

индекс 3624



ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

БФИ-778(5)-85

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ИНФОРМАЦИИ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ПО АТОМНОЙ НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

Р.О.АВАКЯН, Э.О.АВАКЯН, А.Э.АВЕТИСЯН, Р.Б.АЙВАЗЯН,
Г.А.АРЕСТАКЕСЯН, М.А.АРУТЮНЯН, Р.А.АСАТРЯН, М.В.БАРТИКЯН,
Ю.А.ГАРИБЯН, С.Р.ГИНДЖЯН, В.С.ЕГАНОВ, Г.О.МАРУКЯН
Э.М.МАТЕВОСЯН, М.А.МЕГРАБЯН, Р.М.МИРЗОЯН, А.А.ОГАНЕСЯН,
М.А.ОГАНЕСЯН, Ж.В.ПЕТРОСЯН, И.П.ПРОХОРЕНКО, Ж.С.СААКЯН,
Р.Ц.САРКИСЯН, Ю.Э.СУКИАСЯН, К.К.ШИХЛЯРОВ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИИ
КУМУЛЯТИВНЫХ ПРОТОНОВ В РЕАКЦИИ $\gamma N \rightarrow pX$

ЕРЕВАН-1985

R.O.AVAKIAN, E.O.AVAKIAN, A.E.AVETISIAN, R.B.AIVAZIAN,
 G.A.ARISTAKESIAN, M.A.ARUTUNIAN, R.A.ASTATRIAN,
 M.V.BARTIKIAN, YU.A.GARIBIAN, S.R.GINDOYAN, V.S.YEGANOV,
 G.O.MARUKIAN, E.M.MATEVOSIAN, M.A.MEHRABIAN, R.M.MIRZOYAN,
 A.A.OGANESIAN, M.A.OGANESIAN, ZH.V.PETROSIAN,
 I.P.PROKHORENKO, ZH.S.SAHAKIAN, R.TS.SARKISIAN,
 YU.Z.SUKIASIAN, K.K.SHIKHLJAROV

EXPERIMENTAL SETUP FOR MEASURING THE POLARIZATION
 OF CUMULATIVE PROTONS IN THE REACTION $\gamma A \rightarrow pX$

An experimental setup is described which allowed to measure the polarization of cumulative protons in the reaction $\gamma A \rightarrow pX$ in the range of proton energies 190 - 270 MeV on the beam of bremsstrahlung γ -quanta with a maximum energy 4.5 GeV.

Yerevan Physics Institute
 Yerevan 1985

В настоящей работе описывается экспериментальная установка, предназначенная для измерения поляризации кумулятивных протонов в инклюзивной реакции $\gamma A \rightarrow pX$ в области энергий протонов 190-270 МэВ.

С помощью данной установки была измерена поляризация протонов, вылетевших из мишеней C, Cu, Sn, Pb под углом $95^{\circ} \pm 4^{\circ}$ в лабораторной системе координат. Эксперимент был поставлен на выведенном пучке тормозных фотонов с максимальной энергией 4,5 ГэВ Ереванского синхротрона.

Экспериментальная установка схематически приведена на рис. I. Углы вылета протонов из реакции $\gamma A \rightarrow pX$ определялись с помощью четырех двухкоординатных многопроволочных пропорциональных камер МИК I-4 размерами 128x128 мм и 256x256 мм, шагом намотки 2 мм. Основные характеристики использованных в данном эксперименте пропорциональных камер даны в работе [1]. Поляриметр, предназначенный для определения поляризации протонов, состоит из углеродного рассеивателя толщиной 25 мм и трех многопроволочных пропорциональных камер (МИК 5-7) размерами 512x512 мм, служащих для определения углов рассеяния протонов. Углы вылета и рассеяния протонов находились с

точностью ± 3 мр, а эффективность регистрации — 95 % и была постоянна по поверхности камер. Целесообразность использования углерода в качестве рассеивателя показана в работе [2]. Для определения энергий протонов использовался пробный спектрометр, состоящий из 5 сцинтилляционных счетчиков $R_1 - R_5$ (размеры которых даны в табл. I) и поглотителей $\Pi_1 - \Pi_5$. Энергетические спектры протонов при их остановке в счетчиках пробного спектрометра и рассеяний в углеродной пластинке были рассчитаны методом Монте-Карло [3] и результаты приведены на рис. 2 и 3. В табл. 2 даны для остановившихся протонов значения средних энергий и их дисперсии. Из таблицы видно, что энергия регистрируемых протонов пробным спектрометром составляет 195–256 МэВ, а энергетическое разрешение — от $\pm 7,5$ до $\pm 9,5$ МэВ. С целью обеспечения высокой однородности эффективности регистрации частиц сцинтилляционными счетчиками больших размеров, счетчики R_i были изготовлены из двух самостоятельных частей (счетчиков) — $R_i^{\text{верх}}$ и $R_i^{\text{ниж}}$, каждый из которых регистрировал прохождение частицы с помощью двух фотоумножителей ФЭУ-30, приклеенных через световоды к торцевым сторонам сцинтиллятора. Счетчик, включенный по схеме антисовпадения (\bar{C}), сконструирован аналогично счетчикам R_i — спектрометра. Измерения эффективности регистрации по поверхности сцинтилляционных счетчиков проводились на космических лучах в режиме как отдельных регистраций сигналов от двух ФЭУ, так и в режиме включения фотоумножителей по схеме "ИЛИ". Измерения показали, что в режиме "ИЛИ" эффективность регистрации счетчиков $R_i^{\text{в,н}}$, $\bar{C}^{\text{в,н}}$ практически 100% и не зависит от места прохождения частицы. Типичная картина топологии эффективности регистрации для каждого сцинтилляционного счетчика показана на рис. 4.

В условиях данного эксперимента ложная асимметрия экспериментальной установки определялась с помощью бесспиновых частиц π^\pm — мезонов, которые регистрировались черенковским пороговым счетчиком \hat{C} (ЧПС). Поскольку энергетическая область регистрируемых пробным спектрометром π^\pm — мезонов составляет 93–123 МэВ, в качестве радиатора черенковского счетчика было взято органическое стекло с порогом регистрации π^\pm — мезонов 49 МэВ. Для получения высокой эффективности регистрации черенковским счетчиком, а также однородности эффективности по поверхности, поперечные размеры и толщина ЧПС были выбраны экспериментально на специально созданном тракте пионов с энергией 90–130 МэВ. Для размеров радиатора 13x7x4,5 см эффективность счетчика составляет 95% и не зависит от места прохождения частицы. Для обеспечения требуемого телесного угла установки использовались два ЧПС с одинаковыми размерами радиатора. Сигналы с ЧПС через схему "ИЛИ" поступали на блок стробоскопического совпадения (см. рис. 5) с целью "одновременной" регистрации пионов (для определения ложной асимметрии установки) и кумулятивных протонов. При взаимодействии пионов с веществом черенкатора, в принципе, возможно образование протонов (P') в конечном состоянии. Однако в условиях данного эксперимента вклад таких протонов сильно подавлен по отношению к кумулятивным протонам, поскольку отбор треков в системе пропорциональных камер МПК I-4 производится при выполнении обязательного условия попадания продолжения трека на мишень, которое сильно уменьшает телесный угол рождения протонов P' , регистрируемых установкой. Отношение $N_{P'}/N_{\pi} < 10^{-3}$.

Блок-схема электроники экспериментальной установки приведена на рис. 5. В эксперименте мастерный импульс получался в

результате совпадения сигналов со счетчиков C_1 , dE/dx , R_1 и антисовпадения от счетчика \bar{C} . При выбранном пороге чувствительности формирователей мастерных счетчиков режессия пионов и протонов с энергиями большими, чем определяемая пробегным спектрометром максимальная энергия, осуществляемая счетчиком \bar{C} , составляла примерно 40%. Импульсы со счетчиков пробегного спектрометра $R_i^{B,H}$ стробировались мастерным сигналом для определения места остановки частицы. Амплитудный анализ с dE/dx счетчика производится с помощью 8000-канального блока амплитудного преобразователя (БАП). Информация с БАП, а также со стробсовпадения и МПК передавалась на ЭВМ "Электроника-60" с дальнейшей передачей и накоплением на ЭВМ ЕС-1022. С целью контроля (dE/dx) - спектров протонов и пионов информация с dE/dx счетчика параллельно передавалась на 4000-канальный анализатор "Didac". (dE/dx) - спектр пионов представлен на рис.6, а (dE/dx) - спектр протонов - на рис.7. На этом же рисунке представлен 5% (dE/dx) - спектр пионов, которые зарегистрированы как "ложные" протоны из-за 95% эффективности регистрации ЧПС. Поляризация протонов определялась в области $N(P) \gg A(dE/dx)$ - спектра. Величина A находилась из условия, чтобы вклад пионов в этой области не превышал 5% от числа протонов.

Телесный угол установки определялся размерами апертурного счетчика $10 \times 10 \times 0,5$ см и составлял $8,5 \times 10^{-3}$ ср. Измерения проводились при интенсивности γ - пучка $5 \cdot 10^8$ эквивалентных квантов за секунду. При наборе статистики случайный фон не превышал 10%. Для каждой из четырех мишеней было набрано 10^6 зарегистрированных событий пионов и протонов вместе. Отношение пионов к протонам не превышало 1,5-1,8.

Для контроля постоянства работы отдельных узлов установки систематически проводилась обработка части накопленных данных $5 \cdot 10^3$ событий с выдачей информации о эффективности работы системы МПК, о форме (dE/dx) спектров протонов и пионов, о распределении числа событий по счетчикам пробегного спектрометра, об отношении зарегистрированных случаев пионов и протонов и др.

Обработка физической информации производилась с помощью комплекса программ, которая позволяла для каждого случая регистрации протона (пиона) определить углы рождения и рассеяния, а также остановку в счетчиках пробегного спектрометра, предварительно отбирая только те случаи рассеяния, которые имели место на углеродной пластинке и при зеркальном отражении (т.е. при изменении φ_{pp} на $\varphi_{pp} + \pi$) оставались внутри телесного угла установки.

Усредненное по ядрам мишени и энергетической области значение ложной лево-правой асимметрии экспериментальной установки, определяемое с помощью π^{\pm} - мезонов, составляло $\sim 0,045$ и измерялось с высокой статистической точностью $\sim (1,5-2)\%$.

В качестве иллюстрации на рис.8 приведена машинная обработка одного случая регистрации протона.

Таблица 1

Счетчики	R ₁	R ₂ ^{в,н}	R ₃ ^{в,н}	R ₄ ^{в,н}	R ₅ ^{в,н}	C ₁	ЧПС	dE/dx	$\bar{C}^{в,н}$
Вертикальный размер (см)	50	40	42,5	45	47,5	10	7	25	50
Горизонтальный размер (см)	50	50	53	57	60	10	13	25	60
Толщина	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0	0,5	4,5	2,0	2,0

6

Таблица 2

Ядро R _i счетчики	C		Cu		Sn		Pb	
	$\bar{T}p \pm \sigma(Tp)$	$\bar{T}p \pm \sigma(Tp)$	$\bar{T}p \pm \sigma(Tp)$	$\bar{T}p \pm \sigma(Tp)$	$\bar{T}p \pm \sigma(Tp)$	$\bar{T}p \pm \sigma(Tp)$	$\bar{T}p \pm \sigma(Tp)$	$\bar{T}p \pm \sigma(Tp)$
R 1	199,64 ± 8,27	196,66 ± 7,77	196,66 ± 7,77	196,75 ± 7,73	195,67 ± 7,72			
R 2	212,87 ± 9,00	213,52 ± 8,38	213,52 ± 8,38	213,68 ± 8,44	212,57 ± 8,26			
R 3	232,54 ± 9,17	230,37 ± 9,45	230,37 ± 9,45	230,37 ± 9,37	229,27 ± 9,35			
R 4	246,92 ± 8,24	244,92 ± 8,48	244,92 ± 8,48	244,95 ± 8,47	244,06 ± 8,95			
R 5	256,81 ± 8,02	264,58 ± 8,61	264,58 ± 8,61	264,58 ± 8,61	264,34 ± 8,78			

9

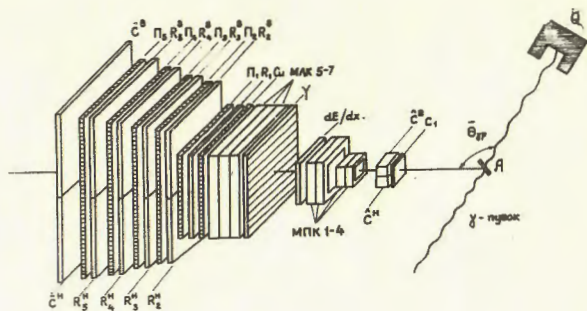


Рис. 1

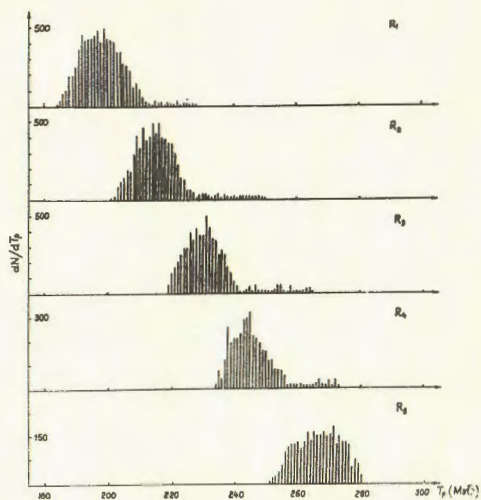


Рис. 2

10

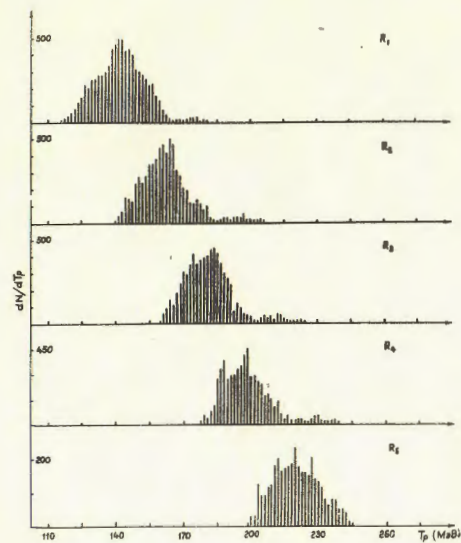
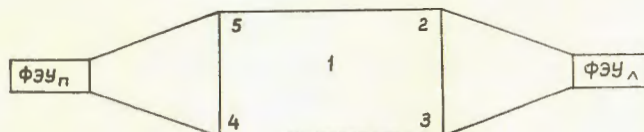


Рис. 3



Почти	ϵ_{λ}	ϵ_{π}	$\epsilon_{\text{и.л.}}$
1	100	100	100
2	97	98	99
3	98	98	99
4	97	98	100
5	98	99	100

Рис. 4

11

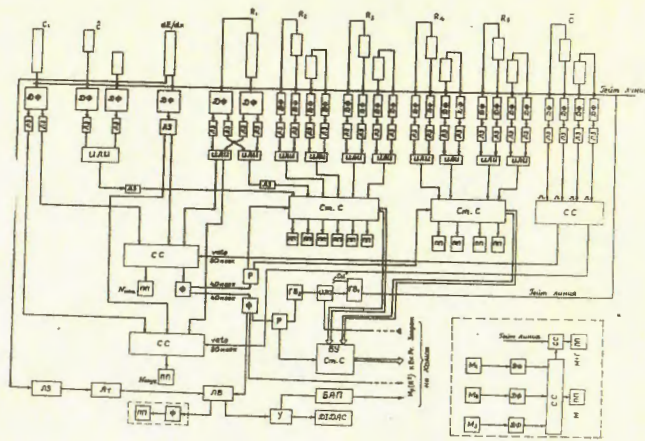


Рис. 5

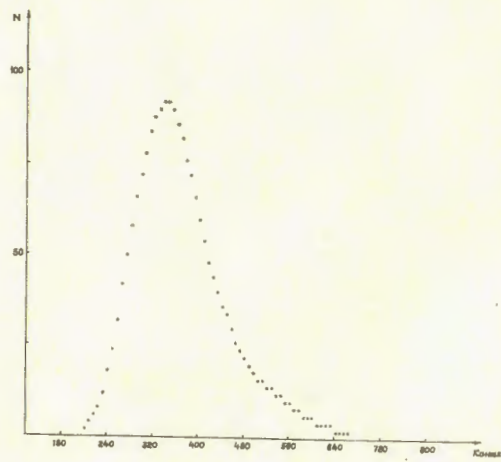


Рис. 6

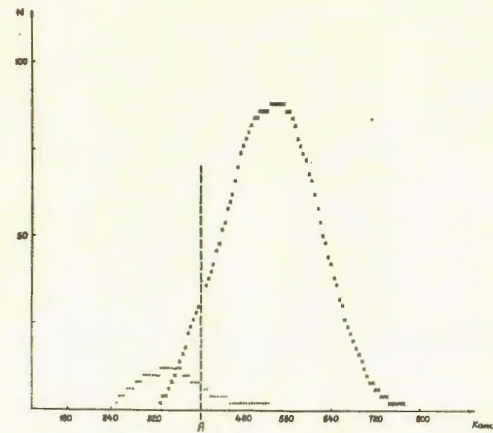


Рис. 7

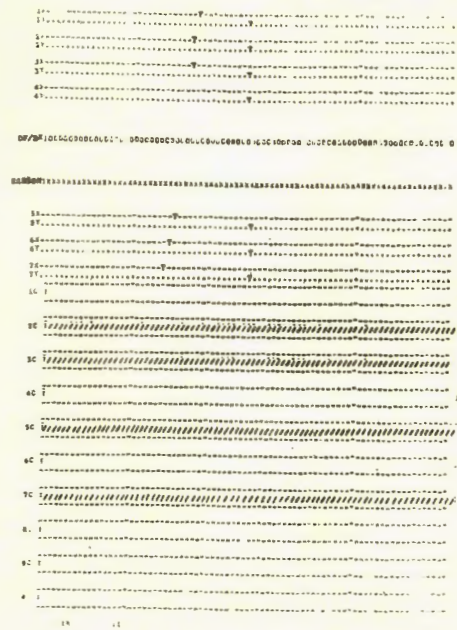


Рис. 8

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

- Рис.1 Схема экспериментальной установки.
- Рис.2 Энергетические спектры протонов, остановившихся в счетчиках пробного спектрометра.
- Рис.3 Энергетические спектры рассеянных в углеродной пластинке протонов.
- Рис.4 Топология эффективности регистрации для одного сцинтилляционного счетчика.
- Рис.5 Блок-схема электроники установки.
- Рис.6 (dE/dx) - спектр пионов.
- Рис.7 (dE/dx) - спектр протонов.
- Рис.8 Машинная обработка случая регистрации протона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авакян Р.О., Айвазян Р.Б., Асатрян Р.А. и др. Результаты разработок и использование МПК в экспериментах на Ереванском электронном синхротроне. Изв.АН Арм.ССР, Физика, 1984, т.19, вып.4.
2. Авакян Р.О., Авакян Э.О., Аветисян А.Э. и др. Экспериментальная установка для измерения поляризации протонов в реакциях фоторождения. Препринт ЕФИ-506(49)-81, Ереван, 1981.
3. Акопов Н.Э., Данагулян С.С., Оганесян А.А., Петросян Ж.В. Расчет по методу Монте-Карло энергетических спектров протонов в пробном спектрометре-поляриметре. Препринт ЕФИ-506(50)-81, Ереван 1981.

Рукопись поступила 22 ноября 1984 г.

Р.О.АВАКЯН, Э.О.АВАКЯН, А.Э.АВЕТИСЯН, Р.Б.АЙВАЗЯН,
Г.А.АРЕСТАКЕСЯН, М.А.АРУТЮНЯН, Р.А.АСАТРЯН, М.В.БАРТИКЯН,
Ю.А.ГАРИБЯН, С.Р.ГИНДЖЯН, В.С.ЕГАНОВ, Г.О.МАРУКЯН,
Э.М.МАТЕВОСЯН, М.А.МЕТРАБЯН, Р.М.МИРЗОЯН, А.А.ОГАНЕСЯН,
М.А.ОГАНЕСЯН, Ж.В.ПЕТРОСЯН, И.П.ПРОХОРЕНКО, Ж.С.СААКЯН,
Р.Ц.САРКИСЯН, Ю.З.СУКИАСЯН, К.К.ШИХЛЯРОВ

Редактор Л.П.Мукаян

Технический редактор А.С.Абрамян

Подписано в печать 28/III-85г.
Офсетная печать. Уч. изд. л. 1,0
Зак. тип. № 130

Т-01329 Формат 60x84/16
Тираж 299 экз. Ц. 15 к.
Индекс 3624

Отпечатано в Ереванском физическом институте
Ереван 36, Маржаряна 2