

P-793

23/IV-69

Nucl. Phys., 1969, v. A 133, n3,
p. 648-652

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.

P6 - 4365



Х.Роттер, К.Александр, Х.Дростэ, Т.Морек,
В.Нойберт, С.Хойнацкий

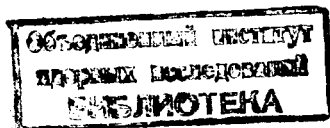
К-ЗАПРЕЩЕННЫЙ ИЗОМЕРНЫЙ ПЕРЕХОД
В ЯДРЕ ^{130}Ba

P6 - 4365

Х.Роттер, К.Александр, Х.Дростэ, Т.Морек,
В.Нойберт, С.Хойнацкий

К-ЗАПРЕЩЕННЫЙ ИЗОМЕРНЫЙ ПЕРЕХОД
В ЯДРЕ ^{130}Ba

Направлено в Nucl. Phys.



7782/2 пр.

1. В в е д е н и е

В настоящее время имеется значительное число экспериментальных фактов, свидетельствующих о наличии деформации в области нейтронодефицитных ядер с $Z > 54$, $N < 78$. Непосредственным доказательством равновесной деформации у нечётных ядер является идентификация нильссоновских уровней. Она может также дать знак деформации, как это показано нами для ядра ^{129}La /1/.

Деформация чётных ядер доказывается, как правило, наличием ротационной или квазиротационной полосы основного состояния. Однако ядра в указанной области являются "мягкими" по отношению к β - и γ -деформациям и ротационная полоса сильно искажается. Поэтому важно иметь другие аргументы в пользу равновесной деформации, основывающиеся на ротационном характере уровней. Таким аргументом является установление К-запрета изомерного перехода.

Целью настоящей работы является определение характера изомера в ядре ^{130}Ba , с периодом полураспада 8,8 мсек, обнаруженного нами ранее /2/. В работе /2/ были предложены два варианта схемы распада изомера (рис. 1), один из которых экспериментально подтвержден настоящей работой.

2. Эксперименты

Опыты проводились на выведенном пучке циклотрона многозарядных ионов У-300 ОИЯИ на установке, подробно описанной в работе /1/. Распад изомера $^{130}\text{Ba}^m$ изучался при импульсном облучении металлических мишеней

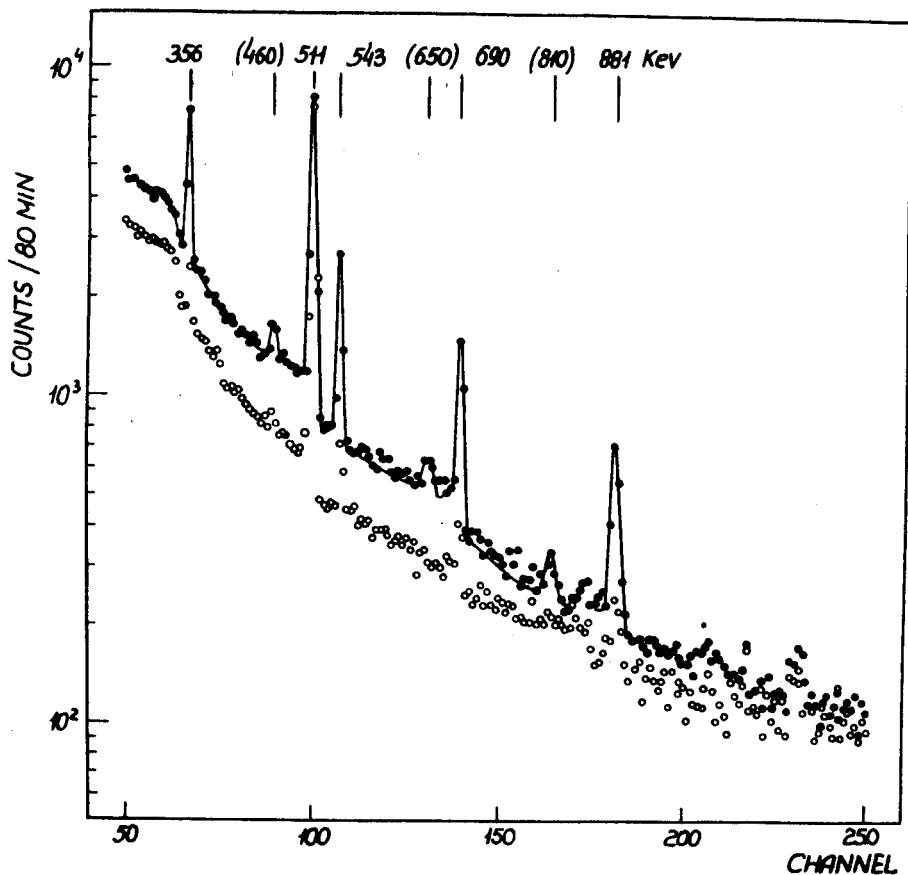


Рис. 2. Задержанные γ -спектры, измеренные Ge(Li)-детектором объемом 6 см^3 в реакции $^{122}\text{Sn} + ^{13}\text{C}$. (Длительность облучения - 7 мсек, длительность измерения - 10 мсек, задержка между первым (●) и вторым (○) спектрами - 20 мсек; толщина металлической мишени - 6 мг/см^2 , энергия падающих ионов $^{13}\text{C}^{2+}$ - 65 Мэв, средний ток $\approx 0,1 \text{ мка}$.)

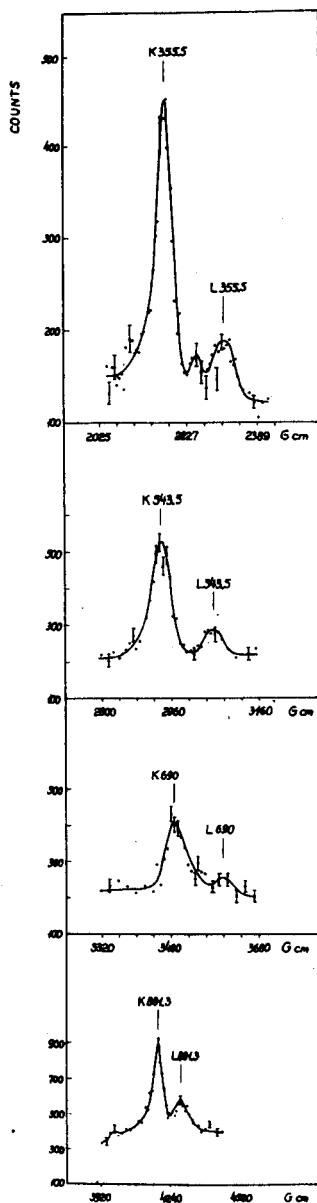


Рис. 3. Спектр электронов внутренней конверсии переходов 365, 344, 690 и 881 кэВ изомера $^{130}\text{Ba}^m$, измеренный безжелезным торондальным β -спектрометром между импульсами пучка в реакции $^{122}\text{Sn}(^{12}\text{C}, 4n) ^{130}\text{Ba}^m$. (Длительность импульса пучка - 1,5 мсек, длительность между импульсами пучка - 4,1 мсек, средний ток $\approx 0,2$ мка, энергия падающих ионов $^{12}\text{C}^{2+}$ - 67 МэВ, толщина металлической мишени - 6 мг/см², степень обогащения оловом 122 - 83,3%). Ординаты отнормированы на одинаковый интеграл тока.

3. Результаты

Мультипольности переходов 544, 690 и 881 кэв определялись путем сравнения экспериментальных интенсивностей электронов внутренней конверсии на К-оболочке с расчётными значениями в предположении, что переход 356 кэв имеет мультипольность E2. В таблице 1 экспериментальные отношения интенсивностей электронов внутренней конверсии на К-оболочке I_e сопоставлены значениям $\frac{a_K I_\gamma}{a_{K356}(E2)}$ для разных мультипольностей интересующего перехода. Погрешности этих значений обусловлены погрешностями относительных интенсивностей γ -переходов I_γ , данных во втором столбце таблицы. Мультипольности с $L > 3$ можно исключить на основе экспериментального значения периода полураспада изомера. Как показывает сравнение, мультипольность переходов 544 и 690 кэв подтверждается как E2, а мультипольность перехода 881 кэв — как M2.

Таким образом, подтверждается вариант В схемы распада изомера (рис.1): изомерный уровень имеет спин 8^- и распадается M2-переходом 811 кэв на уровень 6^+ ротационной полосы основного состояния. Правда, большая интенсивность нижнего перехода 356 кэв (см. табл. 1) указывает на то, что при распаде изомера имеется еще слабый параллельный каскад на уровень 2^+ . Действительно, в γ -спектре наблюдались слабые короткоживущие линии 460, 650 и 810 кэв (см. рис. 2), но доказать их принадлежность к $^{130}\text{Ba}^m$ не удалось из-за малой интенсивности.

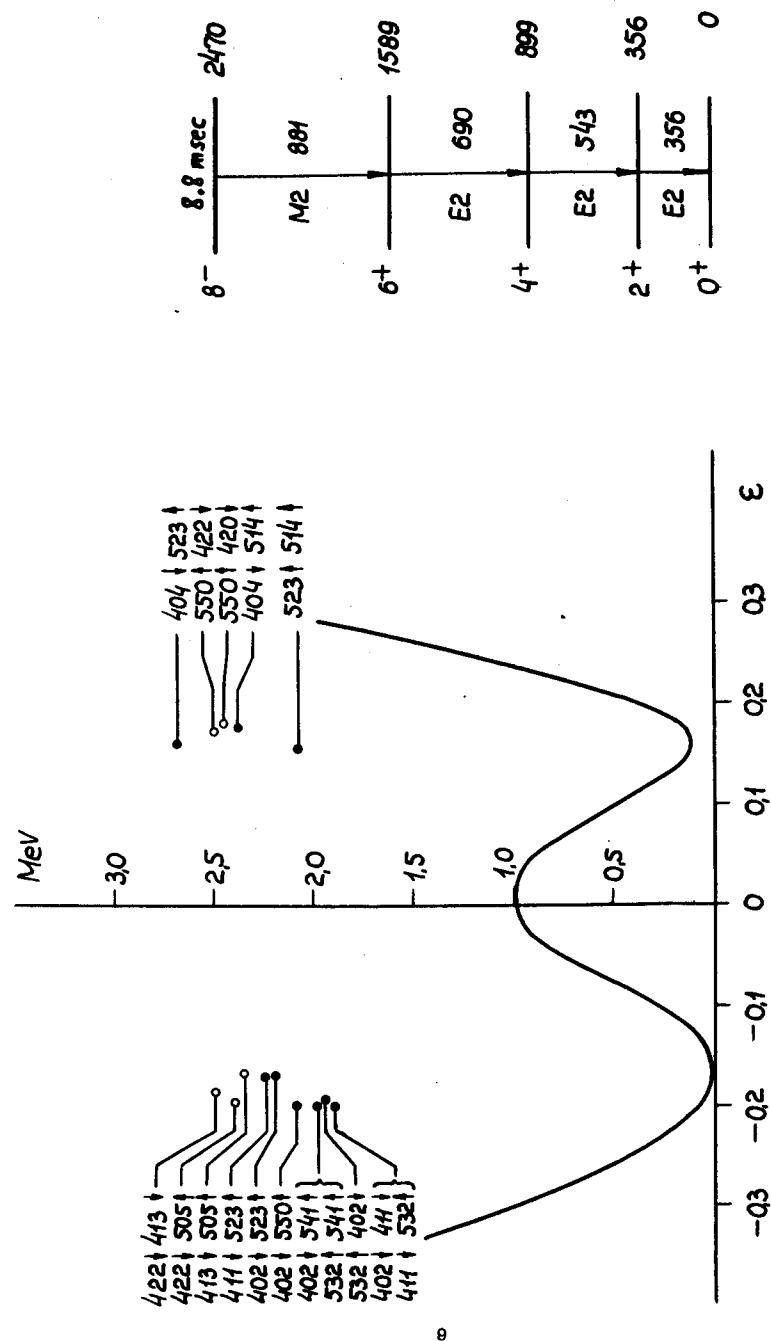
4. Обсуждение

Фактор задержки изомерного перехода составляет $F = \frac{T_{1/2 \text{ exp}}}{T_{1/2 \text{ с.р.}}} \approx 10^7$.

Такой большой фактор задержки не встречается среди сферических ядер, но является характерным для К-запрета. Степень запрета составляет $|DK| - L = 6$, а фактор задержки на единицу запрета лишь немногим более одного порядка. Это объясняется, по-видимому, тем, что ядро ^{130}Ba лежит на границе области деформации. Подобное ослабленное действие К-запрета уже известно для ядра ^{190}Os /4/.

Таблица I

E_f (кэВ)	$355,5 \pm 1,0$	$543,5 \pm 1,5$	$690,0 \pm 2,0$	$881,3 \pm 1,0$
I_f	1,0	$0,9 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$	$0,7 \pm 0,1$
I_e	1,0	$0,32 \pm 0,02$	$0,16 \pm 0,02$	$0,24 \pm 0,03$
$\frac{\alpha_K(E1) \cdot I_f}{\alpha_{K356}(E2)}$	--	$0,96 \pm 0,10$	$0,51 \pm 0,06$	$0,027 \pm 0,004$
$\frac{\alpha_K(E2) \cdot I_f}{\alpha_{K356}(E2)}$	1,0	$0,28 \pm 0,03$	$0,14 \pm 0,02$	$0,064 \pm 0,009$
$\frac{\alpha_K(E3) \cdot I_f}{\alpha_{K356}(E2)}$	--	$0,72 \pm 0,08$	$0,32 \pm 0,04$	$0,14 \pm 0,02$
$\frac{\alpha_K(M1) \cdot I_f}{\alpha_{K356}(E2)}$	--	$0,39 \pm 0,04$	$0,19 \pm 0,02$	$0,090 \pm 0,013$
$\frac{\alpha_K(M2) \cdot I_f}{\alpha_{K356}(E2)}$	--	$1,2 \pm 0,13$	$0,53 \pm 0,07$	$0,23 \pm 0,03$
$\frac{\alpha_K(M3) \cdot I_f}{\alpha_{K356}(E2)}$	--	$3,1 \pm 0,35$	$1,24 \pm 0,16$	$0,48 \pm 0,07$



THEORY

Рис. 4. Схема нижних двухквантовых возбужденных состояний ядра ^{139}Ba по расчётам, основанным на работе Су

(● - двухнейтронные, ○ - двухпротонные состояния) (слева) и экспериментальная схема распада изомера ^{139m}Ba (справа).

EXPERIMENT

На рис. 4 приводится схема нижайших двухквaziчастичных возбужденных состояний ядра ^{130}Ba по расчётам Арсеньева и др.^{/5/}. Имеется два состояния со спином 8^- и с энергией возбуждения, близкой к экспериментальному значению: двухнейтронное состояние $\pi 404\uparrow + \pi 514\uparrow$ при $\epsilon > 0$ и двухпротонное состояние $\rho 413\uparrow + \rho 505\uparrow$ при $\epsilon < 0$. Двухнейтронное состояние 8^- не является изомерным в этой схеме. Однако точность расчёта энергий возбуждений невелика, так как схема одночастичных уровней в интересующей области ядер не известна достаточно хорошо. Кроме того, при учёте спин-спинового взаимодействия уровень $\pi 523\uparrow + \pi 514\uparrow$ поднимается, в то время как уровень $\pi 404\uparrow + \pi 514\uparrow$ опускается.

Есть одно экспериментальное указание на то, что изомерный уровень является двухнейтронным состоянием. В ядре ^{132}Ce с $N = 74$, как и у ^{130}Ba , недавно обнаружен, по-видимому, подобный изомер с энергией возбуждения 2,34 Мэв, который распадается на уровень 6^+ ротационной полосы^{/6/}. Нами были предприняты попытки найти соответствующие изомеры в ядрах $^{134}\text{Nd}_{74}$ и $^{136}\text{Sm}_{74}$ в реакциях $(^{40}\text{Ar}, 3n)$ и $(^{40}\text{Ar}, 4n)$ при бомбардировке мишеней из естественного молибдена и рутения ионами $^{40}\text{Ar}^{6+}$. Но линии в задержанном γ -спектре с периодом полураспада в пределах 0,2 . . . 200 мсек не были обнаружены.

Авторы выражают благодарность академику Г.Н.Флерову, проф. З. Вильгельми и проф. В.Г.Соловьеву за интерес к работе, Д.А.Арсеньеву за обсуждение результатов и проведение расчётов и группе эксплуатации циклотрона У-300, руководимой Б.А.Загером, за обеспечение чёткой работы ускорителя.

Л и т е р а т у р а

1. K.F.Alexander, W.Neubert, H.Rotter, S.Chojnacki, Ch.Droste, T.Morek. Preprint JINR, E6-4278, Dubna 1969.
2. H.F.Brinckmann, C.Heiser, K.F.Alexander, W.Neubert, H.Rotter. Nucl. Phys. 81 (1966) 233.
3. G.Gerschel et al. Nuovo Cim. 37 (1965) 1756.
4. G.Scharff - Goldhaber et al. Phys. Rev. 111 (1958) 913.

5. А.Арсеньев, А.Собичевски, В.Г.Соловьев, Препринт ОИЯИ, Р4-4054, Дубна, 1968.
6. D.Ward, R.M.Diamond, F.S.Stephens, Nucl. Phys. A 117 (1968) 309.

Рукопись поступила в издательский отдел
21 марта 1968 года.