

с 324.15

ЯФ, 1966, т. 4, № 6;

28/м. 66

A-341

с. 1248-1250.

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P-2585



Л. С. Ажгирей

ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ
УПРУГОГО pp -РАССЕЯНИЯ ПРИ 657 МЭВ
С УЧЕТОМ ОДНОБОЗОННОГО ОБМЕНА
И РЕЛЯТИВИСТСКИХ КУЛОНОВСКИХ ЭФФЕКТОВ

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

1966

P-2585

Л. С. Ажгирей

ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ
УПРУГОГО pp -РАССЕЯНИЯ ПРИ 657 МЭВ
С УЧЕТОМ ОДНОБОЗОННОГО ОБМЕНА
И РЕЛЯТИВИСТСКИХ КУЛОНОВСКИХ ЭФФЕКТОВ

Направлено в журнал "Ядерная физика"



40601 мд
1/0904

Недавно в Дубне были выполнены опыты по двойному рассеянию протонов протонами при энергии 667 Мэв^{/1/}. Новые данные о поляризации протонов, полученные в этих опытах, были использованы для уточнения фазового анализа данных по упругому pp-рассеянию вблизи 660 Мэв. Полученное при этом фазовое решение^{/1/} совпало в общих чертах с найденным ранее^{/2/}. Вместе с тем оказалось, что это уточненное решение сравнительно плохо описывает новые данные о поляризации протонов в области малых углов. Так, 8 значений поляризации $P(\theta)$ в области углов в с.ц.м. $4,4^\circ \leq \theta \leq 27,9^\circ$ дают для этого решения вклад в χ^2 , равный 15,0. В настоящей работе рассматриваются эффекты, учет которых в рамках фазового анализа приводит к лучшему описанию данных по рассеянию в области малых углов.

Результаты опытов по нуклон-нуклонному рассеянию в области малых углов дают сведения о фазовых сдвигах высших состояний системы двух нуклонов. В предыдущих вариантах фазового анализа данных по pp-рассеянию вблизи 660 Мэв^{/2/} фазовые сдвиги в состояниях с $l > l_{max}$ вычислялись в одноопионном приближении. Однако вклад в нуклон-нуклонное рассеяние может также давать и обмен резонансными системами пионов, такими, например, как ω^- и ρ^- -частицы, причем с увеличением энергии взаимодействия вклад от такого однобозонного обмена в высшие состояния растёт. Ранее было показано^{/3/}, что в рамках обмена скалярным σ -мезоном, π -мезоном и векторными ω - и ρ -мезонами можно удовлетворительно воспроизвести фазовые сдвиги нуклон-нуклонного рассеяния (за исключением 1S_0 и 3S_1 -фазовых сдвигов и параметра смешивания ϵ_1) в интервале 25-310 Мэв^{x)}. Энергетические зависимости фазовых сдвигов, вычисленные на основе этой четырехполосной модели, качественно согласуются с результатами фазового анализа pp-данных при 657 Мэв.

x) Ссылки на другие работы, посвященные этому вопросу, приведены в работе^{/3/}.

Другим эффектом, учет которого может сказаться на описании данных по pp -рассеянию в области малых углов, являются релятивистские поправки в кулоновском рассеянии. Релятивистские амплитуды кулоновского pp -рассеяния были вычислены Гарреном^{/4/} в борновском приближении с учетом аномального магнитного момента протона. Клепиков^{/5/} модифицировал эти выражения с учетом формфакторов заряда и магнитного момента протона^{/6/} и определил релятивистские кулоновские фазовые сдвиги.

В настоящей работе был выполнен фазовый анализ данных по упругому pp -рассеянию при 657 Мэв с учетом кулоновского рассеяния в релятивистском приближении и с учетом однобозонного обмена в дополнение к однопионному. В анализ были включены те же экспериментальные данные, которые были использованы в работе^{/1/}; всего было использовано 118 значений наблюдаемых величин. Результаты анализа приведены в таблице.

В столбце 1 таблицы приведен для сравнения вариант фазового анализа, в котором кулоновское рассеяние вычислялось в нерелятивистском приближении, а упругое рассеяние в состояниях с $\ell > 5$ описывалось вкладом однопионного обмена; масса пиона при этом принималась равной 135 Мэв, а константа связи пион-нуклонного взаимодействия $g_{\pi}^2 = 14,4$. Как уже упоминалось выше, в этом случае не удается удовлетворительно описать данные по поляризации протонов в области малых углов. Для всей совокупности экспериментальных данных отношение $\chi^2/\bar{\chi}^2$ составляет 1,2.

В столбце 2 приведен вариант анализа, выполненный с учетом формфакторов протона и релятивистских поправок в кулоновском рассеянии. Фазовые сдвиги в состояниях с $\ell > 5$ по-прежнему вычислялись в однопионном приближении. Видно, что в этом случае общее качество описания экспериментальных данных слегка улучшается; значение χ^2 уменьшается примерно на 7 единиц. Однако вклад в χ^2 восьми значений $P(\theta)$ в области углов $4,4 \leq \theta \leq 27,9^\circ$ по-прежнему довольно велик: он составляет 14,2.

В варианте фазового анализа, приведенном в столбце 3, кулоновское рассеяние вычислялось в нерелятивистском приближении. При вычислении фазовых сдвигов в состояниях с $\ell > 5$, однако, помимо однопионного обмена ($m_{\pi} = 135$ Мэв, $g_{\pi}^2 = 13,1$) учитывался также обмен скалярным мезоном ($m_{\sigma} = 373$ Мэв, $g_{\sigma}^2 = 2,87$) и двумя векторными мезонами (ω -мезон с массой 422 Мэв и константами связи $g_{\omega}^2 = 2,1$ и $f_{\omega}/g_{\omega} = 0,50$ и ρ -мезон с параметрами $m_{\rho} = 800$ Мэв, $g_{\rho}^2 = 0,10$, $f_{\rho}/g_{\rho} = -5,4$). Используемые значения масс и констант связи обмениваемых частиц были определены в работе^{/3/}; они соответствуют наилучшему описанию фазовых сдвигов нуклон-нуклонного рассеяния в интервале 25-310 Мэв (за исключением фазовых сдвигов S -волн и параметра смешивания ϵ_1). Этот вариант анализа лучше описывает

Вариант анализа	1	2	3	4	5
χ^2	115,1	107,8	96,1	93,4	81,1
$\delta(\epsilon_0)$	-28,5 \pm 9,6	-30,3 \pm 10,7	-30,0 \pm 10,9	-32,2 \pm 12,1	-38,0 \pm 6,8
$\delta(^3P_0)$	-33,5 \pm 14,0	-36,2 \pm 14,1	-37,2 \pm 15,7	-37,6 \pm 15,5	-17,6 \pm 10,0
$\delta(^3P_1)$	-28,5 \pm 4,6	-30,0 \pm 5,0	-30,5 \pm 5,3	-31,6 \pm 5,8	-33,7 \pm 5,3
$\delta(^3P_2)$	26,1 \pm 4,3	25,2 \pm 4,0	25,6 \pm 4,1	25,3 \pm 4,2	29,7 \pm 4,3
ϵ_2	-3,7 \pm 2,8	-3,0 \pm 3,5	-2,6 \pm 4,1	-2,1 \pm 5,4	0,5 \pm 6,2
$\delta(^1D_2)$	4,8 \pm 4,2	4,5 \pm 5,1	5,4 \pm 5,0	4,9 \pm 6,0	4,2 \pm 3,4
$\delta(^3F_2)$	-2,1 \pm 1,8	-2,4 \pm 2,0	-3,5 \pm 2,6	-3,5 \pm 2,7	-6,0 \pm 3,6
$\delta(^3F_3)$	-1,2 \pm 5,9	-0,9 \pm 6,8	-0,7 \pm 6,6	-0,6 \pm 7,8	3,0 \pm 2,8
$\delta(^3F_4)$	4,8 \pm 1,0	4,0 \pm 0,9	3,1 \pm 1,1	2,5 \pm 1,0	-1,2 \pm 1,2
ϵ_4	-5,1 \pm 1,2	-5,0 \pm 1,4	-4,9 \pm 1,4	-4,8 \pm 1,8	-0,6 \pm 2,2
$\delta(^1G_4)$	4,9 \pm 1,9	4,9 \pm 2,2	5,4 \pm 2,2	5,3 \pm 2,5	5,0 \pm 1,9
$\delta(^3H_4)$	-0,2 \pm 1,2	-0,6 \pm 1,6	-0,6 \pm 1,5	-1,2 \pm 1,8	-4,0 \pm 1,4
$\delta(^3H_5)$	-2,4 \pm 1,3	-2,5 \pm 1,3	-2,3 \pm 1,3	-2,6 \pm 1,3	-2,7 \pm 1,1
$\delta(^3H_6)$	0,8 \pm 0,8	0,2 \pm 0,9	0,6 \pm 0,8	-0,1 \pm 0,8	-2,0 \pm 0,9
ϵ_6					2,2 \pm 1,0
$\delta(^1I_6)$					0,7 \pm 1,0
$\delta(\kappa_6)$					-0,6 \pm 0,5
$r(^3P_0)$	0,98 \pm 0,21	0,90 \pm 0,22	0,87 \pm 0,21	0,79 \pm 0,19	0,84 \pm 0,57
$r(^3P_1)$	1,26 \pm 0,21	1,24 \pm 0,28	1,21 \pm 0,31	1,18 \pm 0,37	0,79 \pm 0,18
$r(^3P_2)$	0,69 \pm 0,18	0,74 \pm 0,21	0,74 \pm 0,23	0,79 \pm 0,24	0,97 \pm 0,12
$r(^1D_2)$	0,66 \pm 0,04	0,66 \pm 0,04	0,66 \pm 0,04	0,66 \pm 0,04	0,65 \pm 0,04
$r(^3F_2)$	0,97 \pm 0,06	0,96 \pm 0,08	0,95 \pm 0,07	0,95 \pm 0,10	0,96 \pm 0,08
$r(^3F_3)$	0,60 \pm 0,08	0,62 \pm 0,08	0,63 \pm 0,09	0,64 \pm 0,08	0,68 \pm 0,10

экспериментальные данные по упругому pp -рассеянию вблизи 660 Мэв, чем предыдущие. Значение χ^2 уменьшилось по сравнению с вариантом 1 на 19 единиц, и отношение $\chi^2/\bar{\chi}^2$ составляет теперь 0,98. Примечательно, что в этом случае значительно лучше описываются данные по поляризации протонов в области малых углов — соответствующий этим данным вклад в величину χ^2 равен 7,4. Дополнительный учет релятивистских поправок в кулоновском рассеянии (столбец 4 таблицы) приводит лишь к незначительному уменьшению величины χ^2 .

Наконец, в столбце 5 таблицы приведен вариант анализа, в котором все состояния pp -системы с $j \leq 6$ учитывались феноменологически, а фазовые сдвиги в состояниях с $j > 6$ вычислялись в однобозонном приближении; в кулоновском рассеянии были учтены релятивистские поправки. Видно, что значения фазовых сдвигов и коэффициентов поглощения в этом случае изменяются по сравнению с предыдущими вариантами анализа в основном в пределах ошибок их определения. Это свидетельствует об устойчивости фазового решения. Вместе с тем заметное уменьшение значения χ^2 в этом случае, по-видимому, может означать, что обмен только σ , π , ω и ρ -частицами при 657 Мэв еще недостаточно точно представляет фазовые сдвиги высших состояний pp -системы.

Выполненный анализ позволяет сделать следующие заключения.

1. Учет в фазовом анализе упругого pp -рассеяния при 657 Мэв релятивистских кулоновских эффектов не сильно сказывается на описании имеющейся в настоящее время экспериментальной информации.

2. Описание экспериментальных данных улучшается, если при вычислении фазовых сдвигов высших состояний pp -системы в дополнение к однобозонному обмену учесть также обмен скалярным и двумя векторными бозонами. Учет однобозонного обмена особенно существенен для описания данных по поляризации протонов в области малых углов.

3. При анализе данных по pp -рассеянию вблизи 660 Мэв интересно было бы учесть и обмен другими бозонами, такими, например, как аксиально-векторный и тензорный (f_0 -мезон).

Автор благодарен Н.П. Клепикову, М.Г. Мешерякову и Г.Д. Столетову за полезные обсуждения.

Л и т е р а т у р а

1. Л.С. Ажгирей, Ю.П. Кумекин, М.Г. Мешеряков, С.Б. Нурушев, С.В. Л. Соловьянов, Г.Д. Столетов. Ядерная физика 2, 892 (1965).

2. Л. Ажгирей, Н. Клепиков, Ю. Кумекин, М. Мешеряков, С. Нурушев, Г. Столетов. Phys. Lett., **6**, 196 (1963).
И. Быстрицкий, Р. Зилькарнеев. ЖЭТФ **45**, 1169 (1963).
Л. Ажгирей, Н. Клепиков, Ю. Кумекин, М. Мешеряков, С. Нурушев, Г. Столетов. ЖЭТФ **46**, 1074 (1964).
Y. Nara, N. Hoshizaki. Prog. Theor. Phys., **31**, 609 (1964).
3. Л.С. Ажгирей, В.И. Чижиков. Препринт ОИЯИ, Р-2584, Дубна, 1966.
4. A. Gagnon. Phys. Rev., **101**, 419 (1956).
5. Н.П. Клепиков. ЖЭТФ **45**, 376 (1963).
6. C. de Vries, R. Hofstadter, R. Herman. Phys. Rev. Lett., **8**, 381 (1962).

Рукопись поступила в издательский отдел
17 февраля 1966 г.