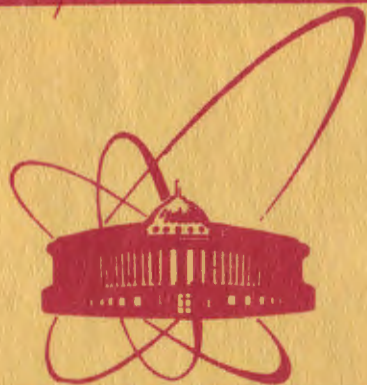


927/82

22/0-82

♀



объединенный  
институт  
ядерных  
исследований  
дубна

1-81-733

Ю.А.Батусов, В.М.Сидоров, Ц.П.Спасов,<sup>1</sup>  
Д.Тувдендорж, Х.М.Чернев,<sup>1</sup> Р.А.Эрамян

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ ПОГЛОЩЕНИЯ  
 $\pi^-$ -МЕЗОНОВ ЯДРАМИ  ${}^7\text{Li}$

*Направлено в ЯФ*

---

<sup>1</sup> Институт ядерных исследований и ядерной энергетики,  
София, БНР

<sup>2</sup> Институт физики и математики, Улан-Батор, МНР.

**1981**

Настоящая работа является продолжением предыдущих исследований<sup>/1,2/</sup>, в которых в фотоэмульсии, загруженной ядрами  ${}^7\text{Li}$ , проводились поиски новых изотопов водорода ( ${}^4\text{H}$ ,  ${}^5\text{H}$ ,  ${}^6\text{H}$ ) и нейтронных ядер ( ${}^3\text{n}$ ,  ${}^4\text{n}$ ) в процессах захвата остановившихся  $\pi^-$ -мезонов ядрами лития. В фотоэмульсионной камере были зарегистрированы и проанализированы реакции поглощения медленных отрицательных пионов ядрами с вылетом одной заряженной частицы<sup>/1/</sup> и реакции двухлучевого типа без нейтральной частицы, то есть двухлучевые коллинеарные каналы<sup>/2/</sup>. Вклад в выделенные одно- и двухлучевые события от реакций захвата пионов  ${}^7\text{Li}$  не был обнаружен, и поэтому удалось определить лишь верхние границы относительной вероятности образования этих необычных ядер, которые не превышают  $1,2 \cdot 10^{-3}$ . Эта оценка не противоречит результатам работы<sup>/3/</sup>.

При поглощении медленных отрицательных пионов ядрами  ${}^7\text{Li}$  возможны также каналы двухлучевого типа с испусканием одного нейтрона:



Такие реакции можно попытаться выделить в результате обработки зарегистрированных двухлучевых событий на ЭВМ по программам геометрической реконструкции и кинематического анализа ядерных реакций в фотоэмульсии<sup>/4/</sup>. С этой целью в фотоэмульсионных камерах, одна из которых была наполнена ядрами  ${}^7\text{Li}$  /32 мг/см<sup>2</sup>/, а другие - собраны из стандартных слоев<sup>/1/</sup>, было зарегистрировано, измерено и проанализировано на ЭВМ 2984 двухлучевых события, образованных в результате захвата  $\pi^-$ -мезона ядрами в фотоэмульсии, 1986 в слоях с  ${}^7\text{Li}$  и 998 в стандартной эмульсии.

Методические вопросы, связанные с изготовлением фотоэмульсионных камер, постановкой эксперимента, а также проведением просмотра фотоэмульсионных слоев и измерениями, подробно рассмотрены в работах<sup>/1,2/</sup>.

После обработки выделенных двухлучевых событий на ЭВМ производился отбор однозначных решений по величине  $\chi^2$ . События считались принадлежащими к реакциям /1-3/, если значение  $\chi^2 \leq 4$ .

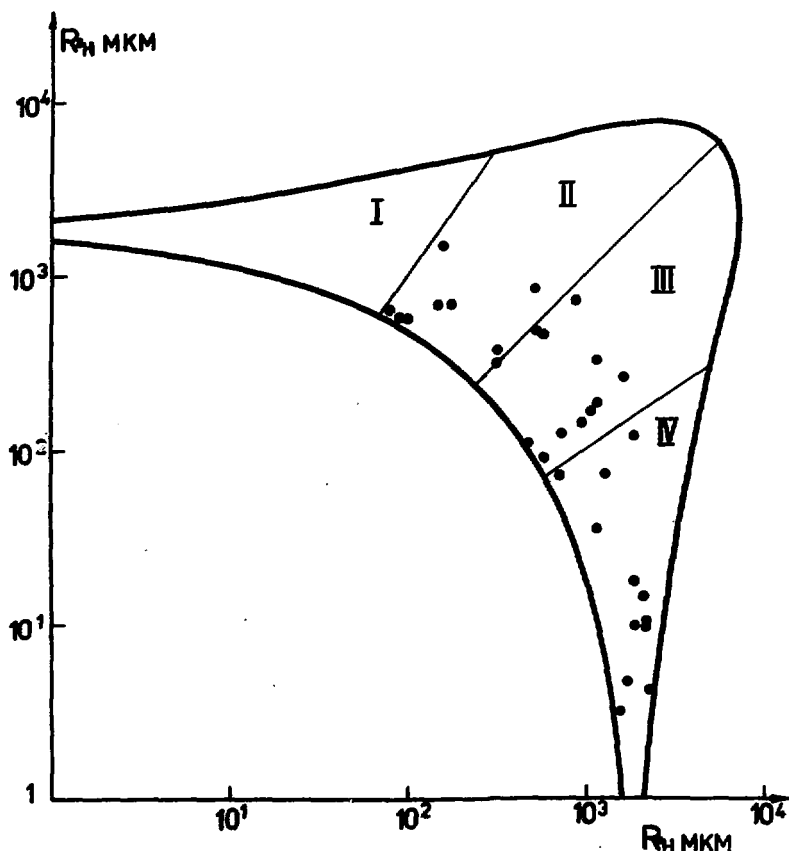


Рис.1. Кинематически допустимая область корреляции двух тритонов, образованных в реакции  $\pi^- {}^7\text{Li} \rightarrow {}^3\text{H} {}^3\text{H} \pi$  /1/. Точками отмечены пробеги частиц в камере с литиевым наполнением, а крестиками - в стандартной эмульсии.

В результате проведенного анализа было получено, что для реакции  $\pi^- {}^7\text{Li} \rightarrow {}^3\text{H} {}^3\text{H} \pi$  /1/ таких событий в слоях с  ${}^7\text{Li}$  было 21, в стандартной эмульсии - 11, для реакции  $\pi^- {}^7\text{Li} \rightarrow {}^2\text{H} {}^4\text{H} \pi$  /2/ в камере с литием - 44 и 18 в стандартной и для реакции  $\pi^- {}^7\text{Li} \rightarrow p {}^5\text{H} \pi$  /3/ соответственно 64 и 30 событий.

Сравнение отнормированных чисел событий, зарегистрированных в стандартной эмульсии, с числом событий в камере с  ${}^7\text{Li}$  показывает, что рассмотрение только одних распределений по величинам  $\chi^2$  в фотоземлюсии, загруженной  ${}^7\text{Li}$ , не дает возможности от-

делить реакции /1-3/ от случайного фона. Поэтому был проведен дополнительный анализ выделенных событий, основанный на построении корреляционной зависимости пробега двух вторичных частиц в кинематически допустимой области рассматриваемых реакций. Пример такой корреляционной плоскости для реакции  $\pi^- {}^7\text{Li} \rightarrow {}^3\text{H} {}^3\text{Hn}$  /1/ представлен на рис.1. Если разбить всю плоскость, ограниченную кривыми Далица /рис.1/, на четыре равных по площади участка /1-4/, то из рисунка видно, что на участке IV сосредоточено 11 событий реакции /1/, выделенных в камере с литиевым наполнением, и только одно решение для стандартных слоев; на остальных участках число событий в обычных и заполненной  ${}^7\text{Li}$  камерах близки друг к другу. Полученный результат дает возможность оценить границы относительной вероятности реакции /1/, предполагая, что минимальное число событий выделенной реакции равно 9, а максимальное - 21. Используя полученные экспериментальные данные и результаты обработки камер с литием, приведенные в <sup>1,2</sup>, находим, что относительная вероятность реакции  $\pi^- {}^7\text{Li} \rightarrow {}^3\text{H} {}^3\text{Hn}$  /1/ равна

$$/0,6 \pm 0,2/ \cdot 10^{-2} \leq W(\pi^- {}^7\text{Li} \rightarrow {}^3\text{H} {}^3\text{Hn}) \leq /1,3 \pm 0,3/ \cdot 10^{-2}.$$

Такой же анализ был проведен и для реакций /2/ и /3/. Оказалось, что выделить эти каналы подобным образом невозможно. Поэтому была оценена только верхняя граница относительной вероятности образования  ${}^4\text{He}$  и  ${}^5\text{He}$  в реакциях  $\pi^- {}^7\text{Li} \rightarrow {}^2\text{H} {}^4\text{He}$  /2/ и  $\pi^- {}^7\text{Li} \rightarrow \text{p} {}^5\text{He}$  /3/. На 90-процентном уровне достоверности она не превышает  $1,2 \cdot 10^{-3}$ .

Исходя из ядерной структуры  ${}^7\text{Li}$ , можно предположить, что одним из возможных механизмов поглощения медленного  $\pi^-$ -мезона литием с образованием в конечном состоянии двух тритонов может служить процесс прямого захвата пиона на кластере [ ${}^4\text{He}$ ]. Из данных работы <sup>15/</sup> следует, что вероятность канала захвата  $\pi^-$ -мезона ядром  ${}^4\text{He}$  с испусканием трития составляет  $/19,4 \pm 1,8/ \%$  от полного числа захватов пионов в гелии. Схематически такой процесс представлен на рис.2. В этом случае кинетическая энергия одного из тритиев и нейтрона должны соответствовать кинематике двухчастичного развала ядра  ${}^4\text{He}$  при захвате отрицательного пиона, а угол между ними должен быть близок к  $180^\circ$ .

Экспериментально полученные энергетические спектры нейтрона, быстрого тритона и распределение углов между ними хорошо согласуются с этими предсказаниями /см. рис.3,4/\*. К тому же рас-

\*Кривые, приведенные на рисунках, представляют собой фазовый объем, стрелки - значение кинетической энергии для двухчастичного развала гелия по реакции  $\pi^- {}^4\text{He} \rightarrow {}^3\text{Hn}$ , а заштрихованная часть - события реакции /1/, принадлежащие участку IV рис.2.

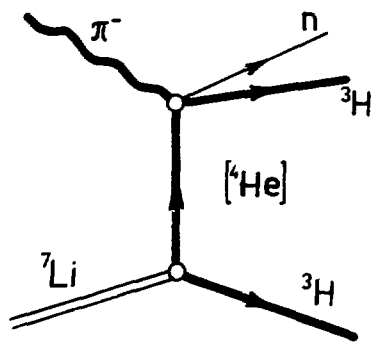


Рис.2. Схема захвата  $\pi^-$ -мезона на малонуклонной ассоциации [ ${}^4\text{He}$ ].

пределение кинетической энергии вторичного медленного тритона из реакции /1/ /рис.3б/, отсутствие каких-либо корреляций этого тритона с нейтроном /рис.4б/ и быстрым тритоном /рис.4а/ также соответствуют предполагаемой схеме захвата  $\pi^-$ -мезона кластером [ ${}^4\text{He}$ ]: в каждом событии реакции /1/ тритон с меньшей энергией имеет характерные энергетические и угловые параметры, соответствующие нижней вершине схемы рис.2.

соответствующие нижней вершине схемы рис.2.

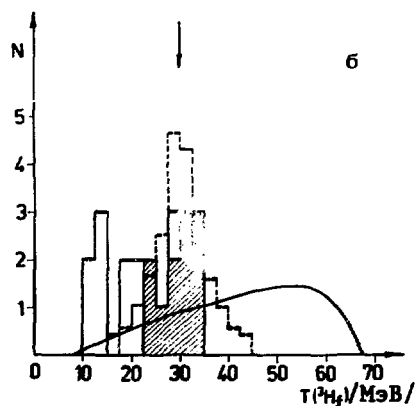
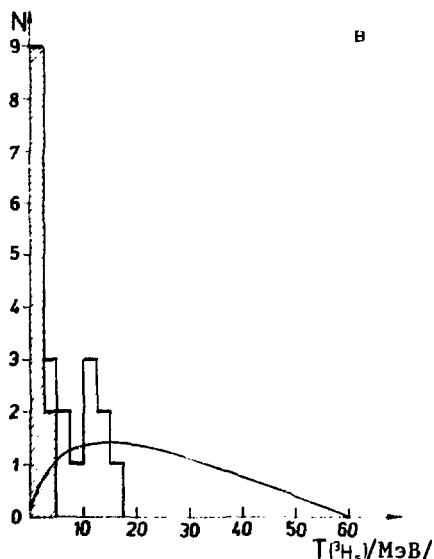
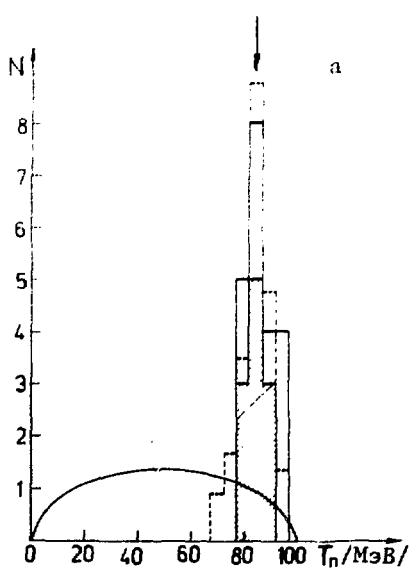
Предполагая, что процесс захвата  $\pi^-$ -мезона ядром  ${}^7\text{Li}$  в реакции  $\pi^- {}^7\text{Li} \rightarrow {}^3\text{H} {}^3\text{H} n$  /1/ происходит по схеме рис.2, а импульсное распределение кластера [ ${}^4\text{He}$ ] совпадает с экспериментально определенным импульсным распределением ядер медленного трития /рис.3в/, можно промоделировать этот процесс. Полученные в результате моделирования распределения приведены на рис./3-4/. Видно, что они вполне удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными.

Таким образом, из рассмотрения всей совокупности полученных экспериментальных данных следует, что величина относительной вероятности реакции /1/ равна

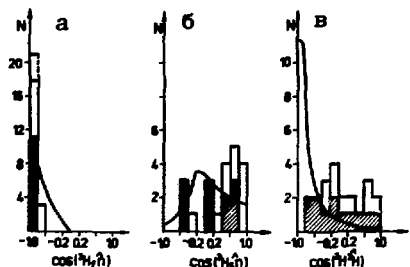
$$/0,6 \pm 0,2/ \cdot 10^{-2} \leq W(\pi^- {}^7\text{Li} \rightarrow {}^3\text{H} {}^3\text{H} n) \leq /1,3 \pm 0,3/ \cdot 10^{-2}.$$

Энергетические и угловые распределения вторичных частиц, образованные в реакции /1/, качественно согласуются с оценками, выполненными в предположении, что захват  $\pi^-$ -мезонов ядрами  ${}^7\text{Li}$  в этой реакции происходит на малонуклонном кластере [ ${}^4\text{He}$ ].

Верхняя граница относительной вероятности образования ядер  ${}^4\text{H}$  и  ${}^5\text{H}$  в реакциях  $\pi^- {}^7\text{Li} \rightarrow {}^2\text{H} {}^4\text{H} n$  /2/ и  $\pi^- {}^7\text{Li} \rightarrow p {}^5\text{H} n$  /3/ на 90-процентном уровне достоверности не превышает  $1,2 \cdot 10^{-3}$ .



**Рис.3.** Энергетическое распределение: нейтрона /а/, быстрого тритона /б/ и медленного тритона /в/, образованных в реакции  $\pi^- \text{}^7\text{Li} \rightarrow \text{}^3\text{H} \text{}^3\text{H} \text{}^1\text{H}$  /1/. Сплошная гистограмма - эксперимент; заштрихованная часть - события реакции /1/, принадлежащие области IV рис.1; пунктир - расчет по кластерному механизму рис.2; кривая - фазовый объем. Стрелками обозначена кинематическая энергия для двухчастичного развала гелия по реакции  $\pi^- \text{}^4\text{He} \rightarrow \text{}^3\text{H} \text{}^1\text{H}$ .



**Рис.4.** Распределение углов между: а/ быстрым тритоном и нейтроном; б/ медленным тритоном и нейтроном и в/ двумя тритонами, образованными в реакции  $\pi^- \text{}^7\text{Li} \rightarrow \text{}^3\text{H} \text{}^3\text{H} \text{}^1\text{H}$  /1/ /обозначения те же, что и на рис. 3/.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Батусов Ю.А. и др. ЯФ, 1977, 26, с. 249.
2. Батусов Ю.А. и др. ОИЯИ, 1-80-766, Дубна, 1980.
3. Sennhauser V. et al. Phys.Lett., 1981, 103, p. 409.
4. Агагабян Н.М. и др. ОИЯИ, 10-5891, Дубна, 1971.
5. Block M.M. Phys.Rev.Lett., 1963, 11, p. 301.