

## ИСПУСКАНИЕ КОНВЕРСИОННЫХ МЮОНОВ ПРИ БЕЗРАДИАЦИОННОМ ДЕЛЕНИИ ЯДЕР УРАНА МЮОНАМИ

Г.Е.Беловицкий, Ю.А.Батусов<sup>1)</sup>, Л.В.Сузов

Получено прямое экспериментальное доказательство существования явления конверсии мюонов при безрадиационном делении ядер урана. Выполнены оценки некоторых его количественных характеристик.

В [1] была рассмотрена возможность деления тяжелых ядер мюонами за счет энергии, высвобождаемой при безрадиационных мезоатомных переходах. При таком способе деления ("мгновенное деление") мюон остается на одном из осколков деления и затем либо поглощается осколками, либо за счет механизма внутренней конверсии сбрасывается в непрерывный спектр.

В [2] было предпринято экспериментальное обнаружение конверсионных мюонов. В фотоэмульсии, загруженной ядрами урана и облученной медленными мюонами, наблюдалось 738 делений  $^{238}\text{U}$ . Среди них не было обнаружено ни одного случая конверсии мюона, тогда как согласно [1] должно было наблюдаться около 8 случаев конверсии. Этот результат указывал только на то, что вероятность конверсии, полученная в [1], является завышенной. Вопрос о существовании процесса конверсии мюонов остался открытым.

В последние годы в ОИЯИ были получены более интенсивные пучки мюонов. Это сделало целесообразным повторение опытов по прямому обнаружению процесса конверсии мюонов. Ниже приводятся предварительные результаты этих опытов.

Фотоэмульсии НИКФИ-К, толщиной 200  $\mu\text{м}$ , загруженные ядрами урана, облучались в течение 4-х часов пучком медленных мюонов в ЛЯП ОИЯИ. (Примесь  $\pi^-$  в пучке мюонов  $\sim 1\%$ ).

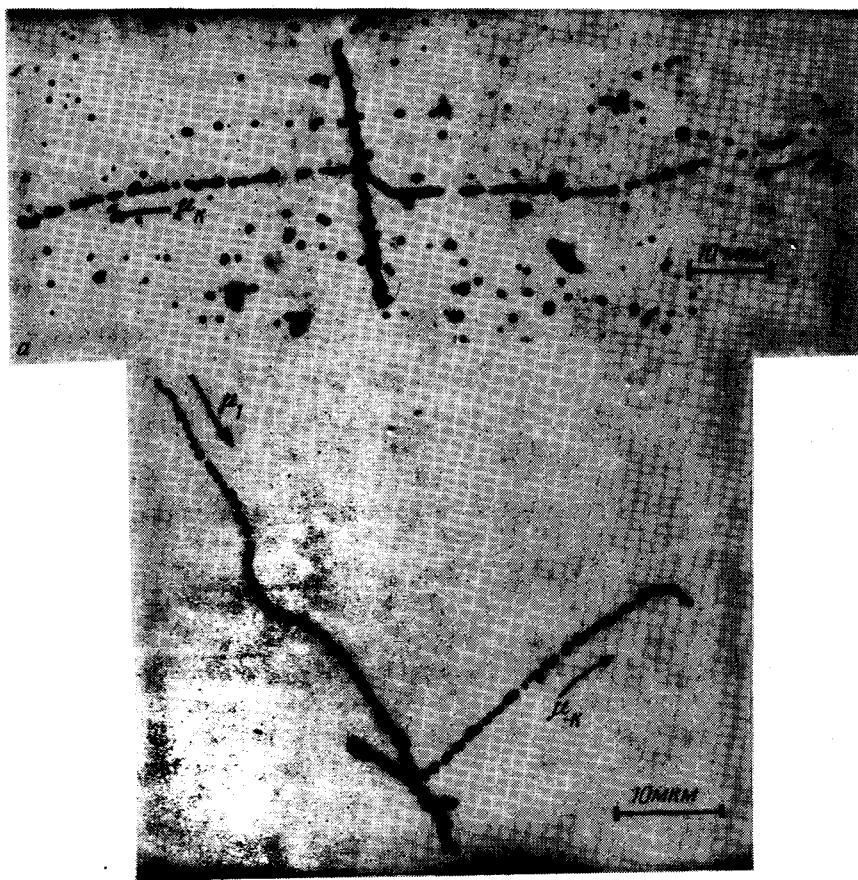
Просмотр фотоэмульсий производился под микроскопом при общем увеличении  $900\times$  ( $60 \times 1,5 \times 10 \times$ ). Исследовались деления мюонами, сопровождаемые вылетом третьей однократно заряженной частицей, с пробегом более 5  $\mu\text{м}$ . Отбор следов конверсионных мюонов производился посредством измерения ионизации, рассеяния, а также использования кинематики упругих соударений.

Выявление конверсионных мюонов с энергией более 1,5  $\text{Мэв}$  осложнялось делениями пионами, сопровождаемыми испусканием быстрого протона [3], а выявление мюонов с энергией менее 0,4  $\text{Мэв}$ , ядрами отдачи (H, C, N, O), образующимися при движении осколка в фотоэмульсии.

В силу ограниченной точности измерений углов и пробегов, следы с длиной меньшей 5  $\mu\text{м}$  (энергия мюона менее 0,2  $\text{Мэв}$ ) не анализировались.

<sup>1)</sup> Лаборатория ядерных проблем ОИЯИ.

Среди  $\sim 10^4$  делений ядер урана мюонами идентифицировано 16 случаев делений, сопровождаемых испусканием конверсионных мюонов (из них 12 достоверных и 4 вероятных).



Микрофотографии деления ядер урана медленными  $\mu$ -мезонами ( $M_1$ ), сопровождаемых испусканием конверсионных мезонов ( $M_2$ )

Микрофотографии двух достоверных случаев приведены на рисунке. Эти конверсионные мюоны испускаются из точки деления (за время меньшее  $10^{-13}$  сек) и останавливаются в фотозумльсии. Их пробеги 29 и 34  $\mu\text{м}$ , а энергия (в ЛСК) 0,73 и 0,80 Мэв соответственно. Энергия остальных мюонов конверсии, испускаемых из точки деления, лежит в пределах  $0,30 \pm 2,0$  Мэв. Энергия шести мюонов, испущенных из движущихся осколков меньше и лежит в пределах  $0,2 \div 0,4$  Мэв. Эти мезоны, за исключением одного, испускаются из легкого осколка за время  $(0,7 - 7,0) \cdot 10^{13}$  сек.

Грубая оценка (с точностью до множителя 3) вероятности испускания конверсионных мезонов  $W_k$  дает величину  $\sim 0,02$ , на один акт безрадиационного деления.

В [4] были выполнены расчеты вероятности конверсии в предположении, что захват мюона происходит равновероятно тяжелым и легким осколком. В этом случае  $W_k = 0,09$  (для E1-переходов), что заметно отличается от нашей оценки. Если принять, что мюон в  $\sim 90\%$  захватывается тяжелым осколком, тогда  $W_k = 0,023$ . Эта величина лучше согласуется с нашей оценкой и указывает на преимущественный захват мюона тяжелым осколком [5]. Несколько ранее конверсия мюонов наблюдалась менее прямым путем другой методикой в [6, 7], которая позволяет определить вероятность процесса конверсии только по порядку величины.

Для полного изучения судьбы мюона после безрадиационного деления необходимо существенно увеличить статистику числа случаев мюонов конверсии.

Это откроет возможность получения как новых качественных, так и количественных характеристик процесса конверсий мюонов.

Авторы выражают благодарность И.Я.Бариту и И.М.Франку за содействие в работе, В.С.Роганову и В.М.Сидорову за помощь при облучении фотопластинок, Л.Н.Колесниковой за помощь в измерениях.

Институт ядерных исследований  
Академии наук СССР

Поступила в редакцию  
21 апреля 1978 г.

### Литература

- [1] Д.Ф.Зарецкий. Труды Второй международной конференции по мирному использованию атомной энергии. Доклады советских ученых, 1, 462, 1959.
- [2] Г.Е.Беловицкий, Н.Т.Кашукеев, А. Михул, М.Г.Петрашку, Т.А.Романова, Ф.А.Тихомиров. ЖЭТФ, 38, 404, 1960.
- [3] Г.Е.Беловицкий, Т.А.Романова, Л.В.Сухов, И.М.Франк. ЖЭТФ, 28, 729, 1955; 29, 537, 1955.
- [4] И.Я.Барит, Г.Е.Беловицкий, Д.Ф.Зарецкий. Препринт ИЯИ, №0058, 1977.
- [5] Ф.Ф.Карпешин, М.Листенгартен, И.М.Банд, Л.А.Слив. Известия АН СССР, серия физическая, 40, 1164, 1976.
- [6] Gz.Canzorig, T.Kragulski, W.D.Kuznetsov, S.M.Polikanov, B.M.Sabirov. JINR E-15, 9365, 1976.
- [7] Gz.Canzorig, P.Hansen, T.Yohansson, B.Yonson, Y.Konig, T.Kragulski, W.D.Kuznetsov, L.Westgaard, S.M.Polikanov, G.Tibell. CERN/SEE 77-22-1977.