

A-853

Уч-72

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.

3313/2-72

P4 - 6587



Д.А.Арсеньев, В.В.Пашкевич, В.Г.Соловьев,
У.М.Файнер

РАВНОВЕСНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ
И СТРУКТУРА РЯДА ДЕФОРМИРОВАННЫХ ЯДЕР

ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

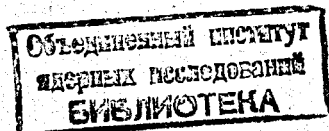
1972

P4 - 6587

Д.А.Арсеньев, В.В.Пашкевич, В.Г.Соловьев,
У.М.Файнер

РАВНОВЕСНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ
И СТРУКТУРА РЯДА ДЕФОРМИРОВАННЫХ ЯДЕР

Направлено в Известия АН СССР



В^{/1/} показано, что в тех случаях, когда энергия одночастичного уровня сильно меняется при небольшом изменении параметра деформации β_{20} , параметры равновесной деформации β_{20}^l , β_{40}^l ядра в возбужденном состоянии могут отличаться от параметров равновесной деформации β_{20}^0 , β_{40}^0 ядра в основном состоянии. Расчеты, проведенные в^{/2,3/}, подтвердили возможность изменения равновесных деформаций некоторых возбужденных состояний по сравнению с основными состояниями, т.е. для ряда состояний $\Delta\beta_{20} = \beta_{20}^l - \beta_{20}^0 \neq 0$; $\Delta\beta_{40} = \beta_{40}^l - \beta_{40}^0 \neq 0$.

В настоящей работе методом оболочечной поправки, предложенным Струтинским^{/4/}, вычислены β_{20}^0 , β_{40}^0 для основных состояний четно-четных ядер и β_{20}^0 , β_{40}^0 ; β_{20}^l , β_{40}^l для основных и возбужденных состояний нечетных ядер в области $174 \leq A \leq 185$. Рассчитаны энергии и волновые функции неротационных состояний с учетом взаимодействий квазичастиц с фононами и эффекта $\Delta\beta_{20} \neq 0$ и $\Delta\beta_{40} \neq 0$.

Согласно^{/5/} и нашими расчетами, среди ядер переходной области с $A = 184-192$ могут быть ядра с равновесной формой сплюснутого эллипсоида вращения, т.е. с $\Delta\beta_{20}^0 < 0$. В данной работе рассматриваются ядра с $\Delta\beta_{20}^0 > 0$, причем такие, у которых разность энергий деформации $\Delta\xi_{def} > 0,5$ Мэв (см.^{/6/}).

Расчеты выполнены с одночастичными энергиями и волновыми функциями потенциала Саксона-Вудса. Параметры равновесных деформаций основных состояний четно-четных ядер приведены в таблице 1. Во втором столбце приведены величины β_{20}^0 , полученные в^{/7/} из эксперименталь-

Таблица I

Ядро	Эксперимент /7/	Эксперимент /8/		Расчет	
	β_{20} при $\beta_{40} = 0$	β_{20}^0	β_{40}^0	β_{20}^0	β_{40}^0
I74 Y_6	0,305	0,23	-0,04	0,26	-0,04
I76 Y_6	0,297	0,23	-0,045	0,25	-0,05
I78 Y_6				0,23	-0,06
I76 H_f	0,284			0,24	-0,04
I78 H_f	0,263	0,21	-0,06	0,23	-0,05
I80 H_f	0,259			0,21	-0,06
I82 H_f				0,20	-0,06
I78 W				0,21	-0,04
I80 W	0,239			0,20	-0,05
I82 W	0,240			0,19	-0,05
I84 W	0,230			0,18	-0,05
I80 O_3				0,19	-0,03
I82 O_3				0,19	-0,04
I84 O_3				0,18	-0,04

Таблица 2

Ядро	β_{20}^0	β_{40}^0	Ядро	β_{20}^0	β_{40}^0
175_{Yb}	0,25	-0,05	175_{Lu}	0,24	-0,06
177_{Yb}	0,24	-0,05	177_{Lu}	0,24	-0,06
179_{Yb}	0,23	-0,06	179_{Lu}	0,23	-0,07
177_{Hf}	0,24	-0,05	177_{Ta}	0,22	-0,04
179_{Hf}	0,23	-0,06	179_{Ta}	0,21	-0,05
181_{Hf}	0,21	-0,06	181_{Ta}	0,20	-0,06
183_{Hf}	0,19	-0,06	183_{Ta}	0,19	-0,06
179_{W}	0,21	-0,04	179_{Re}	0,19	-0,04
181_{W}	0,20	-0,05	181_{Re}	0,18	-0,05
183_{W}	0,19	-0,06	183_{Re}	0,18	-0,05
185_{W}	0,17	-0,06	185_{Re}	0,17	-0,05
181_{Os}	0,20	-0,04			
183_{Os}	0,19	-0,04			
185_{Os}	0,17	-0,05			

ных данных при $\beta_{40}^0 = 0$. В третьем и четвертом столбцах записаны экспериментальные ^{/8/} и вычислительные параметры равновесных деформаций, которые получены в случае, когда радиус ядра равен

$$R(\theta) = R_0 (1 + \beta_{20} Y_{20}(\theta) + \beta_{40} Y_{40}(\theta)) \quad (1)$$

Рассчитанные значения параметров равновесных деформаций β_{20}^0 и β_{40}^0 для основных состояний нечетных ядер приведены в таблице 2. Из сравнения вычислительных величин β_{20}^0 и β_{40}^0 , данных в таблицах 1 и 2, видно, что в случае ядер с нечетным числом нейтронов изменение параметров β_{20}^0 и β_{40}^0 в нечетном ядре по сравнению с соответствующим четно-четным ядром не превышает 0,01. В ядрах с нечетным числом протонов такое изменение не более 0,02.

В результате расчетов показано, что заметное изменение параметров равновесных деформаций возбужденных состояний по сравнению с основными имеет место в рассматриваемой области ядер для следующих одночастичных состояний: $p541\uparrow$, $p532\uparrow$, $p402\uparrow$, $p404\uparrow$, $n505\uparrow$, и $n503\uparrow$. Рассчитанные значения $\Delta\beta_{20}$ и $\Delta\beta_{40}$ для этих состояний даны в таблицах 3 и 4. В изотопах лютеция и тантала состояние $p404\uparrow$, а в изотопах рения состояние $p402\uparrow$ являются основными. Из этих таблиц видно, что в некоторых ядрах $\Delta\beta_{20}$ принимает значения 0,04 - 0,05, а $\Delta\beta_{40}$ доходит до 0,02. В тех случаях, когда $\Delta\beta_{20}$ и $\Delta\beta_{40}$ превышает 0,01 - 0,02, эффект $\beta^l \neq \beta^0$ следует учитывать при расчетах энергий и волновых функций возбужденных состояний. Часть рассчитанных ядер принадлежит к переходным ядрам, поэтому имеет место небольшое увеличение $\Delta\beta_{20}$ по сравнению с ядрами в области $153 \leq A \leq 177$.

Принимая во внимание эффект $\beta^l \neq \beta^0$, мы вычислили неротационные состояния нечетных ядер в рассматриваемой области. Расчеты проведены таким же образом и с теми же параметрами потенциала Саксона-Вудса, как и в ^{/8-11/}. Результаты расчетов для трех ядер даны в таблицах 5-7. Экспериментальные данные взяты из ^{/12/}. Учет эффекта $\beta^l \neq \beta^0$

Таблица 3

Ядро	54I ↓		532I ↓		402 ↑		404 ↑	
	$\Delta\beta_{20}$	$\Delta\beta_{40}$	$\Delta\beta_{20}$	$\Delta\beta_{40}$	$\Delta\beta_{20}$	$\Delta\beta_{40}$	$\Delta\beta_{20}$	$\Delta\beta_{40}$
^{175}Lu	0,03	0,02	0,02	0,01	0	0,02	-	-
^{177}Lu	0,03	0,02	0,02	0,01	-0,01	0,02	-	-
^{179}Lu	0,03	0,02	0,02	0,01	-0,01	0,02	-	-
^{177}Ta	0,04	0,01	0,03	0	-0,01	0,01	-	-
^{179}Ta	0,04	0,01	0,03	0	-0,01	0,01	-	-
^{181}Ta	0,04	0,01	0,03	0	0	0,01	-	-
^{183}Ta	0,04	0,01	0,02	0,01	0	0,01	-	-
^{179}Re	0,05	0,01	0,04	0	-	-	0,05	0,01
^{181}Re	0,04	0,01	0,02	0	-	-	0,02	0
^{183}Re	0,03	0,01	0,02	0	-	-	0,02	0
^{185}Re	0,03	0,01	0,02	0	-	-	0,02	0

Таблица 4

Ядро	505 t		503 t	
	$\Delta\beta_{20}$	$\Delta\beta_{40}$	$\Delta\beta_{20}$	$\Delta\beta_{40}$
^{175}Yb	-0,02	0,02	-0,01	0,01
^{177}Yb	-0,02	0,02	-0,01	0,01
^{179}Yb	-0,01	0,02	-0,01	0,01
^{177}Hf	-0,03	0,02	-0,02	0,01
^{179}Hf	-0,02	0,02	-0,01	0,01
^{181}Hf	-0,01	0,02	-0,01	0,01
^{183}Hf	-0,01	0,02	0	0,01
^{179}W	-0,02	0,01	-0,02	0,01
^{181}W	-0,02	0,01	-0,01	0,01
^{183}W	-0,01	0,02	-0,01	0,01
^{185}W	-0,01	0,01	0	0
^{181}Os	-0,03	0,01	-0,02	0,01
^{183}Os	-0,02	0,01	-0,01	0,01
^{185}Os	-0,01	0,02	0	0,01

приводит к улучшению рассчитанных энергий неротационных состояний с соответствующими экспериментальными данными, он оказывает слабое влияние на структуру состояний (несколько увеличивает значения одно-квазичастичных компонент).

Л и т е р а т у р а

1. V.G.Soloviev. Phys. Lett., 21, 311 (1966).
2. Д.А.Арсеньев, Л.А.Малов, В.В.Пашкевич, В.Г.Соловьев. Изв. АН СССР, сер. физ., 32, 866 (1968).
3. Д.А.Арсеньев, В.В.Пашкевич, В.Г.Соловьев, С.И.Федотов. Препринт ОИЯИ Р4-6345, Дубна (1972).
4. В.М.Стругинский. ЯФ, 3, 614 (1966); Nucl.Phys., A95, 420 (1968).
5. K.Kumar, M.Varanger. Nucl.Phys., A122, 273 (1968).
6. В.Г.Соловьев. "Теория сложных ядер", Наука, 1971.
7. Б.С.Джелепов. В сб. "Структура сложных ядер". стр. 189, Атомиздат, М., 1966.
8. D.L.Hendrie, N.K.Clendening et al., Phys. Lett., 26B, 127 (1968).
9. Л.А.Малов, В.Г.Соловьев, У.М.Файнер. ДАН СССР, 186, 299 (1969).
10. Л.А.Малов, В.Г.Соловьев, У.М.Файнер. Изв. АН СССР, сер. физ., 33, 1244 (1969).
11. В.Г.Соловьев, У.М.Файнер. Изв. АН СССР, сер. физ., 36, 698 (1972).
12. M.E.Bunker, C.W.Reich. Rev. Mod. Phys., 43, 348 (1971).

Рукопись поступила в издательский отдел
11 июля 1972 г.

Таблица 5

$$I^{77}\text{Ta} \quad \beta_{20} = 0,24 \quad \beta_{40} = -0,05$$

κ K	энергия, кэВ			Структура		
	эксп.	$\Delta\beta^e = 0$	$\Delta\beta^e \neq 0$			
7/2 ⁺	0	0	0	404↓	99%	
9/2 ⁻	74		80	5I4↑	99%	
5/2 ⁺	70,5	6I7	456	402↑	96%	400↑ + Q ₁ (22)2%; 5I4↑ + Q ₁ (32)I,5%
1/2 ⁺			625	4II↑	96%	4II↑ + Q ₁ (22)3%;
1/2 ⁻	2I7	I558	745	54I↑	98%	532↑ + Q ₁ (22)I%
7/2 ⁺			II50			404↑ + Q ₁ (20)I00%
5/2 ⁻			II80			404↑ + Q ₁ (3I)I00%
9/2 ⁻			II80			404↑ + Q ₁ (3I)I00%
7/2 ⁺			II89			5I4↑ + Q ₁ (3I)I00%
II/2 ⁺			II90			5I4↑ + Q ₁ (3I)I00%
9/2 ⁻			I200			5I4↑ + Q ₁ (20)I00%
3/2 ⁻			I250	532↓	5%	404↑ + Q ₁ (32) 95%
II/2 ⁻			I255			404↑ + Q ₁ (32)I00%
5/2 ⁺			I273	402↑	I%	5I4↑ + Q ₁ (32)99%
I3/2 ⁺			I280			5I4↑ + Q ₁ (32)I00%
3/2 ⁺			I3I6	402↓	2%	404↑ + Q ₁ (22) 98%
II/2 ⁺			I320			404↑ + Q ₁ (22)I00%
5/2 ⁻			I348	532↑	I%	5I4↑ + Q ₁ (22) 99%
I3/2 ⁻			I350			5I4↑ + Q ₁ (22)I00%
3/2 ⁻		I790	I358	532↓	90%	404↑ + Q ₁ (32)5%; 54I↓ + Q ₁ (22)3%
3/2 ⁺			I50I	4II↑	3I%	4II↑ + Q ₁ (22)68%
7/2 ⁻			I55I	523↑	89%	404↑ + Q ₁ (30)5%; 4II↑ + Q ₁ (32)4%

Таблица 6

 $^{183}\text{Ta} \quad \beta_{20} = 0,24 \quad \beta_{40} = -0,05$

K^{π}	Энергия, кэВ			Структура	
	эксп.	$\Delta\beta^{\ell}=0$	$\Delta\beta^{\ell}\neq 0$		
7/2 ⁺	0	0	0	404↓	99%
9/2 ⁻	73		91	514↑	99%
5/2 ⁺	459	632	469	402↑	97%
1/2 ⁺			611	411↓	94%
3/2 ⁺			611	402↓	1%
11/2 ⁺			620	404↑	100%
5/2 ⁻	857		630	514↑	100%
13/2 ⁻			630	514↑	100%
1/2 ⁻		1529	726	541↓	97%
3/2 ⁺			903	411↑	5%
5/2 ⁺			938	413↓	1%
1/2 ⁺			1171	400↑	5%
5/2 ⁻			1186	404↓	100%
9/2 ⁻			1186	404↓	100%
7/2 ⁺			1193	514↑	100%
11/2 ⁺			1193	514↑	100%
9/2 ⁺			1250	402↑	100%
3/2 ⁻		1735	1273	532↓	62%
9/2 ⁻			1300	514↑	100%
5/2 ⁺			1400	402↑	100%
3/2 ⁻			1454	541↓	100%
1/2 ⁺			1495	420↑	1%
7/2 ⁻			1579	523↑	95%

Таблица 7

$$I^{79}_{Re} \quad \int^{\beta}_{20} = 0,24 \quad \int^{\beta}_{40} = -0,05$$

K π	Энергия, кэВ расчет		Структура		
	$\Delta\beta^i = 0$	$\Delta\beta^f \neq 0$			
1/2 ⁻	I000	0	54I↓ 98%	532↓+	Q,(22) 1%
5/2 ⁺	0	I0	402↑ 97%	400↑+	Q,(22) 2%
7/2 ⁺		4I0	404↓ 100%		
3/2 ⁻	II00	5I0	532↓ 97%		
9/2 ⁻		550	5I4↑ 100%		
3/2 ⁻		I020		404↓+	Q,(32)100%
II/2 ⁻		I020		404↓+	Q,(32)100%
3/2 ⁺		I090	65I↑ 0,2%	54I↓+	Q,(32) 99%
5/2 ⁺		I090		54I↓+	Q,(32)100%
5/2 ⁺		II00		5I4↑+	Q,(32)100%
I3/2 ⁺		II00		5I4↑+	Q,(32)100%
1/2 ⁺		II00	4II↓ 94%	4II↑+	Q,(22) 4%
I/2 ⁻		II50	530↑ 1%	402↑+	Q,(32) 98%
9/2 ⁻		II50		402↑+	Q,(32)100%
7/2 ⁻		II90		404↓+	Q,(20)100%
I/2 ⁻		I250	530↑ 3%	54I↓+	Q,(20) 96%
I/2 ⁺		I290	400↑ 22%	402↑+	Q,(22) 75%
3/2 ⁺		I310	402↓ 9%	404↑+	Q,(22) 90%
5/2 ⁻		1410	523↓ 4%	54I↓+	Q,(22) 95%
3/2 ⁻		I430	52I↑ 0,4%	54I↑+	Q,(22) 99%
I/2 ⁺		1480	660↑ 2%	660↑+	Q,(20) 98%
I/2 ⁻		1600	530↑ 95%	54I↓+	Q,(20) 4%
II/2 ⁻		1640	505↑ 100%		