

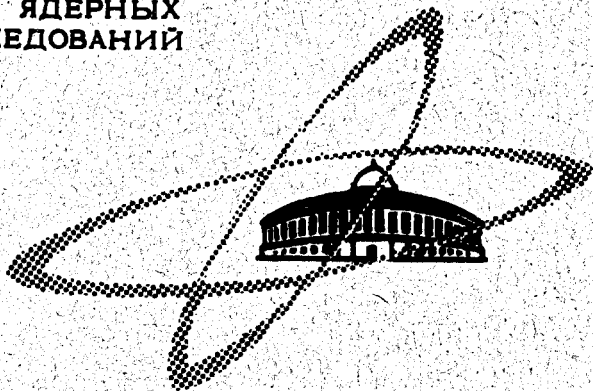
Б-287

19/III-65

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.

9 ф, 1969, т. 10, в. 2, с. 354-357



P1 - 4309

Ю. А. Батусов, С. А. Бунятов, В. М. Сидоров,
Ю. С. Чайка, Хр. М. Чернев, В. А. Ярба

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХ-
И ТРЕХЧАСТИЧНЫХ РЕАКЦИЙ С ОБРАЗОВАНИЕМ
 ^8Li И ^8B ПРИ ЗАХВАТЕ МЕДЛЕННЫХ
 π^- -МЕЗОНОВ ЯДРАМИ ^{12}C , ^{14}N , ^{16}O

1969

P1 - 4309

7426/2 ир.

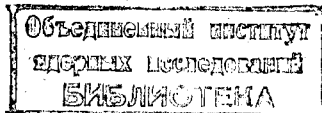
Ю.А.Батусов, С.А.Бунятов, В.М.Сидоров,
Ю.С.Чайка, Хр.М.Чернев*, В.А.Ярба

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХ-
И ТРЕХЧАСТИЧНЫХ РЕАКЦИЙ С ОБРАЗОВАНИЕМ
 ^8Li И ^8B ПРИ ЗАХВАТЕ МЕДЛЕННЫХ
 π^- -МЕЗОНОВ ЯДРАМИ ^{12}C , ^{14}N , ^{16}O

Направлено в ЯФ

х)

Физический институт БАН, София



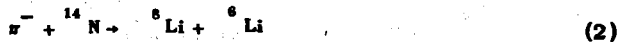
Эксперименты по захвату π^- -мезонов легкими ядрами служат источником информации о механизме захвата и о структуре ядер. При изучении поглощения π^- -мезонов ядрами можно выделять различные механизмы захвата, исследуя отдельные каналы реакций.

Настоящая работа является продолжением работ /1-4/, в которых исследовались различные реакции от захвата π^- -мезонов легкими ядрами и проводился поиск некоторых неизвестных легчайших ядер. В работе /4/ проведен анализ 630 двухлучевых звезд, выделенных из 8233 σ^- -звезд с Т-образными следами в фотоэмульсии. В данной работе сообщается о результатах обработки 1542 двухлучевых звезд, выделенных из 18283 σ^- -звезд, с целью изучения некоторых двух- и трехчастичных реакций с образованием ${}^8\text{Li}$ и ${}^8\text{B}$ при захвате остановившихся π^- -мезонов ядрами углерода, азота и кислорода в фотоэмульсии. Постановка эксперимента и процедура обработки полученных данных описана в работе /4/.

В результате проведенного анализа по выделению двухчастичных реакций получено, что кинематике реакции

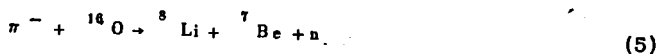
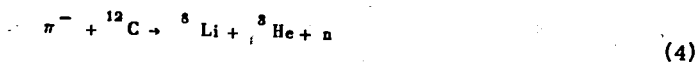


удовлетворяет лишь один случай в пределах двукратных ошибок в измерении углов и пробегов вторичных частиц. Реакциям же



не удовлетворяет ни один из 1542 случаев.

Для выделения трехчастичных реакций



проводился обсчет событий по кинематической программе с предварительной проверкой каждого события по критерию максимального пробега. На рис. 1 а) представлено распределение по величине недостающей массы в интервале (890 + 990) Мэв для событий, которые анализировались по кинематике реакции (4). Видно, что в интервале масс (930 + 945) Мэв, около значения массы нейтрона наблюдается отчетливый пик. Всего в этом интервале находится 615 событий. При оценке фона делалось два предположения аналогично тому, как это сделано в /4/. В результате анализа распределения по недостающей массе находим, что к реакции (4) относятся (380±30) событий.

Соответствующее распределение по величине недостающей массы в интервале (890 + 990) Мэв для реакции (5) представлено на рис. 16. Видно, что никакого пика около значения массы нейтрона в интервале (930 + 945) Мэв не наблюдается. Всего в этом интервале находится 44 события и все они распределены на уровне фона. Аналогично работе /4/ можно оценить относительные вероятности реакций (1-5).

$$W_1 \left(\frac{\pi^{-} + {}^{12}\text{C} \rightarrow {}^8\text{Li} + {}^4\text{He}}{\pi^{-} + {}^{12}\text{C} \rightarrow \text{все каналы}} \right) \leq 1,9 \cdot 10^{-6}$$

$$W_2 \left(\frac{\pi^{-} + {}^{14}\text{N} \rightarrow {}^8\text{Li} + {}^6\text{Li}}{\pi^{-} + {}^{14}\text{N} \rightarrow \text{все каналы}} \right) < 4,6 \cdot 10^{-6}$$

$$W_3 \left(\frac{\pi^{-} + {}^{16}\text{O} \rightarrow {}^8\text{B} + {}^8\text{He}}{\pi^{-} + {}^{16}\text{O} \rightarrow \text{все каналы}} \right) < 1,8 \cdot 10^{-6}$$

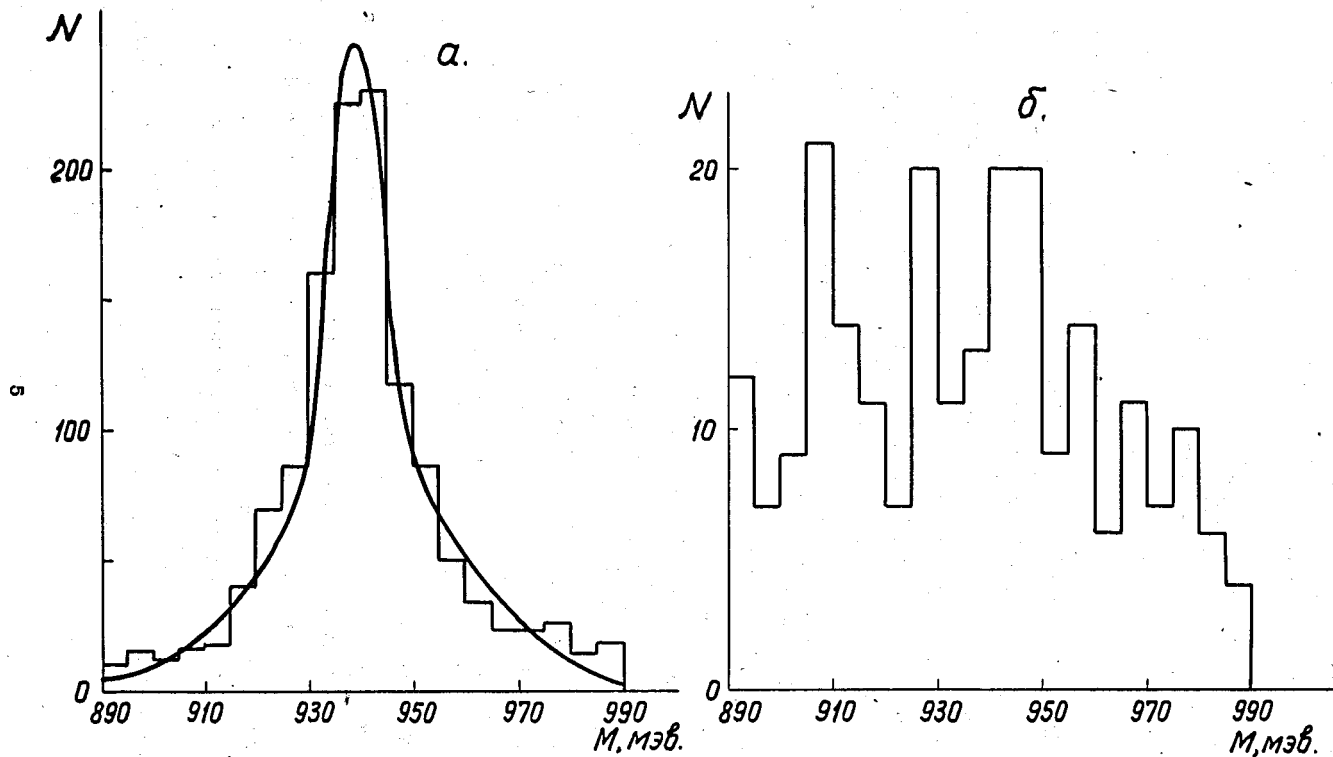


Рис. 1. Распределение двухлучевых событий по недостающей массе: а) для реакции $\pi^- + {}^{12}\text{C} \rightarrow {}^8\text{Li} + {}^4\text{He} + n$; б) для реакции $\pi^- + {}^{16}\text{O} \rightarrow {}^8\text{Li} + {}^7\text{Be} + n$. Гистограмма - эксперимент. Плавная кривая соответствует сумме двух распределений Гаусса (см. /4/).

$$W_4 \left(\frac{\pi^- + {}^{12}\text{C} \rightarrow {}^8\text{Li} + {}^3\text{He} + n}{\pi^- + {}^{12}\text{C} \rightarrow \text{все каналы}} \right) = 2,2 \cdot 10^{-4}$$

$$W_5 \left(\frac{\pi^- + {}^{16}\text{O} \rightarrow {}^8\text{Li} + {}^7\text{Be} + n}{\pi^- + {}^{16}\text{O} \rightarrow \text{все каналы}} \right) \leq 1,2 \cdot 10^{-5}$$

Верхние значения вероятностей даны с достоверностью 90%. Видно, что двухчастичные развалы легких ядер (1-3) маловероятны, а реакция (4), по крайней мере, в 15 раз более вероятна, чем (5).

Так как для реакции (4) имеется достаточно большая статистика, то можно получить некоторые сведения о ее механизме из характеристик вторичных частиц. На рис. 2 представлены энергетические и угловые распределения вторичных частиц для реакции (4). Из этих распределений видно, что почти всю энергию, выделяющуюся при захвате π^- -мезона, уносит нейтрон. В спектре нейтронов виден максимум при энергии 80 Мэв. Кроме того, в распределении по углам разлета нейтрона и ${}^3\text{He}$ имеется максимум при значении $\sim 150^\circ$.

Совокупность полученных экспериментальных данных служит доказательством выдвинутого ранее предположения [5,6], что поглощение π^- -мезона происходит либо на сильно связанном нуклоне, либо на малонуклонной ассоциации в ядре. Действительно, однонуклонное поглощение приводит к сильно возбужденным состояниям конечного ядра, лежащим существенно выше порога его ассоциативного развала, так что число частиц в конечном состоянии оказывается не меньше трех. При поглощении π^- -мезона малонуклонной ассоциацией в ядре основная часть вносимой π^- -мезоном энергии распределяется между нуклонами этой ассоциации, которая должна разваливаться, по крайней мере, на две частицы, что вновь приводит к многочастичному процессу. Экспериментальное доказательство подавления двухчастичных реакций ($W < (1 + 5) \cdot 10^{-6}$) служит подтверждением прямого механизма поглощения остановившихся π^- -мезонов.

В работе [7] проводился теоретический анализ реакции (4) в предположении прямого поглощения π^- -мезонов ассоциацией из четырех нук-

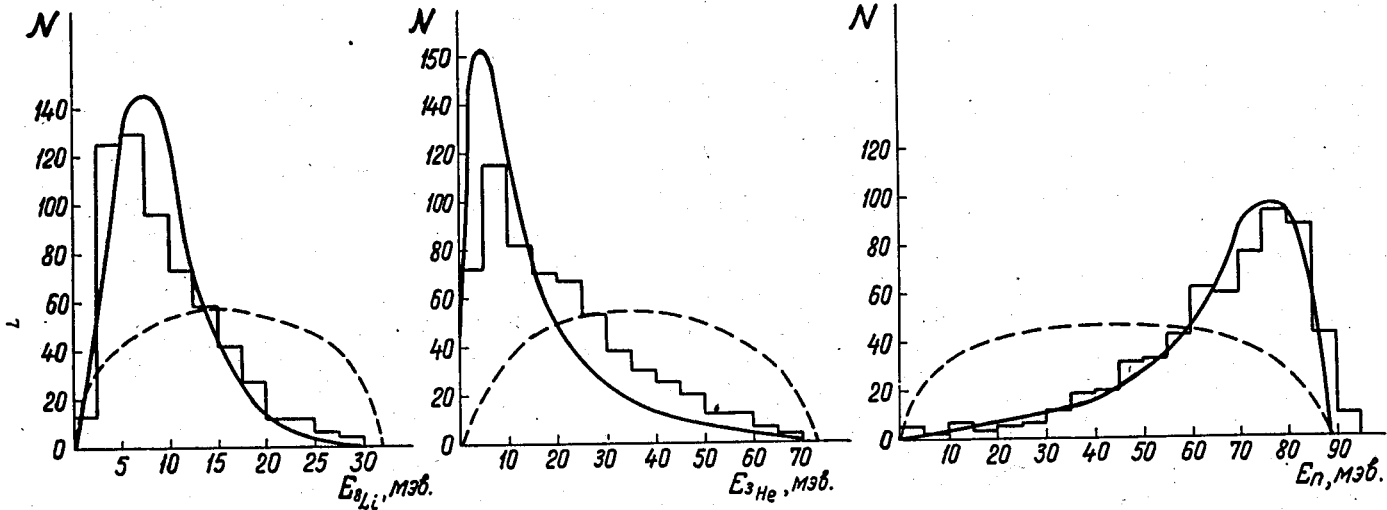


Рис. 2. Энергетические спектры вторичных частиц от реакции $\pi^- + {}^{12}\text{C} \rightarrow {}^8\text{Li} + \text{He} + n$. Гистограмма - эксперимент. Сплошная кривая - теоретический расчет ⁷⁷. Пунктирная кривая - фазовый объем.

лонов (${}^4\text{Li}$) в ядре ${}^{12}\text{C}$; рассчитаны энергетические спектры вторичных частиц и угловые корреляции между ними. Результаты расчета хорошо согласуются с полученными в настоящей работе экспериментальными данными (см. рис. 2, 3). В работе ^{17/} проведены также оценки относительных вероятностей реакций



Получено, что отношение

$$R = \frac{W[{}^{12}\text{C}(\pi^-, n) {}^3\text{H} 2 {}^4\text{He}]}{W_4[{}^{12}\text{C}(\pi^-, n) {}^3\text{He} {}^8\text{Li}]} \approx 4,5 \cdot 10^2,$$

что хорошо согласуется с экспериментальным значением ($R \approx 10^3$), полученным из наших данных и данных работы ^{18/}.

Таким образом, совокупность полученных экспериментальных данных о двух- и трехчастичных реакциях с образованием ${}^8\text{Li}$ и ${}^8\text{B}$ при захвате медленных π^- -мезонов ядрами углерода, азота и кислорода удовлетворительно описывается теорией прямых ядерных реакций.

Представляет интерес дальнейшее исследование других каналов реакций на легких ядрах с целью более детального изучения механизма захвата π^- -мезонов.

Рукопись поступила в издательский отдел
6 февраля 1969 года.

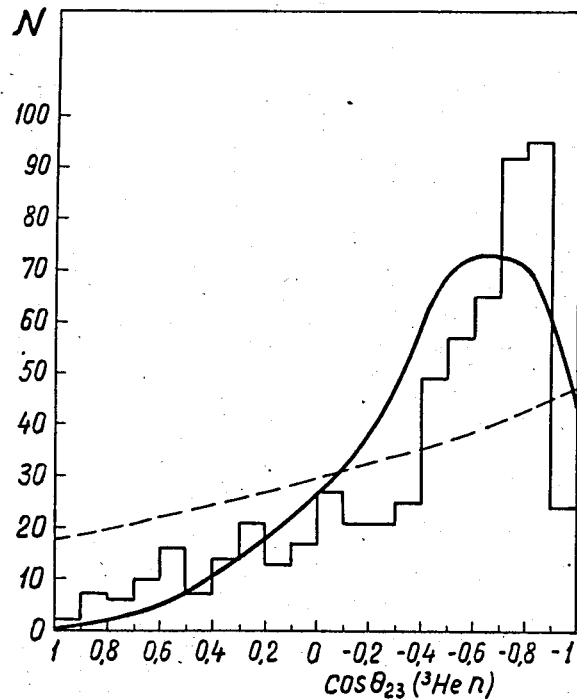
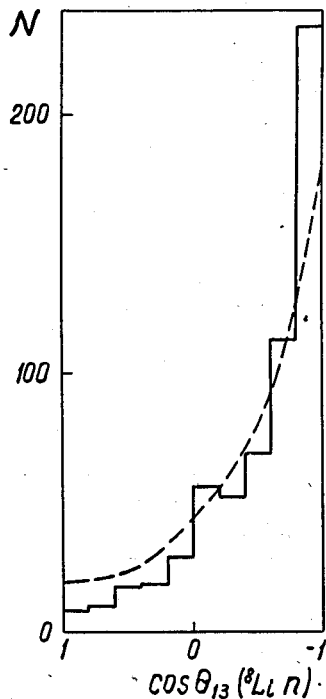
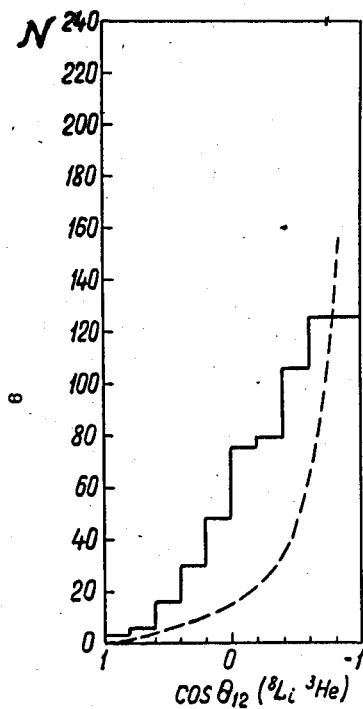


Рис. 3. Распределения по углам между вторичными частицами от реакции $\pi^- + {}^{12}\text{C} \rightarrow {}^6\text{Li} + {}^3\text{He} + n$. Гистограмма - эксперимент. Сплошная кривая - теоретический расчет. Пунктирная кривая - фазовый объем.

Л и т е р а т у р а

1. Ю.А. Батусов, С.А. Бунятов, В.М. Сидоров, В.А. Ярба. *Phys. Lett.* 22, 487, 1966.
2. Ю.А. Батусов, С.А. Бунятов, В.М. Сидоров, В.А. Ярба. *ЯФ*, 7, 28, 1968.
3. Ю.А. Батусов, С.А. Бунятов, В.М. Сидоров, В.А. Ярба. *ЯФ*, 6, 1149, 1967.
4. Ю.А. Батусов, С.А. Бунятов, В.М. Сидоров, В.А. Ярба. *ЯФ*, 6, 1151, 1967.
5. И.С. Шапиро, В.М. Колыбасов. *ЖЭТФ*, 44, 270, 1963.
6. Н.С. Зеленская, Ю.Ф. Смирнов, Н.П. Юдин. *Изв. АН СССР, сер. физич.*, 29, 186, 1965.
7. Н.С. Зеленская, Н. Эль-Нагар, В.А. Ярба. *ЯФ*, 7, 515, 1968.
8. А.Т. Варфоломеев. *ЖЭТФ*, 42, 713, 1962; *Труды ФИАН*, 22, 101, 1964.