

К- 431

26/VI - 64

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна



P-1874

Л.Ф. Кириллова, В.А. Никитин, М.Г. Шафранова

УПРУГОЕ РАССЕЯНИЕ
ПРОТОНОВ НА ПРОТОНАХ
ПРИ ЭНЕРГИИ 8,3 ГЭВ

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

1964

2508/3 48.

Л.Ф. Кириллова, В.А. Никитин, М.Г. Шафранова

УПРУГОЕ РАССЕЯНИЕ
ПРОТОНОВ НА ПРОТОНАХ
ПРИ ЭНЕРГИИ 8,3 ГЭВ

Объединенный институт
ядерных исследований
БРЕЗНЕЖ

В работе ^{/3/} нами было обнаружено, что дифференциальное сечение упругого р-р-рассеяния при энергии 8,5 Гэв в области углов $\theta_{с.п.м.} > 8,5^\circ$ в ^{/1/} было занижено, что привело к увеличению параметра наклона дифференциального сечения и завышению радиуса взаимодействия. В данной работе повышена статистическая точность дифференциального сечения как в области малых углов рассеяния, где возможно наблюдение эффекта интерференции кулоновской и ядерной амплитуд рассеяния, так и в области больших углов рассеяния, где в работе ^{/1/} имела место систематическая ошибка, связанная с завышением эффективности просмотра.

Работа является продолжением эксперимента ^{/3/} и выполнялась на той же эмульсионной камере из слоев, пропитанных водой.

Применялось два способа просмотра эмульсий: по площади и по группе следов. Свойства примененной камеры, а также способы просмотра и измерений описаны в ^{/3-6/}.

В таблице приведено полученное нами дифференциальное сечение и результаты эксперимента ^{/1/}. В области углов 1,5-8,5 с.п.м. результаты обеих работ согласуются и данные объединены. В области больших углов использование результатов ^{/1/} оказалось невозможным: дифференциальное сечение в настоящем эксперименте систематически выше.

Для анализа использовались объединенные данные в области углов 1,5-8,5⁰, а в области 8,5-14,5⁰ - результаты только этой работы.

Анализ проводился в двух предположениях. Использовалась формула Бете ^{/6/} аналогично тому, как это делалось в ^{/7/}. Первое предположение состояло в том, что амплитуда рассеяния A комплексна и не зависит от спинового состояния сталкивающихся нуклонов. Тогда

$$A = a \xi_R(\theta) + i \xi_I(\theta),$$

где

$$a = \frac{\text{Re } A(0)}{\text{Im } A(0)}.$$

Предполагалось, что действительная и мнимая амплитуды рассеяния имеют гауссово распределение по θ с полушириной θ_R и θ_I :

$$\xi_R = \sqrt{\left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{\text{опт.}}} \cdot \exp\left(-\frac{\theta^2 \ln 2}{2\theta_R^2}\right)$$

$$g_1 = \sqrt{\left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{\text{опт.}}} \cdot \exp\left(-\frac{\theta^2 \ln 2}{2\theta_1^2}\right)$$

$$\left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{\text{опт.}} = \left(\frac{k\sigma_1}{4\pi}\right)^2 = 102 \text{ мбн/стерад.} /8/$$

Методом наименьших квадратов определялись θ_R , θ_1 и α .

Данный эксперимент не позволяет определить θ_R с большой точностью, однако, в пределах ошибок θ_R совпадает с θ_1 . Значение α очень слабо зависит от θ_R . Приводим значения α и θ_1 , полученные методом наименьших квадратов, когда θ_R было зафиксировано равным θ_1 :

$$\theta_R^0 = 7,8 \pm 0,3; \quad \alpha = -0,32 \pm 0,07;$$

$$\chi^2 = 9 \text{ при числе степеней свободы } 5.$$

Эксперимент говорит о наличии конструктивной интерференции кулоновской и ядерной амплитуд рассеяния, что согласуется с выводами работы /7/, выполненной при 6 и 10 Гэв. Однако, как и в работе /7/, допустима иная интерпретация опытных данных. Действительно, пусть амплитуда рассеяния мнимая, но зависит от спинового состояния p-p-системы. Тогда оптическая теорема

$$\frac{d\sigma}{d\Omega}(0) = \left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{\text{опт.}} = \left(\frac{k\sigma_1}{4\pi}\right)^2 \quad (1)$$

должна быть естественно видоизменена

$$\frac{d\sigma}{d\Omega}(0) = \left(\frac{k}{4\pi}\right)^2 (\frac{1}{4}\sigma_1^2 + \frac{1}{4}\sigma_3^2), \quad (2)$$

где σ_1 и σ_3 - полные сечения для синглетного и триплетного спинового состояния взаимодействующих протонов. Очевидно, полное сечение p-p-взаимодействия, измеренное в неполяризованном пучке и на неполяризованной мишени есть:

$$\sigma_t = \frac{1}{4}\sigma_1 + \frac{3}{4}\sigma_3. \quad (3)$$

Формула (2) (с учетом (3)) переходит в (1) в случае $\sigma_1 = \sigma_3 = \sigma_t$. Если $\sigma_1 \neq \sigma_3$, то по формуле (2) мы получаем

$$4\left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{\text{опт.}} \geq \frac{d\sigma}{d\Omega}(0) > \left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{\text{опт.}}$$

что и наблюдается на опыте.

Таким образом, эксперименту одинаково хорошо удовлетворяют оба рассмотренных предположения: наличие действительной части амплитуды рассеяния и различие взаимодействия в двух спиновых состояниях: синглетном и триплетном. В первом случае опыту соответствует наличие конструктивной интерференции между кулоновской и

и ядерной амплитудами рассеяний, во втором амплитуда синглетного рассеяния превышает амплитуду триплетного.

Полное сечение упругого p-p рассеяния в области углов 1,5-14,5° с.д.м. было получено суммированием сечений по отдельным угловым интервалам. В области углов > 14,5° сечение упругого рассеяния было вычислено в предположении, что дифференциальное сечение описывается экспонентой в t координатах, при этом параметр наклона был взят соответствующим угловой полуширине дифференциальной кривой, равной 7,8±0,3°, которая была получена из формулы Бете для мнимой части амплитуды рассеяния. Отклонение от экспоненциального закона в области больших углов рассеяния /2/ дает несущественную поправку в полное сечение упругого рассеяния, поскольку основной вклад составляет сечение рассеяния на малые углы. (Вся область θ с.д.м. > 14,5° дает вклад ~10%). Полное сечение упругого рассеяния оказалось равным

$$\sigma_{\text{упр.}} = (11,2 \pm 0,7) \text{ мбн.}$$

Это значение находится в хорошем согласии с величиной $\sigma_{\text{упр.}} = (11,71 \pm 0,22) \text{ мбн.}$, полученной при 8 Гэв в эксперименте Фоли и др. /2/, и выше величины $\sigma_{\text{упр.}} = (8,7 \pm 0,4) \text{ мбн.}$, полученной в /1/.

В заключение авторы выражают благодарность А.А.Ятису за помощь.

Т а б л и ц а

Дифференциальное сечение упругого p-p-рассеяния

Интервал углов θ° с.д.м.	- t (Гэв/с) ² для среднего значения интервала угла	E = 8,2 Гэв (данная работа)		E = 8,5 Гэв	Eэфф = 8,3 Гэв
		Эффективности, просмотре	$\frac{d\sigma}{d\Omega}$ мбн стеррад	$\frac{d\sigma}{d\Omega}$ мбн стеррад	(В первых 4 интервалах объединенные данные) $\frac{d\sigma}{d\Omega}$ мбн стеррад
1,5-2,5	0,0048	0,94±0,04	128±21	154±33	135±17
2,5-4,5	0,0146	0,99±0,01	97±10	124±15	109±8
4,5-6,5	0,036	0,98±0,01	98±8,5	93±11	96±7
6,5-8,5	0,067	0,98±0,01	60,5±5,7	63,3±7,7	61±5
8,5-10,5	0,108	0,90±0,04	47,5±5,3	35,9±5,5	47,5±5,3
10,5-12,5	0,158	0,82±0,05	37,3±6,4	13,3±2,9	37,3±6,4
12,5-14,5	0,217	0,82±0,05	11,9±2,5	6,5±2,1	11,9±2,5

Л и т е р а т у р а

1. До Ин Себ, Л.Ф.Кириллова, П.К.Марков, Л.Г.Попова, И.Н.Силин, Э.Н.Цыганов, М.Г.Шафранова, Б.А.Шахбазян, А.А.Юлдашев. ЖЭТФ, 41, 1748 (1961). Препринт ОИЯИ Р-754 (1961).
2. K.J.Foley, S.J.Lindenbaum, W.A.Love, S.Osaki, J.J.Russell and L.C.L.Yuan. Phys.Rev.Lett., 11N9, 425 (1963).
3. До Ин Себ, Л.Ф.Кириллова, М.Г.Шафранова. ЖЭТФ, 44, 1487 (1963). Препринт ОИЯИ Р-1135, Дубна (1963).
4. До Ин Себ, Л.Ф.Кириллова, З.Ф.Корбел, М.Г.Шафранова. ПТЭ № 6, стр.48 (1962). Препринт ОИЯИ 1080 Дубна (1962).
5. В.Б.Любимов, П.К.Марков, Э.Н.Цыпанов, Чжен Пу-ин, М.Г.Шафранова. ЖЭТФ, 37, 910 (1959).
6. H.Bethe. Ann. of Phys., 3, 190 (1958).
7. Л.Ф.Кириллова, В.А.Никитин, А.А.Номофилов, В.А.Свиридов, Л.Н.Струнов, М.Г.Шафранова. Препринт ОИЯИ Д-1329 (1963). ЖЭТФ 45, вып. 4(10), 1281 (1963).
8. S.J.Lindenbaum, V.A.Love, J.A.Niederer, S.Osaki, J.J.Russell and L.C.L.Yuan. Phys. Rev. Lett., 7, 185 (1961).

Рукопись поступила в издательский отдел
13 мая 1964 г.