

УДК 539.107.48 + 521.039

Исследование пространственного распределения $d-d$ -нейтронов

ВИКТОРОВ Д. В., ЦУЛАЯ Т. С.

В работе исследовано зависящее от угла вылета пространственное распределение нейтронов, испускаемых в результате реакции $D(d, n)^3\text{He}$.

Удельный флюенс нейтронов f от круглой мишени-диска (радиуса R) в облучаемую точку ($l \cos \alpha, l \sin \alpha, L$) пространства представлен в виде

$$f(\gamma, l, \alpha, L) = (1/2a_0\pi R^2) (I_0 + a_1 I_1 + a_2 I_2), \quad (1)$$

где

$$\left. \begin{aligned} I_0 &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^1 K(\vartheta, \theta) \frac{x dx d\omega}{\rho_0^2}; \\ I_1 &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^1 K(\vartheta, \theta) \cos^2 \theta \frac{x dx d\omega}{\rho_0^2}, \\ I_2 &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^1 K(\vartheta, \theta) \cos^4 \theta \frac{x dx d\omega}{\rho_0^2} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

и использованы безразмерные обозначения

$$r = Rx; \quad \rho = R\rho_0; \quad l = Rl_0; \quad L = RL_0. \quad (3)$$

Здесь a_0 — нормирующий множитель; ρ — расстояние от точки мишени ($r \cos \omega, r \sin \omega, 0$) до облучаемой точки; r и ω — полярные координаты в плоскости мишени, а ось падающего на мишень параллельного пучка дейтронов лежит в плоскости xoz и составляет угол γ с осью oz ; ϑ и θ — углы падения дейтронов соответственно в лабораторной системе и системе центра инерции [1]:

$$\left. \begin{aligned} \cos \vartheta &= \frac{1}{\rho} (l \cos \alpha \cos \gamma + L \sin \gamma - r \cos \gamma \cos \omega); \\ \rho^2 &= r^2 + l^2 - 2rl \cos(\omega - \alpha) + L^2; \\ \cos \theta &= -\delta \sin^2 \vartheta + \cos \vartheta \sqrt{1 - \delta^2 \sin^2 \vartheta}; \\ K(\vartheta, \theta) &= \frac{d \cos \theta}{d \cos \vartheta} = 2\delta \cos \vartheta + \frac{1 - \delta^2 (1 - 2 \cos^2 \vartheta)}{\sqrt{1 - \delta^2 \sin^2 \vartheta}}; \\ \delta^2 &= \frac{m_n/m_{^3\text{He}}}{1 + 2Q/E} < 1; \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

m_n и $m_{^3\text{He}}$ — массы нейтрона и ^3He ; E — кинетическая энергия дейтрона в лабораторной системе; Q — энергия, выделяющаяся в реакции.

В результате разложения в ряды по малому параметру δ выведены формулы для вычисления удельного потока (1) с вычислительной погрешностью, не превышающей 0,1%.

Разработанная программа на языке автокода «Инженер» (АКИ) и выполнена серия расчетов на ЭВМ «Минск-2». Для иллюстрации предлагаемой методики при $E = 0,206$ МэВ ($a_1 = 1,27$; $a_2 = 0,26$ [2]) и $R = 0,7$ см в зависимости f от параметров γ, l, α, L построены графики, на которых наблюдается резко выраженная анизотропия в пространственном распределении нейтронов.

Для сопоставления теории с экспериментом определены средний по объему детектора удельный флюенс нейтронов

$$\bar{f} = \frac{1}{V} \int \int \int f dV. \quad (5)$$

Экспериментальные значения \bar{f} находились активационным методом на малом расстоянии от мишени нейтронного генератора. При этом использовались реакции $^{111}\text{Cd}(n, n')^{111m}\text{Cd}$ и $^{31}\text{P}(n, p)^{31}\text{Si}$. Ускоренные до 0,180 МэВ дейтроны попадали на мишень под углом $\gamma = 35^\circ$. Облучаемые детекторы-пятачки (из металлического кадмия и пластмассовых сцинтилляторов с диспергированным в них фосфорнокислым кальцием) располагались соосно с мишенью и параллельно ее плоскости. Энергия нейтронов составляла 2,76 МэВ. В первой реакции источником нейтронов служила стандартная титановая мишень, а во второй — набивная медная.

Значения \bar{f} , найденные из опытов, оказались в достаточно хорошем согласии с расчетными.

(№ 899/6906. Поступила в Редакцию 20/1 1976 г. Полный текст 0,65 а. л., рис. 5, табл. 3, список литературы 12 наименований).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шифф Л. Квантовая механика. М., Изд-во иностр. лит., 1959.
2. Броли Дж., Фаулер Дж. В сб.: Физика быстрых нейтронов. Ч. 1. М., Госатомиздат, 1963, с. 20.