

индекс 3624



ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЕФИ-750(65)-84

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

Е.А. АРАКЕЛЯН, Г.Л. БАЯТЯН, Г.С. ВАРТАНЯН,  
Н.К. ГРИГОРЯН, С.Г. КНЯЗЬИН, А.Т. МАРГАРЯН,  
Г.Г. МАРИКЯН, С.С. СТЕПАНЯН, С.Г. СИМОНЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ  $\lambda$ -ЗАВИСИМОСТИ СЕЧЕНИЙ ФОТООБРАЗОВАНИЯ  
АДРОНОВ И  $\pi^0$ -МЕЗОНОВ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГИИ ФОТОНОВ  
(0,2-1) ГэВ

ЕРЕВАН-1984

При взаимодействии фотонов высоких энергий с ядрами, наблюдаемая нелинейная зависимость полного сечения фотопоглощения от массового числа ядра является одним из основных доводов в пользу модели доминантности векторных мезонов (МДМ), в рамках которого предсказывается экранирование в ядре. С уменьшением энергии фотонов экранирование ослабляется, и при  $E \approx 1$  ГэВ зависимость сечения фотопоглощения от массового числа приближается к линейному. Однако, так как взаимодействие фотонов с ядрами в интервале энергии 0,2 - 1 ГэВ происходит через возбуждение барионных резонансов с дальнейшим их взаимодействием с остальными нуклонами ядра, учет такого изобарно-нуклонного взаимодействия в рамках изобарно-нуклонного формализма [1,2,5] также приводит к экранированию в ядре, в частности, в области энергии  $\Delta$ -резонанса [4]. В этой работе взаимодействие фотонов с ядрами рассматривается в виде суммы двух неинтерферирующих вкладов - резонансной и фоновой частей взаимодействия. Резонансная часть характеризуется параметром экранирования  $\alpha$ , определяемом из соотношения

$$\sigma_{\Delta}(\gamma, A) = \sigma_{\Delta}(\gamma, N) \cdot A^{\alpha}$$

где  $\sigma_{\Delta}(\gamma, A)$  и  $\sigma_{\Delta}(\gamma, N)$  соответствуют резонансной части полного сечения фотопоглощения на ядре и на отдельном нуклоне, соответственно. Для ядра  $^{16}\text{O}$  вычисленные по изобарно-дырочному формализму сечения дают значение параметра экранирования  $\alpha = 0,84$ . Нерезонансная, фоновая часть характеризуется параметром экранирования  $\beta$ , слабо зависящим от энергии и определяемым из соотношения

$$\sigma_{\text{фон}}(\gamma, A) = \sigma_{\text{фон}}(\gamma, N)A^{\beta}.$$

В работе [4] приводятся нижняя и верхняя границы параметра  $\beta - 2/3$  и 1, соответственно. Экранирование в этой области энергии предсказано также Вайсом [5] в рамках дисперсионного правила сумм. В этой работе параметр экранирования, определяемый из соотношения

$$\int \sigma(\gamma, A) dE_{\gamma} = A^{\alpha} \int \sigma(\gamma, N) dE_{\gamma},$$

получен  $\alpha = 0,8$ .

В настоящей работе анализируется  $A$ -зависимость измеренных нами полных сечений фотопроизводства адронов [6,7] и  $\pi^0$ -мезонов [8,9].

Эффективное число нуклонов нами определено интегрированием по энергии полных сечений фотопроизводства на ядрах и на отдельном нуклоне [5].

$$A_{\text{эфф}} = A^{\alpha} = \int \sigma(\gamma, A) dE_{\gamma} / \int \sigma(\gamma, N) dE_{\gamma}.$$

Пределы интегрирования для полного сечения фотопроизводства адронов соответствуют нижней (200 МэВ) и верхней (1000 МэВ) границам области энергии фотонов, в которой проведены измерения, а для полного сечения фотопроизводства  $\pi^0$ -мезонов - от нижней границы 185 до 450 МэВ.

Полученные нами значения  $A_{\text{эфф}}$  и параметр экранирования для различных ядер приведены в таблице ..

Полное сечение	Be		C		O		Al	
	$A_{\text{эфф}}$	$\alpha$	$A_{\text{эфф}}$	$\alpha$	$A_{\text{эфф}}$	$\alpha$	$A_{\text{эфф}}$	$\alpha$
$\sigma(\gamma, \text{адр})_{\text{полн.}}$	8,3 $\pm 0,2$	0,96 $\pm 0,01$	10,64 $\pm 0,2$	0,95 $\pm 0,01$	13,55 $\pm 0,2$	0,94 $\pm 0,01$	23,59 $\pm 0,1$	0,96 $\pm 0,015$
$\sigma(\gamma, \pi^0)_{\text{полн.}}$	6,31 $\pm 0,44$	0,84 $\pm 0,03$	8,33 $\pm 0,36$	0,85 $\pm 0,02$	9,35 $\pm 0,4$	0,81 $\pm 0,02$	15,49 $\pm 1,8$	0,83 $\pm 0,04$

Как видно, параметр экранирования для фотообразования адронов выше ( $\alpha \approx 0,95$ ) теоретически предсказанных значений (0,84) [4] и (0,8) [5], а для фотообразования  $\pi^0$ -мезонов, обусловленного, в основном, резонансным взаимодействием, получаются значения, предсказанные для сечений фотопоглощения в резонансной области.

Полное сечение можно параметризовать также в виде:

$$\sigma(\gamma, A) = \sigma_0(\gamma) \cdot A^{\alpha},$$

где  $\sigma_0(\gamma)$  - зависящий от энергии фотонов параметр, а  $\alpha$  - параметр экранирования. При такой параметризации наши данные в двойном логарифмическом масштабе хорошо описываются уравнением прямой, проходящей через точку  $\sigma_0(\gamma)$  при  $A=1$  и имеющей угол наклона  $\theta$ , где  $\text{tg } \theta = \alpha$ . Подобная параметризация экспериментальных данных позволяет изучать энергетическую зависимость параметра экранирования  $\alpha$ . На рис.1 приведены

значения  $\mathcal{E}$  в области энергии фотонов 0,2 - 1 ГэВ, полученные из данных по полному сечению фотообразования адронов и  $\pi^0$ -мезонов.

Видно, что  $\mathcal{E}$  для полного сечения адронов имеет слабую энергетическую зависимость ( $\mathcal{E} = 1,05 \pm 0,15$  при  $E_\gamma = 200$  МэВ и  $\mathcal{E} = 1,15 \pm 0,1$  при  $E_\gamma = 1$  ГэВ), тогда как для фотообразования  $\pi^0$ -мезонов в области  $\Delta$ -резонанса практически постоянна ( $\mathcal{E} = 0,6 \pm 0,1$ ), а затем несколько увеличивается с увеличением энергии. Подобный анализ  $A$ -зависимости проведен также в области энергии  $\Delta$ -резонанса для полного сечения фотообразования адронов [10,11] и  $\pi^0$ -мезонов [12]. Результаты -  $\mathcal{E} = 1,1$  [10] и  $\mathcal{E} = 1$  [11] для процесса фотообразования адронов и  $\mathcal{E} = 0,62 \pm 0,1$  для фотообразования  $\pi^0$ -мезонов - находятся в удовлетворительном согласии с нашими результатами.

На рис.2 приведена энергетическая зависимость параметра  $\sigma_0(\gamma)$  совместно с аналогичными значениями работ [10] и [12]. Интересно отметить, что как наши, так и полученные в Бонне значения  $\sigma_0(\gamma)$  для процессов фоторождения адронов и  $\pi^0$ -мезонов в пределах ошибок совпадают между собой. На этом же рисунке для сравнения приведены также сечения фотообразования адронов и  $\pi^0$ -мезонов на свободном нуклоне.

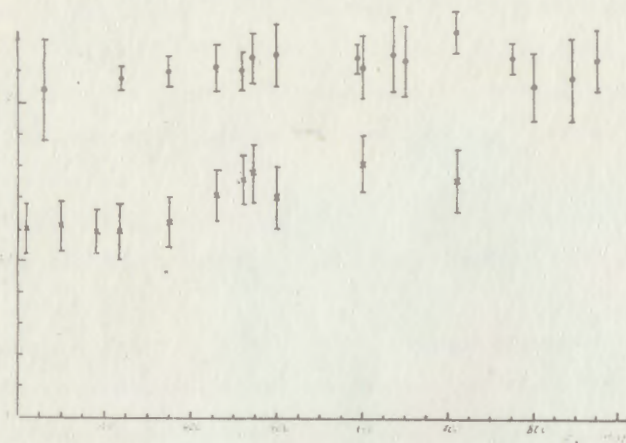


Рис.1 Энергетическая зависимость параметра экранирования  $\chi$   $\bullet$ ,  $\circ$  - для полного сечения фотообразования адронов и  $\pi^0$ -мезонов, соответственно.

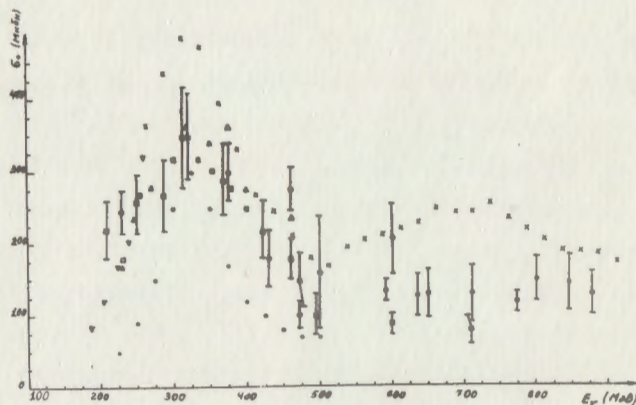


Рис.2 Энергетическая зависимость параметра  $\sigma_0(\gamma)$ .  
 $\square$ ,  $\square$  - для полного сечения фотообразования адронов  
и  $\pi^0$ - мезонов на ядрах, соответственно.  
 $\times$ ,  $\bullet$  - соответствуют полному сечению фотообразования  
адронов [13,14] и  $\pi^0$ - мезонов [15] на нуклоне, со-  
ответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Koch J.H., Moniz E.Y. Coherent  $\pi^0$ -Photoproduction in the Isobar-Hole Formalism, Phys.Rev.C,1979,vol.20,p.235
2. Oset E., Weise W. Photon-Nucleus Scattering and Coherent  $\pi^0$ -Photoproduction in the  $\Delta$ -Hole Model. Nucl.Phys.A,1981, vol.368, p.375.
3. Saharian A.N., Woloshyn R.H. Isobar-Doorway Model for Coherent  $\pi^0$ -Photoproduction. Phys.Rev.C.1981,vol.23,p.351.
4. Oset E., Weise W. Total Photonuclear Cross Sections in the  $\Delta$  Resonance Region and the Damping of  $\Delta$  (1232)-hole States. Phys.Lett.B 1980, vol.94, N.1, p.19
5. Weise W. Hadronic Aspects of Photon-nucleus Interactions. Phys.Rep.1974,vol.13C,p.445
6. Аракелян Е.А., Баятян Г.Л. и др. Измерение полного сечения фотообразования адронов на ядрах Be, C, O, S в интервале энергии фотонов  $E_\gamma = 0,25 - 2,7$  ГэВ. ЯФ: 1983, т.38, вып.10 с.908.
7. Аракелян Е.А., Баятян Г.Л. и др. Полное сечение фотообразования адронов на Be, C,  $N_2O$  и Al в энергетической области  $E_\gamma = 200 - 900$  МэВ. Препринт ЕФИ-730-(45)-84, Ереван, 1984.
8. Аракелян Е.А., Баятян Г.Л. и др. Измерение полного сечения фотообразования  $\pi^0$ - мезонов на ядрах Be, C, O в интервале энергии  $E_\gamma = (0,25 - 1)$  ГэВ без заряженных частиц в конечном состоянии. Препринт ЕФИ-592(84)-82, Ереван 1982; ЯФ 1983, т.38, вып.6(12), с.1455.

9. Аракелян В.А., Баятян Г.Л. и др. Полное сечение фотообразования  $\eta^0$ -мезонов на Be, C, O и Al в энергетической области  $E_\gamma = 0,18 - 0,65$  ГэВ без заряженных частиц в конечном состоянии. Препринт ЕФИ-729(44)-84, Ереван, 1984.
10. Arends Y., Eyink Y. et al. Measurement of Total Photonuclear Cross Sections in the  $\Delta$ -resonance Region. Phys. Lett.B, 1981, vol.98, N.6, p.423.
11. Chollest C., Arends et al. A Determination of the Total Photonuclear Absorption Cross Section for Pb in the  $\Delta$ -resonance Region by Means of a Neutron Multiplicity Measurement. Phys.Lett.B, 1983, vol.127, p.331.
12. Floss N., Bonn Messung des Totalen Wirkungsquerschnitts für  $\eta^0$ -photoproduction an Kernen. Bonn IR-82-35 (1982).
13. Bloom E.D. et al. Determination of the total photon-proton section from high energy inelastic electron scattering.- SLAC report SLAC-PUB-653 (1969).
14. Armstrong T.A. et al. The total hadronic cross section of  $\gamma$ -rays in hydrogen in the energy range 0.265-4.215 GeV.- Phys.Rev., 1972, vol.D5, p.1640.
15. Ziegler B. Photoabsorption and sum rules.-Nucl.Phys. with electromagnetic interactions.-Lecture Notes in Physics, 1979, vol.108, p.138.

Рукопись поступила 13 июля 1984 г.

В.А. АРАКЕЛЯН, Г.Л. БАЯТЯН, Г.С. ВАРТАНЯН, Н.К. ГРИГОРИН,  
С.Г. КНЯЗЯН, А.Т. МАРГАРИН, Г.Г. МАРИКИН, С.С. СТЕПАНЯН,  
С.Г. СИМОНЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ А-ЗАВИСИМОСТИ СЕЧЕНИЙ ФОТООБРАЗОВАНИЯ  
ДРОНОВ И  $\eta^0$ -МЕЗОНОВ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГИИ ФОТОНОВ (0,2-1) ГэВ

Редактор Л.П. Мукаян

Технический редактор А.С. Абрамян

Подписано в печать 10/ХП-84г.  
Офсетная печать. Уч.изд.л. 0,8  
Зак. тит. № 911

ВФ-03000 Формат 60x84/16  
Тираж 299 экз. Ц. 8 к.  
Индекс 3624

Отпечатано в Ереванском физическом институте  
Ереван 36, Маркаряна 2