

15/41-71

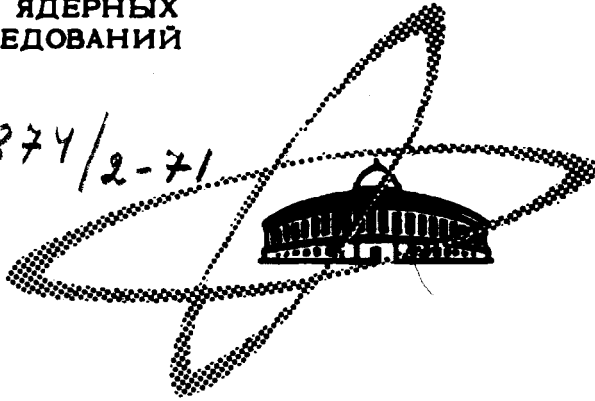
ИС-85

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.

3874/2-71

P6 - 6040



ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

В. Жук , Э. Крупа, В. А. Морозов, Т. М. Муминов ,  
Х. Фую, А. Б. Халикулов

КВАНТОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
НЕКОТОРЫХ УРОВНЕЙ В  $^{135}\text{La}$

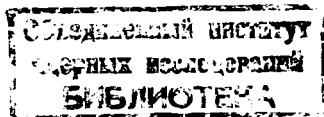
1971

Р6 - 6040

В. Жук<sup>1</sup>, Э. Крупа, В. А. Морозов, Т. М. Муминов<sup>2</sup>,  
Х. Фуя, А. Б. Халикулов<sup>2</sup>

КВАНТОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
НЕКОТОРЫХ УРОВНЕЙ В <sup>135</sup>La

Направлено в "Известия АН СССР" (сер. физ.)



<sup>1</sup> Университет им. М. Склодовской-Кюри (Люблин).

<sup>2</sup> Самаркандский государственный университет им. А. Навои.

Жук В., Крупа Э., Морозов В.А., Муминов Т.М., Фуя Х., Р6-6040  
Халикулов А.Б.

Квантовые характеристики некоторых уровней в  $^{135}\text{La}$

В ядре  $^{135}\text{La}$  измерены угловые корреляции для следующих каскадов: 567-206, 664-206, 605-265 и 571-300 кэВ. Анализ полученных результатов позволил установить значение спина для уровня 206 кэВ ( $I^\pi = 5/2^+$ ), определить мультипольности переходов 576 (M1 + 12% E2), 605 (M1 + 15% E2) и подтвердить значение спина уровня 300 кэВ ( $I^\pi = 1/2^+$ ).

**Препринт Объединенного института ядерных исследований.  
Дубна, 1971**

Zhuk V., Krupa E., Morozov V.A., Muminov T.M., Fuia Ch., Khalikulov A.B. P6-6040

Quantum Characteristics of Some Levels in  $^{135}\text{La}$

Angular correlations in  $^{135}\text{La}$  are measured for the following cascades: 567-206, 664-206, 605-265 and 571-300 keV. The analysis of the data obtained allows one to define the spin value for 206 keV level ( $I^\pi = 5/2^+$ ), to determine the multipolarity of the 576 (M1 + 12% E2), 605 (M1 + 15% E2) transitions and to prove the spin value for 300 keV level ( $I^\pi = 1/2^+$ ).

**Preprint. Joint Institute for Nuclear Research.  
Dubna, 1971**

### Введение

С целью уточнения спинов некоторых возбужденных уровней и мультипольностей переходов в ядре  $^{135}\text{La}$  нами были проведены измерения угловых корреляций для следующих каскадов: 576-206, 664-206, 605-265 и 571-300 кэв.

Имеющиеся в настоящее время данные, полученные при исследовании распада  $^{135}\text{Ce}$  ( $T_{1/2} = 17,6$  часа), по изучению спектров гамма-лучей и конверсионных электронов, результатов по изучению  $\gamma$ - $\gamma$ -и  $e$ - $\gamma$ -совпадений, а также результатов по измерению времен жизни уровней, представлены в работах /1-8/. Эти исследования дали возможность построить схему распада  $^{135}\text{Ce}$  - рис. 1, где, кроме ранее известных данных, приведены результаты наших последних измерений.

### Постановка эксперимента

Исследования проводились с источником  $^{135}\text{Ce}$ , который образовывался в результате реакций глубокого расщепления в мишени гадолиния при облучении ее протонами с энергией 660 Мэв на синхротроне Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ в течение 2-3 часов. Из облученной

мишени путем хроматографического разделения выделялась фракция церия, а через 24 часа производилась повторная очистка фракции  $\text{Ce}$  от дочерних изотопов. В полученном источнике, кроме  $^{135}\text{Ce}$ , присутствует также изотоп  $^{134}\text{Ce}$  ( $T_{1/2} = 81$  час), находящийся в равновесии с  $^{134}\text{La}$  6,7 мин  $^{134}\text{Ba}$  (стаб.), но эти изотопы не оказывали влияния на измерения вследствие меньшего выхода по сравнению с выходом  $^{135}\text{Ce}$ , а также из-за отсутствия при распаде  $^{134}\text{Ce}$  интенсивных гамма-лучей с энергией меньше 400 кэВ. Источник в жидком виде помещался в пластмассовую ампулу.

Измерения проводились на автоматизированной корреляционной установке <sup>17/</sup> с использованием в одном канале полупроводникового спектрометра с  $\text{Ge(Li)}$  - детектором коаксиального типа с чувствительным объемом  $50 \text{ см}^3$  при энергетическом разрешении 4,5 кэВ на линии с энергией 1330 кэВ  $^{60}\text{Co}$ . В другом канале в качестве подвижного детектора использовался сцинтилляционный спектрометр со сцинтиллятором  $\text{NaJ(Tl)}$  размером 40x40 мм. Разрешающее время быстрой схемы совпадений было равно  $2\tau_0 = 50$  нсек. Положение подвижного детектора менялось циклическим образом:  $90^\circ - 135^\circ - 180^\circ$ ;  $180^\circ - 135^\circ, - 90^\circ$ . . . Точность центровки источника была не хуже 1% и контролировалась в течение эксперимента.

#### Анализ экспериментальных результатов

Полученные нами значения коэффициентов угловой корреляции  $A_2$  и  $A_4$  с учетом поправок на телесный угол и случайные совпадения приведены в табл. 1. На рис. 2 и 3 представлены графики Арнса-Виденбека с экспериментальными значениями коэффициентов  $A_2$  для последовательностей спинов уровней и мультипольностей переходов  $3/2 (1,2)$   $5/2 (1,1)$   $3/2$  и  $3/2 (1,2)$   $3/2 (1,1)$   $5/2$ , которые соответствуют рассматриваемым нами вариантам (теоретические значения  $A_2$  взяты из работы <sup>18/</sup>).

В табл. 2 приводятся значения мультипольностей переходов, полученные при анализе коэффициентов внутренней конверсии <sup>/1,3/</sup> и результатов изучения угловых корреляций.

### Уровень 206 кэВ

Согласно данным работы <sup>/5/</sup> основное состояние <sup>135</sup>La имеет характеристики  $5/2^+$ , а состояние с энергией 206,4 кэВ –  $3/2^+$  или  $5/2^+$ . Изученные каскады 576–206 и 664–206 кэВ связывают выводы о характеристике уровня 206 кэВ с данными о спиных уровнях 782,5 и 871,0 кэВ. Эти спины должны быть  $3/2^+$ , так как при изучении распада <sup>135</sup>Сe (  $I^\pi = 1/2^+$  ) для этих уровней были получены достаточно малые значения  $\log ft$  : 6,1 и 6,2 соответственно. На основе данных по значениям коэффициентов  $A_2$  и  $A_4$  для каскадов 576–206 и 664–206 кэВ и принимая мультипольность перехода с энергией 206 кэВ как  $M1^{/1,3,5/}$ , можно сделать вывод, что спин уровня с энергией 206 кэВ  $5/2^+$  – рис. 2. Этот результат находится в согласии с данными по изучению распада <sup>135</sup>Сe, которые показали, что не наблюдается распада на уровень 206 кэВ. Данные по угловым корреляциям позволили определить возможную мультипольность и знак коэффициента смеси  $\delta$  для переходов 576 и 664 кэВ. Для перехода 576 кэВ наш результат дает два возможных значения мультипольности:  $M1+(12,0 \pm 0,8)\% E2$  или почти чистый E2. Мультипольность E2 исключается на основании данных по изучению электронов внутренней конверсии <sup>/3,5/</sup>. Для перехода с энергией 664 кэВ данные по угловым корреляциям и по электронам внутренней конверсии не позволяют сделать выбор между двумя допустимыми значениями смеси мультипольностей – табл. 2.

### Уровень 299,8 кэв

Значения коэффициентов  $A_2$  и  $A_4$  для каскада 571-300 кэв свидетельствуют об изотропности функции углового распределения рассматриваемых излучений, что согласуется со значением спина  $1/2$  для состояния 299,8 кэв. Эти данные подтверждаются еще следующими обстоятельствами: а) наблюдается довольно сильное заселение состояния 299,8 кэв при распаде  $^{135}\text{Ce}$  ( $I^\pi = 1/2^+$ ), б) мультипольность перехода с энергией 299,8 кэв на основное состояние  $^{135}\text{La}$  ( $I^\pi = 5/2^+$ ) есть E2.

### Уровень 265 кэв

В работе <sup>/5/</sup> уровню с энергией 265 кэв приписывается спин  $3/2^+$  на основе данных о спине состояния 299,8 кэв  $I^\pi = 1/2^+$  (значение которого подтверждается нашими данными по угловым корреляциям) и мультипольности перехода с энергией 34,5 кэв типа  $M1$  <sup>/5,9/</sup>, идущего с состояния 299,8 кэв на состояние 265 кэв. В этом случае анализ значения  $A_2$  для каскада 605-265 кэв (рис. 3) при предположении, что мультипольность перехода 265 есть  $M1$  <sup>/4/</sup>, дает два значения мультипольности для перехода 605 кэв:  $M1 + (15 \pm 6)\% E2$  и  $M1 + (62 \pm 8)\% E2$ . Последнее значение мультипольности не согласуется с данными работы <sup>/3/</sup> по изучению электронов конверсии. Странным в этой ситуации является тот факт, что уровень 265,3 кэв не заселяется при распаде  $^{135}\text{Ce}$ , если принять предположение авторов работы <sup>/10/</sup> о том, что спин  $^{135}\text{Ce}$  есть  $1/2^+$ .

Детальный расчет матричных элементов в предположении перехода типа Гамова-Теллера или Ферми на состояние с энергией 265 кэв при распаде  $^{135}\text{Ce}$ , возможно, позволит высказаться о природе этого состояния.

Характерная черта схемы распада  $^{135}\text{Ce}$  заключается в том, что большинство возбужденных уровней  $^{135}\text{La}$  имеет малые значения спинов  $3/2^+$  или  $1/2^+$ . Такое положение трудно объяснить как на основе оболочечной модели, так и на основе моделей, учитывающих взаимодействие одноквазичастичных состояний с квадрупольными колебаниями остова ядра, поэтому требуются дополнительные исследования структуры состояний с малыми значениями спинов.

### Литература

1. K. Takahashi, M. Fujioka, K. Hisatake. J. of Phys. Soc. of Japan, 19, No. 11, 2014 (1964).
2. Б.С. Джелепов, Л.Н. Москвин, П.А. Тишкин, И.Ф. Учеваткин, И.А. Шишелов. Изв. АН СССР, сер. физ., 29, 2264 (1965).
3. В.А. Балалаев, Б.С. Джелепов, А.Т. Медведев, И.Ф. Учеваткин, С.А. Шестопалова. Изв. АН СССР, сер. физ., 29, 2205 (1965).
4. А.А. Абдуразаков, А.А. Абдумаликов, С. Бурibaев, К.Я. Громов, Н.А. Лебедев. ЯФ, 3, 602 (1966).
5. A. Abdul-Malek, R.A. Naumann. Phys. Rev., 166, 1194 (1968).
6. Р. Бабаджанов, В.А. Морозов, Т.М. Муминов, В.И. Разов, А.Б. Халликулов. Сообщение ОИЯИ, Р6-5200, Дубна, 1970.
7. Я. Ваврышук, В. Жук, Э. Крупа, В.И. Разов, Я. Сажински, М. Суботович, В.И. Фоминых. Препринт ОИЯИ, 13-5500, Дубна, 1970.
8. H.W. Taylor, B. Singh, F.S. Prato, R. McPherson. Nucl. Data Tables. 9, No. 1, 1971.
9. K. Hisatake, M. Fujioka, H. Kawakami, Y. Nagai, H. Nakayama, T. Toriyama, M. Kambe, H. Mizusawa, M. Akiba, S. Sato, T. Hirayama. Genshikaku Kenkyu., 14, No. 2, 77 (1969).
10. A.R. Brosi, B.H. Ketelle. Oak Ridge National Laboratory Report No. ORNL-3488 (1963).

Рукопись поступила в издательский отдел  
17 сентября 1971 года.



Таблица I

Значения коэффициентов угловой корреляции  $A_2$  и  $A_4$   
 для некоторых каскадов в ядре  $^{135}\text{La}$

| Энергия<br>уровня<br>(кэВ) | Каскад  | $A_2$              | $A_4$              |
|----------------------------|---------|--------------------|--------------------|
| 782,5<br>206,4<br>0        | 576-206 | $+0,126 \pm 0,012$ | $-0,014 \pm 0,022$ |
| 871,0<br>206,4<br>0        | 664-206 | $+0,294 \pm 0,022$ | $+0,041 \pm 0,046$ |
| 871,0<br>265,3<br>0        | 605-265 | $-0,088 \pm 0,007$ | $-0,003 \pm 0,014$ |
| 871,0<br>299,8<br>0        | 571-300 | $+0,005 \pm 0,017$ | $+0,003 \pm 0,029$ |

Таблица 2

Мультипольность и знак коэффициента смеси  $\delta$  для некоторых переходов в ядре  $^{135}\text{La}$ .

| Переход<br>(кэВ) | Работа /1/ | Работа /3/                | Настоящая работа                             | знак $\delta$  |
|------------------|------------|---------------------------|--|----------------|
| 576,5            | -          | $MI+(0+27)\%E2$           | $MI+(12,0\pm 0,8)\%E2$                       | $> 0$          |
| 605,7            | $MI, (E2)$ | $MI+(24^{+32}_{-24})\%E2$ | $MI+(15\pm 6)\%E2$                           | $> 0$          |
| 664,4            | $MI+E2$    | -                         | $MI+(33\pm 5)\%E2$ или<br>$E2+(10\pm 3)\%MI$ | $> 0$<br>$> 0$ |

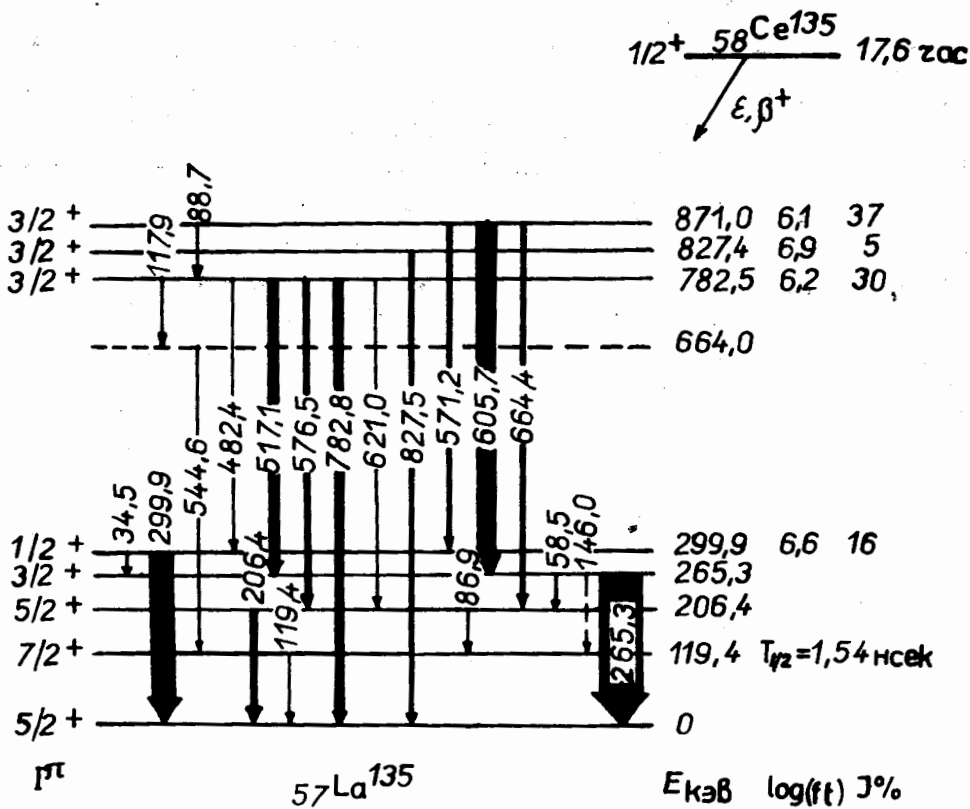


Рис. 1. Схема распада  $^{135}\text{Ce}$ .

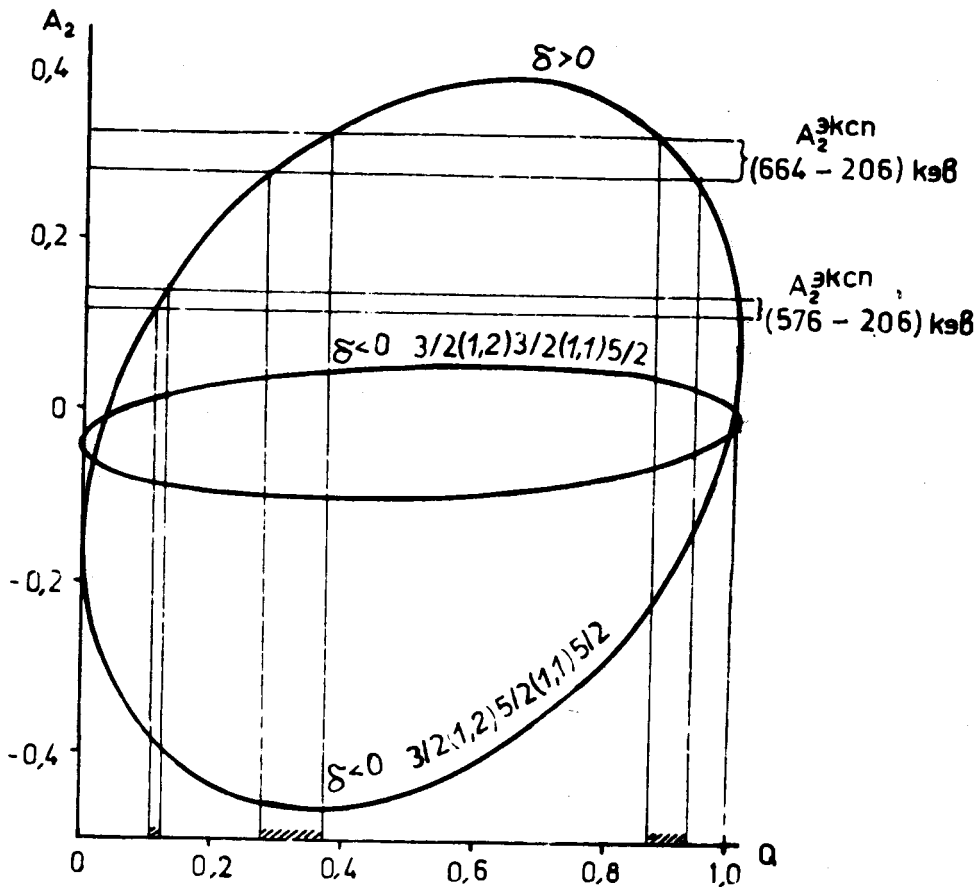


Рис. 2. Графики Арнса-Видன்பека для каскадов 576-206 и 664-206 кэВ.

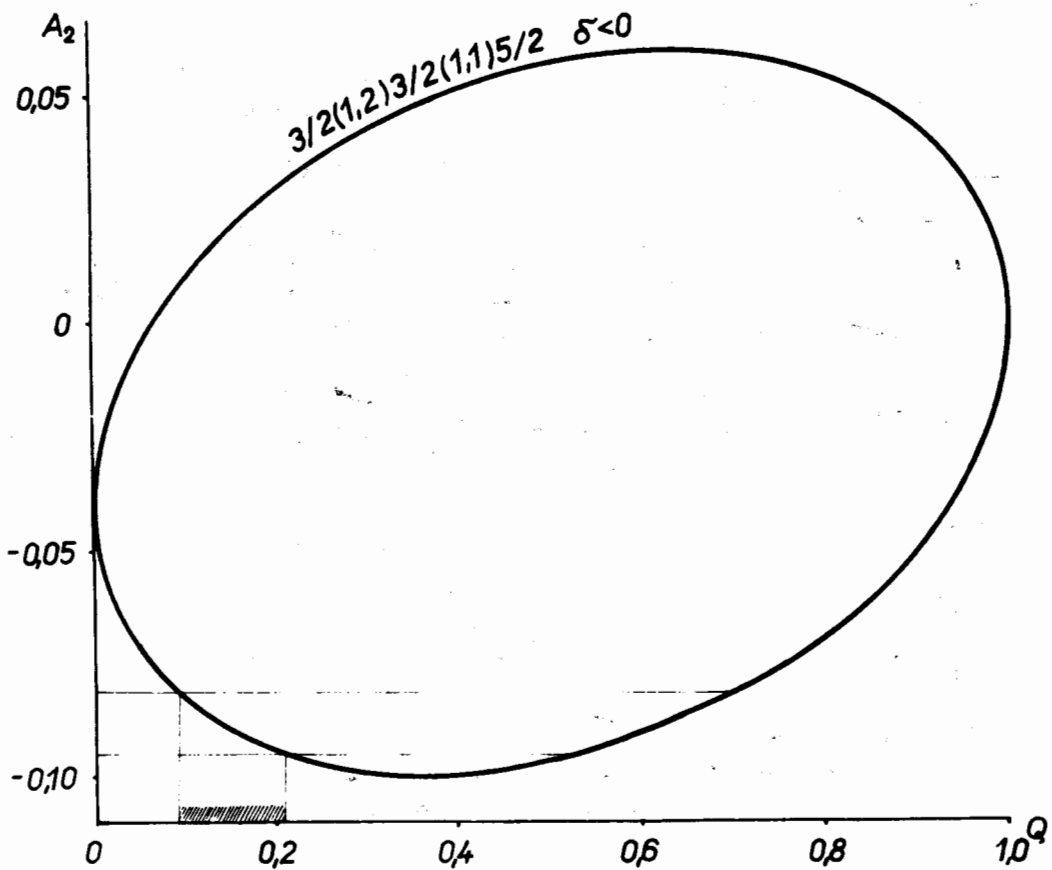


Рис. 3. График Арнса-Виденбека для каскада 605-265 кэв.