

СЗ46.4г

3-175

ЖЭТФ, 1967, т. 52, №1,  
с. 97-99

30/внт

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P - 2838



О.А. Займидорога, Р.М. Суляев,  
В.М. Цупко-Ситников

ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕНИ КАСКАДНОГО ПЕРЕХОДА  
 $\pi^-$  - МЕЗОНА В ГАЗООБРАЗНОМ ГЕЛИИ-3

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

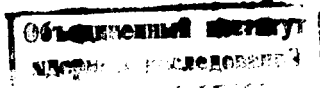
1966

P - 2838

О.А. Займидорога, Р.М. Суляев,  
В.М. Цушко-Ситников

ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕНИ КАСКАДНОГО ПЕРЕХОДА  
π<sup>-</sup> - МЕЗОНА В ГАЗООБРАЗНОМ ГЕЛИИ-3

Направлено в ЖЭТФ



УЧОУ/1, иф

Интервал времени между захватом отрицательных пионов атомами и их поглощением ядром тесно связан с механизмом каскадного перехода. Экспериментальному исследованию этого интервала времени (времени каскадного перехода пионов в жидком гелии) посвящено несколько работ <sup>/1-3/</sup>. В них показано, что время каскадного перехода  $\pi^-$ -мезонов в жидком гелии на два порядка больше, чем предсказывается на основе механизма, предложенного Деєм <sup>/4,5/</sup>. Дей исходил из доминирующей роли эффекта Штарка при столкновении заряженного мезоатома с атомами среды, приводящего к быстрым переходам между подуровнями с разными орбитальными квантовыми числами. В работах <sup>/2,3/</sup> показано, что экспериментальный результат можно качественно согласовать с теоретическими оценками, если ограничиться только предположением, что каскадные переходы обусловлены внешним оже-эффектом и радиационными переходами.

Для дальнейшего изучения механизма каскадного перехода в гелии представляет интерес измерение времени перехода в газообразном гелии.

Время каскадного перехода  $T_{\pi}(\beta_A)$  определяется как среднее время, которое затрачивает мезон, имеющий скорость  $\beta_A$ , сравнимую со скоростью орбитальных электронов (0,02-0,03), пребывая на атомных орбитах до ядерного поглощения. Имеет место следующее соотношение:

$$T_{\pi}(\beta_A) = r \frac{N_d}{N_t}$$

Здесь  $N_d$  - число распадов пиона на атомных орбитах;

$N_t$  - полное число пионов, претерпевших каскадный процесс;

$r$  - время жизни пиона.

Для измерения времени каскадного перехода необходимо зарегистрировать распады  $\pi^-$ -мезонов, имеющих скорость  $\lesssim \beta_A$ .

В настоящем сообщении приводится результат измерения времени каскадного перехода  $\pi^-$ -мезонов в газообразном гелии-3.

Пучок медленных отрицательных пионов от синхротронного ОИЯИ останавливался в диффузионной камере, наполненной гелием-3 до давления 17,5 атм и помещенной в магнитное поле.

Постановка опыта и экспериментальный материал подробно описаны в работе /8/. Экспериментальный материал получен в двух экспозициях, различающихся величиной магнитного поля. В экспозиции I величина магнитного поля была 12000 эрстед, а в экспозиции II — 6000 эрстед. В этих экспозициях было зарегистрировано 9798 остановок  $\pi^-$ -мезонов. Была также проведена экспозиция камеры в пучке  $\pi^+$ -мезонов. В пучке отрицательных  $\pi^-$ -мезонов было зарегистрировано 455  $\pi_{\mu e}$ -распадов и 617  $\pi_{\mu}$ -распадов. Для получения числа распадов  $\pi^-$ -мезонов, имеющих скорость  $\leq \beta_A$ ,

были отобраны случаи распада, когда мюон испускался в заднюю полусферу. Такой отбор был применен для того, чтобы устранить кинематическую неоднозначность в определении скорости пиона, а также исключить вклад от рассеяния. Скорость пионов определялась по величине измеренного импульса и угла вылета мюона.

Импульсы мюонов измерялись по кривизне следа или по пробегу в том случае, когда мюоны останавливались в газе камеры. При измерении вводились следующие критерии отбора:

1. Длина следа мюона должна быть не менее 5 см в экспозиции I и 7 см в экспозиции II;
2. Угол наклона следа к плоскости, перпендикулярной направлению магнитного поля, не должен превышать  $30^\circ$ .

В результате измерения радиуса кривизны вводилась поправка на оптические искажения из-за косоугольного проектирования, а также учитывалась неравномерность магнитного поля в камере. Кроме этого, учитывалась поправка, связанная с торможением мюона в газе камеры. Эта поправка составила около 1,5% для импульсов 28–29 Мэв/с и 10% для импульса 16 Мэв/с. Величина дисперсии в определении импульсов была найдена путем измерения импульсов  $\mu^+$ -мезонов, испущенных остановившимися  $\pi^+$ -мезонами. Она оказалась равной 1,3 Мэв/с.

В соответствии с указанными выше критериями было отобрано и измерено 61 событие. На рис. 1 представлены результаты измерения импульсов мюонов ( $P_\mu$ ) в зависимости от угла вылета ( $\theta_{\pi\mu}$ ). Плавными кривыми показаны результаты кинематического расчета функций  $P_\mu(\theta)$  в зависимости от скорости пионов в момент распада.

Из этих результатов следует, что в области  $\beta < 0,03$  зарегистрировано 9 случаев  $\pi_{\mu}$ -распада. В это число из-за неточности измерений могли попасть случаи распада пионов, скорость которых превышает  $\beta_A$ . Для оценки вклада таких случаев была рассчитана ожидаемая зависимость числа распадов пионов на лету от скорости с учетом тормозных потерь и ошибок измерения. Рассчитанная зависимость вместе с экспериментальными результатами приведена на рис. 2. Как видно из этого рисунка, искомый вклад мал и не превышает 2 случаев. Таким образом, за количество случаев распада

пионов, имеющих скорость  $< 0,03$ , была принята величина  $7 \pm 2$ . В окончательный результат была введена поправка, учитывающая эффективность отбора по выбранным критериям. Она была рассчитана методом случайных испытаний по измеренной топографии остановок мезонов и оказалась равной  $0,26 \pm 0,02$ .

Время каскадного перехода получено равным

$$T_{\pi} = (1,4 \pm 0,7) 10^{-10} \text{ сек.}$$

Эта величина оказалась примерно на два порядка больше предсказанной Деем<sup>/4,5/</sup>, что свидетельствует о несущественной роли штарк-эффекта в процессе каскадного перехода пионов в газообразном гелии-3.

Полученную величину можно сравнить также с результатом аналогичного измерения в жидком гелии ( $\text{He}^4$ ), где  $T_{\pi} = (3,19 \pm 0,23) 10^{-10} \text{ сек}^{/3/}$ , а плотность среды отличается примерно в 40 раз. Видно, что оба результата в пределах ошибок совпадают друг с другом. Поскольку нет оснований предполагать, что процессы каскадного перехода пионов в изотопах гелия заметно различаются, то полученный результат означает, что время каскадного перехода в гелии не зависит от плотности среды.

Авторы благодарны Ю.А. Шербакову, М.М. Кулюкину, И.В. Фаломкину, С.С. Герштейну и Л.И. Пономареву за обсуждение результата.

#### Л и т е р а т у р а

1. M.M. Block, T. Kikuchi, D. Koetke, J. Kopelman, C.R. Sun, R. Walker, G. Culligan, V.L. Telegdi, R. Winston. *Phys. Rev. Letters*, 11, 301 (1963).
2. J.V. Fetkovich, E.G. Pewitt. *Phys. Rev. Letters*, 11, 290 (1965).
3. M.M. Block, J.V. Kopelman, C.R. Sun, *Phys. Rev.*, 140, B 143 (1965).
4. T.V. Day. *Nuovo Cimento*, 18, 381 (1960).
5. T.V. Day, G.A. Snow. *Phys. Rev. Letters*, 5, 112 (1960).
6. О.А. Займидорога, М.М. Кулюкин, Р.М. Суляев, И.В. Фаломкин, А.И. Филиппов, В.М. Цупко-Ситников, Ю.А. Шербаков. *ЖЭТФ*, 48, 1267 (1965).

Рукопись поступила в издательский отдел  
1 августа 1966 г.

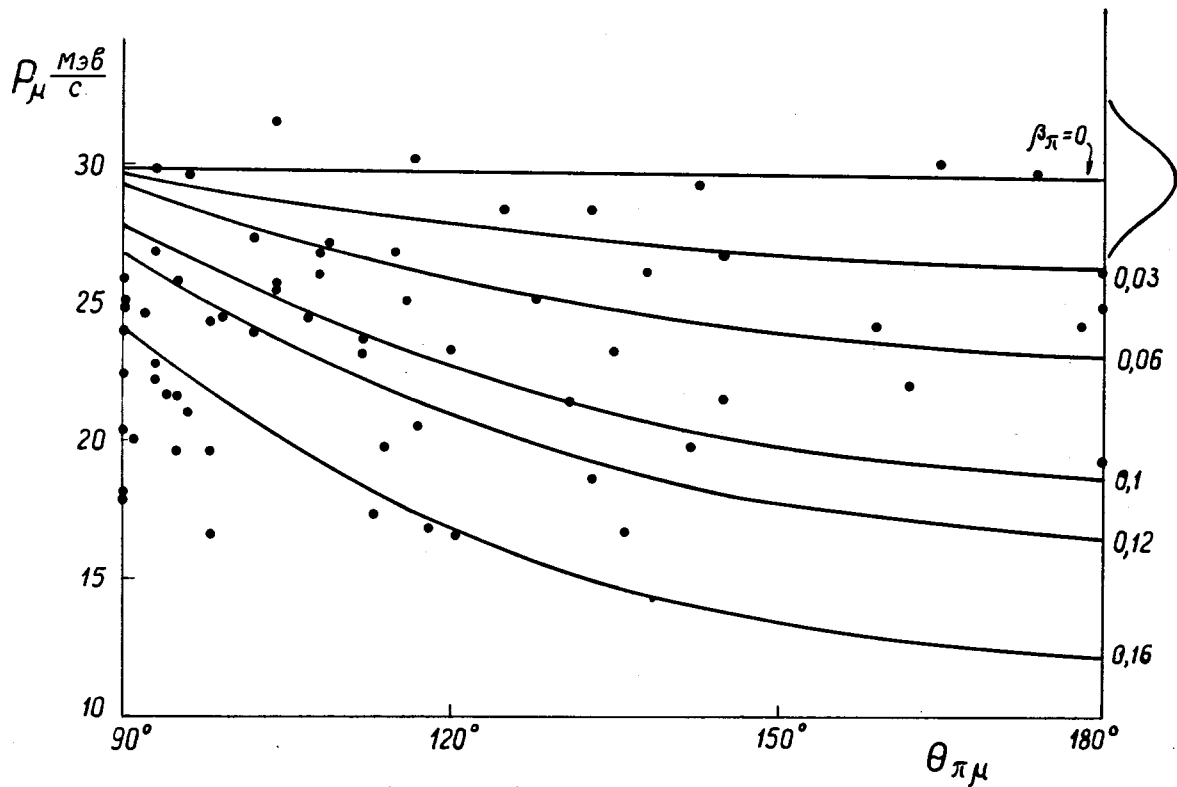


Рис. 1. Результат измерения импульсов мюонов от  $\pi\mu$ -распада в зависимости от угла вылета  $\theta_{\pi\mu}$ . Плавными кривыми показаны результаты кинематического расчета функции  $P_{\mu}(\theta)$  в зависимости от скорости пиона. Кривая Гаусса нормирована на число событий с  $P_{\mu} > 27$  МэВ/с с дисперсией 1,3 МэВ/с.

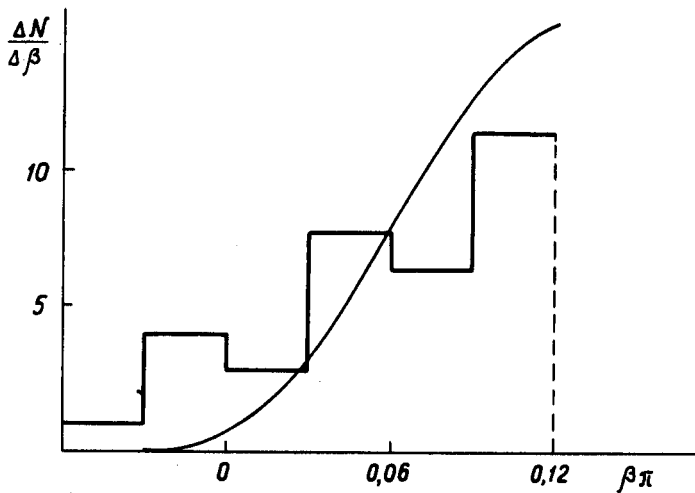


Рис. 2. Гистограмма  $\mu$ -распадов на интервал скорости пиона. Плавной кривой дана рассчитанная зависимость с учетом тормозных потерь и дисперсии измерений.