

ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛОВОЙ КОРРЕЛЯЦИИ КАСКАДА 122—14 кэв в Fe^{57}

Б. М. ВИРАБЯН, С. С. ДУРГАРЬЯН, И. А. ЕГАНЯН,
А. Г. МАЛОЯН, К. И. ПЮСКЮЛЯН

Описан спектрометр, предназначенный для исследований методом угловых корреляций. Измерена функция угловой корреляции для каскада 122—14 кэв в Fe^{57} : $W(\theta) = 1 - (0,024 \pm 0,002) P_2(\cos \theta)$. Определено значение $\delta = -0,13$ для перехода 122 кэв в Fe^{57} , соответствующее примеси $1,7 \pm 0,1\%$ E2 к M1.

Метод угловых γ - γ корреляций известен в ядерной спектроскопии уже более двадцати лет [1], однако в последние годы интерес к этому методу значительно возрос из-за новых возможностей исследования как внутренних магнитных и электрических полей на ядрах магнитных материалов, так и g -факторов возбужденных состояний атомных ядер.

Нами создан, настроен и проверен в рабочем режиме спектрометр, который в дальнейшем предполагается использовать для измерений по возмущенным угловым корреляциям, а также измерена угловая корреляция каскада 122—14 кэв в Fe^{57} .

§ 1. Спектрометр для исследования угловых корреляций

Спектрометр состоит из быстро-медленной схемы совпадений, механической части и системы детекторов.

На рис. 1 показана блок-схема быстро-медленной схемы совпадений. Импульсы от двух сцинтилляционных детекторов после предварительного формирования попадают на широкополосные усилители, а затем на блок быстрых совпадений, который осуществляет отбор γ -квантов, регистрируемых обоими детекторами за интервал времени 10^{-8} сек. Эта часть схемы отбирает пары γ -квантов, принадлежащих изучаемому каскаду. В один из каналов быстрой схемы включена линия задержки, позволяющая задержать импульсы в этом канале на интервал времени $(1-10) \times 10^{-8}$ сек относительно другого канала. Максимальная нагрузка быстрого канала 10^5 имп/сек.

Одновременно импульсы от детекторов попадают на линейные усилители, а затем на блоки дифференциального дискриминатора, ко-

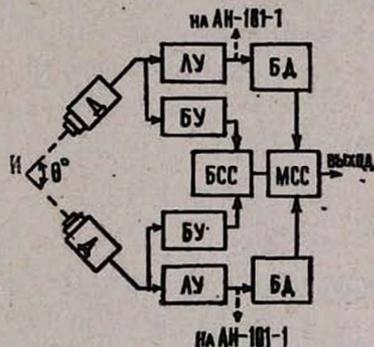


Рис. 1. Блок-схема быстро-медленной схемы совпадений. И—источник, Д—детектор, ЛУ—линейный усилитель, БСС—быстрая схема совпадений, МСС—медленная схема совпадений, БД—блок дифференциального дискриминатора, АИ—амплитудный анализатор.

которые осуществляют отбор исследуемых γ -квантов по энергиям. Максимальная нагрузка каналов дискриминации $2,5 \times 10^4$ имп/сек.

Импульсы от быстрой схемы совпадений и двух каналов дискриминации одновременно попадают на схему тройных совпадений с разрешающим временем $0,8 \times 10^{-6}$ сек. Измеряемым параметром являются тройные совпадения, регистрируемые в определенные интервалы времени пересчетным прибором в зависимости от угла между детекторами.

К каналам дискриминации γ -квантов по энергиям может быть подключен анализатор импульсов АИ-100-1, который позволяет наблюдать весь спектр γ -излучения от источника радиоактивности одновременно. К стабильности работы во времени такого рода спектрометров предъявляются повышенные требования. Для проверки стабильности системы детектирования и трактов дискриминации нами снят γ -спектр Co^{60} с длительными интервалами между измерениями. За 8 часов работы сдвиг γ -линии 1333 кэв оказался менее 0,5 канала анализатора АИ-100-1.

Механическая часть спектрометра представляет собой круглый стол диаметром 660 мм, на котором смонтированы два рельса сложного профиля для крепления детекторов. В центре стола помещается радиоактивный источник, расстояние от источника до детекторов может составлять до 600 мм. Один из детекторов закреплен неподвижно, другой может быть установлен под углами $90^\circ - 270^\circ$ относительно первого. Предусмотрена возможность дистанционного перевода подвижного детектора в различные положения через углы, равные 5° . Точность установки углов $20'$.

В качестве детекторов в нашем спектрометре используются цилиндрические кристаллы $NaJ(Tl)$ различных размеров, в зависимости от чего применяются ФЭУ-35 или ФЭУ-13А.

Разрешающая способность детекторов в случае кристалла размерами 40×40 мм оказалась равной 8% на γ -линии 1333 кэв в Co^{60} , а в случае тонкого кристалла (1×10 мм) — 12% на γ -линии 122 кэв в Co^{57} .

§ 2. Исследование каскада 122—14 кэв в Fe^{57}

Работа спектрометра проверена измерением корреляционной функции малоизученного каскада 122—14 кэв в ядре Fe^{57} .

Ядро Co^{57} посредством K -захвата распадается на уровни Fe^{57} . Основные характеристики уровней Fe^{57} хорошо изучены и схема распада Co^{57} в настоящее время имеет достаточно заверченный вид [2]. Однако некоторые ее детали нуждаются в уточнении. Нами измерена функция угловой корреляции

$$W(\theta) = 1 + A_{22}P_2(\cos \theta) + A_{44}P_4(\cos \theta) + \dots,$$

где A_{kk} — коэффициенты разложения,

P_k — полиномы Лажандра,

$A_{44} = 0$, так как спин промежуточного состояния $\frac{3-}{2}$ и анизотропия

$$A = \frac{W(180^\circ) - W(90^\circ)}{W(90^\circ)}$$

В качестве фиксированного детектора, регистрирующего γ -линию 14 кэв, использовался тонкий кристалл $NaJ(Tl)$, а γ -линия 122 кэв регистрировалась подвижным детектором размерами 40×40 мм. Источник представлял собой диск размерами $0,4 \times 11$ мм и имел активность 0,5 мкюри. Удаление детекторов от источника составляло 70 мм и 470 мм соответственно. По последним данным [3] время жизни уровня 14 кэв измерено с большой точностью и равно $(0,98 \pm 0,01) \times 10^{-7}$ сек, поэтому нами в быстрой схеме совпадений импульсы от детектора, регистрирующего линию 122 кэв, задерживались на 10^{-7} сек.

Регистрировалось число тройных совпадений через каждые 15° в интервале углов между счетчиками от 90 до 180° . В нашей геометрии расстояние от источника до детекторов много больше диаметра последних и поэтому поправка на телесный угол равна 1. Экспериментально измеренная функция $W(\theta)$ с учетом необходимых поправок изображена на рис. 2. Полученное нами значение $A_{22} = -(0,024 \pm 0,003)$. Кроме того, нами независимо с большой экспозицией была измерена анизотропия A и определено

значение $A_{22} = \frac{A}{3/2 + 1/2 A}$. Окончательное значение A_{22} , полученное

двумя независимыми способами, оказалось равным

$$A_{22} = -(0,024 \pm 0,002)$$

в полном согласии с измерениями [4]. По значению $A_{22} = -(0,024 \pm 0,002)$ может быть найдено значение δ , определяющее примесь E2 к M1 в переходе 122 кэв в Fe^{57} . Измерения [5] отношения $\frac{K}{L}$ позволили оценить мультипольный состав перехода 14 кэв как $M1 + 0,006\%$ E2. Следовательно его можно считать почти чистым M1-переходом и принять $\delta_{14 \text{ кэв}} = 0$. Для $\delta_{122 \text{ кэв}}$ наши расчеты дают два корня $\delta_1 = -2,79$ и $\delta_2 = -0,13$. Первое значение корня означает, что переход 122 кэв представляет собой 89% E2 + 11% M1. Однако такой высокий процент E2 в переходе 122 кэв маловероятен, ибо ядро Fe^{57} расположено далеко от области сильно деформированных ядер. Второе значение $\delta_2 = -0,13$ дает соотношение $M1 + (1,7 \pm 0,1)\%$ E2, что вполне приемлемо в рамках вышеизложенных соображений. Этот результат согласуется с пределами $\delta = (-0,1) + (-0,3)$, полученными в работе [4].

Интересно сопоставить величину примеси E2 в переходе 122 кэв, равную $(1,7 \pm 0,1)\%$, со значением этой примеси, полученной из данных по исследованию спектров конверсионных электронов.

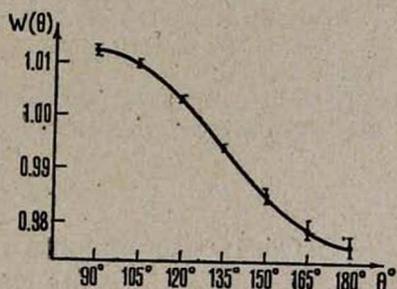


Рис. 2. Функция угловой корреляции каскада 122—14 кэв в Fe^{57} .

В работе [6] измерено значение коэффициента конверсии $a_k^{\text{экср}} = (0,0222 \pm 0,0014)$ для γ -линии 122 кэВ в Fe^{57} . Сопоставив $a_k^{\text{экср}}$ со сведениями из таблиц коэффициентов внутренней конверсии [7], мы вычислили смесь мультиполей $M1 + (1,0 \pm 0,6)\% E2$ в переходе 122 кэВ в Fe^{57} , в хорошем согласии с экспериментальными данными из измерений угловой корреляции.

Институт физических исследований
АН АрмССР

Поступила 8.X.1971

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. D. R. Hamilton, Phys. Rev., 58, 122 (1940).
2. C. M. Lederer, J. M. Hollander, I. Perelman, Table of Isotopes. New York, 1967 p. 1913.
3. O. C. Kistner, A. W. Sunyar, Phys. Rev., B295, 139 (1965).
4. T. Lindqvist, E. Heer. Nucl. Phys., 2, 680 (1957).
5. G. T. Ewan, R. L. Graham, J. S. Geiger, Nucl. Phys., 19, 221 (1960).
6. R. G. Albridge, D. C. Hall, Bulletin of the American Physical Society, 10, 224 (1965).
7. Таблицы коэффициентов внутренней конверсии γ -излучения на K и L оболочках. Сб. γ -лучи под ред. Слява, Изд. АН ССР, 1961, стр. 318.

122—14 կէՎ ԿԱՍԿԱԴԻ ԱՆԿՅՈՒՆԱՅԻՆ ԿՈՐԵԼՅԱՑԻԱՅԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ Fe^{57} -ՈՒՄ

Վ. Մ. ՎԻՐԱԲՅԱՆ, Ս. Ս. ԴՈՒՐԳԱՐՅԱՆ, Ի. Լ. ԵԳԱՆՅԱՆ,
Ա. Գ. ՄԱԼՈՅԱՆ, Կ. Ի. ՓՅՈՒՍԲՅՈՒԼՅԱՆ

Նկարագրված է սպեկտրոմետր նախասահմանված անկյունային կորելյացիաների մեթոդով հետազոտություններ կատարելու համար:

Զափված է անկյունային կորելյացիայի ֆունկցիան 122—14 կէՎ կասկադի համար Fe^{57} -ում, որը հավասար է

$$W(\theta) = 1 - (0,024 \pm 0,002) P_2(\cos \theta).$$

Որոշված է $\delta = -0,13$ արժեքը, որը թույլ է տալիս սահմանել $M1 + (1,7 \pm 0,1)\% E2$ մուլտիպոլային բաղադրությունը 122 կէՎ անցման համար.

INVESTIGATION OF ANGULAR CORRELATION OF 122—14 keV CASCADE IN Fe^{57}

V. M. VIRABIAN, S. S. DURGARIAN, I. L. EGANIAN,
A. G. MALOIAN, K. I. PYUSKYULIAN

The spectrometer for γ -quanta cascade investigation by angular correlation technique is described. The function of angular correlation, $W(\theta) = 1 - (0,024 \pm 0,002) P_2(\cos \theta)$ of Fe^{57} was measured 122—14 KeV cascade.

The value of $\delta = -0,13$ was determined. This value corresponds to $M1 + (1,7 \pm 0,1)\% E2$ mixture in the transition of 122 keV cascade in Fe^{57} .