

ՏԿԿՑ 09259

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԻՆՏԻՏՄԻ
ԵՐԵՎԱՆՍԿԻ ՓԻԶԻԿԵՍԿԻ ԻՆՏԻՏՄԻ

ԳՐԱԿԻ ԶԵՆՈՒՄՆԱԿ ԿԱՎՈՔ ԿՕՍԵՆԵ

ԵՓԻ- 220(12)-77

Կ.Վ.ԱԼԱՆԱԿՅԱՆ, Մ.Դ.ԱՄԱՐՅԱՆ, Բ.Ա.ԴԵՄԻՐՇՅԱՆ,
Կ.Պ.ԵԴԻՅԱՆ, Մ.Տ.ՕԳԱՆԺՅԱՆՅԱՆ, Յ.Դ.ՊԱՐԱԲՅԱՆ

ՍԴՐՈՎԵ ԲԱՏՐԵԴԵԼԵՆԻԵ ՓՕՏՓՐՕՏՈՆՈՎ ԻԶ ԿԵՐ
 C^{12} , Cu^{63} Ի Pb^{208} ՕԲԼՈՒՇԵՆՆՅԱՆ ԿՐՄՈԶՆՅԱԿԻ
 γ - ԿՎԱՆՏԱՄԻ Տ ՄԱԿՍԻՄԱԼՅԱՆ ԵՆԵՐԴԻԵՄ
4,5 ԴԵՎ

ԵՐԵՎԱՆ 1977



ԵՐԵՎԱՆ

ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Научное сообщение ЕФИ- 220(12)-77

К.В.АЛАНАКЯН, М.Д.АМАРЯН, Р.А.ДЕМИРЧЯН,
К.Ш.ЕГИЯН, М.С.ОГАНДЖАНИЯН, Ю.Г.ШАРАБЯН

УГЛОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФОТОПРОТОНОВ ИЗ ЯДЕР
 C^{12} , Cu^{63} И Rb^{208} ОБЛУЧЕННЫХ ТОРМОЗНЫМИ
 γ - КВАНТАМИ С МАКСИМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИЕЙ
4,5 ГЭВ

Ереван 1977

© *Ереванский физический институт, 1977*

1. Исследование процессов образования протонов из различных ядер, облученных различными первичными частицами высоких энергий является источником ценной информации о характере взаимодействия излучений с ядерной материей. Интерес к этому процессу в последние годы особенно возрос в связи с открытием кумулятивного эффекта [1] и ядерного скейлинга [2,3,4]. Для дальнейшего развития идей, связанных с этими эффектами необходимо изучить наблюдаемые закономерности в широком интервале углов и энергий вторичных частиц.

Фотообразование протонов в области энергий γ -квантов выше 1,5 Гэв исследовано относительно мало [3,5,6]. В частности отсутствуют данные об угловом распределении выхода этой реакции в достаточно широком интервале энергий вторичных протонов. Между тем, такие результаты крайне необходимы при установлении закономерностей ядерного скейлинга при переходе от углов, лежащих в кинематически запрещенной области для взаимодействия падающих фотонов с квазисвободными ядерными нуклонами, к углам, лежащим в разрешенной области этого же процесса.

В настоящей работе приводятся экспериментальные данные по выходу фотообразования протонов с кинетической энергией 80-290 Мэв при облучении ядер C^{12} , Si^{63} и Pb^{208} тормозными γ -квантами с максимальной энергией 4,5 Гэв.

2. Инклюзивная реакция $\gamma + A \rightarrow p + A'$ была исследована на пучке Г-3 Ереванского электронного синхротрона. Экспериментальная установка показана на рис.1.

Протоны из мишени были идентифицированы пробежным телескопом [7] из сцинтилляционных и черенковского счетчиков. На рис.2 приведены спектры масс из мишени C^{12} при угле регистрации 90° и различных толщинах и комбинациях замедляющего вещества, определяющего энергию регистрируемых частиц. Как видно, очень хорошо разрешаются протоны от π -мезонов. На этих спектрах дейтроны и более тяжелые частицы не могут быть наблюдаемы, так как их относительный выход меньше 2% от числа протонов. Число протонов определялось площадью пиков "P" на рис.2. Сечение (выход) исследуемой реакции определялось согласно соотношению.

$$\frac{d^2\sigma}{d\Omega dTQ} = \frac{CN}{\Delta\Omega \Delta E N_{\text{я}} N_{\gamma}}$$

где N - число регистрируемых протонов, $\Delta\Omega$, ΔE - телесный угол и энергетическое разрешение регистрации протонов, $N_{\text{я}}$ - число ядер в мишени, N_{γ} - число эквивалентных γ -квантов, C - коэффициент, учитывающий изменение числа вторичных протонов ядерным поглощением и многократным рассеянием в веществе телескопа и изменением числа взаимодействующих γ -квантов из-за образования пар в мишени.

3. В таблице приведены инвариантные сечения $\sigma = \frac{E}{p^2} \frac{d^2\sigma}{d\Omega dP \cdot Q}$ в зависимости от угла регистрации для шести значений энергии протонов, из трех ядер C^{12} , Cu^{63} и Pb^{208} при $(E_{\gamma})_{\text{max}} = 4,5$ Гэв.

На рис.3,4,5 в полулогарифмическом масштабе представлены эти данные. Согласно этим данным: а) угловые зависимости имеют остро направленный вперед характер, б) с ростом энергии протонов анизотропия резко возрастает, в) характер зависимостей одинаков для широкого интервала изменения атомного числа ядер-мишени ($12 \leq A \leq 208$), г) в области углов $\varphi_p \geq 140^\circ$

для всех спектров наблюдается особенность, т.е. сечение имеет тенденцию выхода на насыщение. Последнее обстоятельство в настоящее время трудно объяснить. Для понимания этого интересного явления необходимо провести специальные измерения в области углов $\vartheta_p = 140^\circ \div 180^\circ$.

В заключение авторы считают своим долгом поблагодарить проф. Амадуни А.Ц. за интерес к работе, проф. Матиняна С.Г. за поддержку, Григорян Г.Г., Карумян Д.В. и Кочарову Ж.Л. за участие в измерениях и обработку данных, а также коллектив Ереванского электронного синхротрона за обеспечение пучком.

Таблица

Инвариантное сечение реакции $\gamma + A \rightarrow P + A'$ при

$$(E_\gamma)_{\max} = 4.5 \text{ ГэВ}, \text{ мд. (стр.)}^{-1} \cdot (\text{ЭВ/с})^{-2} \cdot (\text{эКВ} \cdot \gamma - \text{КВ})^{-1}$$

A	ν_p Тр мэВ	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°	130°	140°	150°	160°	
80	80	23.3 ± 0.74	-	-	-	-	-	-	-	5.944 ± 0.222	5.231 ± 0.141	4.205 ± 0.127	3.81 ± 0.13	3.225 ± 0.112	2.76 ± 0.11	2.872 ± 0.151	
		100	18.92 ± 0.65	15.05 ± 0.41	12.07 ± 0.36	10.205 ± 0.28	6.97 ± 0.24	6.108 ± 0.16	5.33 ± 0.17	2.836 ± 0.098	2.442 ± 0.104	1.932 ± 0.092	1.596 ± 0.081	1.58 ± 0.08	1.596 ± 0.081	1.58 ± 0.08	1.46 ± 0.06
			136	14.88 ± 0.45	11.53 ± 0.38	9.93 ± 0.35	7.19 ± 0.26	5.602 ± 0.23	4.08 ± 0.17	3.19 ± 0.12	2.628 ± 0.094	1.863 ± 0.078	1.71 ± 0.08	1.213 ± 0.051	0.9177 ± 0.0155	0.7523 ± 0.0361	0.6404 ± 0.0326
180	180	10.32 ± 0.39	7.278 ± 0.36	6.4 ± 0.2	3.925 ± 0.142	2.666 ± 0.097	1.90 ± 0.07	1.229 ± 0.057	0.9467 ± 0.037	0.676 ± 0.027	0.4922 ± 0.0212	0.366 ± 0.015	0.366 ± 0.015	0.2546 ± 0.0114	0.1951 ± 0.0103	0.1745 ± 0.0095	0.1418 ± 0.0078
		208	7.606 ± 0.35	6.95 ± 0.26	4.76 ± 0.17	2.782 ± 0.107	1.95 ± 0.06	1.39 ± 0.056	0.819 ± 0.044	0.579 ± 0.023	0.384 ± 0.019	0.2539 ± 0.0122	0.1692 ± 0.0082	0.15 ± 0.007	0.107 ± 0.007	0.1008 ± 0.0078	0.08788 ± 0.00714
		290	5.671 ± 0.234	3.055 ± 0.129	2.14 ± 0.09	1.086 ± 0.054	0.703 ± 0.031	0.352 ± 0.018	0.294 ± 0.012	0.1563 ± 0.0841	0.0822 ± 0.0047	0.05786 ± 0.00394	0.02434 ± 0.00215	0.02147 ± 0.00164	-	-	-
80	80	-	-	-	-	-	-	-	47.12 ± 1.40	41.07 ± 0.93	34.56 ± 0.85	31.84 ± 0.79	27.44 ± 0.74	27.44 ± 0.74	27.53 ± 0.75	25.19 ± 0.63	
		100	-	96.31 ± 3.29	89.96 ± 5.07	71.73 ± 2.00	56.31 ± 1.80	52.63 ± 1.51	42.83 ± 1.00	31.93 ± 0.85	26.2 ± 0.7	23.97 ± 0.73	19.44 ± 0.66	18.26 ± 0.20	14.36 ± 0.56	13.84 ± 0.49	13.26 ± 0.48

133	63.48 1.22	31.32 1.55	43.81 1.45	35.62 1.33	28.4 1.0	54.25 0.83	17.27 0.19	13.93 0.50	11.74 0.40	8.981 0.309	7.484 0.098	7.009 0.209	6.215 0.233	5.915 0.227
136	39.7 1.4	29.27 0.91	22.18 0.83	16.33 0.54	11.03 0.27	8.565 0.334	7.305 0.241	4.785 0.164	3.937 0.140	2.807 0.101	2.223 0.051	1.78 0.07	1.583 0.062	1.356 0.049
208	33.2 1.3	24.20 0.85	15.16 0.55	11.48 0.28	7.882 0.304	5.545 0.256	4.19 0.14	2.724 0.115	2.133 0.081	1.596 0.052	1.192 0.049	0.936 0.050	0.776 0.043	0.662 0.036
220	17.32 0.73	10.19 0.33	6.123 0.252	4.53 0.17	2.689 0.11	1.457 0.069	0.9748 0.0477	0.602 0.028	0.393 0.023	0.2523 0.0130	0.1789 0.0111	-	-	0.1166 0.0088
50	-	-	-	-	-	-	-	191.2 5.3	171.6 3.54	145.3 8.9	134.6 2.5	118.6 2.9	110.1 2.8	107.9 3.9
100	34.72 11.7	24.23 12.7	33.2 8.2	28.7 6.7	163.0 5.2	160.1 3.6	128.9 3.3	116.4 3.0	87.12 2.57	81.78 2.52	68.83 2.31	57.66 1.61	54.74 1.75	-
155	225.5 3.4	174.4 6.6	151.2 4.5	128.2 4.5	99.19 2.99	75.92 2.61	62.69 2.73	55.34 1.87	43.04 1.41	39.88 1.21	31.81 0.38	26.62 0.88	22.9 0.8	21.84 0.86
180	128.6 5.65	100.4 3.1	75.58 2.76	59.59 1.92	37.77 1.32	27.94 1.12	25.52 0.81	20.54 0.62	16.25 0.51	10.85 0.37	9.2 0.2	7.468 0.266	6.40 0.24	6.19 0.24
208	105.34 4.32	72.27 2.75	55.63 1.91	40.50 1.34	28.81 1.10	-	16.89 0.53	11.81 0.44	8.508 0.297	5.992 0.204	4.526 0.176	-	3.197 0.125	3.268 0.164
250	35.32 1.69	24.73 1.08	18.07 0.38	-	8.83 0.36	-	3.954 0.18	2.63 0.11	1.786 0.089	1.314 0.051	1.022 0.049	-	-	0.5566 0.0363

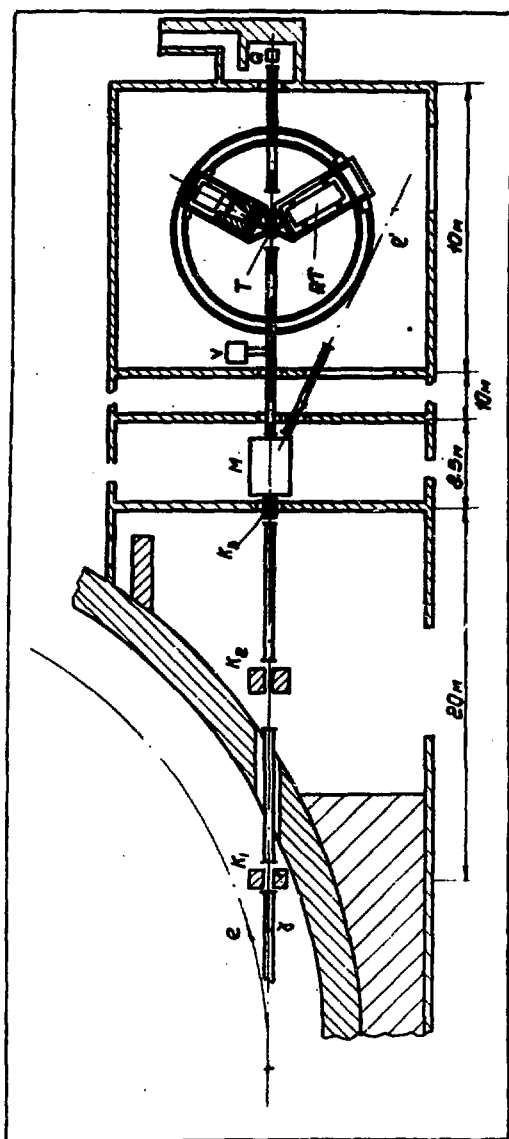


Рис.1

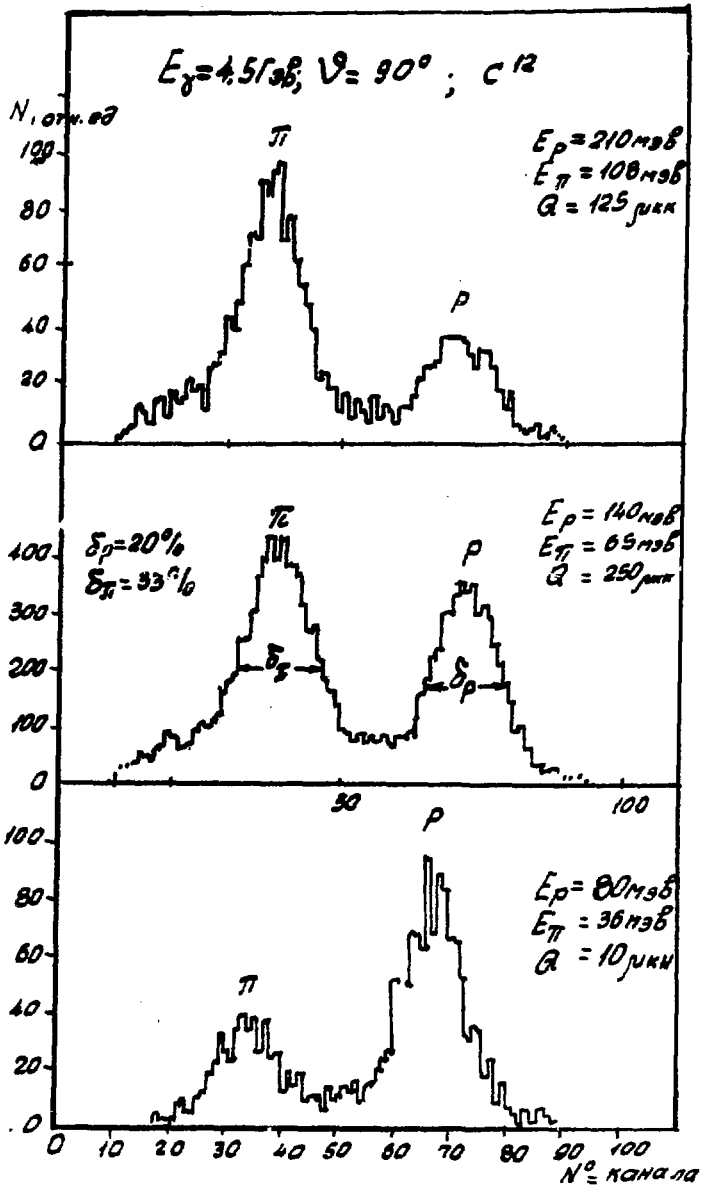


Рис.2

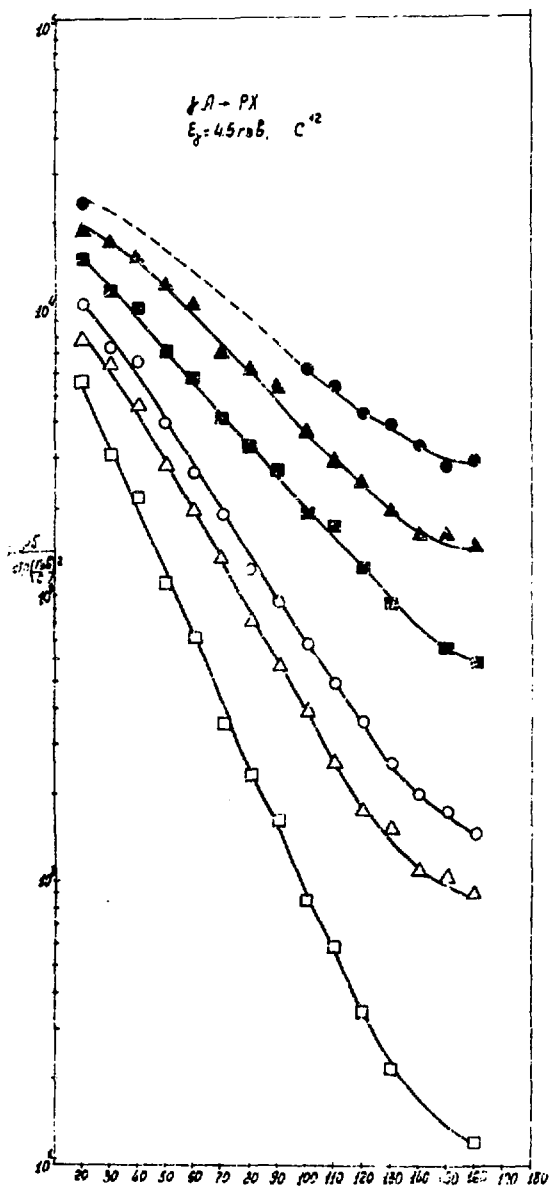


Рис. 3

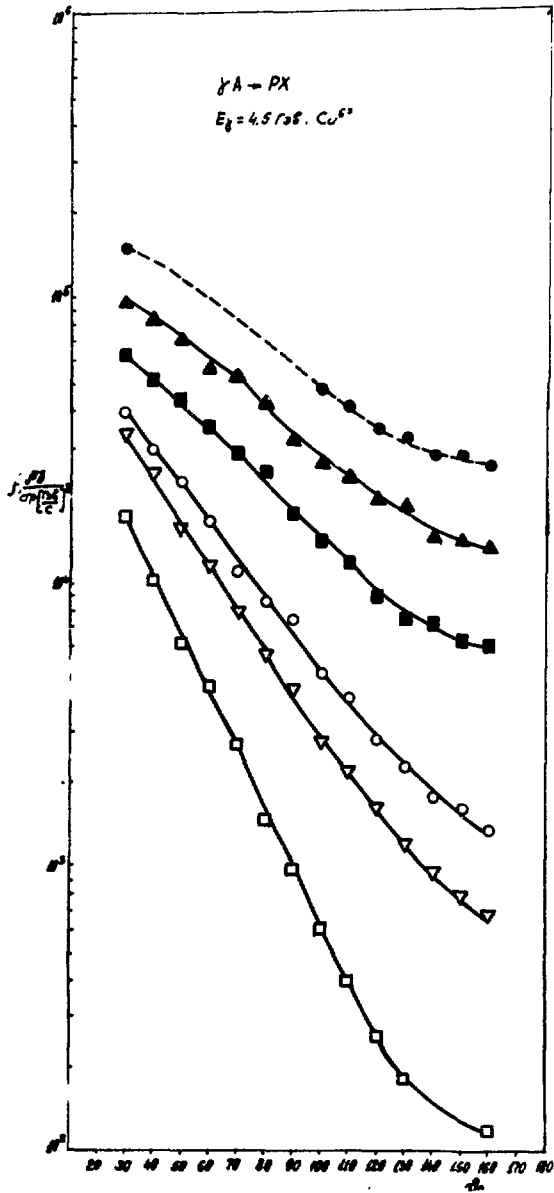


Рис.4

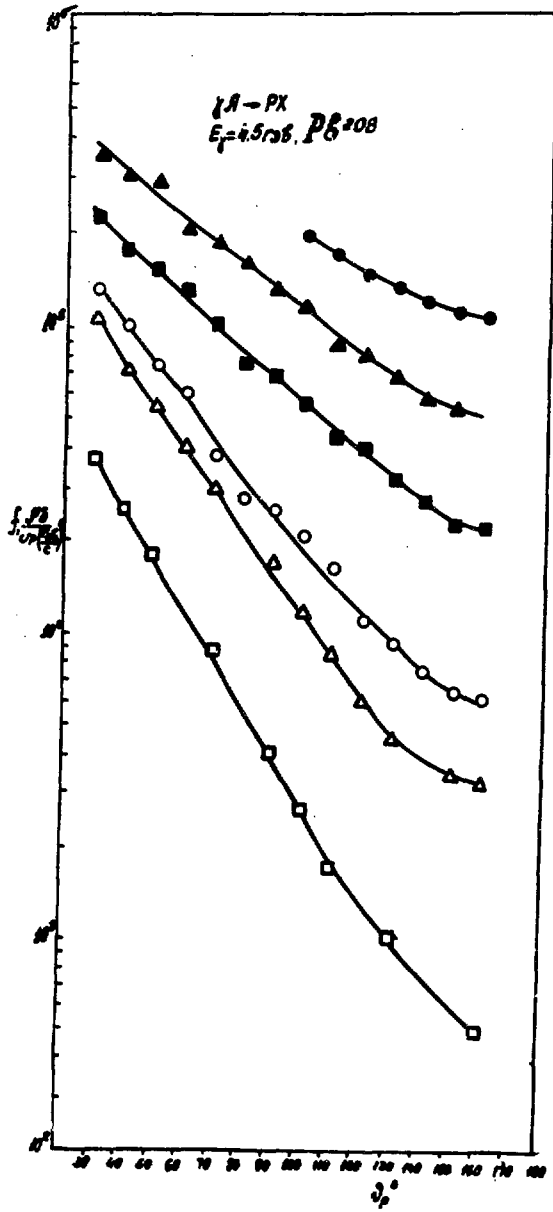


Рис. 5

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

Рис.1 План экспериментальной установки:

e, γ - пучки электронов и фотонов соответственно; K_1, K_2 и K_3 - коллиматоры, M - очищающий магнит, e' - калибровочный пучок вторичных электронов, V - вакуумная система, RT - пробежный детектор, Q - квантометр.

Рис.2 Массовый спектр детектируемых пробежным телескопом частиц: " π " - пик от π - мезонов, " P " - пик от протонов.

Рис.3. Угловое распределение инвариантного сечения фотопротонов из ядра C^{12} ,

Экспериментальные точки $\phi_1, \phi_2, \phi_3, \phi_4, \phi_5$ и ϕ_6 - соответственно для энергии протонов

$T_p = 80 \text{ Мэв}, 100 \text{ Мэв}, 130 \text{ Мэв}, 180 \text{ Мэв}, 210 \text{ Мэв}$ и 290 Мэв .

Сплошная линия проведена через экспериментальные точки "на глаз"

Рис.4 То же, что и на рис.3, только для Cu^{63}

Рис.5 То же, что и на рис.3, только для Pb^{208}

ЛИТЕРАТУРА

1. А.М.Балдин и др. Препринт ОИЯИ,Р9-5442 1970,
А.М.Балдин и др. ЯФ, 18, 79, 1973.
2. Ю.Баюков и др. ЯФ, 18, 1246, 1973.
Г.А.Лексин. Ядерный скейлинг, Лекции школы МИФИ
Москва 1975.

Г.А.Лексин, Preprint, ИТЭР-147, 1976
3. М.Ж.Амарян et al. Scientific Report
ЕФИ-173(19)-76 и ЕФИ-174(20)-76.
4. В.С.Кузменко и др. Письма в ЖЭТФ, 23, 174, 1976.
5. К.В.Чен et al., Phys.Rev. 135B, 1030
1964.
6. К.В.Аланакян и др. Научное сообщение ЕФИ-54(74)
М.Ж.Амарян et al Scientific Report -
-ЕФИ-175(21)-76.
7. К.В.Аланакян и др. Научное сообщение ЕФИ-155(76)

Рукопись поступила 10-го февраля 1977г.

Редактор Л.П.Мукаян
Тех.редактор А.С.Абрамян

Заказ 881 ВФ- 03168 Тираж 299

Подписано к печати 12/1У-77г. Формат издания 30х40

1,0 уч.изд.л. Ц. 7 к.

Издано Отделом научно-технической информации
Ереванского физического института, Ереван-36, пер, Мар-
каряна 2

индекс 3624