

6
Г-61 83
° 551



Б.М. Головин, Р.Я. Зилькарнеев, В.И. Никаноров,
В.И. Сатаров

Р - 551

ВЕКТОРНАЯ ПОЛЯРИЗАЦИЯ ДЕЙТРОНОВ ПРИ УПРУГОМ
НУКЛОН-ДЕЙТРОННОМ РАССЕЯНИИ

Д у б н а 1960

Б.М. Головин, Р.Я. Зилькарнеев, В.И. Никаноров,
В.И. Сатаров

P - 551

ВЕКТОРНАЯ ПОЛЯРИЗАЦИЯ ДЕЙТРОНОВ ПРИ УПРУГОМ
НУКЛОН-ДЕЙТРОННОМ РАССЕЯНИИ

721/5 кр.

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

В настоящей работе производится в импульсном приближении вычисление векторной поляризации дейтронов, возникающей при упругом столкновении нуклонов с дейтронами.

В соответствии с импульсным приближением матрицу упругого $N-d$ рассеяния можно записать в виде:

$$M = \frac{4\pi\hbar^2}{m} S^{\frac{1}{2}}(\Delta\vec{k}) T_{23}(M_{12} + M_{13}) T_{23} \quad (1/)$$

Здесь m - масса нуклона;

$$S^{\frac{1}{2}}(\Delta\vec{k}) = \int e^{-\frac{i(\vec{k} - \vec{k}') \cdot \vec{z}}{2}} \left| \Phi_0(|\vec{z}|) \right|^2 d\vec{z} \quad \text{квадратный корень из стикинг-фактора,} \quad (2/)$$

в выражении которого \vec{k} и \vec{k}' начальный и конечный волновые векторы налетающего нуклона в системе центра масс,

$\Phi_0(|\vec{z}|)$ - волновая функция основного состояния дейтрона /вклад D -состояния не учитывается/;

$T_{23} = \frac{3 + \sigma_2 \sigma_3}{4}$ - проекционный оператор, учитывающий корреляцию спинов нуклонов в дейтроне.

Индекс 1 соответствует налетающему нуклону, индекс 2 - тождественному с ним нуклону дейтрона, индекс 3 - нетождественному.

M_{12} и M_{13} - антисимметризованные матрицы свободного упругого нуклон-нуклонного рассеяния, записываемые в виде:

$$M_{1i} = d_i + \beta_i (\vec{\sigma}_i \cdot \vec{n}) (\vec{\sigma}_i \cdot \vec{n}) + \gamma_i (\vec{\sigma}_i + \vec{\sigma}_i) \cdot \vec{n} + \delta_i (\vec{\sigma}_i \cdot \vec{m}) (\vec{\sigma}_i \cdot \vec{m}) + \varepsilon_i (\vec{\sigma}_i \cdot \vec{l}) (\vec{\sigma}_i \cdot \vec{l}), \quad (3/)$$

где

$$\vec{n} = \frac{\vec{k} \times \vec{k}'}{|\vec{k} \times \vec{k}'|}, \quad \vec{m} = \frac{\vec{k} - \vec{k}'}{|\vec{k} - \vec{k}'|}, \quad \vec{l} = \frac{\vec{k} + \vec{k}'}{|\vec{k} + \vec{k}'|}$$

Матрица плотности начального состояния, соответствующая случаю отсутствия поляризации у пучка и мишени, имеет следующий вид:

$$\rho = \frac{1}{24} (3 + \vec{\sigma}_2 \vec{\sigma}_3) = \frac{1}{6} T_{23}.$$

/4/

Исходя из выражения /1/, получим для среднего значения вектора спина дейтрона после столкновения формулу:

$$\langle \vec{S} \rangle = \frac{16}{9} \frac{1}{J_0(\vartheta)} S(\Delta \vec{k}) \text{Sp} [T_{23} (M_{12} + M_{13}) T_{23} \rho T_{23} (M_{12}^+ + M_{13}^+) T_{23} \frac{\vec{\sigma}_2 + \vec{\sigma}_3}{2}], \quad /5/$$

где $J_0(\vartheta)$ дифференциальное сечение упругого рассеяния неполяризованных нуклонов на дейтронах. После вычисления шпура в выражении /5/ приходим к следующему результату:

$$\langle \vec{S} \rangle = \frac{16}{9} \cdot \frac{4}{3} \frac{S(\Delta \vec{k})}{J_0(\vartheta)} \vec{n} \left\{ \text{Re}(\alpha_2 + \beta_2) \gamma_2^* + \text{Re}(\alpha_3 + \beta_3) \gamma_3^* + \right. \\ \left. + \text{Re}[(\alpha_3 + \beta_3) \gamma_2^* + (\alpha_2 + \beta_2) \gamma_3^*] \right\}. \quad /6/$$

Пользуясь изотопической инвариантностью, выразим коэффициенты матрицы рассеяния нетождественных нуклонов M_{13} через функции, соответствующие значениям полного изотопического спина системы двух нуклонов, равным 0 и 1:

$$\alpha_3 = \frac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_0), \quad \beta_3 = \frac{1}{2}(\beta_1 + \beta_0) \quad \text{и т.д.}$$

Здесь индексы 0 и 1 отвечают соответственным значениям изотопического спина.

Введем функции $a_1 = \alpha_1 + \beta_1$, $b_1 = \alpha_1 - \beta_1$, $c_1 = \delta_1 + \varepsilon_1$, $d_1 = \delta_1 - \varepsilon_1$, $e_1 = 2\gamma_1$, $a_0 = \alpha_0 + \beta_0$, $b_0 = \alpha_0 - \beta_0$, $c_0 = \delta_0 + \varepsilon_0$, $d_0 = \delta_0 - \varepsilon_0$, $e_0 = 2\gamma_0$.

На основании известных соотношений

$$\text{Re } a_i e_i^* = (I_0 P)_{pp}(\vartheta), \\ \text{Re } a_0 e_0^* = 2 \left[(I_0 P)_{np}(\vartheta) - (I_0 P)_{np}(\pi - \vartheta) \right] - (I_0 P)_{np}(\vartheta), \quad /7/$$

$$\text{Re } (a_i e_0^* + a_0 e_i^*) = 2 \left[(I_0 P)_{np}(\vartheta) + (I_0 P)_{np}(\pi - \vartheta) \right],$$

где $(I_0 P)_{pp}$ и $(I_0 P)_{np}$ поляризованные дифференциальные сечения упругого р-р и п-р рассеяния, равенство /6/ можно переписать в следующей форме:

$$M_0(\vartheta) \langle \vec{S} \rangle = \frac{16}{9} \frac{4}{3} S(\Delta k) \vec{n} \left[(I_0 P)_{pp} (\vartheta) + (I_0 P)_{np} (\vartheta) + \frac{1}{2} (I_0 P)_{np} (\pi - \vartheta) \right] \quad /8/$$

Наиболее простой вид формула /8/ имеет под углом, соответствующим углу 90° в системе центра масс двух нуклонов. В этом случае:

$$J_0 \langle \vec{S} \rangle = \frac{32}{9} S(\Delta k) (I_0 P)_{np} \vec{n}, \quad /9/$$

причем

$$(I_0 P)_{np} = \frac{1}{4} \operatorname{Re} a_0 e_{\pm}^*.$$

Из выражения /8/ видно, что величина $M_0(\vartheta) \langle \vec{S} \rangle$ определяется стикинг-фактором дейтрона и поляризованными сечениями р-р и п-р -рассеяния. Это позволяет, с одной стороны, находить стикинг-фактор из экспериментальных данных, не пользуясь какими-либо гипотезами о виде волновой функции основного состояния дейтрона $\Phi_0(|\vec{z}|)$, что представляет определенный интерес, так как обычно $S(\Delta k)$ находят из соотношения /2/. С другой стороны, можно получить предварительные сведения об угловой зависимости векторной поляризации дейтронов, выбрав определенный вид функции основного состояния. В качестве примера на основании существующих экспериментальных данных по упругому нуклон-нуклонному /1/ и нуклон-дейтронному рассеянию /2,3/ формула /8/ была использована нами для численного расчета поляризованного сечения и векторной поляризации дейтронов. Соответствующие кривые для энергии падающих нуклонов 95 Мэв и 315 Мэв даны на рис. 1 и рис. 2.

$\Phi_0(|\vec{z}|)$ была выбрана в виде /4/:

$$\Phi_0(|\vec{z}|) = N \frac{e^{-\alpha z} - e^{-\beta z}}{z}$$

$$N = \frac{\alpha \beta (\alpha + \beta)}{2\pi (\alpha - \beta)^2}, \quad /10/$$

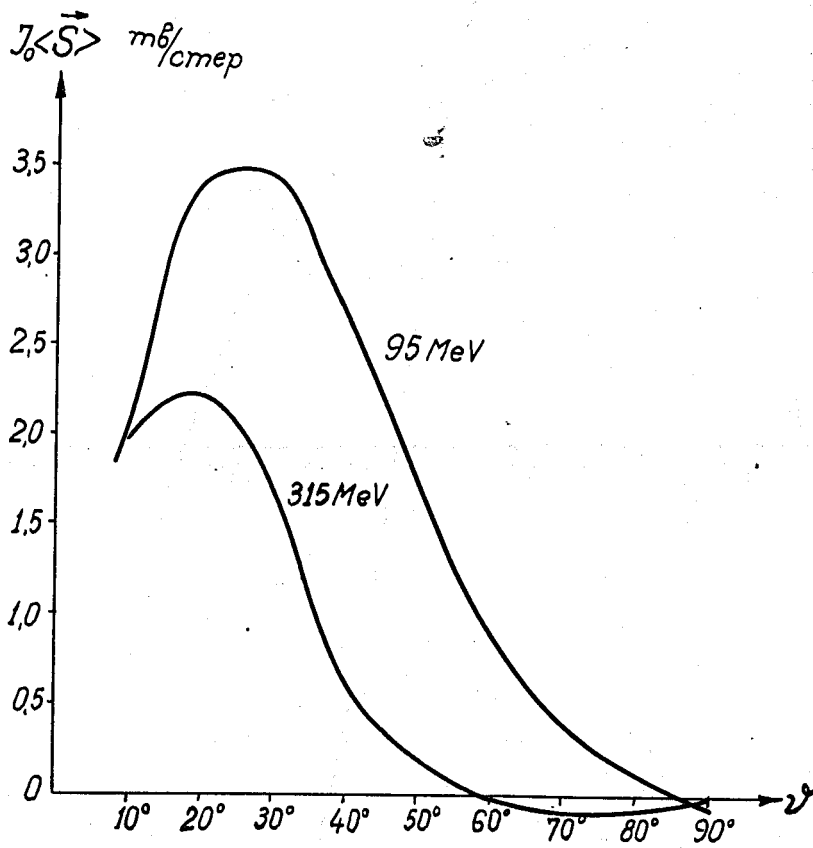
— где $\alpha = 2,32 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-1}$, $\beta = 1,50 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-1}$.

Авторы выражают свою признательность Р.М. Рындину за обсуждение работы.

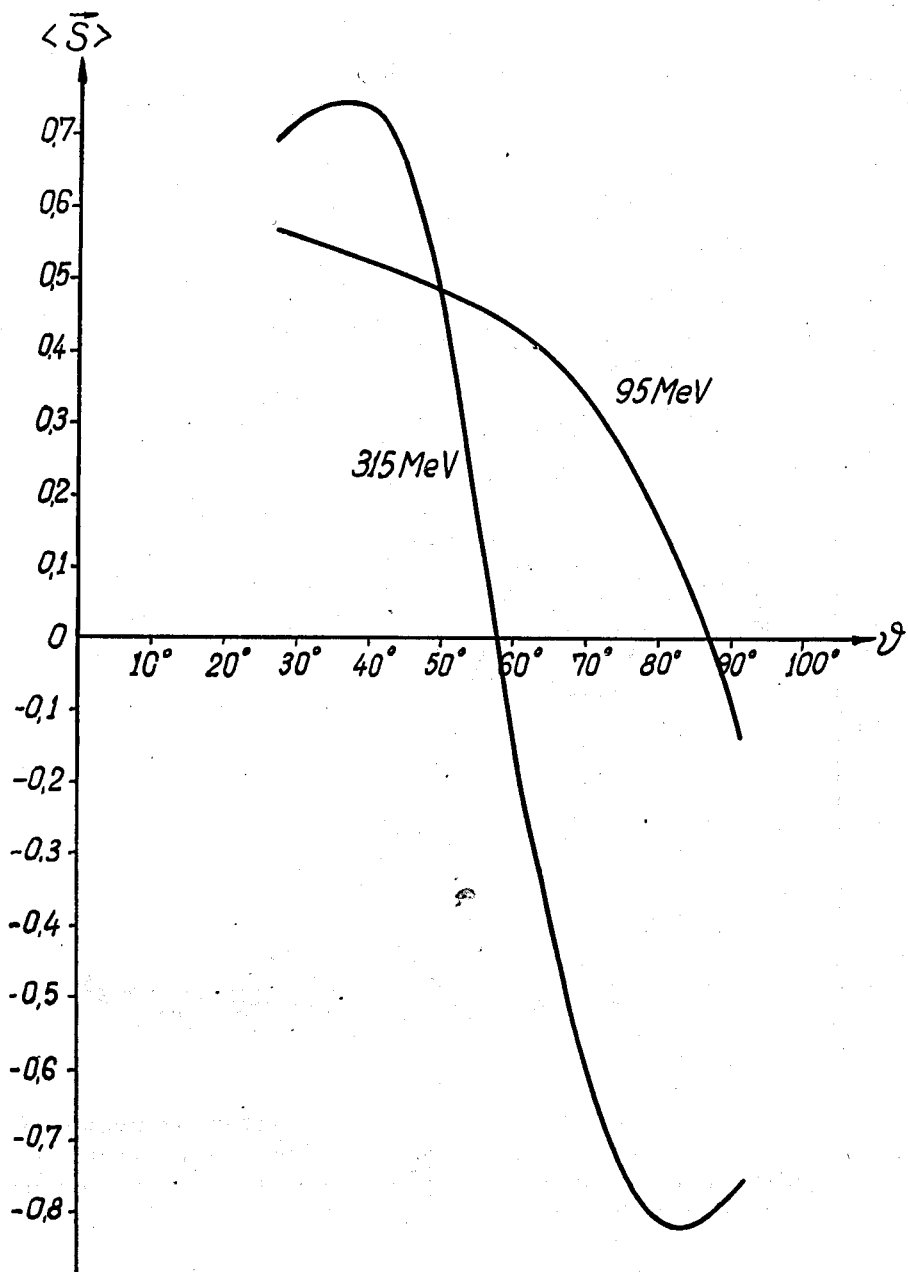
Л и т е р а т у р а

1. С.Б. Нурушев, Я.А. Смородинский, "Экспериментальные данные по упругому нуклон-нуклонному взаимодействию" /Обзор/. Препринт ОИЯИ Р 473.
2. M.O. Stern, A.L. Bloom, Phys.Rev. 83, 178 (1951).
3. D.D. Clark, O. Chamberlain, Phys.Rev. 94, 785 (1954).
4. Y. Sakamoto, T. Sasakawa, Progr. Theor. Phys. 21, 879 (1959).

Работа получена 11 июня 1960 года.



Р и с. 1. Угловая зависимость произведения векторной поляризации дейтронов на дифференциальное сечение упругого нуклон-дейтронного рассеяния. ϑ - угол в системе центра масс нуклона и дейтрона.



Р и с. 2. Векторная поляризация дейтронов при упругом нуклон-дейтронном рассеянии.