

ПОЛЯРИЗАЦИЯ ПРОТОНОВ ПРИ ВОЗБУЖДЕНИИ УРОВНЕЙ НАТУРАЛЬНОЙ ЧЕТНОСТИ В C^{12} И O^{16} ПРИ $T_p = 1$ ГэВ

С.И. Манаенков

В приближении одного неупругого рассеяния с экспериментальными электронными формфакторами получено хорошее описание данных по поляризации протонов при возбуждении уровня 4,43 МэВ в C^{12} и уровней с $E^* = 6 - 7$ МэВ в O^{16} . Основной вклад в поляризацию дают скалярная и спин-орбитальная NN -амплитуды.

Недавно в Гатчине была измерена поляризация протонов при возбуждении уровня 4,43 МэВ ($J^\pi = 2^+$) в C^{12} и группы неразрешенных по энергии уровней с $E^* = 6 - 7$ МэВ в O^{16} [1]. В кислороде с наибольшими сечениями при $T_p = 1$ ГэВ возбуждаются уровни 6,13 (3^-) и 6,92 (2^+) МэВ [2 - 4]. Цель данной работы состоит в том, чтобы описать полученные опытные данные и выяснить, какую информацию можно из них извлекать.

Расчеты выполнялись с помощью приближения одного неупругого соударения, предложенного в работах [5, 6]. Кулоновские эффекты учитывались добавлением к ядерным кулоновским эйкональным фаз для точечного заряда, а отдача ядра — умножением амплитуды возбуждения ядра на множитель $\exp\{a q^2/A\}$, где q — переданный ядру импульс, A — массовое число, параметр a определен в соотношении (4).

Для легких ядер хорошо работает линейное по инвариантным спиновым NN -амплитудам приближение. Это связано с малостью спиновых членов в NN -амплитуде при $T_p = 1$ ГэВ [7]. В этом приближении вклад в поляризацию при возбуждении уровней натуральной четности дают только два слагаемых в NN -амплитуде (в (1) только они и выписаны в явном виде)

$$f_{NN}(\mathbf{q}) = A_{NN}(q) + C_{NN}(q)(\vec{\sigma} \mathbf{n}) + \dots, \quad (1)$$

В (1) \mathbf{n} — единичная нормаль к плоскости NN -рассеяния, матрицы Паули $\vec{\sigma}$ действуют на спиновые переменные налетающего протона. Поскольку второй член в (1) диагонален по спиновым переменным нуклонов ядра, то для учета его вклада в амплитуду возбуждения ядра нужны те же формфакторы, что и при учете только первого члена. Таким образом, для расчета поляризации в линейном по спиновым NN -амплитудам приближении необходима та же информация о ядре (формфакторы), что и для расчета сечения без учета спиновых эффектов.

NN -амплитуда параметризовалась в виде

$$A_{NN}(q) = \rho \sigma (4\pi)^{-1} (i + \epsilon_c) \exp\{-\beta_c q^2/2\}, \quad (2)$$

$$C_{NN}(q) = \gamma q \rho \sigma (i + \epsilon_s) (4\pi)^{-1} \exp\{-\beta_s q^2/2\}, \quad (3)$$

где $\sigma = 4,4 \text{ Ф}^2$, $\epsilon_c = -0,26$, $\beta_c = 0,26 \text{ Ф}^2$ [1]. Для C_{NN} использовалось два набора параметров, найденных в [1] из данных по упругому рассеянию протонов на ядрах

$$1) \quad \gamma = 0,14 \text{ Ф}, \quad \epsilon_s = -0,5, \quad \beta_s = 0,67 \text{ Ф}^2,$$

$$2) \quad \gamma = 0,16 \text{ Ф}, \quad \epsilon_s = -0,03, \quad \beta_s = 0,58 \text{ Ф}^2.$$

Формфакторы переходов $0^+ \rightarrow J^\pi$ выбирались в виде

$$S_J = q^J (c + dq^2 + fq^4) \exp\{-aq^2\}. \quad (4)$$

Для описания возбуждения уровня 2^+ в C^{12} протонами использовался набор параметров формфакторов работ [8, 9] (набор I), а также один из наборов, использовавшихся в [10] (набор II). Формфакторы неупругих переходов в O^{16} брались из работы [4], а упругого — из [8]. Все перечисленные формфакторы извлекались непосредственно из электронных данных. Их параметры приведены в таблице, они отвечают распределению материи в ядре. Для сравнения формфакторов (4) с электронными данными они должны быть умножены на сомножители, учитывающие отдачу ядра и неточечность протона (см., например, [8 — 10]). Протонный радиус r_p полагался равным $0,8 \text{ Ф}$.

Ядро	Уровень $E, \text{МэВ} (J^\pi)$	C, Φ^J	d, Φ^{J+2}	f, Φ^{J+4}	a, Φ^2	№ набора парамет- ров	Ссыл- ка
C^{12}	0 (0^+)	1	-0,3062	0	0,6889	I	[8]
	4,43 (2^+)	0,23	0,01043	-0,005224	0,665	I	[9]
	0 (0^+)	1	-0,296	0	0,6256	II	[10]
	4,43 (2^+)	0,24	-0,0312	0	0,5089	II	[10]
O^{16}	0 (0^+)	1	-0,3872	0	0,7744	-	[8]
	6,13 (3^-)	0,195	-0,008	0	0,8125	-	[4]
	6,92 (2^+)	0,22	-0,019	0	1,2	-	[4]

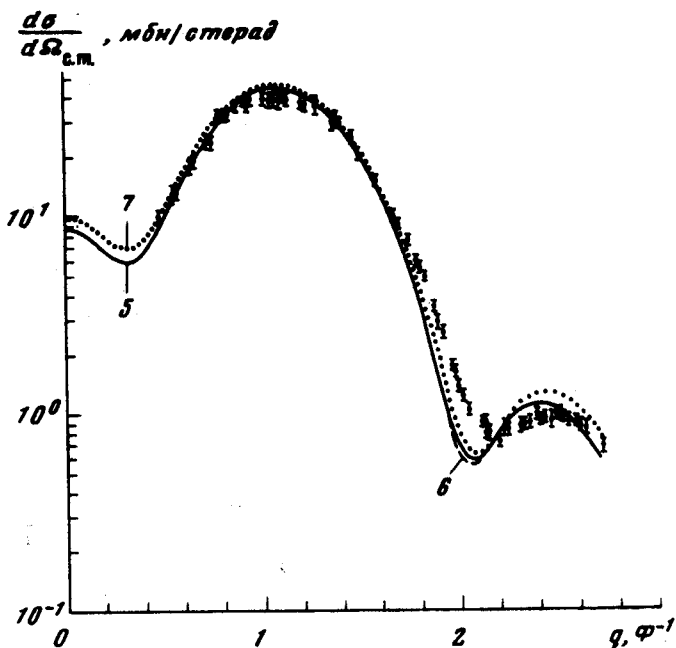
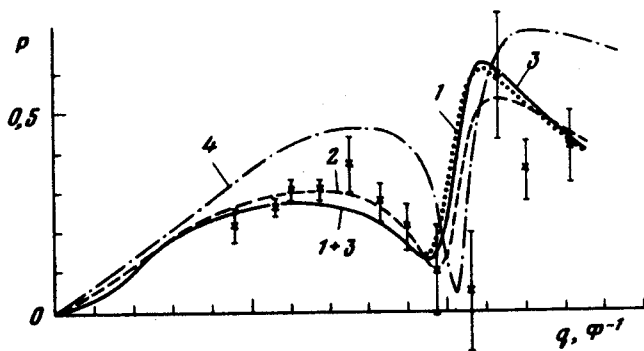


Рис. 1

В верхней части рис. 1 показана зависимость от q поляризации, а в нижней — дифференциального сечения возбуждения уровня 2^+ в C^{12} . Кривые 1, 5 — расчет с 1-ым набором параметров NN -амплитуды и с I набором формфакторов (кратко II), кривые 2, 6 — 2I, 3, 7 — III, кривая 4 заимствована из работы [10]. Данные по сечению возбуждения взяты из [11]. Видно, что кривые 1 — 3 неплохо описывают опытные данные работы [1] всюду, кроме области дифракционного минимума сечения, а кривая 4 не согласуется с ними. Поскольку кривые 3 и 4 рассчитывались с одними и теми же формфакторами, то отсутствие согласия в случае кривой 4 означает, что набор параметров NN -амплитуды Ламберта и Фешбаха, использовавшийся в [10], является довольно плохим. Сравнение кривых 1 и 2, а также 3 и 4 иллюстрирует чувствительность поляризации к параметрам NN -амплитуды.

В случае O^{16} использовался только I набор параметров NN -амплитуды. Результаты расчетов сечений мало отличаются от ранее опубликованных в [4] и не приведены на рис. 2. Кривая 1 рис. 2 — поляризация при возбуждении уровня 2^+ в O^{16} , а 2 — 3. Кривая 3 показывает поведение суммарной (с учетом весов) поляризации при возбуждении этих двух уровней. Видно, что она удовлетворительно описывает данные работы [1]. Пик при $q \lesssim 0,1 \Phi^{-1}$ на кривой 2 связан с тем, что у нечетных уровней основной вклад в дифференциальное сечение, обусловленный амплитудой A_{NN} , стремится к нулю при $q \rightarrow 0$ как q^2 .

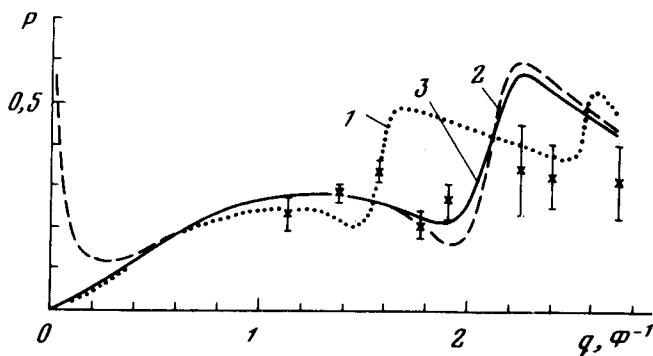


Рис. 2

Итак, при $T_p \gtrsim 1$ ГэВ хорошо работает линейное по инвариантным спиновым NN -амплитудам приближение, поэтому для расчетов поляризации и сечения возбуждения нужны только амплитуды A_{NN} и C_{NN} . Сечение чувствительно к виду амплитуды A_{NN} , а поляризация — к виду C_{NN} . Ясно, что лишь эти две амплитуды и можно извлекать из данных по сечению и поляризации. Для расчетов поляризации нужны те же формфакторы, что и для расчета сечения возбуждения в пренебрежении спиновыми эффектами.

Благодарю С.Л.Белостоцкого, М.А.Шуваева и Г.Д.Алхазова за присылку экспериментальных результатов, а также А.Л.Карпенко и Н.И.Маенаенкова за помощь в расчетах на ЭВМ.

Литература

- [1] Г.Д.Алхазов и др. Препринт ЛИЯФ №448, Ленинград, 1978.
 - [2] J.L.Friedes et al Nucl. Phys., A104, 294, 1067.
 - [3] Ю.М.Горячев и др. ЯФ, 17, 910, 1973.
 - [4] С.И.Манаенков. Письма в ЖЭТФ, 19, 593, 1974.
 - [5] V.V.Karapetyan et al. Nucl. Phys., A203, 561, 1973.
 - [6] Л.А.Кондратюк, Ю.А.Симонов. Письма в ЖЭТФ, 17, 619, 1973.
 - [7] G.D.Alkhozov et al. Physics Reports, 42C, 90, 1978.
 - [8] H.F.Ehrenberg et al. Phys. Rev., 113, 666, 1959.
 - [9] R.M.Haybron et al. Phys. Rev., 156, 1136, 1967.
 - [10] R.D.Viollier. Ann. Phys. (N.Y.), 93, 335, 1975.
 - [11] R.Bertini et al. Phys. Lett., 45B, 119, 1973.
-