



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
Лаборатория ядерных проблем

---

В.И. Никаноров, Г. Петер, А.Ф. Писарев, Х. Поэ

P-863

ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА  
СПИНОВОЙ КОРРЕЛЯЦИИ  $S_{кр}$   
ДЛЯ (p-p)-РАССЕЯНИЯ  
ПРИ ЭНЕРГИИ 660 МЭВ

Дубна 1961 год

В.И. Никаноров, Г. Петер, А.Ф. Писарев, Х. Позе

P-863

ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА  
СПИНОВОЙ КОРРЕЛЯЦИИ  $C_{кр}$   
ДЛЯ (p-p)-РАСSEЯНИЯ  
ПРИ ЭНЕРГИИ 660 МЭВ

Направлено в ЖЭТФ

А н н о т а ц и я

Измерен коэффициент спиновой корреляции  $C_{кр}$  при упругом рассеянии протонов протонами для энергии 660 Мэв под углом  $90^\circ$  в системе центра масс. Получено, что  $C_{кр}(90^\circ) = 0,22 \pm 0,18$ .

Abstract

The spin correlation coefficient  $C_{kp}$  in elastic proton-proton scattering was measured for an energy of 660 MeV at an angle of  $90^\circ$  in the c.m.s.  $C_{kp}(90^\circ)$  has been found to be  $0,22 \pm 0,18$ .

## 1. Введение

Коэффициент  $C_{кр}$  определяют как среднее значение оператора  $\sigma_1 K \sigma_2 P$ , где  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  — операторы спина рассеянного протона и протона отдачи,  $K$  и  $F$  — единичные векторы, направленные по  $p' - p$  и  $p' + p$ ;  $p$  и  $p'$  — начальные и конечный импульсы рассеянного протона в системе центра масс.  $C_{кр}$  характеризует корреляцию между компонентами спина двух протонов в плоскости рассеяния.

Впервые коэффициент  $C_{кр}$  был измерен при энергии 380 Мэв<sup>/1/</sup> с целью выделения набора фазовых сдвигов при 310 Мэв.

Амплитуда упругого (p-p)-рассеяния может быть записана в виде<sup>/2,3/</sup>:

$$M = a + \beta(\sigma_1 n)(\sigma_2 n) + \gamma(\sigma_1 + \sigma_2)n + \delta(\sigma_1 K)(\sigma_2 K) + \epsilon(\sigma_1 F)(\sigma_2 P). \quad (1)$$

$C_{кр}$  связан с коэффициентами амплитуды рассеяния следующим соотношением:

$$I_0(\theta) C_{кр} = -Im \, de^*, \quad (2)$$

где  $I_0(\theta)$  — дифференциальное сечение упругого (p-p)-рассеяния и  $d = \delta - \epsilon$ ,  $e = 2\gamma$ .

## 2. Эксперимент

Схема эксперимента изображена на рис. 1. Пучок протонов с энергией 660 Мэв рассеивался на полиэтиленовой мишени. Рассеянные протоны и протоны отдачи регистрировались совпадениями между сопряженными телескопами  $T_1$  и  $T_2$ , каждый из которых выделяет телесный угол  $0,7 \cdot 10^{-3}$  стерадиана. Анализ спиновых состояний протонов после рассеяния производился с помощью двух идентичных углеродных мишеней. Рассеяние на углеродных мишенях выделялось телескопами  $T_3$  и  $T_4$ , включенными на антисовпадения с  $T_1$  и  $T_2$ . Для регистрации направления движения протонов до рассеяния на углеродных мишенях и после рассеяния были применены газоразрядные камеры<sup>/4/</sup>. Производилось фотографирование проекций треков на плоскости, характеризуемые ортами  $K$  и  $P$ . В первой из этих плоскостей анализируется рассеянный протон, во второй — протон отдачи. При обработке экспериментальных данных учитывались протоны, проекции треков которых после второго рассеяния составляют с направлением движения на углеродную мишень углы, заключенные в интервале  $6,5 - 20^\circ$ . Минимальный угол

второго рассеяния, регистрируемый аппаратурой, равен  $4,5^\circ$ . Выбор несколько большего минимального угла, используемого при обработке результатов, позволяет избежать асимметрии, связанной с возможной неточностью юстировки телескопов  $T_3$  и  $T_4$ . На рис. 2 приведены фотографии протонных треков, используемых при анализе эксперимента.

### 3. Калибровочный опыт

Для определения анализирующей способности углеродных мишеней применялся метод, аналогичный использованному в работе Б.М.Головина, В.П.Джелепова и Р.Я.Зулькарнеева<sup>/5/</sup>. С помощью полиэтиленового замедлителя энергия пучка протонов снижалась до 385 Мэв. Протоны, вылетевшие из первой мишени под углом  $41^\circ$  в системе центра масс и имеющие поляризацию  $0,39 \pm 0,03$ <sup>/6/</sup>, анализировались на углеродной мишени, примененной в корреляционных измерениях. Для получения анализирующей способности обрабатывался тот же интервал углов второго рассеяния, что и при нахождении числа корреляционных случаев. При измерении  $C_{кр}$  ( $90^\circ$ ) в случае идентичных анализирующих мишеней можно принять, что их анализирующие способности  $P_1$  и  $P_2$  совпадают. В результате измерений получено  $P_1 = P_2 = 0,5 \pm 0,1$ .

### 4. Коэффициент $C_{кр}$

Корреляционная асимметрия определяется соотношением:

$$a = \frac{N_{ВВ} + N_{НН} - N_{ВН} - N_{НВ}}{N_{ВВ} + N_{НН} + N_{ВН} + N_{НВ}}, \quad (3)$$

где  $N_{ВВ}$  обозначает количество совпадений, когда рассеянный протон и протон отдачи после рассеяния на анализаторах отклоняются вверх,  $N_{НН}$  соответствует случаю отклонения обоих протонов вниз,  $N_{ВН}$  и  $N_{НВ}$  относятся к двум возможным комбинациям для случая отклонения протонов в противоположных направлениях.

Коэффициент  $C_{кр}$  выражается через асимметрию по формуле

$$C_{кр} = \frac{a}{P_1 P_2}. \quad (4)$$

В результате измерений было набрано 630 корреляционных случаев, которые распределились следующим образом:

$$\begin{aligned} N_{VV} &= 165 \pm 14 & N_{ВН} &= 146 \pm 13 \\ N_{НН} &= 167 \pm 14 & N_{НВ} &= 152 \pm 13 . \end{aligned} \quad (5)$$

Приведенные здесь количества случаев получены после вычитания фона от углеродной мишени, поставленной на место первого рассеивателя.

Корреляционная асимметрия, вычисленная по формуле (3), равна

$$a = 0,054 \pm 0,041 . \quad (6)$$

Используя выражение (5), находим

$$C_{kp} = 0,22 \pm 0,18 . \quad (7)$$

### 5. О б с у ж д е н и е

Настоящий эксперимент является частью программы опытов, необходимых для восстановления амплитуды рассеяния и проведения фазового анализа. В области энергий, меньших порога рождения мезонов, пяти независимых экспериментов оказывается достаточно, чтобы восстановить амплитуду рассеяния. Ввиду большой роли неупругих процессов при энергии протонов 660 Мэв необходимо осуществить, по крайней мере, 9 независимых экспериментов. Однако, как отмечалось в работе /7/, в случае рассеяния протонов на угол  $90^\circ$  в системе центра масс и в "неупругой области" возможно определить амплитуду рассеяния для этого угла из пяти экспериментов.

В работе /5/ получены численные значения модулей коэффициентов амплитуды рассеяния. Использование результатов работы /5/ и полученного в нашем эксперименте значения  $C_{kp}$  в соотношении (2) позволяет установить знак разности фаз комплексных коэффициентов  $e$  и  $d$ . Учитывая  $|e| > 0$  и  $|d| > 0$ , получаем, что  $\sin(\delta_e - \delta_d) > 0$  с вероятностью  $\approx 0,9$ .  $\delta_e$  и  $\delta_d$  - фазы коэффициентов  $e$  и  $d$ .

Формула (2) нерелятивистская. Учет релятивизма не повлияет на полученный результат, так как релятивистской поправкой можно пренебречь из-за ее малости по сравнению с ошибкой эксперимента в определении  $C_{kp}$ .

Для получения более определенных результатов для сдвига фаз  $\delta_e - \delta_d$  необходимо не только экспериментальное уточнение значения коэффициента  $C_{кр}$ , но и более точное в сравнении с известными в настоящее время измерение коэффициентов  $C_{pp}$  ( $90^\circ$ ) и  $D_{pp}$  ( $90^\circ$ ), из которых определяются  $|e|$  и  $|d|$ .

Авторы благодарят Л.И.Лapidуса, Ю.П.Кумекина, С.Б.Нурушева и Г.Д.Столетова за полезные дискуссии.

#### Л и т е р а т у р а

1. A.Ashmore, A.N.Diddens, G.V.Huxtable.  
Proc. Phys. Soc. 73, 957 (1959).
2. R.Oehme. Phys. Rev. 98, 147 (1955).
3. Л.Пузиков, Р.Рындин, Я.Смородинский. ЖЭТФ, 32, 592, 1954.
4. А.Говоров, В. Никаноров, Г.Петер, А.Писарев, Х.Поэе. Препринт ОИЯИ, 1961г.
5. Б.Головин, В.Джелепов, Р.Зулькарнеев. ЖЭТФ, 41, 83, 1961г.
6. W.Hess. Rev. Mod Phys. 30, 368 (1958).
7. С.Б.Нурушев. ЖЭТФ, 37, 301, 1959.

Рукопись поступила в издательский отдел  
25 декабря 1961 года.

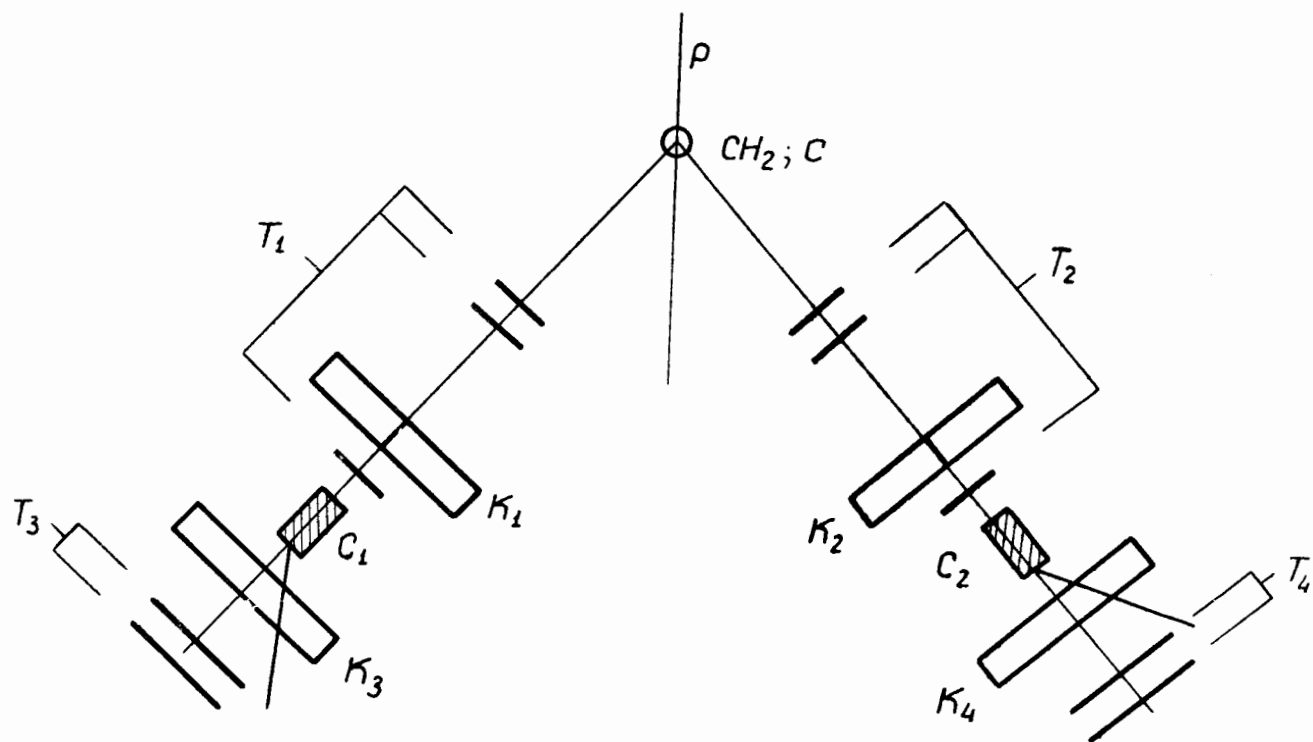


Рис. 1. Схема эксперимента по измерению  $C_{кр}$ .

$C_1$  и  $C_2$  - анализирующие мишени;  $K_1, K_2, K_3, K_4$  - газоразрядные камеры;

$T_1, T_2, T_3, T_4$  - телескопы сцинтилляционных счетчиков.



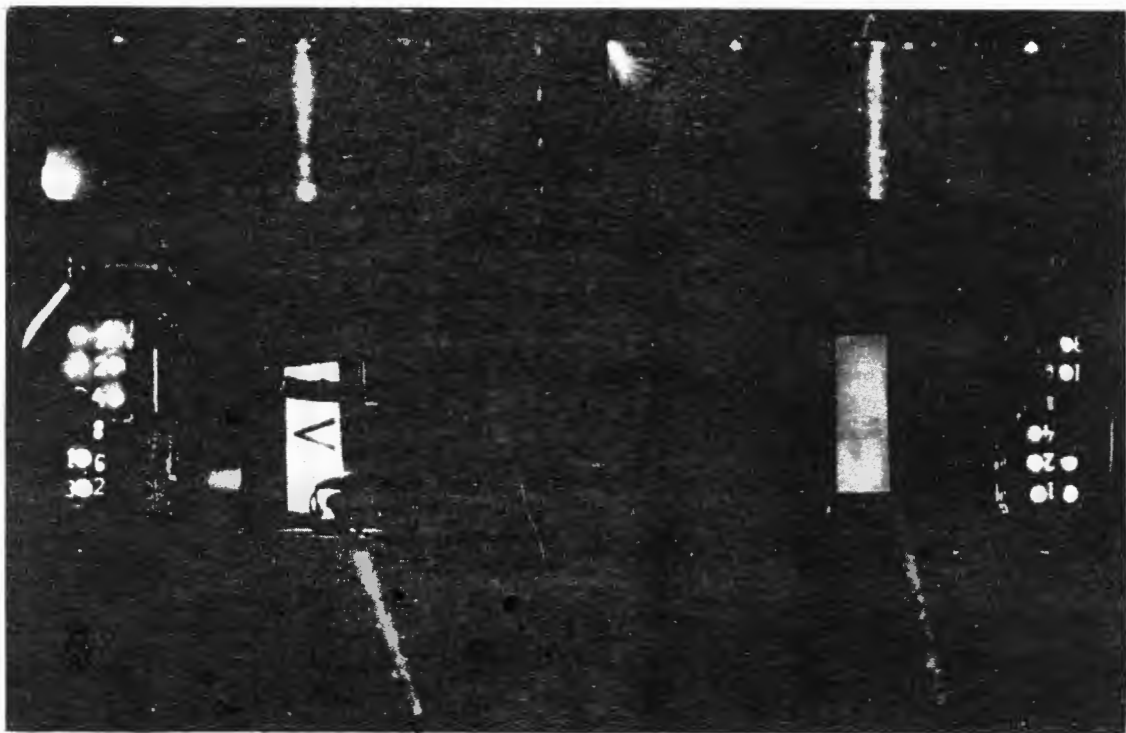


Рис. 2. Фотографии протонных треков, соответствующих корреляционному событию.