

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К ПОЛЯРИЗАЦИИ И КВАДРУПОЛЯРИЗАЦИИ
В УПРУГОМ pd -РАССЕЯНИИ НАЗАД ПРИ ЭНЕРГИИ
В ОБЛАСТИ 1 ГэВ

B.A. Карманов

За счет учета интерференции амплитуды однонуклонного обмена с амплитудой фона описаны экспериментальные данные по чувствительности к поляризации протонов и квадрупольяризации дейтронов в упругом pd -рассеянии назад при энергии $T > 1$ ГэВ.

Известно (см., например, [1, 2]), что механизм однонуклонного обмена (ОНО, рис. 1) удовлетворительно описывает порядок величины сечения упругого pd -рассеяния назад при энергии $T \gtrsim 1$ ГэВ и форму пика в угловом распределении вблизи 180° . При меньших энергиях существенна роль других механизмов [3 – 5]. Так, при $T \approx 600$ МэВ механизм с промежуточным образованием пиона [3, 4] описывает структуру в энергетической зависимости сечения, чувствительность к поляризации начальных протонов $A_p(\theta)$ [6] и чувствительность к квадрупольяризации начальных дейтронов T_{20} [7, 8]. При энергии $T \gtrsim 1$ ГэВ относительный вклад этого механизма становится малым.

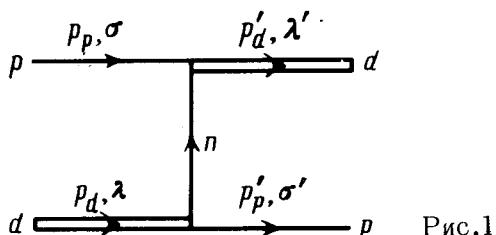


Рис.1

Результаты недавних поляризационных экспериментов [6, 7], подтверждая механизм [3, 4] при $T \approx 600$ МэВ, противоречат механизму ОНО при $T \gtrsim 1$ ГэВ. В работе [6] была обнаружена заметно отличная от нуля величина $A_p(\theta)$, существенно зависящая от угла рассеяния θ , тогда как механизм ОНО приводит к тождественно равной нулю величине $A_p(\theta)$. Измеренная в работе [7] величина T_{20} при $T = 1$ ГэВ и углах, близких к 180° , оказалась близкой к нулю: $T_{20} = -0,009 \pm 0,030$, а механизм ОНО дает сравнительно большую величину $T_{20} = -0,74$.

В настоящей статье мы покажем, что совокупность всех имеющихся данных по поляризационным эффектам в упругом pd -рассеянии назад при $T > 1$ ГэВ может быть объяснена учетом интерференции амплитуды ОНО с независящей от угла и энергии амплитудой фона, являющейся единичной матрицей по спиновым индексам, причем учет амплитуды фона не приводит к противоречию в описании сечения.

Представим амплитуду pd -рассеяния в виде

$$M_{\sigma\sigma'}^{\lambda\lambda'} = M_{\sigma\sigma'}^{\lambda\lambda'} (\text{ONO}) + G \delta_{\lambda\lambda'} \delta_{\sigma\sigma'}, \quad (1)$$

где первое слагаемое есть амплитуда ОНО, второе слагаемое — амплитуда фона, G — комплексная константа: $G = G' + iG''$, λ, λ' и σ, σ' — спиновые индексы дейтрана и нуклона. Амплитуда фона $G\delta_{\lambda\lambda'}\delta_{\sigma\sigma'}$ феноменологически учитывает вклад всех механизмов помимо ОНО (образование промежуточных пионов и изобар, перерассеяние нуклонов и т. д.).

Вычисляя амплитуду ОНО в нерелятивистском приближении и учитывая релятивистскую кинематику, находим выражение для сечения:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{m^4}{\pi^2 s} |\bar{M}|^2 \quad (2)$$

$$|\bar{M}|^2 = G'^2 + G''^2 + G' \frac{(m^2 - u)}{2m} (v^2(q) + w^2(q)) P_2(z) + \\ + \frac{3(m^2 - u)^2}{16m^2} (v^2(q) + w^2(q))^2, \quad (3)$$

где $s = (p_p + p_d)^2$, $u = (p_p - p_d)^2$, $q^2 = ((m_d + m)^2 - u) / ((m_d - m)^2 - u) / 4m_d^2$, $P_2(z)$ — полином Лежандра, $z = (1 + 5/4 \cos \theta) / (5/4 + \cos \theta)$, θ — угол рассеяния в СЦИ, v и w — S и D волновые функции дейтрана, нормированные соотношением:

$$\int_0^\infty (v^2(q) + w^2(q)) q^2 dq / (2\pi^2) = 1.$$

Расчет чувствительности к поляризации протонов $A_p(\theta)$ приводит к формуле

$$A_p(\theta) = \frac{45G''(m^2 - u)w^2(q)}{64m|\bar{M}|^2} \frac{\left(\cos \theta + \frac{4}{5}\right)}{\left(\cos \theta + \frac{5}{4}\right)^2} \sin \theta, \quad (4)$$

где $|\bar{M}|^2$ определена формулой (3).

Расчет чувствительности к поляризации дейтронов $A_d(\theta)$ (совпадающей с величиной \mathcal{P}_y в работе [7]) приводит к выражению, отличающемуся от (4) только знаком. Поэтому получаем:

$$A_d(\theta) = -A_p(\theta). \quad (5)$$

Соотношение (5) представляет собой предсказание модели, вытекающее только из предположения о спиновой структуре амплитуды фона и не содержащее иных неопределенностей.

Для компоненты T_{20} тензора чувствительности к квадрупольизациии дейтрана при $\theta = 180^\circ$ (определение T_{2m} см. в [9]) находим:

$$T_{20} = \frac{\sqrt{2}(m^2 - u)}{4m|\bar{M}|^2} (2\sqrt{2}v(q)w(q) - w^2(q)) \left[G' + \frac{3}{8} \frac{(m^2 - u)}{m} (v^2(q) + w^2(q)) \right] \quad (6)$$

На рис. 2 и рис. 3 показаны результаты расчета $A_p(\theta)$ по формуле (4) при энергиях $T = 1,03$ ГэВ и $T = 1,53$ ГэВ соответственно вместе с экспериментальными данными [6] (сплошные линии). Расчеты выполнены с волновой функцией дейтрана в модели Рейда с мягким кором в параметризации [10]. Расчетные кривые качественно согласуются с экспериментальными данными при значении мнимой части амплитуды фона $G'' = -0,35$ ГэВ $^{-2}$ одинаковом для обеих энергий. Описывается максимум функции $A_p(\theta)$ в районе 160° и изменение знака в интервале между 140 и 150° , которое обеспечивается множителем $(\cos \theta + 4/5)$ в (4).

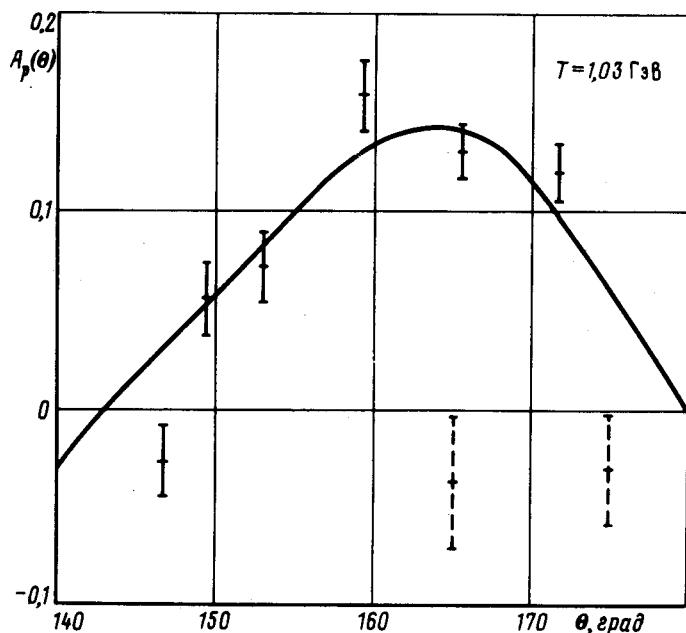


Рис.2

На рис. 2 пунктирумыми линиями приведены экспериментальные данные [7] по $A_d(\theta)$. Эти данные указывают на то, что знаки $A_d(\theta)$ и $A_p(\theta)$ противоположны, как это и следует из формулы (5).

На рис. 4 пунктирной линией показана величина T_{20} , вычисленная в рамках механизма ОНО (т. е. при $G' = 0$ в формуле (6)), сплошной линией показан расчет T_{20} при $G' = -2$ ГэВ $^{-2}$. Экспериментальная точка приведена из работы [7]. Согласие с экспериментальным значением T_{20} достигается за счет значительной компенсации в последнем сомножителе в (6).

Вклад амплитуды фона $G = (-2 - i0,35)$ ГэВ $^{-2}$, которая оказалась того же порядка величины, что и амплитуда ОНО, в сечение рассеяния в интервале углов от 175 до 180° составляет $10 \pm 20\%$, что не превышает неопределенностей, связанных с волновой функцией дейтрана при $q \sim 500$ МэВ/с. Эта величина вклада возникает в силу сокращения больших величин, происходящего именно при том значении G' , при котором происходит компенсация в T_{20} . Так, при энергии $T = 1,53$ ГэВ и $\theta = 180^\circ$ вклад G''^2 в сечение есть $0,27$ мкбн, вклад G'^2 есть $8,95$ мкбн,

вклад интерференции действительной части фона с амплитудой ОНО составляет $-9,51$ мкбн, сумма этих трех слагаемых есть $-0,29$ мкбн, сечение, определяемое амплитудой ОНО без фона есть $7,58$ мкбн, сечение с учетом фона есть $7,29$ мкбн. При углах, меньших 175° , вклад амплитуды фона в сечение резко возрастает и приводит к неправильным абсолютному значению и угловой зависимости сечения. Поэтому при расчете в области $\theta < 175^\circ$ величин $d\sigma/d\Omega$ и T_{20} , более чувствительных к угловой зависимости амплитуды фона, чем $A_p(\theta)$ и $A_d(\theta)$, следует учитывать зависимость G от θ .

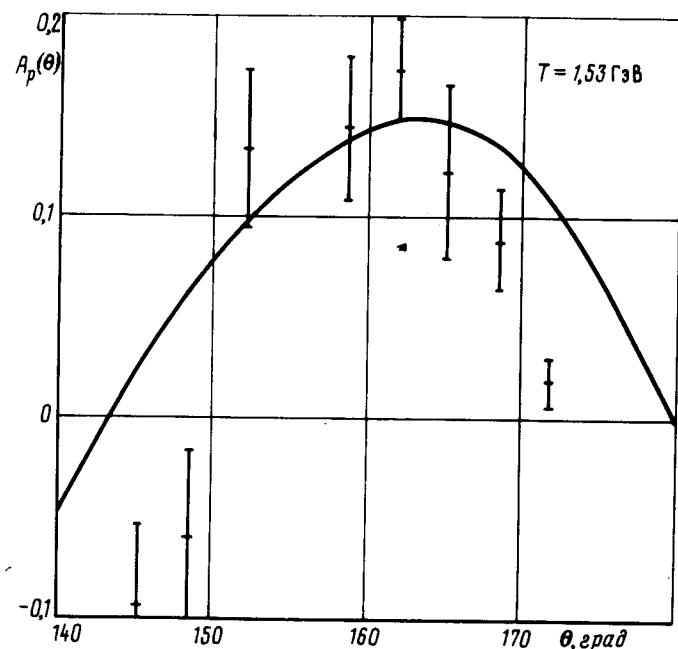


Рис.3

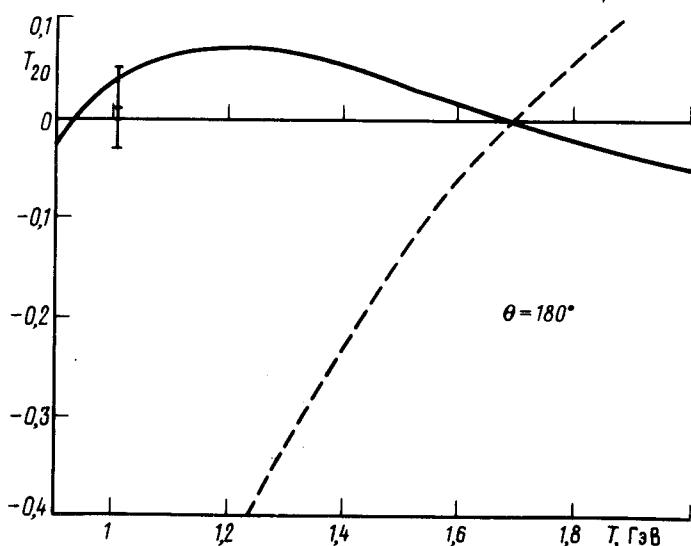


Рис.4

Таким образом, полученное в настоящей работе описание совокупности экспериментальных данных служит указанием на справедливость предложенной модели и свидетельствует о необходимости ее дальней-

шей экспериментальной проверки. Для проверки модели следует измерить чувствительность к поляризации дейtronов $A_d(\theta)$ с целью проверки соотношения $A_d(\theta) = -A_p(\theta)$. Представляет интерес измерение энергетической зависимости T_{20} вблизи 180° при $T > 1 \text{ ГэВ}$. Величина T_{20} должна оставаться близкой к нулю в интервале $1 + 2 \text{ ГэВ}$ (при условии, что экспериментальное значение [7] для T_{20} при $T = 1 \text{ ГэВ}$ правильно). Для детального изучения амплитуды фона в более широком интервале углов необходимы данные по угловой зависимости T_{2m} при различных энергиях.

Институт теоретической
и экспериментальной физики

Поступила в редакцию
24 января 1981 г.

Литература

- [1] J.V.Noble, H.J.Weber. Phys. Lett., B50, 233, 1974.
- [2] В.А.Карманов. Письма в ЖЭТФ, 21, 289, 1975.
- [3] N.S.Cragie, C.Wilkin. Nucl. Phys., B14, 477, 1969.
- [4] В.М.Колыбасов, Н.Я.Смородинская. ЯФ, 17, 1211, 1973.
- [5] Л.А.Кондратюк, Ф.М.Лев, Л.В.Шевченко. Препринт ИТЭФ-120, 1980.
- [6] E.Biegert et al. Phys. Rev. Lett., 41, 1098, 1979.
- [7] G.Igo et al. Phys. Rev. Lett., 43, 425, 1979.
- [8] Л.Вег, Б.З.Копелиович, Л.И.Лапидус. Письма в ЖЭТФ, 32, 481, 1980.
- [9] S.S.Vassan. Phys. Rev., D8, 4092, 1973.
- [10] G.Alberi, L.P.Rosa, L.D.Tome. Phys. Rev. Lett., 34, 503, 1975.