

3306

Экз. чит. зала

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P1 - 3306



Ю.А. Батусов, С.А. Бунятов, В.М. Сидоров, .  
В.А. Ярба

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

ЗАХВАТ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ  $\pi$ -МЕЗОНОВ ЯДРАМИ  
УГЛЕРОДА И ТЕТРАНЕЙТРОН

1967.

**P1 - 3306**

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

**ЗАХВАТ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ  $\pi$ -МЕЗОНОВ ЯДРАМИ  
УГЛЕРОДА И ТЕТРАНЕЙТРОН**

Вопрос о существовании связанной системы четырех нейтронов (тетранейтрона -  $n^4$ ) рассматривался в различных работах. Результаты анализа свойств легчайших ядер суммированы в обзоре <sup>/1/</sup>. С теоретической точки зрения не исключена возможность существования ядерностабильного ядра  $n^4$ , хотя вероятность его существование, по-видимому, мала. В ряде экспериментов <sup>/2-8/</sup> велись поиски реакций с образованием тетранейтрона, но ни в одном из них это ядро не было обнаружено. В работе <sup>/7/</sup> изучался энергетический спектр ядер  $He^3$  при захвате  $\pi^-$ -мезонов ядрами  $Li^7$ . Получено, что верхняя граница вероятности образования тетранейтрона в реакции



не превышает величины

$$R = \frac{\pi^- + Li^7 \rightarrow He^3 + n^4}{\text{все реакции}} < 5 \cdot 10^{-4}$$

Из работ <sup>/9,10/</sup>, в которых обнаружено ядро  $He^3$  и измерена его масса, следует, что энергия связи тетранейтрона не должна превышать нескольких Мэв.

В настоящей работе сообщается о поисках тетранейтрона в реакции  $\pi^- + C^{12} \rightarrow He^3 + n^4$ . Эксперимент выполнен с помощью фотоэмульсии типа НИКФИ - БР. Поставка эксперимента описана в работе <sup>/11/</sup>. При просмотре ядерных фотоэмульсий, облученных медленными  $\pi^-$ -мезонами, зарегистрировано 18283 события с Т-образными следами от захвата  $\pi^-$ -мезонов ядрами фотоэмульсии. Такое число событий соответствует  $\sim 10^7$  остановкам

$\pi^-$ -мезонов в фотоэмульсии /12/. Характерный Т-образный след с одним следом электрона или позитрона в фотоэмульсии могут давать только ядра  $Li^8$  и  $B^8$ . Выход их из тяжелых ядер, по-видимому, мал из-за большого кулоновского барьера /12/.

Среди зарегистрированных 18283  $\sigma$ -звезд 63 события имели только Т-образный след и 33 события - дополнительно ядро отдачи, т.е. след с длиной меньше 5 мкм. Из кинематики реакции (1) следует, что пробег ядер  $B^8$  в фотоэмульсии должен равняться 37 мкм в предположении, что энергия связи тетранейтрона равна нулю. На рис. 1а показано распределение длин Т-образных следов в однолучевых событиях без ядер отдачи. В районе  $(37 \pm 5)$  мкм находится 3 события, однако распределение фоновых событий неизвестно. На рис. 1б представлено аналогичное распределение по пробегам в однолучевых событиях с ядрами отдачи (33 события), которые, по-видимому, принадлежат, в основном, тяжелым ядрам. Из этого рисунка видно, что в соответствующем интервале имеется 2 случая. Если учесть, что с ядрами отдачи зарегистрировано примерно в два раза меньше событий, то видно, что мы не можем выделить случаев, относящихся к реакции (1). Аналогично работе /11/ можно найти, что общее число захватов  $\pi^-$ -мезонов ядрами углерода в нашем случае равно примерно  $1,7 \cdot 10^6$ , а относительная вероятность реакции с образованием тетранейтрона при захвате  $\pi^-$ -мезонов ядрами углерода с достоверностью 80% не превышает величины

$$R_1 = \frac{\pi^- + C^{12} + B^8 + n^4}{\text{все реакции}} < 2,6 \cdot 10^{-6}$$

Весьма важно исследовать вопрос о существовании возбужденных состояний тетранейтрона, которые представляются более вероятными /1,13/. В спектре пробегов, представленном на рис. 1а, виден максимум в интервале  $(5 + 15)$  мкм, который мог бы соответствовать возбужденному состоянию тетранейтрона с энергией в интервале  $(70 + 43)$  Мэв. Однако известно, что распределение по длинам Т-образных следов для событий другого типа /11,12/ также имеет максимум в этом интервале. Поэтому наблюдаемый нами максимум в пробеге для однолучевых событий может быть связан с испусканием ядер  $Li^8$  и  $B^8$ .

в других реакциях как на тяжелых, так и на легких ядрах. Для выяснения этого вопроса необходимы более детальные исследования этой реакции на мишени из чистого углерода. Весьма полезно было бы и облучение эмульсий в сильном постоянном магнитном поле для отделения ядер  $Li^6$  и  $B^6$  по кривизне электрона или позитрона соответственно.

В работе /11/ получено, что двухчастичные реакции от захвата  $\pi^-$ -мезонов легкими ядрами маловероятны, что является следствием механизма прямого захвата  $\pi^-$ -мезонов группой нуклонов в ядре. Это затрудняет поиски тетранейтрона в таких реакциях.

Представляется весьма интересным поиск тетранейтрона в трехчастичных реакциях, например  $\pi^- + O^{16} \rightarrow B^8 + He^4 + n^4$ .

### Л и т е р а т у р а

1. А.И.Базь, В.И.Гольданский, Я.Б.Зельдович. УФН, 85, 445 (1985).
2. J. Schiff, R. Vandenbosch. Phys. Lett., 5, 292 (1963).
3. O.D. Brill, N.I. Venkov, A.A. Euraschov, A.A. Oglobin, V.M. Pankratov, V.P. Rudakov. Phys. Lett., 12, 51 (1964).
4. S. Cierjacks, G. Markus, W. Michaelis, W. Ponitz. Phys. Rev., 137, B 345 (1965).
5. R.E.P. Davis, A. Beretras, N.E. Booth, C. Dolnic, R.I. Esterling, R.E. Hill, M. Raymond, D. Sherden. Bull. Am. Phys. Soc., 9, 627 (1964).
6. L. Gilly, M. Jean, R. Meunjer, M. Spighel, J.P. Stroot, P. Duteil. Phys. Lett., 19, 335 (1965).
7. R.C. Cohen, A.D. Kanaris, S. Margulis, T.L. Rosen. Phys. Lett., 16, 292 (1965).
8. В.Р.Бурмистров, Б.Г.Киселев, В.А.Шилин, В.Л.Кочетков. ЯФ, 4, 332 (1986).
9. Yu. A. Batusov, S.A. Buniyatov, V.M. Sidorov, V.A. Yarba. Phys. Lett., 22, 487 (1966).
10. J. Gemy, S.M. Cospser, C.W. Butler, R.H. Pehl, E.S. Goulding, D.A. Landis and C.De' traz. Phys. Rev. Lett., 16, 468 (1966).
11. Ю.А.Батусов, С.А.Буниятов, В.М.Сидоров, В.А.Ярба. Препринт ОИЯИ, P1-3305, Дубна, 1987; Ядерная физика (в печати).

12. A. Alumkal, A.G. Barkow, C. Kane, R.E. McDaniel, Z.O'Friel.

Nuovo Cim., 17, 316 (1960).

13. Н.А.Власов, Л.Н.Самойлов. Атомная энергия, 17, 3 (1964).

Рукопись поступила в издательский отдел  
26 апреля 1967 года.

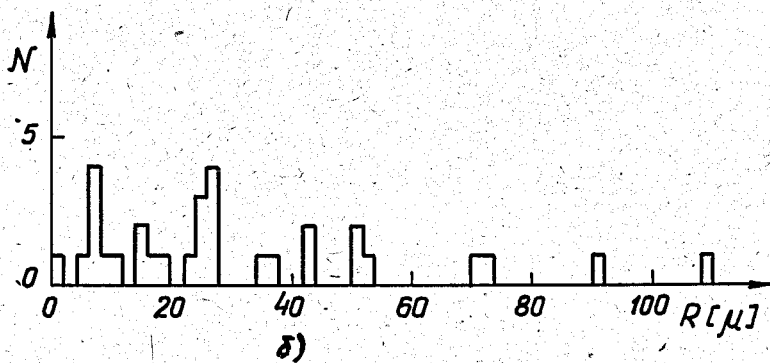
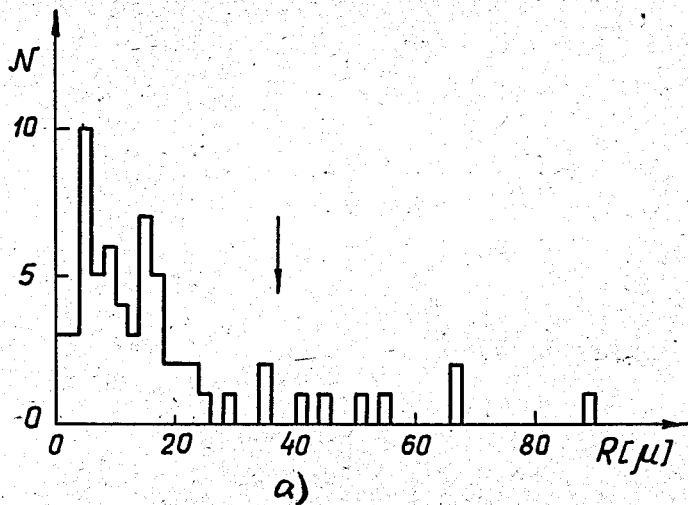


Рис. 1. Распределение однолучевых событий по длинам Т-образных следов.

а) без ядер отдачи,

б) с ядрами отдачи.