

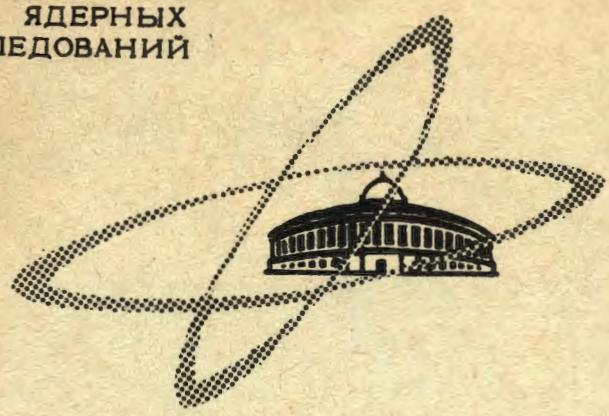
29/II-68

ЖС-981

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P4 - 3684



М.А.Жусупов, Р.А.Эрамжян

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПЕРЕХОДЫ

В ЯДРАХ  $^{15}\text{N}$  И  $^{15}\text{O}$

ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

1968

Р4 - 3684

М.А.Жусупов, Р.А.Эрамжян

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПЕРЕХОДЫ

В ЯДРАХ  $^{15}\text{N}$  И  $^{15}\text{O}$

Направлено в Известия АН



В последнее время появилось очень много работ, как теоретических, так и экспериментальных /1-5/, посвященных изучению низколежащих уровней положительной четности в зеркальных ядрах  $^{15}\text{N}$  и  $^{15}\text{O}$ . Возросший интерес к этим ядрам понятен. До недавнего времени основное внимание было приковано к изучению низколежащих уровней ядер  $1p$ -оболочки. Это уровни нормальной четности ( $\pi = (-1)^A$ , где  $A$  - число нуклонов в ядре); их конфигурация  $1s^4 1p^{A-4}$ . В настоящее время ясно, что оболочечная модель с учетом парных корреляций нуклонов в ядре отражает основные свойства таких состояний /6,7/. Дальнейшим шагом является распространение этой схемы на уровни более сложной природы - когда один из нуклонов  $1p$ -оболочки перешел в соседнюю  $2s$ ,  $1d$  и образовалась конфигурация  $1s^4 1p^{A-5} 2s^1$ . Четность этих состояний противоположна четности состояний с конфигурацией  $1s^4 1p^{A-4}$  (аномальная четность). Естественно начинать изучение таких состояний с наиболее простейших случаев. Этим требованиям и удовлетворяют ядра  $^{15}\text{N}$  и  $^{15}\text{O}$ . Кроме того в данном случае удастся провести последовательный расчет, учитывающий все факторы, важные для описания легких ядер.

Впервые такой расчет выполнен в работе /8/. Рассчитанный спектр уровней ядер  $^{15}\text{N}$  и  $^{15}\text{O}$  и приведенные нуклонные ширины оказались в хорошем согласии с экспериментальными данными. Однако появившиеся в последнее время данные по электромагнитным переходам вызывают необходимость дальнейшего и более детального изучения свойств этих ядер. Такое исследование и проведено в настоящей работе.

Детали расчета, спектр уровней и волновые функции были приведены и обсуждены в предыдущей работе авторов <sup>9</sup>, и поэтому мы не будем останавливаться на них. Перейдем непосредственно к результатам расчета. В таблице 1 приведены значения вероятностей электромагнитных переходов в единицах Вайскопфа, которые для случая ядер <sup>15</sup>N и <sup>15</sup>O равны

$$\Gamma_w(E1) = 0.413 E^3$$

$$\Gamma_w(M1) = 0.021 E^3,$$

где  $E$  — энергия  $\gamma$ -перехода. В таблице приводятся также данные по относительной вероятности каждой ветви перехода. Там, где это возможно, проводится сравнение с экспериментом. К сожалению, экспериментальные данные пока довольно скудные, что не позволяет сделать определенные выводы при сравнении с расчетом. В таблице приведены значения вероятностей переходов при двух значениях амплитуды парного взаимодействия нуклонов  $V$ . Это связано с тем, что, как было показано ранее <sup>9/</sup>, вероятности  $E1$  переходов на основное состояние очень чувствительны к величине этого параметра. Первое значение вероятности приводится при  $V = -50$  Мэв, а второе — при  $V = -40$  Мэв. Оптимальное значение параметра  $V = -50$  Мэв получено по положению уровней. Как видно из таблицы, при этой величине вероятности электромагнитных переходов также лучше согласуются с экспериментом.

### 1. Дипольные переходы на основное состояние ядер <sup>15</sup>N и <sup>15</sup>O.

Особенностью этих переходов является то, что они слабые. Однако в случае чистой  $j - j$  связи (см. рис. 4 работы <sup>9/</sup>) они достаточно сильны. Включение остаточного парного взаимодействия между нуклонами приводит к резкому ослаблению силы перехода.

С экспериментом можно сравнить только два перехода. В первом случае  $1/2^+(5,299 \text{ Мэв}) \rightarrow 1/2^-$  согласие удовлетворительное, тогда как во втором  $-1/2^+(8,312 \text{ Мэв}) \rightarrow 1/2^-$  — резкое противоречие. Однако, как указывалось в работе <sup>1/</sup>, по-видимому, в этом случае очень существенную роль играет эффект Томаса — Эрмана <sup>12,13/</sup>, который и приводит к подавлению дипольного перехода на основное состояние. Кроме того, второй переход идет исключительно

за счет малых компонент волновой функции. Главная же компонента  $0,946 |^{13}D_2\rangle$  в силу правил отбора вклада не дает. Это дополнительно затрудняет интерпретацию экспериментальных данных.

2. Дипольные переходы на состояние  $I = 3/2^-$  ядер  $^{15}N$  и  $^{16}O$ .

Расхождение между расчетом и экспериментом значительное. Во всех трех случаях, где проведено сравнение, теория дает резко заниженное значение вероятности перехода.

### 3. Магнитные дипольные переходы

Во всех случаях теория дает удовлетворительное согласие с экспериментом. Исключение составляет переход  $5/2^+ \rightarrow 5/2^+$ , где расхождение очень велико.

В настоящее время трудно проводить детальное сравнение полученных результатов с экспериментом. Дальнейшее накопление экспериментальных данных позволит сделать это на более высоком уровне.

### Л и т е р а т у р а

1. E.K.Warburton, J.W.Olness, D.E.Alburger, *Phys.Rev.*, 140, B1202 (1965).
2. D.Pelte, B.Povh, W.Scholz. *Nucl. Phys.*, 78, 241 (1966).
3. K.P.Lieb. *Nucl. Phys.*, 85, 461 (1966).
4. D.E.Alburger, E.K.Warburton., *Phys. Rev.*, 152, 914 (1966).
5. G.W.Phillips, F.C.Young, J.B.Marion. *Phys.Rev.*, 159, 891 (1967).
6. А.Н.Бояркина. Известия АН СССР 28, 337 (1964).
7. S.Cohen, D.Kurath. *Nucl. Phys.*, 73, 1 (1965).
8. E.C.Halbert, J.B.French., *Phys. Rev.*, 105, 1563 (1957).
9. Жусупов М.А., В.В.Каранетян, Р.А.Эрамжян. Препринт ОИЯИ Р4-3178, Дубна 1966. Известия АН СССР, 32, /334 (1968).

10. T.K.Alexander, A.E.Litherland, C.Broude. *Canad. Journ. Phys.*, 43, 2310 (1965).  
 11. A.E.Evans, B.Brown, J.B.Marlon *Phys. Rev.*, 149, 863 (1966).  
 12. R.G.Thomas. *Phys. Rev.*, 88, 1109 (1952).  
 13. J.B.Ehrman. *Phys. Rev.*, 81, 412 (1951).

Рукопись поступила в издательский отдел  
 26 января 1968 г.

Таблица

Ширины электромагнитных переходов в ядрах  $^{15}\text{N}$  и  $^{15}\text{O}$

$J_i^{\pi}$	$E_i$	$J_f^{\pi}$	$E_f$	Сила перехода ( в единицах Вайскопфа )		Относительная вероятность перехода в %	
				Теория	Эксперимент	Теория	Эксперимент
$1/2^+$	$5,299$	$1/2^-$	$0$	$^{15}\text{N}$ $15\text{O}$	$^{15}\text{N}$ $15\text{O}$	$^{15}\text{N}$ $15\text{O}$	$^{15}\text{O}$
$5/2^+$	$7,154$	$5/2^+$	$5,27$	$0,089 \cdot 10^{-2}$ $0,254 \cdot 10^{-2}$	$0,025 \cdot 10^{-2}$ [10]		
				$0,464$ $0,421$	$0,373$ $0,355$	$0,041$ [3]	$0,074$ [4]
				$0,847 \cdot 10^{-2}$ $1,292 \cdot 10^{-2}$			
				$0,024$ $0,009$	$0,015$ $0,005$		
$3/2^+$	$7,30$	$3/2^-$	$6,32$	$0,472 \cdot 10^{-2}$ $0,448 \cdot 10^{-2}$			$100$ $100$
				$0,001$ $0,006$	$0,007$ $0,021$		$98 \pm 1$ [1] $100$ [1]
				$0,063$ $0,039$	$0,032$ $0,049$		$2 \pm 1$
$7/2^+$	$7,563$	$5/2^+$	$5,27$	$0,420$ $0,381$	$0,283$ $0,200$	$0,018 \pm$ [3] $0,006$	$0,0030 \pm$ [4] $0,0007$ [4]
$9/2^+$	$10,4$	$7/2^+$	$7,56$	$0,014$ $0,009$	$0,004$ $0,018$		
$7/2^+$	$9,83$	$5/2^+$	$5,27$				

1/2 <sup>+</sup>	8,312	1/2 <sup>-</sup>	0	E1	0,022.10 <sup>-2</sup> 0,342.10 <sup>-2</sup>		0,73.10 <sup>-5</sup> [1]	83,2 96,4	93,0 98,6	78 ± 3 [1]	3,3 ± 0,3 [1]
		1/2 <sup>+</sup>	5,299	M1	0,056 0,036	0,020 0,005	0,024	13,8 2,5	3,6 0,2	11 ± 2	17 ± 1
		3/2 <sup>-</sup>	6,32	E1	0,004.10 <sup>-2</sup> 0,034.10 <sup>-2</sup>		0,022	0 1,1	0 0	8,8 ± 2	57 ± 1
		3/2 <sup>+</sup>	7,30	M1	0,324 0,473	0,576 0,807	0,97	3,0 0	3,4 1,2	2,2 ± 0,4	22,7 ± 1
3/2 <sup>+</sup>	8,57	1/2 <sup>-</sup>	0	E1	0,315.10 <sup>-2</sup> 0,014.10 <sup>-2</sup>		0,23.10 <sup>-2</sup> [1]	70,9 13,0	77,8 16,1	32 ± 4 [1]	53,8 ± 0,2 [1]
		5/2 <sup>+</sup>	5,27	M1	0,445 0,320	0,359 0,290	0,686	29,1 86,3	22,2 83,1	65 ± 4	42,7 ± 0,5
		1/2 <sup>+</sup>	5,299	M1	0	0		0 0	0 0	< 12	
		3/2 <sup>-</sup>	6,32	E1	0		0,54.10 <sup>-2</sup>	0 0,6	0 0,7	3 ± 1	2,2 ± 0,6
1/2 <sup>+</sup>	9,05	1/2 <sup>-</sup>	0	E1	0,584.10 <sup>-2</sup> 0,070.10 <sup>-2</sup>			71,2 25,6	75,8 30,2	91,6 ± 0,9 [5]	
		1/2 <sup>+</sup>	5,299	M1	0,640 0,559	0,535 0,468	0,91 [1]	28,2 73,5	23,7 69,0	4,7 ± 0,7	67 [1]
		3/2 <sup>-</sup>	6,32	E1	0,038.10 <sup>-2</sup> 0,010.10 <sup>-2</sup>		0,87.10 <sup>-2</sup>	0,1 0,1	0,1 0,2	3,7 ± 0,5	33
		3/2 <sup>+</sup>	7,30	M1	0,110 0,064			0,5 0,8	0,4 0,6		