

С 346.26
Г-611

ЯФ, 1967 г. 6, в. 4,
с. 804-808

23/III-67

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

Р1 - 3167



ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ
И АВТОМАТИЗАЦИИ
ТЕХНИКИ

Б.М. Головин, Р.Я. Зулькарнеев, В.С. Киселев,
С.В. Медведь, В.И. Никаноров, А.Ф. Писарев,
Г.Л. Семашко

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРА R
И ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ P - P РАССЕЯНИЯ
ПРИ 600 МЭВ

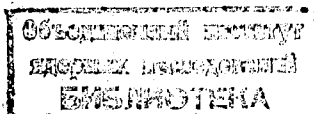
1967.

P1 - 3167

Б.М. Головин, Р.Я. Зулкарнеев, В.С. Киселев,
С.В. Медведь, В.И. Никаноров, А.Ф. Писарев,
Г.Л. Семашко

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРА R
И ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ $R - R$ РАССЕЯНИЯ
ПРИ 600 МЭВ

Направлено в ЯФ



4841, 1, 28

1. Измерение параметра тройного рассеяния R

Настоящий эксперимент по измерению параметра R для упругого р-р-рассеяния при энергии 605 Мэв предпринят с целью получения информации, необходимой для прямого восстановления матрицы рассеяния и проведения фазового анализа.

Поляризованный пучок протонов с энергией 605 Мэв и вектором поляризации, расположенным в плоскости исследуемого рассеяния перпендикулярно начальному импульсу, падал на полиэтиленовую мишень. Случай упругого р-р-рассеяния выделялись сцинтилляционными счетчиками, включенными в схему совпадений. Анализ спинового состояния протонов после р-р-столкновения производился с помощью искровых камер, которые регистрировали акты рассеяния протонов на мишенях-анализаторах. В целом схема эксперимента идентична использованной в работе /1/, где содержится более подробное ее описание.

При обработке экспериментальных данных был использован метод максимума правдоподобия. Для рассматриваемого случая функция правдоподобия имеет вид:

$$L = \prod_i^N [1 + P_0 \pi(\theta_i) \cos \phi_i + R P_1 \pi(\theta_i) \sin \phi_i] \quad (1)$$

Здесь i - номер события; θ_i и ϕ_i - полярный и азимутальный углы рассеяния протонов на анализаторах; P_0 - поляризация, возникающая при столкновении двух первоначально неполяризованных протонов; $P_1 = 0,34 \pm 0,02$ - поляризация первичного пучка протонов /1/; $\pi(\theta)$ - анализирующая способность мишени - анализатора.

При обработке результатов использовались случаи, имеющие θ_i , заключенные в интервале $9^\circ \leq \theta_i \leq 24^\circ$.

Для вычисления $R(90^\circ)$ в формуле (1) была использована анализирующая способность $\pi(\theta)$, полученная в работе ^{/1/}. Значение параметра $P_0(90^\circ)$ также отыскивалось одновременно с $R(90^\circ)$ и было найдено равным $0,01 \pm 0,02$, что свидетельствует о достаточно точной юстировке аппаратуры. Определение $R(72^\circ)$ и $R(108^\circ)$ производилось также по формуле (1), но на этот раз фиксировался параметр P_0 в соответствии с данными работы ^{/2/}, а значение анализирующей способности $\pi(\theta)$ находилось одновременно с R . В таблице 1 приведены значения анализирующей способности для соответствующих угловых интервалов. $\pi_a(\theta)$ - анализирующая способность мишени-анализатора при падении на нее протонов, рассеянных в предыдущем столкновении на угол 72° с.д.м. и имеющих энергию ≈ 430 Мэв. В этом случае (так же как и для измерения $R(90^\circ)$) в качестве анализирующей мишени использовались алюминиевые электроды искровой камеры. $\pi_b(\theta)$ - анализирующая способность углеродной мишени-анализатора для энергии падающих протонов ≈ 170 Мэв, соответствующей исследуемому рассеянию на угол 108° с.д.м.

Т а б л и ц а 1

θ°	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24
$\pi_a(\theta)$	$0,60 \pm 0,13$	$0,30 \pm 0,12$	$0,20 \pm 0,12$	$0,11 \pm 0,12$	$0,21 \pm 0,18$
$\pi_b(\theta)$	$0,53 \pm 0,10$	$0,70 \pm 0,10$	$0,48 \pm 0,11$	$0,33 \pm 0,12$	$0,57 \pm 0,18$

Вычисления на электронной счетной машине с использованием функции правдоподобия (1) показали, что максимум функции L достигается при следующих значениях параметра R : $R(72^\circ) = 0,70 \pm 0,19$; $R(90^\circ) = 0,46 \pm 0,09$; $R(108^\circ) = 0,20 \pm 0,08$.

Полученные в настоящем эксперименте значения параметра R при 605 Мэв близки к результатам измерений, выполненных при энергии 635 Мэв ^{/3/} методом сцинтилляционных счетчиков.

2. Фазовый анализ

Результаты данного эксперимента по измерению параметра вместе с данными по $S_{кр}$ и $S_{кн}$ предыдущей работы ^{/1/} были использованы для проведения

фазового анализа упругого p - p -рассеяния при энергии 600 Мэв. Для осуществления фазового анализа были привлечены также результаты измерений полного сечения p - p -взаимодействия ^{/4/}, дифференциального сечения ^{/5/}, поляризации и коэффициента C_{nn} ^{/2/}, а также параметров A и D ^{/8/}. Значения дифференциального сечения при 600 Мэв под малыми углами были получены с помощью линейной интерполяции данных при 560 и 660 Мэв ^{/7/}, а при получении величины поляризации для этих углов была использована энергетическая зависимость этой величины, найденная в работе ^{/8/}. Сведения о полных сечениях мезонообразования взяты из работ ^{/9,10,11/}.

Фазовые сдвиги отыскивались методом наименьших квадратов. Поиск минимума функционала χ^2 производился методом линеаризации ^{/12/}. Были определены фазовые сдвиги волн до $l_{max} = 5$. Упругое взаимодействие в состояниях с более высокими орбитальными моментами учитывалось в одномезонном приближении. В соответствии с резонансной моделью Мандельштама ^{/13/} предполагалось, что рождение пионов происходит в ограниченном числе состояний, в связи с чем лишь фазы $\delta(^3P_{0,1,2})$, $\delta(^1D_2)$ и $\delta(^3F_{2,3})$ предполагались комплексными. Фазовый анализ производился по известным формулам работ ^{/14,15/}. Для включения неупругих процессов была принята процедура, разработанная в работах ^{/16,17/}, когда мезонообразование в состояниях $^3P_{0,1,2}$ и $^3F_{2,3}$ учитывается усредненными коэффициентами поглощения.

В результате 150 поисков со случайных начальных значений было найдено, что два наиболее достоверных решения имеют $\chi^2_1 = 41,51$ и $\chi^2_2 = 53,11$ при $\chi^2 = 42$. Решения I и II приведены в таблице 2. В этой же таблице записано решение, полученное в работе ^{/8/} при проведении фазового анализа p - p -рассеяния при энергии 660 Мэв. Для удобства сравнения с нашими результатами коэффициенты поглощения, приведенные в работе ^{/8/}, усреднены по полному угловому моменту.

Из таблицы видно, что знаки основных фазовых сдвигов

$$\delta(^1S_0), \delta(^3P_0), \delta(^3P_1), \delta(^3P_2), \delta(^1D_2)$$

совпадают со знаками аналогичных фазовых сдвигов, полученных при 660 Мэв.

Значения критерия согласия $P(\chi^2)$ для обоих полученных решений равны соответственно

$$P(\chi^2_1) = 0,50 \quad \text{и} \quad P(\chi^2_2) = 0,13 .$$

Т а б л и ц а 2

Фазовые сдвиги в градусах и коэффициенты поглощения

Фазовые сдвиги и коэффициент поглощения	Решение I 600 МэВ =41,51	Решение II 600 МэВ =53,11	Решение работы / 8/ 660 МэВ
1s_0	-30,9 \pm 3,9	-39,7 \pm 3,3	- 28,5 \pm 9,6
3P_0	-51,8 \pm 10,6	-16,7 \pm 3,6	-33,5 \pm 14,0
3P_1	-44,8 \pm 3,5	-28,9 \pm 2,9	-28,5 \pm 4,6
3P_2	15,2 \pm 2,0	33,9 \pm 1,6	26,1 \pm 4,3
1D_2	10,3 \pm 2,6	5,0 \pm 2,0	4,8 \pm 4,2
ϵ_2	-3,1 \pm 1,8	7,2 \pm 1,3	-3,7 \pm 2,8
3F_2	-6,0 \pm 1,7	-7,5 \pm 1,3	-2,1 \pm 1,8
3F_3	0,2 \pm 1,7	1,9 \pm 1,6	-1,2 \pm 5,9
3F_4	3,5 \pm 0,6	-0,9 \pm 1,1	4,8 \pm 1,0
1G_4	3,2 \pm 1,2	1,8 \pm 1,1	4,9 \pm 1,9
ϵ_4	-3,4 \pm 1,1	0,8 \pm 1,2	-5,1 \pm 1,2
3H_4	0,0 \pm 0,7	-1,2 \pm 0,5	-0,2 \pm 1,2
3H_5	-2,0 \pm 1,0	-4,2 \pm 1,0	-2,4 \pm 1,3
3H_6	0,9 \pm 0,2	-1,1 \pm 0,5	0,8 \pm 0,8
$r({}^3P_{0,1,2})$	0,86 \pm 0,02	0,86 \pm 0,03	0,95 \pm 0,20
$\langle {}^1D_2 \rangle$	0,77 \pm 0,02	0,77 \pm 0,02	0,65 \pm 0,04
$r({}^3F_{2,3})$	0,97 \pm 0,01	0,74 \pm 0,01	0,78 \pm 0,06
χ^2 / χ^2	0,99	1,26	1,17

Вычисление вероятностей реализации первого и второго решения по формулам, предложенным Тяпкиным^{/18/}, приводит к следующему результату:

$$P_I = \frac{1}{1 + e^{-\frac{\chi_I^2 - \chi_{II}^2}{2}}} = 0,997; \quad P_{II} = 1 - P_I = 0,003. \quad (2)$$

В настоящее время представляется все же преждевременным утверждать, что решение II не реализуется, так как экспериментальный материал, использованный для фазового анализа, возможно, не свободен от систематических ошибок. Для решения этого вопроса следует предпринять дополнительные эксперименты. Рисунки 1, 2 характеризуют описание экспериментальных данных первым и вторым наборами фаз. Анализ угловой зависимости экспериментальных величин, предсказываемых первым и вторым наборами фазовых сдвигов, показывает, что для надежного выбора истинного решения при энергии 800 Мэв желательно произвести измерения параметров η (55°) или $C_{\text{кр}}$ (60°). К виду решения чувствителен также коэффициент спиновой корреляции C_{qkn} .

Авторы благодарят Л.С. Ажгирея, И.Н. Силина и А.А. Тяпкина за полезные обсуждения.

Л и т е р а т у р а

1. Б.М. Головин, Р.Я. Зулькарнеев, В.С. Киселев, С.В. Медведь, В.И. Никаноров, А.Ф. Писарев, Г.Л. Семашко. Препринт ОИЯИ, Р-2776, Дубна, 1966.
2. G. Coignet, D. Geonenberger, K. Kuroda, A. Muchalowicz, J.C. Oliver, M. Poulet, J. Teillac, M. Borghini, C. Pyter. Nuovo Cim., 43 A, 708 (1966).
3. Ю.П. Кумекин, М.Г. Мешеряков, С.Б. Нурушев, Г.Д. Столетов. ЖЭТФ, 43, 1665 (1962).
4. В.П. Джелепов, В.И. Москалев, С.В. Медведь. ДАН, 104, 380 (1955).
5. L.W. Smith, A.W. McReynolds, G. Snow. Phys. Rev., 97, 1186 (1955).
6. Ю.П. Кумекин, М.Г. Мешеряков, С.Б. Нурушев, Г.Д. Столетов. ЖЭТФ, 38, 1451 (1960); 46, 60 (1964).
7. Н.П. Богачев. ДАН, 108, 806 (1956).
8. Л.С. Ажгирей, Н.П. Клепиков, Ю.П. Кумекин, М.Г. Мешеряков, С.Б. Нурушев, Г.Д. Столетов. ЖЭТФ, 45, 1174 (1963).

9. М.Г. Мешеряков, Б.С. Неганов. ДАН, 100, 677 (1955).
10. Б.С. Неганов, О.В. Савченко. ЖЭТФ, 32, 1265 (1957).
11. А.Ф. Дунайцев, Ю.Д. Прокошкин. ЖЭТФ, 36, 1656 (1959).
12. С.Н. Соколов, И.Н. Силин. Препринт ОИЯИ, Д-810, Дубна 1961.
13. S. Mandelstam. Proc. Roy. Soc. A 244, 491 (1958).
14. H.P. Stapp, T.I. Ypsilantis, N. Metropolis. Phys. Rev., 105, 302 (1957).
15. P. Cziffra, M. I. Moravcsik, H.P. Stapp. Phys. Rev., 114, 880 (1959).
16. N. Hoshizaki, S. Machida. Progr. Theor. Phys. 29, 44 (1963).
17. Л.С. Ажгирей, Н.П. Клепиков, Ю.П. Кумекин, М.Г. Мешеряков, С.Б. Нурушев, Г.Д. Столетов. ЖЭТФ, 45, 1174 (1963).
18. А.А. Тяпкин. Препринт ОИЯИ, Е-2353, Дубна 1965.

Рукопись поступила в издательский отдел
14 февраля 1967 г.

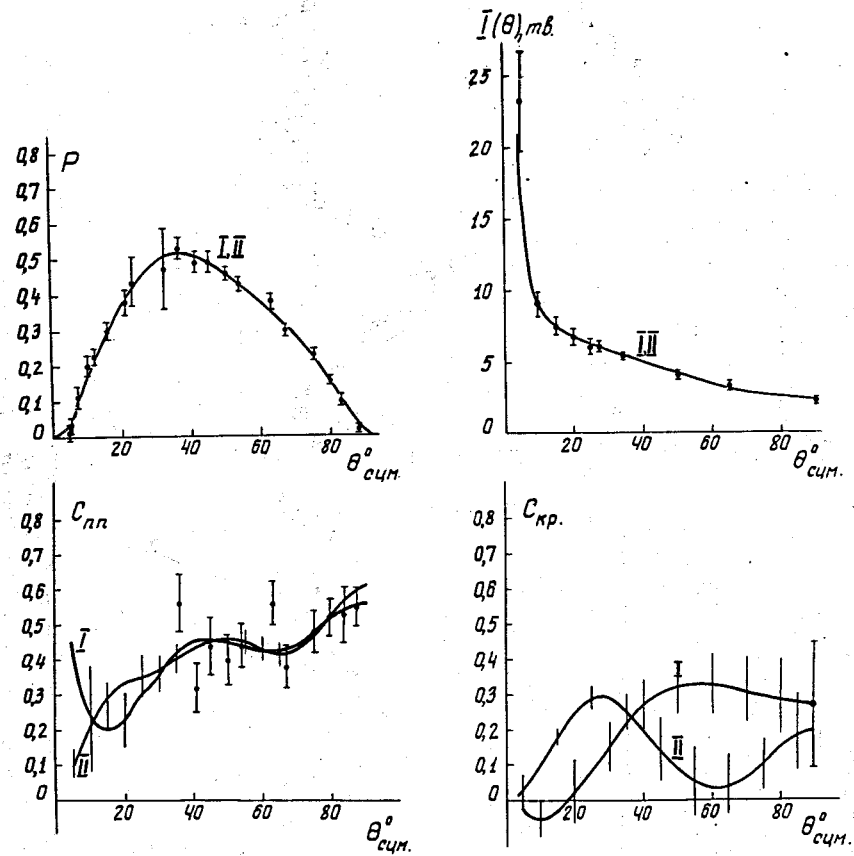


Рис. 1. Угловая зависимость экспериментально наблюдаемых величин. Кривые I и II соответствуют первому и второму наборам фазовых сдвигов. Вертикальные отрезки указывают коридор ошибок.

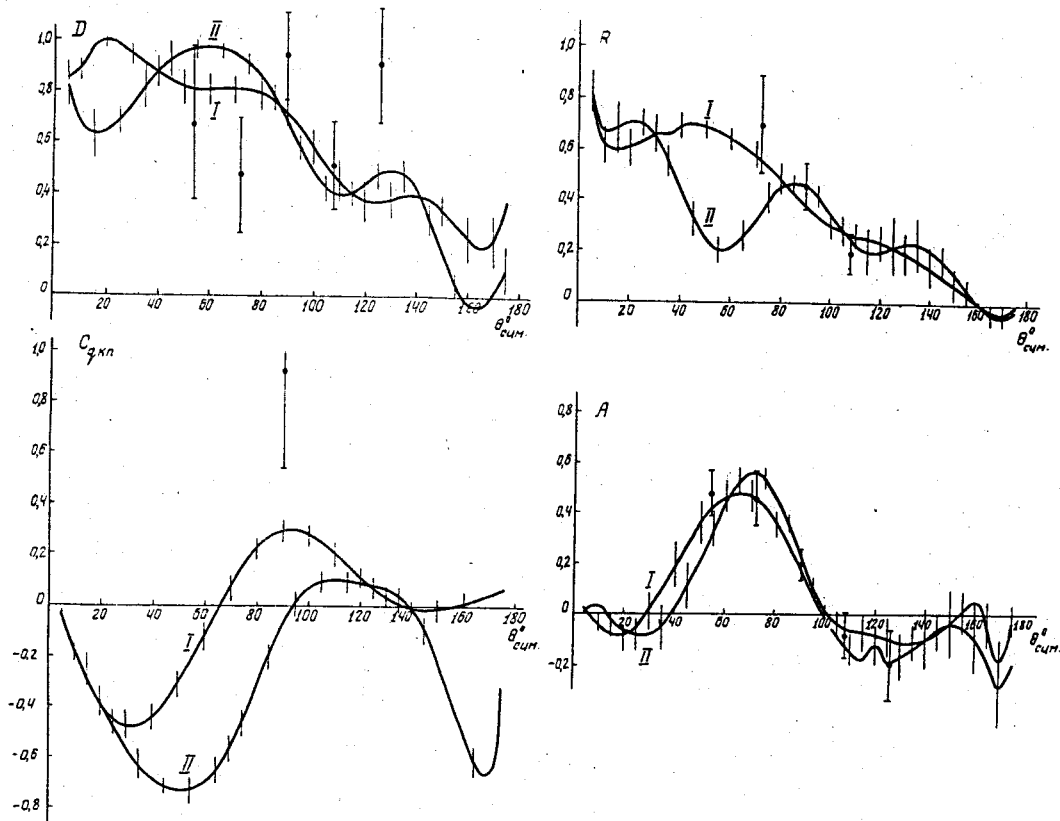


Рис. 2. Угловая зависимость экспериментально наблюдаемых величин. Кривые I и II соответствуют первому и второму наборам фазовых сдвигов. Вертикальные отрезки указывают коридор ошибок.