

УДК 539.172.3

ФИЗИКА

А. С. БЕЛОУСОВ, Н. П. БУДАНОВ, Б. Б. ГОВОРКОВ, А. И. ЛЕБЕДЕВ,
Е. П. МАЛИНОВСКИЙ, Е. В. МИНАРИК, И. В. МИХАЙЛОВ, В. П. ПЛАКСИН,
С. В. РУСАКОВ, В. И. СЕРГИЕНКО, Е. И. ТАММ, академик П. А. ЧЕРЕНКОВ,
П. Н. ШАРЕЙКО, А. И. АЛИХАНИЯН, Г. Л. БАЯТЯН, Г. С. ВАРТАНЯН,
А. Т. МАРКАРЯН, А. М. ФРОЛОВ

ПОЛНЫЕ ПОПЕРЕЧНЫЕ СЕЧЕНИЯ АДРОННОГО ПОГЛОЩЕНИЯ ФОТОНОВ ПРОТОНАМИ ПРИ ЭНЕРГИЯХ ОТ 12 ДО 30 Гэв

Измерения адронного поглощения фотонов были проведены на электронном пучке протонного синхротрона Института физики высоких энергий ⁽¹⁾. Основные характеристики пучка: импульс $31 \text{ Гэв}/c \pm 3\%$, интенсивность 10^8 электронов в импульсе при интенсивности ускоренных протонов 10^{12} в импульсе; примесь адронов и мюонов в электронном пучке меньше 1% .

Схема эксперимента показана на рис. 1. Пучок электронов, предварительно сформированный магнито-оптической системой канала, проходил по вакуумпроводу VP и поступал в формирующую систему I , состоящую из двух свинцовых коллиматоров и двух охранных счетчиков AC_1 и AC_2 с отверстиями в центре. Мониторинг пучка осуществлялся сцинтилляционными счетчиками S_1 и S_2 .

В жидководородной мишени T длиной $1,5 \text{ м}$ ⁽²⁾ электроны испускали тормозное излучение. Фотоны тормозного излучения взаимодействовали с протонами в той же мишени.

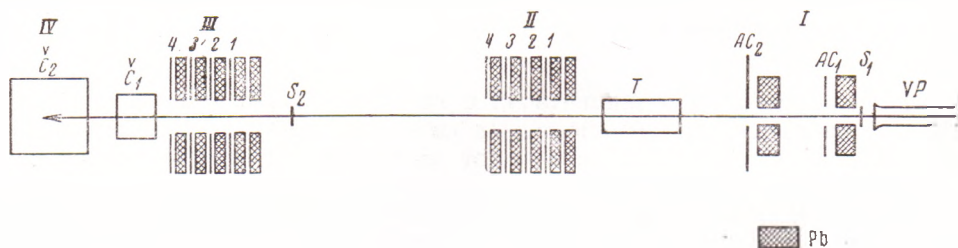


Рис. 1. Схема расположения аппаратуры

Выделение адронного поглощения фотонов на фоне процессов, сопровождающих более интенсивное электромагнитное поглощение, осуществлялось адронными детекторами II и III . Каждый адронный детектор состоял из четырех сцинтилляционных счетчиков $1-4$ размером $50 \times 50 \times 1 \text{ см}^3$ с отверстием диаметром $\phi = 10 \text{ см}$ в центре. Между счетчиками помещались свинцовые пластины размером $50 \times 50 \times 3 \text{ см}^3$ с отверстием $\phi = 10 \text{ см}$ в центре. Кроме того, перед каждым адронным детектором стояли по две таких же пластины.

Случаи электромагнитного поглощения фотонов в водороде адронными детекторами не регистрировались, так как вторичные частицы, возникающие при этом, имеют малые углы вылета относительно первичного пучка электронов и проходят вместе с пучком через отверстия в адронных детекторах.

Вторичные частицы, возникающие при адронном поглощении фотонов, имеют большие углы разлета и регистрируются одним из двух адронных детекторов. Аналогичный метод разделения адронных и электромагнитных взаимодействий был применен в работе ⁽³⁾.

Адронные детекторы калибровались на пучках ускорителя ИФВЭ, причем было показано, что для эффективного детектирования адронов достаточно регистрировать четырехкратные совпадения импульсов от счетчиков 1—4.

За адронными детекторами располагался черенковский спектрометр полного поглощения IV, измерявший энергию электронов, прошедших через установку. Спектрометр состоял из двух черенковских счетчиков C_1 и C_2 с радиаторами толщиной $12 X_0$ и $10 X_0$, расположенных один за другим и

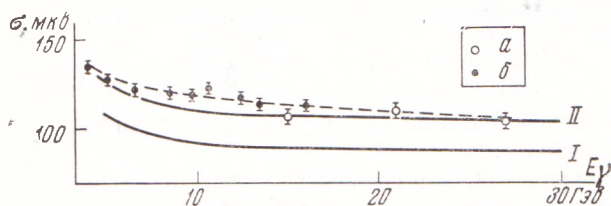


Рис. 2. Полное поперечное сечение адронного поглощения фотонов на водороде. a — результат настоящей работы, b — данные ⁽³⁾, сплошные кривые — результат теоретических расчетов, пунктирная кривая проведена через точки a , b по методу наименьших квадратов

включенных на схему сложения импульсов. Таким образом, обеспечивалось условие полного поглощения, необходимое для получения хорошего энергетического разрешения. В рабочем диапазоне энергий спектрометр обладал хорошей линейностью и имел энергетическое разрешение 5% (полная ширина на половине высоты).

Амплитуда импульса на выходе спектрометра измерялась при условии совпадения импульсов в счетчиках S_1 , S_2 и 1—4 одного из адронных детекторов при отсутствии импульсов в счетчиках AC_1 и AC_2 .

Измерение энергии электронов, сопровождающих вылет адронов из мишени, позволяло определить энергию фотонов, претерпевших адронное поглощение в водороде.

В измеренные выходы вводились поправки на эффект от пустой мишени, на вещество в пучке перед мишенью, на эффективность установки, на мертвое время анализатора, на поглощение фотонов в мишени, на вклад электророждения адронов и поправка, учитывающая спектр фотонов.

Полученные поперечные сечения адронного поглощения фотонов для энергий 15 ± 3 ; 21 ± 3 ; 27 ± 3 ГэВ показаны на рис. 2, a открытыми кружками. Там же приводятся зачерненными кружками данные для области меньших энергий, полученные в работе ⁽³⁾ (рис. 2, b). Пунктирная линия проведена через все точки методом наименьших квадратов согласно формуле:

$$\sigma_{\text{tot}}(\gamma p) = a + b\nu^{-1/2},$$

где ν — энергия фотонов в ГэВ. При этом были получены следующие значения параметров:

$$a = (93,0 \pm 3,0) \text{ мкбарн}, \quad b = (79 \pm 9) \text{ мкбарн} \cdot \text{ГэВ}^{1/2}.$$

Сплошные кривые I и II получены путем вычислений полного поперечного сечения адронного поглощения фотонов протонами на основании мо-

дели векторной доминантности и кварковой модели по формуле

$$\sigma_{\text{tot}}(\gamma p) = \frac{\alpha}{4} \left[\frac{1}{\gamma_{\rho^2}/(4\pi)} \frac{\sigma(\pi^+ p) + \sigma(\pi^- p)}{2} + \frac{\sigma(\pi^+ p) + \sigma(\pi^- p)}{2} \frac{1}{\gamma_{\omega^2}/(4\pi)} + \right. \\ \left. + \frac{1}{\gamma_{\phi^2}/(4\pi)} \{\sigma(K^+ p) + \sigma(K^- p) - \sigma(\pi^- p)\} + \frac{1}{\gamma_{\rho'^2}/(4\pi)} \sigma(\rho' p) \right].$$

Значения констант взаимодействия векторных мезонов взяты из данных экспериментов на встречных пучках ⁽⁴⁾, а полные поперечные сечения взаимодействия π^\pm - и K^\pm -мезонов — из результатов работ, проведенных в ИФВЭ ⁽⁵⁾. Численные значения констант, использованных при вычислениях, были следующими:

	$\gamma_{\rho^2}/(4\pi)$	$\gamma_{\omega^2}/(4\pi)$	$\gamma_{\phi^2}/(4\pi)$	$\gamma_{\rho'^2}/(4\pi)$
I	0,64	4,8	2,8	∞
II	0,64	4,8	2,8	2,54

Поперечное сечение взаимодействия ρ' -мезона с протоном принималось равным $\sigma(\rho' p) = 25$ мбарн.

Как видно из рис. 2, наилучшее согласие с экспериментальными результатами удается получить при учете вклада ρ' -мезона ⁽⁶⁾.

В заключение авторы выражают искреннюю благодарность А. А. Логунову, Ю. Д. Прокошкину, Р. М. Суляеву, С. П. Денисову, С. С. Герштейну, В. А. Ярбе, В. И. Котову, А. В. Самойлову за постоянное внимание и действенную поддержку на всех этапах работы, Д. А. Стояновой, Ю. П. Горину, А. Митину за помощь в работе с жидководородной мишенью, П. А. Зайцеву, Н. Г. Котельникову, В. П. Финогенову, В. Г. Долгалева, Я. А. Ваздику, Г. А. Акопджанову, С. Г. Князян, Э. Григорян, Ю. М. Сапунову, В. П. Сахарову, участвовавшим в изготовлении аппаратуры и помогавшим в работе на различных этапах подготовки и проведения эксперимента.

Физический институт им. П. Н. Лебедева
Академии наук СССР
Москва

Поступило
10 IV 1973

Ереванский физический институт
Академии наук АрмССР

Институт физики высоких энергий
Серпухов Московской обл.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ С. С. Герштейн и др., Препринт Инст. физ. высоких энергий, ОП/СТФ 72—93, 1972. ² Ю. П. Горин и др., Препринт ИФВЭ, СЭФ 71—50, 1971. ³ W. P. Hesse et al., Phys. Rev. Letters, v. 25, 613 (1970); D. O. Caldwell et al., ibid., v. 25, 609 (1970). ⁴ J. Lefrancois, Symp. on Electron and Photon Interact. at High Energies Cornell, 1971. ⁵ Proc. Amsterdam Conference on Elementary Particles, 1971. ⁶ A. Bramen, M. Greco, Lett. Nuovo Cimento, v. 3, 693 (1972).