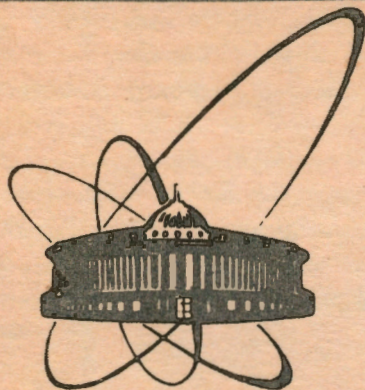


92-312



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

P15-92-312 *e*

В.Г. Зинов

ВРЕМЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ
МНОГОЦИКЛОВЫХ СОБЫТИЙ МЮ-КАТАЛИЗА

Направлено в журнал "Muon Catalyzed Fusion"

1992

Известные из литературы [1] временные распределения событий ядерных реакций синтеза, инициированных мюоном в смеси изотопов водорода, конечно, правильно описывают усредненную картину происходящих явлений. Усреднение в неявной форме происходит по событиям, инициированным многими мюонами, и приводит к их экспоненциальным зависимостям. Для событий, инициированных индивидуальным мюоном, картина совсем другая. Наиболее наглядна и очевидна она для случая смеси дейтерия и трития при плотности жидкого водорода, где скорости образования мезомолекул и ядерных реакций намного больше скорости распада мюона. Рассмотрим несколько вариантов. Конкретно будем говорить о временном распределении нейтронов от реакции



Пусть мюон не распадается (скорость распада $\lambda_0 = 0$) и не прилипает к гелию в результате ядерной реакции а) (коэффициент прилипания $\omega = 0$). Тогда после остановки мюона в смеси дейтерия и трития начнется равномерное испускание нейтронов, а их временное распределение в каждом индивидуальном акте T_n будет представляться прямоугольной ступенькой (рис. 1).

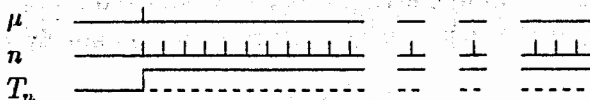


Рис. 1

Если просуммировать результаты по всем мюонам, то вид временного распределения не изменится : оно останется прямоугольным. Высота ступеньки (скорость испускания нейтронов на единицу временного интервала) будет равна скорости цикла реакции λ_c по каналу б).

Пусть мюон распадается, но не прилипает к гелию ($\lambda_0 \neq 0$; $\omega = 0$). Тогда после остановки мюона в мишени начнется равномерное испускание нейтронов и будет продолжаться до момента вылета электрона распада. Таким образом, временное распределение нейтронов будет иметь вид прямоугольника переменной длины (рис. 2).

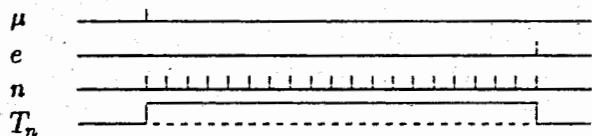


Рис. 2

Однако если и здесь просуммировать результаты по всем мюонам, то получим, что временное распределение всех вылетающих нейтронов (сумма прямоугольников переменной длины) будет уже экспоненциальным

$$T_n = \lambda_c e^{-\lambda_0 t} \quad (1)$$

Эффективное время испускания нейтронов равно $1/\lambda_0$.

Пусть мюон прилипает к гелию, но не распадается ($\lambda_0 = 0$; $\omega \neq 0$). Тогда после остановки мюона в мишени начнется равномерное испускание нейтронов и будет продолжаться до момента его прилипания, после чего испускание электронов прекратится. Таким образом, и здесь временное распределение нейтронов T_n будет прямоугольным (рис. 3).

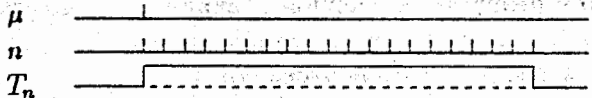


Рис. 3

Если снова просуммировать результаты по всем мюонам, то опять получим, что временное распределение всех нейтронов будет экспоненциальным:

$$T_n = \lambda_c e^{-\omega \lambda_c t} \quad (2)$$

Эффективное время испускания нейтронов равно $1/\omega \lambda_c$.

Для дальнейшего рассмотрения необходимо отметить, что физически процессы катализа ядерных реакций синтеза и распада мюона, практически, никак между собой не связаны.

Теперь пусть мюон и распадается и прилипает к гелию ($\lambda_0 \neq 0$; $\omega \neq 0$). В этом случае будет два варианта: испускание нейтронов прекратится, т.к. мюон распался или - прилип к гелию ("а" и "б" на рис. 4).

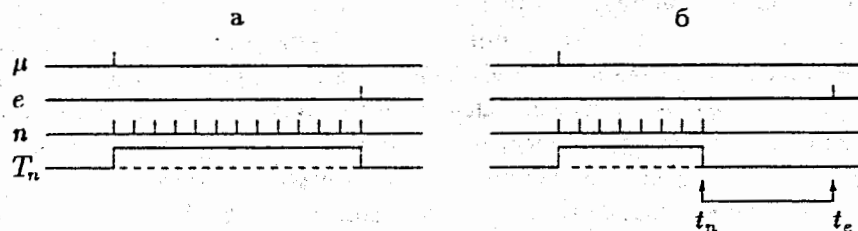


Рис. 4

Если по-прежнему просуммировать результаты по всем мюонам, то временное распределение всех нейтронов будет:

$$T_n = \lambda_c e^{-\lambda t} \quad (3)$$

где $\lambda = \lambda_0 + \omega \lambda_c$. Эффективное время испускания нейтронов равно $1/\lambda$.

Это распределение отражает сложившуюся в мю-катализе практику представления результатов: все временные интервалы отсчитываются от момента остановки мюона. В этом случае фактически не интересуются причиной прекращения процесса вылета нейтронов: прилип ли мюон или распался. Но ведь это не так, причина в определенных условиях известна (интервал $(t_n - t_e)$ на рис. 4 б: мюон прилип, но еще не распался). Чтобы это учесть, попробуем сменить точку отсчета: время вылета нейтронов отсчитывать не от момента остановки мюона, а от момента вылета электрона. В этом случае временное распределение всех нейтронов от момента их вылета до момента вылета электрона распада будет:

$$T_n = \frac{\lambda_c \lambda_0}{\lambda} e^{-\lambda_0 t} \quad (4)$$

Ничего нового. Однако распределение временных интервалов от момента вылета последнего нейтрона до момента вылета электрона ($t_e - t_n$) отличается кардинально от всех предыдущих выражений:

$$T_n = \frac{\lambda_c \lambda_0}{\lambda} \left\{ (1 - \omega) e^{-(\lambda_0 + \lambda_c) t} + \omega e^{-\lambda_0 t} \right\} \quad (5)$$

Здесь первый член отражает временное распределение тех событий, в которых испускание нейтронов прекратилось из-за распада мюона, второй — из-за прилипания мюона к гелию.

Таким образом, если мы не знаем или не интересуемся причиной прекращения процесса испускания нейтронов, то показатель экспоненты

их временного распределения содержит сумму двух членов. Если мы учитываем информацию о причине прекращения процесса, то само временное распределение последнего нейтрона состоит из суммы двух членов. Это сильно упрощает процедуру измерения коэффициента прилипания мюона к гелию при высокой плотности смеси дейтерия и трития.

В заключение выражаю глубокую благодарность В.В. Фильченкову, В.В. Маркушину, Л.И. Пономареву, А.Д. Конину, С.В. Медведю за помощь в работе и дружеские стимулирующие дискуссии.

Литература

[1] Меньшиков Л.И., Сомов Л.Н., Файфман М.П. // ЖЭТФ, 1988, т.94(4), с.6.

Рукопись поступила в издательский отдел

17 июля 1992 года.

Зинов В.Г.

P15-92-312

Временное распределение
многоцикловых событий мю-катализа

В работе обращается внимание на то, что временное распределение многоцикловых событий ядерных реакций синтеза, инициированных индивидуальным мюоном в смеси изотопов водорода, существенно отличается от временного распределения тех же событий, полученного после суммирования результата по многим мюонам.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1992

Перевод автора

Zinov V.G.

P15-92-312

Time Distribution of Multicycle
Mu-Catalyzed Events

The paper draws attention to the fact that the time distribution of multicycle nuclear fusion events, initiated by an individual muon in a mixture of hydrogen isotopes, essentially differs from the time distribution of the same events obtained after summation of the result over many muons.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1992