

85
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория высоких энергий

P-306

Д.К.Копылова, Ю.Б.Королевич, Н.И.Петухова

М.И.Подгорецкий

К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМЕ ЗАХВАТА ОСТАНОВИВШИХСЯ K^- -МЕЗОНОВ

Дубна, 1959 год

P-306

Д.К.Копылова, Ю.Б.Королевич, Н.И.Петухова
М.И.Подгорецкий

К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМЕ ЗАХВАТА
ОСТАНОВИВШИХСЯ K^- -МЕЗОНОВ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

А н н о т а ц и я

Рассмотрен вопрос о механизме захвата остановившихся K^- -мезонов ядрами фотоэмульсии. В предположении поверхностной модели однонуклонного захвата получено, что доля двунуклонного захвата близка к 30%.

Известно, что захват K^- -мезонов ядрами происходит в результате одно-
 нуклонного /реакция типа $K^- + N \rightarrow Y + \pi^-$ / и двунуклонного /реакции
 $K^- + 2N \rightarrow Y + N$ / взаимодействия K^- -мезонов. Прямым указанием на су-
 ществование реакций второго типа являются случаи испускания в σ_K -звездах
 быстрых гиперонов / $E_\Sigma > 60$ Мэв/ или одновременного испускания быстрого
 гиперона и быстрого протона. Обычно считается, что двунуклонный захват K^- -
 мезонов составляет не более $10 \div 12\%$ от общего числа взаимодействий оста-
 новившихся K^- -мезонов [1][2][3][4] x/.

В настоящей статье рассматривается метод оценки доли двунуклонного
 захвата, основанный на анализе числа π^- -мезонов, испускаемых в
 σ_K -звездах.

Пусть X -неизвестная доля двунуклонных взаимодействий, α -рассчи-
 танный процент выходящих π^- -мезонов, а β - экспериментально наблюдаемая
 доля взаимодействий остановившихся K^- -мезонов, в которых испускаются π^- -
 мезоны. Тогда справедливо соотношение:

$$(1-x)\alpha = \beta.$$

По данным [2], заряженные π^- -мезоны испускаются в $34 \pm 2\%$ всех
 ядерных захватов остановившихся K^- -мезонов. Если учесть π^0 -мезоны, то до-
 ля π^- -мезонов увеличивается до 51% / $\beta = 0,51$ /^{xx/}.

x/ В [5] и [6] имеются указания на значительно более существенную
 роль двунуклонных взаимодействий / $30 \div 50\%$ /. К сожалению,
 оценки, приведенные в препринте [5], не являются, по-видимому,
 окончательными, а краткое указание, содержащееся в докладе [6],
 не сопровождается соответствующей мотивировкой.

xx/ Из общих соображений изотопической инвариантности легко показать,
 что при взаимодействии K^- -мезонов с ядрами, обладающими нуле-
 вым изотопическим спином, число образующихся заряженных π^- -мезо-
 нов / Σ^- -гиперонов/ в два раза больше числа нейтральных π^- -мезо-
 нов / Σ^0 -гиперонов/, независимо от типа взаимодействия. Ядра
 фотоэмульсии практически удовлетворяют этим условиям.

Отсюда, между прочим, сразу же следует, что число двунуклонных захватов не может превышать 49% от общего числа взаимодействий. Ожидаемая доля вышедших $\hat{\Pi}$ -мезонов, α , рассчитана в [7] для $\hat{\Pi}$ -мезонов, сопровождающих Σ и Λ^0 -гипероны в предположении поверхностной и объемной моделей захвата K^- -мезонов^{x/}. Доля $\hat{\Pi}$ -мезонов, не испытавших никакого взаимодействия, может быть получена, если известна средняя длина свободного пробега $\hat{\Pi}$ -мезона в ядерном веществе. Труднее рассчитать, какая часть $\hat{\Pi}$ -мезонов, испытавших при первом соударении неупругое рассеяние, все же выйдет из ядра не поглотившись.

Было решено оценить верхнюю и нижнюю границу α /соответственно верхнюю и нижнюю границу χ /, предполагая, что все $\hat{\Pi}$ -мезоны, испытавшие неупругое рассеяние, выходят из ядра/верхняя граница/ или поглощаются в нем /нижняя граница/.

Следует заметить, что коэффициент поглощения $\hat{\Pi}$ -мезонов, претерпевших неупругое рассеяние, довольно мал, и, следовательно, большая часть их выходит фактически из ядра. Поэтому найденная указанным способом верхняя граница мало отличается от истинного значения величины α .

Для расчета α нужно было выбрать определенное соотношение между числом реакций типа $K^- + N \rightarrow \Lambda^0 + \hat{\Pi}$ и типа $K^- + N \rightarrow \Sigma + \hat{\Pi}$. Согласно [7], мы предполагаем, что $\frac{\Lambda^0}{\Sigma^{z,0}} = 0,21$ для поверхностной модели и $\frac{\Lambda^0}{\Sigma^{z,0}} = 0,50$ для объемной.

Для выяснения чувствительности результатов к небольшим изменениям модели поверхностного поглощения специально был рассмотрен также случай, когда K^- -мезоны поглощаются на глубине одного нуклонного радиуса от поверхности ядра [4].

Результаты расчетов приведены в таблице № 1.

Т а б л и ц а № 1

Тип модели	α	χ
Поверхностное поглощение	0,58 $< \alpha < 0,74$	0,09 $< \chi < 0,31$
Поглощение K^- -мезонов происходит на глубине одного нуклонного радиуса	0,52 $< \alpha < 0,70$	0,02 $< \chi < 0,27$
Объемное поглощение	0,18 $< \alpha < 0,48$	-

^{x/} Этот же вопрос обсуждался в работе К.Ланиуса, которого авторы благодарят за присылку препринта.

Из таблицы видно, что первые две модели мало отличаются друг от друга. Видно также, что объемная модель не оставляет места для двуноуклонного захвата. Поскольку, с другой стороны, по прямым оценкам /быстрые гипероны/ величина X составляет, по крайней мере, $10 \div 12\%$, то полученный результат можно рассматривать как указание на то, что при одноноуклонном захвате остановившихся K^- -мезонов объемная модель фактически не осуществляется. Сказанное вполне согласуется с установившимся в литературе представлением о том, что одноноуклонный захват остановившихся K^- -мезонов происходит, в основном, на поверхности ядра /см. особенно [5] и [6]/. В этом случае доля двуноуклонного захвата близка, по-видимому, к 30%, но не превышает этой величины.

В связи с полученной оценкой доли двуноуклонного захвата представляет интерес вопрос о прямом образовании Λ^0 -частиц в реакциях одноноуклонного захвата при поверхностном поглощении. Согласно [2], [4],[7],[8] реакции типа $K^- + N \rightarrow \Lambda + \bar{\pi}$ составляют $15 - 35\%$ всех одноноуклонных реакций захвата

Заряженные Σ^- -гипероны с энергией $E_{\Sigma} < 60 \text{ Мэв}^x/$ испускаются в 14% всех случаев взаимодействия K^- -мезонов [5]. С учетом нейтральных Σ^- -гиперонов, в предположении поверхностной модели, получаем, что медленные Σ^- -гипероны образуются менее чем в 42% всех взаимодействий^{xx/}. Следовательно, Λ^0 -частицы должны были бы возникать более чем в 58% всех взаимодействий, что противоречит результатам указанных выше работ. Введение около 30% двуноуклонных захватов снимает это противоречие. Оно возникает снова, если предположить, что медленные Σ^- -гипероны / $E_{\Sigma} < 60 \text{ Мэв}$ / слабо поглощаются в ядрах. Действительно, в этом случае необходимо считать, что в подавляющем большинстве захватов происходит прямое образование Λ^0 -частиц.

x/ Число Σ^- -гиперонов, образованных в реакциях одноноуклонного захвата, будет меньше 14%, т.к. часть гиперонов с $E_{\Sigma} < 60 \text{ Мэв}$ возникла при замедлении быстрых Σ^- -гиперонов / $E_{\Sigma} > 60 \text{ Мэв}$ /, появившихся в результате двуноуклонного захвата.

xx/ При поверхностном поглощении K^- -мезонов доля выходящих гиперонов /или π^- -мезонов/ должна быть $\geq 0,5$.

Таким образом, если исходить из поверхностной модели однонуклонного захвата, то следует принять, что двунуклонный захват идет примерно в 30% всех случаев и что Σ -гипероны с $E_{\Sigma} < 60$ Мэв поглощаются внутри ядра в значительной степени.

Прямое указание на то, что Σ -гипероны с $E_{\Sigma} < 60$ Мэв поглощаются сильнее чем сопровождающие их Π -мезоны, следует из сопоставления экспериментальных данных о выходе Π -мезонов и Σ -гиперонов при захвате K^{-} -мезонов. Как уже говорилось, заряженные Π -мезоны испускаются в 34%, а заряженные Σ -гипероны с энергией < 60 Мэв - в 14% всех взаимодействий остановившихся K^{-} -мезонов. Отсюда следует, что Σ -гипероны с $E_{\Sigma} < 60$ Мэв поглощаются в $1,5 \div 2$ раза сильнее, чем сопровождающие их Π -мезоны^{x/}.

Число быстрых Σ -гиперонов с $E_{\Sigma} > 60$ Мэв /заряженных и нейтральных/, по данным [5] составляет $\sim 3,5\%$ от общего числа захватов K^{-} -мезонов. Из сопоставления этой цифры с приведенной выше оценкой доли двунуклонных захватов / $\sim 30\%$ / следует, что либо подавляющее большинство двунуклонных захватов приводит к прямому образованию Λ° -частиц, либо образующиеся быстрые Σ -гипероны при последующем прохождении через ядро с большой вероятностью переходят в Λ° -частицы или теряют энергию и становятся медленными. Иными словами, во втором случае нужно предположить большое сечение взаимодействия быстрых Σ -гиперонов с нуклонами. При этом следует также заключить, что двунуклонный захват происходит не на поверхности ядер, так как при поверхностном захвате может поглотиться не более половины быстрых Σ -гиперонов.

Авторы благодарят М.Я.Даныша за участие в обсуждении и за предоставленную им возможность ознакомиться с критическими замечаниями Е. Маркита.

^{x/} При этом предполагается, что $\frac{\Lambda^{\circ}}{\Sigma^{\pm,0}} = 0,25$ и $0,09 < X < 0,31$.

Л и т е р а т у р а

- [1]. C.C. Dilworth, Proceedings of the Seventh Annual Rochester Conference, VI-19, 1957.
- [2]. K-stack Collaboration, International Conference on Mesons and Recently Discovered Particles, Padova-Venezia, II-15, 1957.
- [3] S. Goldhaber, Proceedings of the Sixth Annual Rochester Conference, 1956.
- [4] J. Hornbostel, G.T. Zorn, Phys.Rev., 109, 165, 1958.
- [5] M.F. Kaplon, 1958 Annual International Conference on High Energy Physics at CERN, p. 171.
- [6]. Y. Eisenberg, W. Roch, M. Nicolic, M. Schneeberger, H. Winzeler, Preprint, 1958.
- [7]. F.H. Webb, E.L. Iloff, F.H. Featherstone, W.W. Chupp, G. Goldhaber, S. Goldhaber. International Conference on Mesons and Recently Discovered Particles, Padova-Venezia, II-69, 1957.
- F.H. Webb, E.L. Iloff, F.H. Featherstone, W.W. Chupp, G. Goldhaber, S. Goldhaber, Nuovo Cimento, 8, 899, 1958.
- [8]. W.F. Fry, J. Schneps, G.A. Snow, M.S. Swami, D.C. Wold, Phys.Rev., 107, 257, 1957.

Работа поступила в издательский отдел
17 февраля 1958 года.