pi}$ - мезоны, находящиеся в S - состоянии, будут находиться в состоянии с изотопическим спином, равным 0.

Отсюда получается $w_1/w_2 = 2$.

На самом деле это соотношение следует несколько поправить по той причине, что надо учесть разность масс π^\pm - и π^0 - мезонов и вместо 2 получается приблизительно 1,34.

Что будет в том случае, если $P_K \cdot P_\Lambda \cdot P_P = -1$?

Во-первых, угловое распределение Λ - частицы относительно 2 Пи-мезонов будет иметь вид $1 + a \cos \theta$.

Во-вторых, Λ - частица будет поляризована относительно плоскости рождения и ее распад будет асимметричен.

В-третьих, не будет выполняться соотношение $w_1/w_2 = 1,34$. Это отношение станет больше. При этом в отношении реакций (1) и (2) войдут величины, которые определяют асимметрию и поляризацию.

Таким образом, измерение углового распределения реакций (1) и (2), поляризации Λ - гиперонов, образующихся в этих реакциях и соотношения между их вероятностями позволяет определить четность К-мезона.

В заключение я хочу подчеркнуть, что для однозначной интерпретации рассмотренных реакций, необходимо быть уверенным в том, что К-мезоны захватываются именно из S - состояния. Это затрудняет опыт, т.к. при захвате К-мезона из К-мезоатома вероятность захвата из P - состояния велика. Может быть нужно отбирать только захваты из непрерывного спектра?

Второй эксперимент: Захват медленного каскадного гиперона в водороде:



Эта реакция была рассмотрена И.Я. Померанчуком, И.М. Шмушкевичем и мной. Если каскадный гиперон медленный, то другой неупругой реакции быть не может, кроме реакции перезарядки. Итак, медленный каскадный гиперон захватывается протоном и возникают две Λ -частицы. Они распадаются. Каждая Λ -частица распадается на π -мезон и нуклон.

Пусть начальное состояние было S и пусть четность каскадного гиперона равняется четности протона. Тогда конечное состояние будет тоже S .

Легко видеть, что в этом случае начальное состояние 3S_1 , вообще не может перейти в две Λ -частицы, т.к. для них состояние 3S_1 запрещено в силу принципа Паули.

Это открывает возможность для существования метастабильного состояния системы Ξ^+p в состоянии 3S_1 .

Рассмотрим корреляции в реакции (3) для двух возможных значений четности Ξ^- -гиперона.

В первом случае, если четности Ξ и p одинаковы, то две Λ -частицы должны быть в состоянии 1S_0 . Это значит, что они находятся в S состоянии и спины их направлены в противоположные стороны. Возникающие при распаде двух Λ -гиперонов π -мезоны должны лететь преимущественно в противоположных направлениях. Во втором случае если четности Ξ и p различны Λ -гипероны будут иметь преимущественно одинаковое направление спина и π -мезоны должны лететь в основном в одном и том же направлении.

Кроме того, в первом случае угловое распределение π -мезонов относительно линии разлета Λ -частиц изотропно, а во втором - анизотропно.

Такова качественная картина этих корреляций.

Наконец, я хотел бы рассказать о распадах K^+ и K^0 -мезонов и в частности-о распадах K_{e3} и $K_{\mu 3}$.

В распаде есть три независимых варианта, аналогичных вариантам β - распада. Установление этих вариантов представляет очень большой интерес. Поэтому первое, на что я хотел обратить внимание, это то, что нужно просто измерить спектр μ -мезонов при известной энергии π -мезонов. Это даст сведения не только о том, какие варианты имеются в этих распадах, но и о том, является ли взаимодействие в $K_{\mu 3}$ - распаде локальным.

Кроме измерения энергии μ -мезонов в распадах $K_{\mu 3}$, можно измерять их поляризацию. Измерение поляризации μ -мезонов, по-видимому, не трудно, по той причине, что сам μ -мезон потом распадается. Распад μ -мезонов, как сейчас хорошо установлено, происходит с несохранением четности, и электрон, который возникает при распаде μ -мезона, указывает на направлении его спина.

Таким образом, измеряя угловое распределение электронов, возникающих при распаде μ -мезонов, можно определить поляризацию μ -мезонов.

Можно измерять продольную поляризацию μ -мезонов, что дает очень большое количество важных сведений. Но может быть более интересным было бы измерение поляризации μ -мезонов в направлении перпендикулярном плоскости $K_{\mu 3}$ распада. Такая поляризация может иметь место в том случае, если не сохраняется комбинированная четность.

Для исследования поперечной поляризации μ -мезонов нужно измерить количество электронов, вылетающих при распаде μ -мезонов вверх и вниз относительно плоскости распада $K_{\mu 3}$.

Мне кажется, такой эксперимент особенно удобно сделать в ксеноновой камере; благодаря большому заряду среды, частицы не будут выходить из камеры.

Кроме того, в такой камере будут "видны" и π^0 -мезоны $K_{\mu 3}$ - распада, гамма-кванты которых будут превращаться в пары.

Сказанное выше относится в известном смысле и к распаду $K_{e 3}$, когда вместо μ -мезонов вылетают электроны. Но с исследованием $K_{e 3}$ -распада дело обстоит хуже, потому что поляризацию электронов нужно измерять непосредственно.

Я хотел бы обратить внимание на необходимость исследования распада долго живущих нейтральных K-мезонов. То, о чем я буду рассказывать, есть результат работы И.Ю. Кобзарева и моей.

Время распада долго живущих нейтральных K-мезонов известно сейчас довольно плохо; имеется неравенство

$$10^{-7} \text{ сек} > \tau > 3 \cdot 10^{-8} \text{ сек} .$$

Представляет интерес высказать какие-то теоретические соображения по поводу того, каким должно быть время жизни долгоживущих K^0 -мезонов. В настоящее время не имеется особенно веских оснований для того, чтобы высказать такие соображения, но есть многократно обсуждавшееся правило, $\Delta T = 1/2$. При помощи этого правила можно сделать некоторое заключение о времени жизни долгоживущих нейтральных K-мезонов.

Основными распадами K_2^0 -мезона являются $K_{\mu 3}^0$, $K_{e 3}^0$ и $K_{\pi 3}^0$.
С помощью правила $\Delta T = 1/2$ вероятности этих распадов можно выразить через уже измеренные вероятности $K_{\mu 3}^+$, $K_{e 3}^+$ и $K_{\pi 3}^+$ - распадов K^+ -мезона и, следовательно, предсказать время жизни K_2^0 -мезона.

Оказывается, что время жизни у долгоживущих K-мезонов должно быть равным приблизительно $4 \cdot 10^{-8}$ сек.

Эта цифра интересна тем, что она находится вблизи известной в настоящее время нижней границы. Поэтому небольшое уточнение экспериментальных данных по времени жизни K_2^0 -мезонов может дать сведения о применимости правила $\Delta T = 1/2$, которое очень широко используется при рассмотрении распадов странных частиц.

ПОЛЯРИЗАЦИЯ ПРОТОНОВ ПРИ (πp) - РАССЕЙНИИ

Л. И. Липидус

Лаборатория теоретической физики ОИЯИ

Хотелось бы сказать несколько слов об экспериментах, проведение которых, по-видимому, требует применения камер.

Одним из таких экспериментов является упругое рассеяние отрицательных пионов протонами на малые углы. Малые углы интересны в связи с тем, что там сказывается интерференция ядерного рассеяния с электромагнитным.

Проведение подобных экспериментов, помимо всего прочего, необходимо для определения знака реальной части амплитуды ядерного рассеяния.

В настоящее время особенно важно провести эксперимент с отрицательными пионами в области энергий 200-300 Мэв в связи с дисперсионными соотношениями. Сведения о знаке реальной части (\mathfrak{D}^-), имеющиеся сейчас, основываются на опытах, в которых изучалось $\pi-p$ - рассеяние на большие углы. Неоднозначности в фазовом анализе иногда заметно сказываются в этой области энергий на значение \mathfrak{D}^- . Поэтому независимое определение знака \mathfrak{D}^- , которое можно осуществить, исследуя интерференцию кулоновского рассеяния с ядерным, весьма желательно.

Под малыми углами рассеяния при энергиях 200-300 Мэв понимается область углов $5-10^0$ в системе центра инерции. Это нелегкие опыты, если учесть, что предельные углы (πp)-распада того же порядка

Однако, как показывает опыт работы Тафта (*Phys. Rev.* 105, № 5, 1957 г.), который изучал интерференцию в $(\pi+p)$ - рассеянии, осуществление их возможно.

Хотелось бы подчеркнуть, что научиться изучать процессы с отклонением частиц на малые углы необходимо не только для одного эксперимента.

Это первое, о чем я хотел сказать.

Второе относится к измерению поляризации протонов отдачи при упругом рассеянии водородом заряженных мезонов обоих знаков. Необходимость поляризационных экспериментов стала предельно ясна в последние годы. Там, где это возможно ((pp) - рассеяние, рассеяние нуклонов на ядрах) применяется обычно электроника. Но при изучении поляризации протонов отдачи при (πp) -рассеянии, по-видимому, существенную помощь может оказать эксперимент с пузырьковой камерой.

На необходимость таких экспериментов, вслед за Ферми, было указано рядом авторов. Мне хотелось бы только подчеркнуть особое значение проведения подобных опытов при энергиях выше резонанса ($E_{\pi} > 200$ Мэв) и опять же особенно для (πp) -рассеяния.

Эти трудные опыты можно ставить так. В камере надо изучать лево-правую асимметрию при рассеянии в веществе камеры поляризованного пучка протонов. Таким пучком протонов являются протоны отдачи, вылетающие, например, из жидководородной мишени, когда на нее падают мезоны.

Для того, чтобы получить представления о масштабе эффекта приведу выражения для поляризации протонов отдачи, которые получаются, если использовать три основных набора фаз рассеяния, соответствующих данным Коренченко и Зинова для энергии 307 Мэв.

Эти выражения имеют вид:

$$P_1(\theta) = -2 \sin \theta \frac{0,148 + 1,2 \cos \theta + 1,5 \cos^2 \theta + 0,3 \cos^3 \theta}{1,99 + 0,49 \cos \theta + \cos^2 \theta - 0,56 \cos^3 \theta - 0,42 \cos^4 \theta} \quad (1)$$

$$P_2(\theta) = 2 \sin \theta \frac{0,453 + 0,062 \cos \theta - 0,13 \cos^2 \theta + 0,083 \cos^3 \theta}{1,99 + 0,49 \cos \theta + \cos^2 \theta - 0,56 \cos^3 \theta - 0,42 \cos^4 \theta} \quad (2)$$

$$P_3(\theta) = 2 \sin \theta \frac{0,29 + 1,59 \cos \theta - 0,40 \cos^2 \theta - 0,13 \cos^3 \theta}{1,99 + 0,49 \cos \theta + \cos^2 \theta - 0,56 \cos^3 \theta - 0,42 \cos^4 \theta} \quad (3)$$

(θ - угол рассеяния пиона в системе центра инерции).

Как видно из (1)-(3) соотношение P_1 , P_2 и P_3 составляет от 20 - 50% и 80% соответственно.

Опыты трудны, но они дают новую информацию, которую другими путями можно получить только менее прямыми методами. Из тех же данных для поляризации протонов при $(\pi + p)$ получаем

$$\sigma(\theta) P(\theta) = 2 \lambda^2 \sin \theta \left\{ 0,042 + 0,123 \cos \theta - 0,72 \cos^2 \theta - 0,176 \cos^3 \theta \right\} \quad (4)$$

$$\sigma(\theta) P(\theta) = 2 \lambda^2 \sin \theta \left\{ 0,068 + 0,114 \cos \theta - 0,983 \cos^2 \theta - 0,164 \cos^3 \theta \right\} \quad (5)$$

$$\sigma(\theta) P(\theta) = 2 \lambda^2 \sin \theta \left\{ 0,087 + 0,168 \cos \theta - 0,452 \cos^2 \theta - 0,033 \cos^3 \theta \right\} \quad (6)$$

где выражения для сечения $\sigma(\theta)$ можно найти в работе Мухина и Понтекорво.

Я говорил все время об определении поляризации протонов при (πp) рассеянии. Научиться проводить подобные эксперименты необычайно важно и для физики странных частиц и при совсем высоких энергиях, когда, как это можно показать, поляризация может быть значительной при небольших углах рассеяния.

ВОПРОСЫ:

I. Насколько существенно, что определение поляризации надо проводить под малыми углами?

Малые углы существенны для очень высоких энергий.

Если вообще поляризационные эффекты в много-миллиардной области есть, то они сосредоточены на небольших углах.

В области энергий около 300 Мэв специально малые углы на первом этапе не важны.

Изучение поляризации на малых углах здесь было бы очень существенным, если бы удалось изучить кулоновскую интерференцию в поляризации. Но это необычайно сложные опыты, которые еще не осуществлены в (pp) -рассеянии, где интенсивности частиц значительно больше.