

СЗ41.а

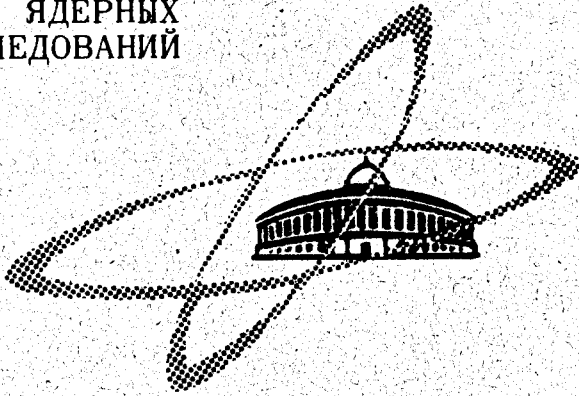
В-185

10/X-69

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P4 - 4742



В.А.Вартанян, М.А.Жусупов, Р.А.Эрамжян

РАСПАД СОСТОЯНИЙ ГИГАНТСКОГО РЕЗОНАНСА

В ЯДРЕ  $^{16}\text{O}$

ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

1969

P4 - 4742

В.А.Вартанян, М.А.Жусупов, Р.А.Эрамбян

РАСПАД СОСТОЯНИЙ ГИГАНТСКОГО РЕЗОНАНСА

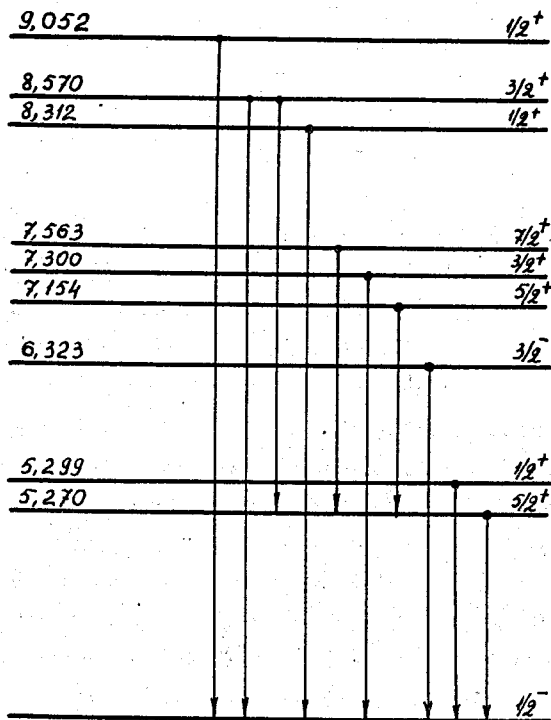
В ЯДРЕ  $^{16}\text{O}$

8056/2 чр

Объединенный институт  
ядерных исследований  
Библиотека

Изучение фотоядерных реакций  $^{16}\text{O}(\gamma, n)^{15}\text{O}$  и  $^{16}\text{O}(\gamma, p)^{15}\text{N}$ , а также процесса захвата  $\mu$ -мезона по каналу  $^{16}\text{O}(\mu, \nu p)^{15}\text{N}$  представляет особенный интерес. Эти каналы являются основными. В результате распада состояний гигантского резонанса ядра  $^{15}\text{N}$  и  $^{15}\text{O}$  могут образовываться как в основном, так и в возбужденном состоянии. Вероятность образования этих ядер в различных состояниях наряду с прямыми данными о спектре нуклонов дает важную информацию о структуре состояний гигантского резонанса.

Расчеты, основанные на частично-дырочном подходе, описывают главные максимумы в кривой поглощения. При расчете ветвей распада учитывались только два дырочных состояния ядер  $^{15}\text{N}$  и  $^{15}\text{O}$  - основное  $J^\pi = 1/2^-$  и возбужденное  $J^\pi = 3/2^-$ . Теория, в целом, описывает соотношение между ветвями распада на эти уровни. Однако наряду с этими уровнями имеется /1,2/ большое число их с противоположной четностью (см. рисунок). Структура таких состояний более сложная. Это уровни с конфигурацией две дырки - одна частица /3,4/:  $p^{-2}1d$  и  $p^{-2}2s$ . В частности, первый уровень  $J^\pi = 1/2^+$  в основном образуется из состояний второй конфигурации, а расположенный рядом  $J^\pi = 5/2^+$  - первой. Очевидно, что распад частично-дырочных состояний с испусканием нуклона из внешней  $2s$  или  $1d$  оболочки на уровни положительной четности ядер  $^{15}\text{N}$  и  $^{15}\text{O}$  полностью запрещен. Однако экспериментальные данные показывают (табл. 1 и 2), что приблизительно в 20% случаев при фотоядерных реакциях /5-7/ и в 15% - при  $\mu$ -захвате /8,9/ возбуждаются эти состояния.



$^{15}\text{N}$

Схема связанных состояний ядра  $^{15}\text{N}$ .

Как уже указывалось, при расчете ветвей распада учитывался лет лишь внешнего нуклона. Однако наряду с таким процессом мо идти и другой, когда вылетает внутренний  $1p$  нуклон, который не нимал непосредственного участия в элементарном акте. В резуль из исходного частично-дырочного состояния образуется состояние до него ядра с положительной четностью:

$$|p^{-1} \ell; 2T+1, 2S+1 L, J\rangle \rightarrow |p^{-2} 2T'+1, 2S'+1 L', \ell; 2T_0+1, 2S_0+1 L_0, J_0\rangle + |p\rangle.$$

В данной работе исследован этот канал.

Расчет проведен в рамках частично-дырочного подхода. Более сл ные возбуждения в процессе поглощения не учитывались. Состояния полного резонанса описывались волновыми функциями Эллиотта и Флау са  $^{10}/$ , полученными в результате диагонализации. Функции положитель ной четности брались из работы  $^{14}/$ . Расчет каналов распада прове на основе  $R$ -матричной теории путем вычисления парциальных ши  $\Gamma_\lambda$ :

$$\Gamma_\lambda = 2k P_\lambda \gamma_\lambda^2$$

где  $\gamma_\lambda^2 = \frac{3}{2} \frac{\hbar^2}{\mu a} S \Theta_0^2$  есть приведенная ширина уровня,  $S = 2 \sum_z \beta_z^2$  спектроскопический фактор и  $\Theta_0^2$  - одночастичная приведенная шири в безразмерных единицах. Суммирование ведется по спине канала

В случае распада по каналу (1)

$$\beta_z (J, E \rightarrow J_0, E_0) = \langle T_0 T_{z_0} 1/2 - 1/2 ; T, T_z \rangle \times$$

$$\times \sum (-1)^{L+S+T+L_0+S_0+T_0} u(1L'L \ell; 1L_0) u(1/2S'S 1/2 : 1/2 S_0) u(1/2T'T 1/2 : 1/2$$

$$\sqrt{\frac{(2T'+1)(2S'+1)(2L'+1)}{12}} \{ (-1)^{S_0-S+J-J_0} u(L_0 S_0 Z 1/2 : J_0 S) u(1L_0 J S : L Z) \}$$

$$\times \alpha_1 (T S L) \alpha_2 (T' S' L'; T_0 S_0 L_0),$$

где  $a_1$  и  $a_2$  - коэффициенты разложения соответствующих волновых функций по базисным.

Результаты расчетов приведены в табл. 1 и 2. Как следует из данных этих таблиц, расхождение теории с экспериментом остается значительным в случае переходов на уровни положительной четности. Что же касается переходов на дырочные уровни ядер  $^{15}\text{N}$  и  $^{15}\text{O}$ , то более точные расчеты /11-13/, в которых непосредственно учитывался непрерывный спектр и связь каналов, исправляют результаты, полученные в стандартном диагонализационном подходе, и приводят к хорошему согласию с экспериментом. Однако при этом возникают трудности описания распадов на уровни положительной четности.

Данные, приведенные в табл. 1 и 2, показывают, что для описания тонкой структуры гигантского резонанса необходимо учесть детали структуры как основного состояния ядра  $^{16}\text{O}$ , так и состояний гигантского резонанса.

Известно /14/, что в основное состояние ядра  $^{16}\text{O}$  около 20% дают вклад конфигурации типа две частицы - две дырки. В результате прямого процесса поглощения  $\gamma$ -кванта или  $\mu$ -мезона внешним нуклоном в таких конфигурациях будут образовываться состояния  $^{15}\text{N}$  и  $^{15}\text{O}$  с положительной четностью.

К возбуждению уровней положительной четности в  $^{15}\text{N}$  и  $^{15}\text{O}$  также будет приводить распад состояний квадрупольного резонанса в  $^{16}\text{O}$  в случае фотопоглощения и состояний, образовавшихся в результате разрешенных переходов и переходов второго запрета в случае  $\mu$ -захвата на ядре  $^{16}\text{O}$ . Доля таких возбуждений оценивается Фолди и Валецка /15/ в 29% от полной вероятности  $\mu$ -захвата. Непосредственный расчет /16/, основанный на частично-дырочном подходе /17/, дает несколько меньшее значение. Отметим, что по интересующему нас каналу распад будет идти только за счет компонент две частицы-две дырки. К сожалению, эти компоненты в расчете /17/ не учитывались. Поэтому скорость выхода ядра  $^{15}\text{N}$  в состояниях с положительной четностью оказалась в /16/ равной нулю.

Таким образом, учет двух указанных механизмов приведет к увеличению выхода ядер  $^{15}\text{N}$  и  $^{15}\text{O}$  в состояниях с положительной четностью.

Однако, по-видимому, нужны количественные оценки этой ветви распада.

#### Л и т е р а т у р а

1. G.W.Phillips, F.C.Young, J.B.Marion. Phys.Rev., 159, 891 (1967).
2. E.K.Warburton, J.W.Olness, D.E.Alburger. Phys.Rev., 140, B1202 (1965).
3. E.C.Halbert, J.B.French. Phys.Rev., 105, 1563 (1957).
4. М.А. Жусупов, В.В. Карапетян, Р.А. Эрамжян. Известия АН СССР, серия физ., 32, 332 (1988).
5. J.T.Caldwell, S.C.Fultz, R.L.Bramblett. Phys.Rev.Letters, 19, 447 (1967).
6. H.Ullrich, H.Krauth. Nucl.Phys., A123, 641 (1969).
7. V.P.Denisov, A.P.Komar, L.A.Kultchitsky. Nucl.Phys., A113, 289 (1968).
8. S.N.Kaplan, R.V.Pyle, L.E.Temple, G.F.Valby. Phys.Rev. Letters, 22, 795 (1969).
9. Ю.Г. Будяшов, В.Г. Зинов, А.Д. Ковин, С.В. Медведь, А.И. Мухин, Е.Б. Озеров, А.М. Чагрян, Р.А. Эрамжян. Препринт ОИЯИ, P15-4745, Дубна, 1988.
10. J.P.Elliott, B.H.Flowers. Proc.Roy.Soc., A272, 57 (1957).
11. V.V.Balashov, G.Ya.Korenman, V.L.Korotkih, V.N.Fetisov. Nucl.Phys., B1, 158 (1967).
12. B.Buck, A.D.Hill. Nucl.Phys. A95, 271 (1967).
13. N.M.Kabachnik, V.L.Korotkih, H.J.Unger. Nucl. Phys., A103, 450 (1967).
14. G.E.Brown, A.M.Green. Nucl.Phys., 75, 401 (1966).
15. L.L.Foldy, J.D.Walecka. Nuovo Cim., 34, 1026 (1964).
16. R.Raphael, H.Überall, C.Werntz. Phys.Lett., 24B, 15 (1967).
17. B.M.Spicer, J.M.Eisenberg. Nucl.Phys., 63, 520 (1965).

Рукопись поступила в издательский отдел

10 октября 1969 года.

Т а б л и ц а I

Сечение образования ядер  $^{15}\text{N}$  и  $^{15}\text{O}$  в результате поглощения  $\gamma$ -квантов ядром  $^{15}\text{O}$  в интервале энергий до 27 Мэв

Спины уровней ядер	Относительный выход (в %) реакций фоторасщепления		
	Эксперимент /5/	Т е о р и я	
		Диагонализаци- онный метод	С учетом связи каналов /13/
$^{15}\text{N}$ и $^{15}\text{O}$			
$1/2^-$	50,9	29,6	~ 50
$1/2^+$ , $5/2^+$	7,0	1,6	—
$3/2^-$	26,4	68,0	~ 50
$3/2^+$	8,5	0,8	—
Остальные уровни	7,2		

Т а б л и ц а 2

Скорость образования  $\Lambda_\mu$  ядра  $^{15}\text{N}$  в результате поглощения  $\mu^-$ -мезонов ядром  $^{16}\text{O}$ 

С п и н н ы уровней ядра $^{15}\text{N}$	$\Lambda_\mu$					
	Э к с п е р и м е н т <sup>x/</sup>			Т е о р и я		
	в $10^4 \text{ сек}^{-1}$	в %	Д и а г о н а л и з а ц и о н н ы й м е т о д		С у ч е т о м с в я з и к а н а л о в /II/	
			в $10^4 \text{ сек}^{-1}$	в %	в $10^4 \text{ сек}^{-1}$	в %
$3/2^-$	$2,50 \pm 0,23$ $2,01 \pm 0,50$	25	5,27	45,6	2,6	30
$1/2^-$	4,92 5,30	60	6,09	52,7	6,2	70
Уровни положи- тельной четности	$1,28 \pm 0,23$ $1,39 \pm 0,46$	15	0,19	1,7	-	-
Полная скорость реакции с выле- том нейтрона	8,7		11,55		8,8	

<sup>x/</sup>Первая строка - результат работы<sup>/8/</sup>, вторая - работы<sup>/9/</sup>.