

СПИН-ОРБИТАЛЬНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ЯДЕРНОЙ МАТЕРИИ

Г. Д. Алхазов, С. Л. Белостоцкий, А. А. Воробьев,
О. А. Домченко, Ю. В. Доценко, Д. Легран¹⁾,
Н. П. Куропаткин, В. Н. Никулин, М. А. Шувалов,
Ж.-Л. Эскюди¹⁾

Измерена поляризация в дифракционном рассеянии протонов на ядрах ^{16}O и ^{90}Zr . С учетом спин-орбитального взаимодействия для ряда магических ядер найдены параметры распределения плотности ядерной материи.

Рассеяние протонов средних энергий на ядрах является важным источником информации о структуре ядра. Так, в результате анализа данных по дифракционному рассеянию протонов с энергией 1 ГэВ, выполненного с помощью теории Глаубера — Ситенко, для целого ряда ядер были найдены фундаментальные ядерные характеристики — параметры распределения ядерной плотности [1]. Далее, в совместном анализе опытов по рассеянию электронов и протонов были определены параметры распределения плотности нейтронов. Эти результаты, однако, получены в бесспиновом варианте теории, т.е. в расчетах не учитывалась спиновая структура амплитуды нуклон-нуклонного рассеяния. Попытки включения спиновых эффектов предпринимались рядом авторов [2 — 4], но соответствующие расчеты содержали большие неопределенности из-за плохого знания спиновых нуклон-нуклонных амплитуд.

Как известно, при анализе рассеяния протонов на ядрах с нулевым спином хорошим приближением для нуклон-нуклонного оператора является

$$f(\mathbf{q}) = f_c(q) + f_s(q)(\vec{\sigma} \mathbf{n}). \quad (1)$$

Здесь \mathbf{q} — переданный импульс, \mathbf{n} — нормаль к плоскости рассеяния, $\vec{\sigma}$ — оператор спина налетающего протона, $f_c(q)$ и $f_s(q)$ — центральная и спин-орбитальная амплитуды. Параметры центральной амплитуды могут быть заданы с помощью данных свободного pp - и pn -рассеяния. Для определения спин-орбитальной амплитуды и, соответственно, для учета спин-орбитального протон-ядерного взаимодействия можно использовать данные по поляризации в дифракционном рассеянии протонов на ядрах [5, 6].

В настоящей работе измерена поляризация в упругом рассеянии протонов с энергией 1 ГэВ на ядрах ^{16}O и ^{90}Zr . Проведен анализ дифференциальных сечений и поляризации для ряда магических ядер; по совокупности полученных данных найден набор спин-орбитальных параметров; с учетом спин-орбитального взаимодействия определены параметры распределения ядерной плотности.

¹⁾Центр Ядерных Исследований, Сакле, Франция.

Методика эксперимента и основные формулы анализа даны в работах [5,6].

На рис. 1 и рис. 2 показаны результаты совместной обработки дифференциальных сечений и поляризации для ядер ^{16}O и ^{90}Zr . Пунктирная кривая соответствует включению спин-орбитального взаимодействия. Как следует из рис. 1 и рис. 2, несмотря на заметную поляризацию влияние спин-орбитального взаимодействия на сечения оказывается очень малым.

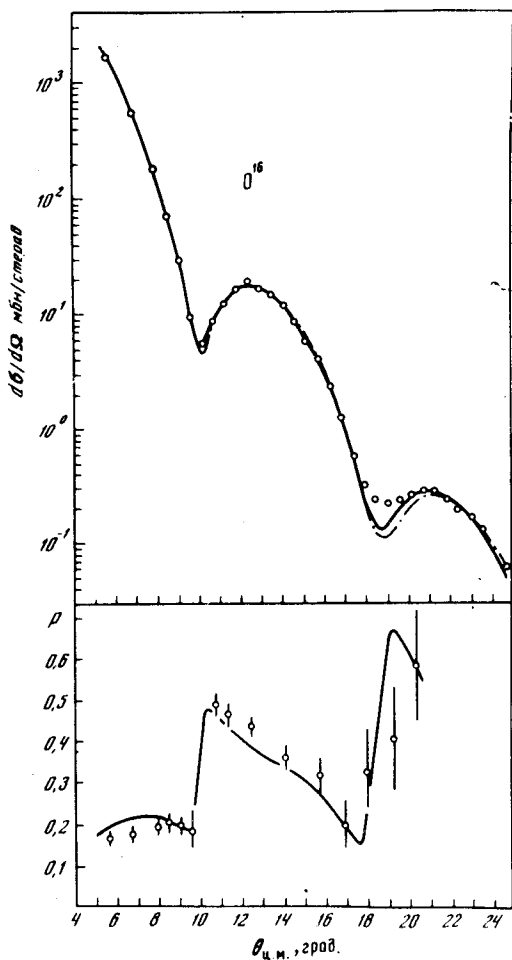


Рис. 1. Дифференциальное сечение и поляризация в упругом рассеянии протонов с энергией 1 ГэВ на ядрах ^{16}O . Сплошная кривая — результат подгонки по методу наименьших квадратов. Пунктирная — спин-орбитальное взаимодействие выключено.

В таблице приведены найденные в результате подгонки по методу наименьших квадратов параметры распределения плотности ядерной материи и параметры спин-орбитальной нуклон-нуклонной амплитуды. Для сравнения в скобках даны величины, полученные без спин-орбитального взаимодействия. Во всех случаях изменения, связанные с учетом спина, не превышают $0,04 \Phi$.

Параметры спин-орбитальной амплитуды для всех магических ядер в пределах ошибок совпадают. Некоторые отличия в случае ^{12}C возможно связаны с неучтенными в анализе особенностями структуры ядра ^{12}C .

полученные в результате совместной обработки дифференциальных сечений и данных по поляризации
 Параметры распределения плотности ядерной материи и спин-орбитальной нуклонной амплитуды

Ядро	Параметры распределения ядерной плотности $\rho(r) = \rho_0 \left(1 + W \frac{r^2}{R^2}\right) \left[1 + \exp\left(-\frac{r-R}{a}\right)\right]^{-1}$			Параметры спин-орбитальной амплитуды $f_s(q) = \gamma q \frac{k\sigma}{4\pi} (\epsilon_s + i) \exp(-\beta_s q^2/2)$			
	R, Ф	a, Ф	W ¹⁾	$\langle r^2 \rangle^{1/2}$, Ф	γ , Ф	ϵ_s	β_s , Ф ²
¹² C	2,16 ± 0,01 (2,17)	0,53 ± 0,01 (0,55)	-0,11	2,41 (2,44)	0,15 ± 0,01	-0,1 ± 0,1	0,56 ± 0,03
¹⁶ O	2,50 ± 0,01	0,54 ± 0,01	-0,05	2,73	0,14 ± 0,01	-0,5 ± 0,1	0,64 ± 0,04
⁴⁰ Ca	3,69 ± 0,01 (3,7)	0,61 ± 0,01 (0,63)	-0,17	3,45 (3,49)	0,14 ± 0,01	-0,8 ± 0,3	0,71 ± 0,09
⁹⁰ Zr	4,95 ± 0,01 (4,96)	0,57 ± 0,01 (0,56)	-0,09	4,32 (4,32)	0,13 ± 0,02	-0,3 ± 0,3	0,7 ± 0,1
²⁰⁸ Pb	6,55 ± 0,01 (6,58)	0,57 ± 0,01 (0,58)	-0,06	5,42 (5,45)	0,13 ± 0,01	-0,5 ± 0,2	0,9 ± 0,2

¹⁾ Параметр W фиксировался.

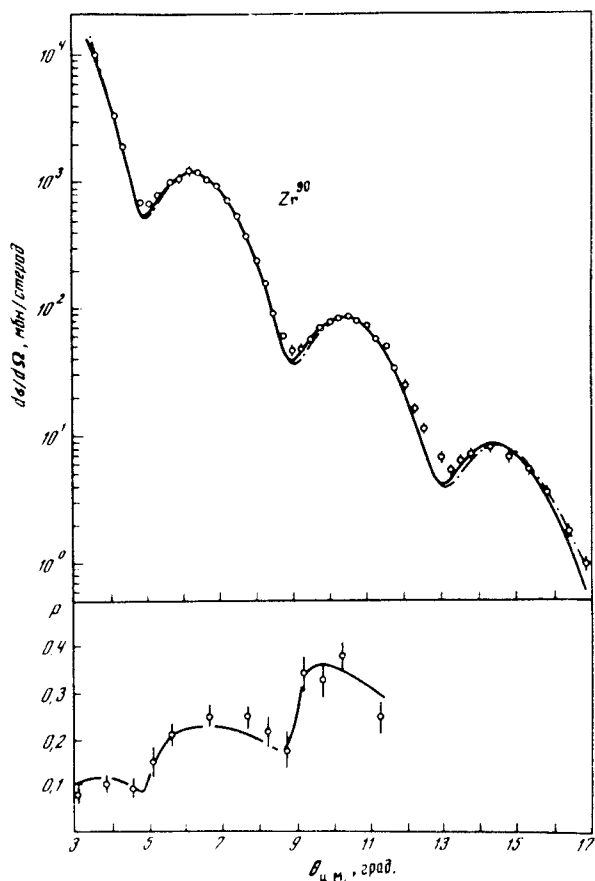


Рис. 2. Дифференциальное сечение и поляризация в упругом рассеянии протонов с энергией 1 ГэВ на ядрах ^{90}Zr . Сплошная кривая — результат подгонки по методу наименьших квадратов. Пунктирная — спин-орбитальное взаимодействие выключено

Следует отметить ограниченность обычно используемых параметризаций. Фазовые анализы указывают на более сложный характер зависимости амплитуд от переданного импульса. В частности, величины наклонов оказываются разными для реальных и мнимых частей амплитуд. К сожалению, имеющиеся при 1 ГэВ фазовые анализы неоднозначны [7]. Практически отсутствует информация о поляризационных параметрах в случае pn -рассеяния. В этой связи, анализ протон-ядерного рассеяния, по-видимому, может служить дополнительным критерием при восстановлении нуклон-нуклонных амплитуд.

Институт ядерной физики
им. Б.П.Константинова
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
25 октября 1978 г.

Литература

- [1] G.D.Alkhazov, S.L.Belostotsky, A.A.Vorobyov. Physics Reports, **42**,С, 90, 1978.
- [2] E.Lambert, H.Feshbach. Ann. Phys., (N.Y.), **76**, 80, 1973.
- [3] J.P.Auger, J.Gillespie, R.J.Lombard. Nucl. Phys., **A262**, 372, 1976.

[4] E. Kuja wski, J. P. Vary. *Phys. Rev.*, C12, 1271, 1975.

[5] G. D. Alk hazov et al. *Phys. Lett.*, 70B, 20, 1977.

[6] Г. Д. Алхазов, С. Л. Белостоцкий, С. С. Волков, А. А. Воробьев, О. А. Домченков, Ю. В. Доценко, Е. Г. Кормин, Н. П. Куропаткин, В. Н. Никулин, М. А. Шуваев. *Письма в ЖЭТФ*, 26, 715, 1977.

[7] N. Hoshizaki. *Rev. Mod. Phys.*, 39, 700, 1967; M. Matsuda, W. Watari. *Nuovo Cim. Lett.*, 6, 23, 1973.