

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



12/xII-77

P4 - 10895

Б-14

4884/2-77

В.И.Багаев, В.Д.Фромм, И.Н.Михайлов

НАСКОЛЬКО АКСИАЛЬНЫ "АКСИАЛЬНЫЕ" ЯДРА?

**1977**

P4 - 10895

В.И.Багаев, В.Д.Фромм, И.Н.Михайлов

НАСКОЛЬКО АКСИАЛЬНЫ "АКСИАЛЬНЫЕ" ЯДРА?

*Направлено на Международный симпозиум по  
высокоспиновым состояниям и ядерной структуре  
/Дрезден, 1977/*



Багаев В.И., Фромм В.-Д., Михайлов И.Н.

P4 - 10895

Насколько аксиальны "аксиальные" ядра?

Рассмотрены выражения, содержащие модельно-независимую информацию о неаксиальности. Найдена связь между параметрами неадиабатичности и неаксиальности. Определена статическая неаксиальность в изотопах  $^{238}\text{U}$ ,  $^{176}\text{Yb}$ .

Работа выполнена в Лаборатории теоретической физики ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

Bagaev V.I., Fromm V.-D., Mikhailov I.N.

P4 - 10895

How Axial are the "Axial" Nuclei?

The expressions are considered containing the model independent information concerning the nonaxiality. The bond between the nonadiability and nonaxiality parameters has been established. The statistical nonaxiality in isotopes  $^{238}\text{U}$ ,  $^{176}\text{Yb}$  has been established.

The investigation has been performed at the Laboratory of Theoretical Physics, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1977

Интерес к этому вопросу связан с непрерывным улучшением экспериментальных возможностей и одно-временным развитием теоретического описания деформированных ядер.

Целью нашей работы является, во-первых, определение величин, содержащих модельно независимую информацию о неаксиальности в зарядовом распределении, и, во-вторых, оценка статической неаксиальности в двух ядрах, которые обычно классифицируются как аксиальные. Оценка основана на исследовании спектров  $\mu$ -мезоатомов.

Существует неоднозначность в определении параметров деформации, которая может быть существенной при изучении малых отклонений от некоторой симметрии. Так, если пользоваться определением работы /1/, то возможно, что  $\beta \neq 0$ ,  $\gamma \neq 0$  для всех ядер, поскольку при таком определении флуктуации формы дают вклад в  $\beta$  и  $\gamma$ . Придавая тот же смысл внутренней системе координат ядра, что и в /1/, К.Неергар показал в работе /2/ модельно-независимым путем для произвольного нерелятивистского гамильтониана, что справедливы следующие соотношения:

$$\langle \beta \cos \gamma \rangle_1 = \beta^0 + 1/2 I(I+1) \beta^0 X \quad /1/$$

$$\langle \frac{I_1^2 - I_2^2}{I(I+1)} \beta \sin \gamma \rangle_1 = \sqrt{1/2} (I-1)(I+2) \beta^0 Y, \quad /2/$$

где  $I_i$  - суть проекции оператора углового момента на собственные оси, а усреднение произведено по ядерным волновым функциям  $I$ -го состояния основной полосы.

Параметры  $X$  и  $Y$  связаны с внутриволновыми матричными элементами зарядового квадрупольного момента согласно формулам:

$$\langle I_g || M(E2) || I_g \rangle = \frac{3}{4\pi} Z e R^2 \beta^0 (I020 | I0) \times \quad /3/$$

$$\times (1 + \sqrt{6} Y + (1/2 X - \sqrt{3/2} Y) I(I+1))$$

$$\langle I_{-2g} || M(E2) || I_g \rangle = \frac{3}{4\pi} Z e R^2 \beta^0 (I020 | I-20) \times \quad /4/$$

$$\times (1 + 1/2 X + \sqrt{8/3} Y + (1/2 X + 1/\sqrt{6} Y) I(I-1)),$$

где также пренебрегается членами, содержащими  $I^{2+n}$  при  $n > 0$ .

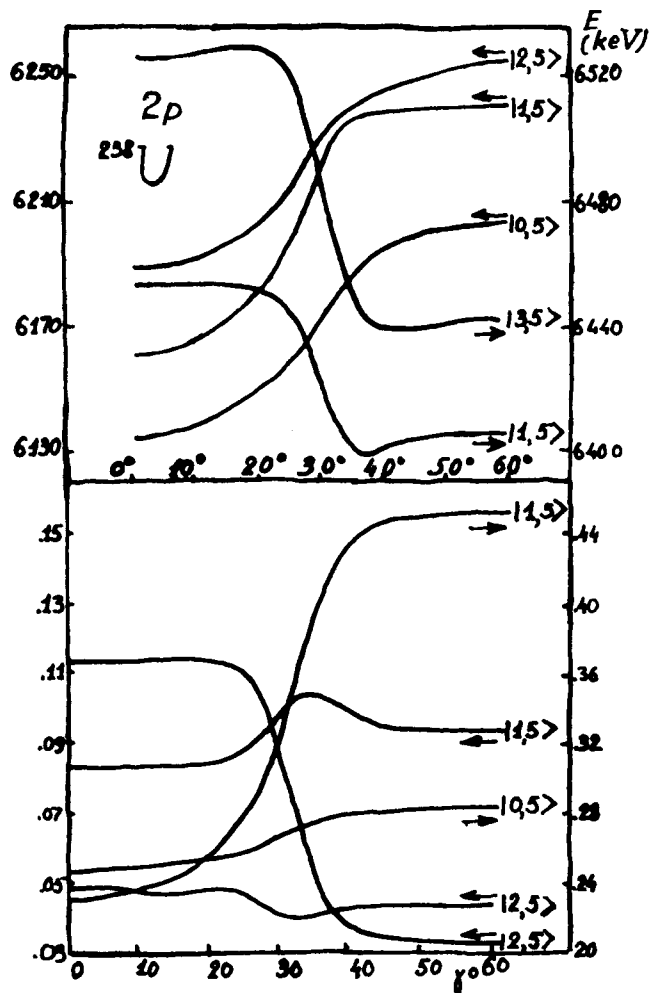
В случае жесткого ротатора с тремя различными полуосями  $\beta$  и  $\gamma$  являются "с"-числами, и, следовательно, правая часть уравнения /1/ пропорциональна норме состояния. Тогда  $X=0$ . Можно показать, что если зависимость инерциальных параметров от  $\beta$  и  $\gamma$  находится в согласии с гидродинамической моделью, то  $Y \geq 0$ . Поэтому все ядра, в которых есть спаривание при  $\alpha = 1/2 X + 1/\sqrt{6} Y < 0$ , не могут быть жесткими ротаторами.

Эмпирическая информация относительно выражения /4/ может быть найдена из времени жизни  $g$ -полосы. Отметим, что спектр  $\mu$ -мезоатома с деформированным ядром чувствителен к обоим выражениям в формулах /3/ и /4/.

Спектр мюонных атомов с деформированными ядрами обладает сильным сверхтонким квадрупольным расщеплением, позволяющим исследовать детали распределения заряда в ядрах /3/. Как показано ранее, экспериментальные спектры заметно отличаются от теоретических, полученных на основе ротационной модели с квадрупольным взаимодействием /3/. Прецизионные измерения спектра,

проведенные на синхроциклотроне ОИЯИ, подтверждают наличие таких расхождений.

Для того чтобы увидеть эффект неаксиальности, в работе /4/ для расчета спектра  $\mu^-^{238}\text{U}$  была использована модель Давыдова-Филиппова /5/. На рисунке



Изменение энергии уровней и их относительной заселенности в зависимости от параметра неаксиальности  $\gamma$ .

показана зависимость энергетических уровней и их относительной заселенности от параметра неаксиальности  $\gamma$ . При  $\gamma = 10^\circ$  смещение, которое может быть определено экспериментально, доходит до нескольких кэВ. Фитируя данные, полученные на синхроциклотроне ОИЯИ и представленные в работе /4/, мы получили  $\gamma = 13^\circ \pm 2^\circ$ , при этом использовались, в основном,  $3D-2P$  - переходы, которые, по предположению, слабо чувствительны к небольшим гексадекапольным деформациям.

Растяжение ядра и зависимость  $\gamma$  от  $I$  исключались на основании микроскопических расчетов /6/. Аналогичные расчеты с использованием данных работы /7/ были произведены для  $\mu - 176Yb$ . В результате получено  $\gamma = 4,8 \pm 5$ . Итак, в этом ядре не существует четко выраженной неаксиальности. Отметим, что экспериментальное значение  $\alpha$  в этом изотопе отрицательное ( $\alpha = (3,3 \pm 1,2) \cdot 10^{-3}$ ) /8/. Рассмотренный изотоп  $Yb$  является, таким образом, примером ядра, в котором нет статической неаксиальности. В отличие от этого, ядро  $^{238}U$ , как следует из описанного расчета, выглядит как слегка асимметричный объект. Если это так, то значение параметра  $\alpha$  в этом ядре должно быть близко к  $\alpha = 0,58 \cdot 10^{-3}$ .

### Литература

1. *Filippov G.F. e.a. Preprint ITP, Kiev, USSR. ITP-77-50P (1977).*
2. *Михайлов И.Н. и др. ЭЧАЯ, 1977, т.8, №6.*
3. *Engfer R. e.a. ЭЧАЯ, 1975, т.5, с.382.*
4. *Bagaev V.I. e.a. Phys. Lett., 1977, 67B, p.169.*
5. *Davidov A.S., Filippov G.F. Nucl.Phys., 1958, 8, p.257.*
6. *Marshalek E.R. Phys. Rev., 1967, 158, p.993.*
7. *Zehnder A. e.a. Nucl.Phys., 1975, A254, p.315.*
8. *Russell P.B. e.a. Nucl.Phys., 1973, A210, p.133.*

Рукопись поступила в издательский отдел  
2 августа 1977 года.