

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ ИЗОТОПИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТ МУЛЬТИПОЛЬНЫХ АМПЛИТУД ФОТОРОЖДЕНИЯ НА ПРОТОНЕ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГИЙ РЕЗОНАНСА Δ_{33}

В. Ф. Грушин, Е. М. Лейкин^{*)}, А. Я. Ротвайн^{*)},
А. А. Шиканян

УДК 539.122 + 539.126.34

Изотопические компоненты комплексных амплитуд процессов фоторождения пионов на протонах в области энергий $E_{\gamma} \leq 450$ МэВ получены на основе результатов мультипольных анализов для процессов $\gamma p \rightarrow \pi^+ n$, $\pi^0 p$ без использования данных о фазах πN -рассеяния. Найденные в работе фазы амплитуды $M_{1+}^{(3)}$ использованы для определения полюсных параметров резонанса Δ_{33} .

В работах [1,2] нами выполнены мультипольные анализы процессов фоторождения пионов на протонах $\gamma p \rightarrow \pi^+ n$ и $\gamma p \rightarrow \pi^0 p$ в интервале энергий $E_{\gamma} = 300 - 420$ МэВ. Эти анализы проведены с использованием последних данных экспериментов группы S в условиях, близких к условиям полного опыта. В них получены оценки реальных и мнимых частей практически всех s- и p-волновых канальных амплитуд: $E_{0+}^{\pi^+}$, $M_{1-}^{\pi^+}$, $M_{1+}^{\pi^+}$, $E_{1+}^{\pi^+}$, $E_{0+}^{\pi^0}$, $M_{1-}^{\pi^0}$, $M_{1+}^{\pi^0}$, $E_{1+}^{\pi^0}$.

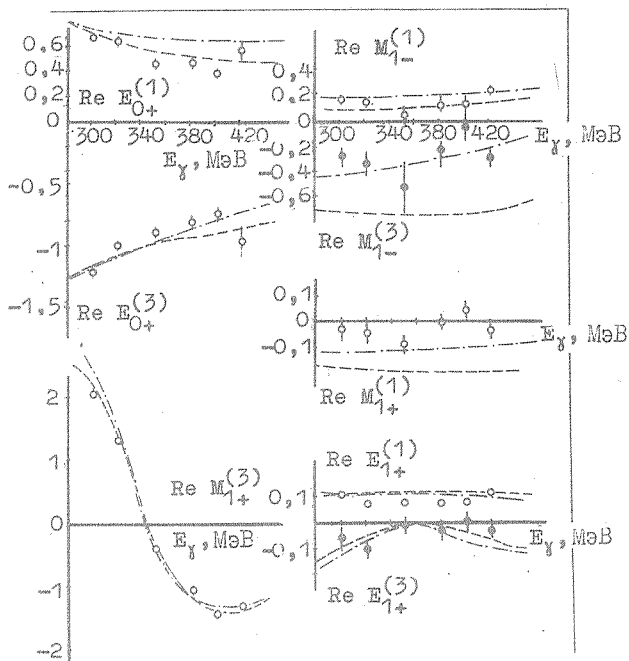
Эти новые результаты открыли возможность, не прибегая к данным о фазах πN -рассеяния, получить оценки изотопических компонент комплексных мультипольных амплитуд процессов фоторождения на протоне. Эти компоненты даются выражениями:

$$\begin{aligned} A^{(1)} &= (A^{\pi^0} + \sqrt{2}A^{\pi^+})/3, \\ A^{(3)} &= A^{\pi^0} - A^{\pi^+}/\sqrt{2}, \end{aligned} \quad (1)$$

^{*)} Научно-исследовательский институт ядерной физики МГУ.

где $A^{(1)} \equiv A^{(0)} + A^{(1/2)}/3$, $A^{(3)} \equiv A^{(3/2)}$, а $A^{(0)}$, $A^{(1/2)}$ и $A^{(3/2)}$ — изоскалярная и две изовекторные амплитуды перехода в состоянии πN -системы с изотопспином $1/2$ и $3/2$ соответственно. Результаты расчетов по формулам (I) приведены в табл. I и 2. Ошибки полученных оценок вычислены с использованием ковариационных матриц канальных амплитуд.

На рис. I проводится сопоставление реальных частей изотопических амплитуд с теоретическими предсказаниями /3,4/, основанными на дисперсионных соотношениях. С полученными амплитудами лучше согласуются результаты работы /4/, в которой учтен вклад



Р и с. I. Реальные части изотопических компонент амплитуд фоторождения на протоне, полученные в настоящей работе (кружки и точки). Теоретические расчеты: пунктирная кривая — из работы /3/, штрих-пунктирная кривая — из работы /4/. Все величины в единицах $10^{-2}/m_{\pi}$

Реальные части изотопических амплитуд (в единицах $10^{-3}/\text{м.к.}$) фоторождения на протоне

Энергия E_{γ} , МэВ	300	320	350 \pm	380	400	420
Амплитуда						
Re $E_{0+}^{(1)}$	6,64 \pm 0,31	6,17 \pm 0,23	4,45 \pm 0,22	4,58 \pm 0,31	3,65 \pm 0,37	5,42 \pm 0,80
Re $M_{1-}^{(1)}$	1,60 \pm 0,43	1,09 \pm 0,46	0,69 \pm 0,78	1,18 \pm 0,67	1,19 \pm 0,59	2,39 \pm 0,39
Re $E_{1+}^{(1)}$	1,10 \pm 0,16	0,70 \pm 0,15	0,70 \pm 0,23	0,70 \pm 0,19	0,75 \pm 0,16	1,07 \pm 0,14
Re $M_{1+}^{(1)}$	-0,22 \pm 0,49	-0,49 \pm 0,44	0,98 \pm 0,27	0,01 \pm 0,31	0,45 \pm 0,26	-0,49 \pm 0,48
Re $E_{0+}^{(3)}$	-12,17 \pm 0,56	-9,97 \pm 0,45	-9,13 \pm 0,52	-8,21 \pm 0,54	-7,48 \pm 0,61	-10,00 \pm 1,21
Re $M_{1-}^{(3)}$	-2,93 \pm 1,11	-3,61 \pm 1,18	-5,50 \pm 2,08	-2,44 \pm 1,45	-0,43 \pm 1,34	-3,03 \pm 0,59
Re $E_{1+}^{(3)}$	-0,63 \pm 0,42	-1,17 \pm 0,37	0 \pm 0,64	-0,34 \pm 0,43	0,09 \pm 0,38	-0,26 \pm 0,25
Re $M_{1+}^{(3)}$	20,43 \pm 0,73	13,25 \pm 0,66	-3,41 \pm 0,41	-10,45 \pm 0,46	-14,20 \pm 0,39	-13,25 \pm 0,72

Ж) Получены с помощью интерполяции результатов мультимольного анализа для канала $\text{p} \rightarrow \text{p}^* \text{n}$

Таблица 2.

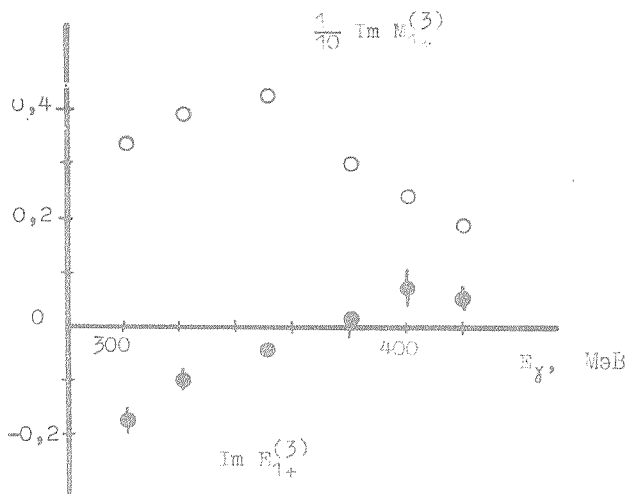
Миниме часки изотопических амплитуд (в единицах $10^{-3}/m_{\text{пр}}$) фоторождения на протоне

Энергия E_{γ} , МэВ	Амплитуда					
	300	320	350	380	400	420
$\text{Im } E_{0+}^{(1)}$	1,57±0,40	0,81±0,30	1,33±0,18	1,76±0,22	2,12±0,16	2,03±0,52
$\text{Im } M_{1-}^{(1)}$	-0,02±0,30	0,50±0,21	0,37±0,10	0,54±0,19	0,74±0,36	0,80±0,34
$\text{Im } E_{1+}^{(1)}$	0,09±0,11	0,07±0,08	-0,46±0,04	-0,22±0,06	-0,40±0,13	-0,46±0,14
$\text{Im } M_{1+}^{(1)}$	-0,67±0,39	-0,29±0,22	-0,26±0,11	-0,20±0,17	0,04±0,15	0,62±0,33
$\text{Im } E_{0+}^{(3)}$	-0,82±0,66	0,10±0,50	-0,46±0,34	2,20±0,36	1,40±0,29	3,20±0,80
$\text{Im } M_{1-}^{(3)}$	-1,26±0,67	-0,78±0,48	0,31±0,21	-0,59±0,51	0,97±0,93	0,45±0,58
$\text{Im } E_{1+}^{(3)}$	-1,74±0,25	-1,01±0,17	-0,49±0,09	0,04±0,16	0,67±0,32	0,38±0,24
$\text{Im } M_{1+}^{(3)}$	33,18±0,58	38,45±0,33	36,25±0,19	28,70±0,25	22,95±0,25	17,80±0,51

диаграмм с обменом ρ - и ω -мезонами. Сравнение теории и эксперимента, как уже отмечалось нами в работе /2/, указывает на желательность дальнейшего уточнения теоретических предсказаний /4/, в частности, для электрической дипольной амплитуды E_{0+} .

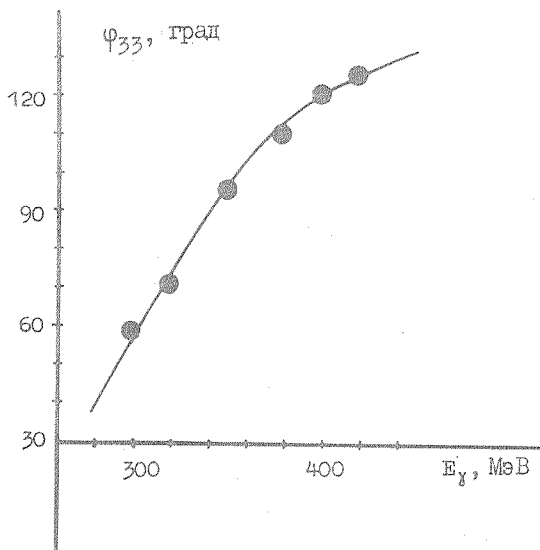
В настоящей работе впервые получены оценки мнимых частей изотопических компонент только из экспериментов по фоторождению пионов. На рис. 2 изображено энергетическое поведение $\text{Im } M_{1+}^{(3)}$ и $\text{Im } E_{1+}^{(3)}$, отвечающих образованию резонанса Δ_{33} . Обращает на себя внимание тот факт, что при энергии, соответствующей максимуму мнимой части $M_{1+}^{(3)}$, мнимая часть $E_{1+}^{(3)}$ еще остается отрицательной. Эта компонента проходит через нуль ("двойной нуль" амплитуды $E_{1+}^{(3)}$) при энергии, которая примерно на 30 МэВ выше резонансной энергии.

Результаты, приведенные в табл. 1 и 2, позволяют найти фазы всех изотопических компонент амплитуд фоторождения пионов на протоне. Хотя программа определения этих фаз из экспериментальных данных по фоторождению в настоящее время вполне осуществима, она вряд ли оправдана с практической точки зрения.



Р и с. 2. Энергетическая зависимость мнимых частей резонансных амплитуд, полученных в настоящей работе (в единицах $10^{-2}/m_{3\pi}$)

Данные по фоторождению пионов существенно уступают по своей точности данным по πN -рассеянию. Поэтому пока преждевременно количественно сопоставлять данные о фазах фоторождения с результатами фазового анализа πN -рассеяния. Исключение составляют данные о фазе φ_{33} резонансной амплитуды $m_{1+}^{(3)}$. На рис. 3 приведены значения этой фазы в диапазоне энергий $E_\gamma = 300 - 420$ МэВ. Разность между φ_{33} и соответствующей фазой πN -рассеяния $\delta_{33}/5$ составляет в среднем $-2,3^\circ \pm 0,4^\circ$.



Р и с. 3. Фаза φ_{33} резонансной амплитуды $m_{1+}^{(3)}$ (точки); кривая - фаза πN -рассеяния δ_{33} из работы /5/

Полученные нами данные о фазе φ_{33} позволяют определить полюсные параметры резонанса Δ_{33}^+ . Для этого мы воспользовались параметризацией резонансной и фоновой частей фазы ($\varphi_{33} = \varphi_{33}^R + \varphi_{33}^B$) в соответствии с работой /6/. При этом определяются следующие параметры: положение полюса на комплексной плоскости энергии M_0 и его ширина Γ_0 ($E_0 = M_0 - i\Gamma_0/2$), а также величина b_0 , которая характеризует вклад фоновой части фазы. Аппрок-

симация зависимости от энергии фазы ϕ_{33} трехпараметрической формой приводит к следующим оценкам МНК:

$$m_0^+ = 1211,1 \pm 1,2 \text{ МэВ}; \Gamma_0^+ = 115,2 \pm 6,2 \text{ МэВ}; b_0^+ = 5,2 \pm 0,9.$$

Сравнение этих значений с полученными в работе /7/ на основе результатов мультипольного анализа одного канала $\gamma p \rightarrow \pi^+ n$ показывает, что добавление информации о канале $\gamma p \rightarrow \pi^0 p$ существенно повысило точность параметров, мало сказалось на величине m_0^+ и заметно повлияло на величину Γ_0^+ .

В заключение отметим успех первой попытки определения изотопических компонент комплексных амплитуд из данных по фоторождению без привлечения фаз πN -рассеяния. Однако дальнейшее уточнение результатов и физических выводов требует повышения точности экспериментальных данных.

Поступила в редакцию
1 декабря 1981 г.

Л и т е р а т у р а

1. В. Ф. Грушин и др., ЯФ, 33, 1227 (1981).
2. В. Ф. Грушин и др., Препринт ФИАН № 12, М., 1982 г.
3. D. Schwela and R. Weizel, Z. Phys., 221, 71 (1969).
4. А. И. Лебедев и др., Краткие сообщения по физике ФИАН № 9, 20 (1981).
5. J. Carter et al., Nucl. Phys., B58, 378 (1973).
6. D. Lichtenberg, Lettere Nuovo Cimento, 12, 616 (1975).
7. В. Ф. Грушин и др., Краткие сообщения по физике ФИАН № 10, 17 (1981).