

## ВОЗМОЖНОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ М0-ПЕРЕХОДА

Е.П. Григорьев

Разрядка уровня 2819,6 кэВ  $0^-$ -дочернего ядра  $^{170}\text{Yb}$  происходит на нижние уровни. Нормируясь на одночастичное значение вероятности  $E2$ -перехода 1101,5 кэВ, автор получил парциальные периоды полураспада конкурирующих переходов. Конверсионный переход 2819,9  $\pm$   $\pm$  0,9 кэВ направлен на основное состояние  $0^+$ , он имеет парциальный период полураспада  $1 \cdot 10^{-6}$  с и ему приписана мультипольность  $M0$ .

До сих пор не сообщалось об экспериментальном обнаружении  $M0$ -переходов. Они могут происходить между уровнями с одинаковыми моментами и разными четностями. Монохроматическое  $\gamma$ -излучение при этом запрещено, но могут излучаться монохроматические электроны внутренней конверсии (ЭВК), механизм возникновения которых через ядерно-электронный мостик рассмотрен Крутовым <sup>1</sup>.

Наиболее вероятно найти  $M0$ -переход в четно-четном ядре при разрядке возбужденных уровней  $0^-$  на основные состояния  $0^+$ . Подходящим ядром для поисков  $M0$ -переходов является  $^{170}\text{Yb}$ . Уровни  $0^-$  в этом ядре возбуждаются при  $\beta$ -распаде  $^{170}\text{Lu}$ ,  $0^+$ ,  $T_{1/2} = 48,2$  час <sup>2</sup>. Первые поиски уровней  $0^-$  в  $^{170}\text{Yb}$  проводились еще в 1967 году <sup>3</sup>, а достоверно установлены они в 1972 году <sup>4</sup>. Среди них имеется уровень 2819,6 кэВ  $0^-$ . В его разрядке на нижние уровни наблюдается  $M2$ -переход 2735,6 кэВ,  $0^- - 2^+$ ,  $E1$ -переход  $0^- - 1^+$ , два  $E2$  и 12  $M1$ -переходов. В обзоре <sup>2</sup> содержатся данные о спектрах  $\gamma$ -квантов ЭВК, о коэффициентах конверсии, которые определялись в ряде работ.

В спектре ЭВК наблюдался переход 2819,9  $\pm$  0,9 кэВ, который не проявился в спектре  $\gamma$ -квантов. Мы полагаем, что это прямой переход с уровня 2819,6 кэВ  $0^-$  в основное состояние  $^{170}\text{Yb}$   $0^+$ . Не исключено, что его мультипольность  $M0$ . Приняв верхний предел интенсивности  $\gamma$ -перехода равным 0,02%, что примерно равняется интенсивности близких слабых переходов в спектре, мы оценили значение коэффициента конверсии  $\alpha_k > 5 \cdot 10^{-4}$ , что исключает мультипольность  $E1$ , но не  $M1$ ,  $M2$  или более высокую, а также  $M0$ .

В принципе, имеются две другие возможности для размещения перехода 2819,9 кэВ:

1) рядом с уровнем 2819,6 кэВ в пределах  $\pm 0,5$  кэВ расположен другой уровень с  $J^\pi = 1^+$  или  $0^+$ , который разряжается переходом 2819,9 кэВ в основное состояние; 2) имеется уровень 2819,9 + 84,3 = 2904,2 кэВ  $1^+$ , и с него идет переход 2819,9 кэВ на первый возбужденный уровень 84,3 кэВ  $2^+$ . Спины  $2^+$  и более высокие исключаются для обоих предполагаемых уровней по значениям  $\lg ft$   $\beta$ -переходов, так как  $\beta$ -распад  $^{170}\text{Lu}$  идет с уровня  $0^+$ . Ни один из двух возможных уровней не получает подтверждения, не наблюдается переходов нужной энергии и мультипольности, которые можно направить с предложенных уровней на другие известные в  $^{170}\text{Yb}$  уровни. Однако, эти возможности нельзя полностью исключить, хотя они представляются маловероятными.

Оценка парциального периода полураспада перехода 2819,9 кэВ дает значение  $1 \cdot 10^{-6}$  с. Она получена путем сравнения интенсивностей различных переходов, идущих с уровня 2819,6 кэВ. Нужно знать парциальный период полураспада хотя бы для одного перехода. Мы полагаем, что парциальный период полураспада относительно  $E2$ -перехода 1101,5 кэВ,  $0^- - 2^-$  равен одночастичному значению  $T(\text{о.ч.}, E2) = 1 \cdot 10^{-11}$  с. Для любого конкурирующего  $i$ -го перехода парциальный период определяется формулой  $T_i = T(E2)I(E2)/I_i$ . Правильность нормировки подтверждается вычисленными факторами торможения  $F_T = T_i/T_i(\text{о.ч.})$ . Они оказались не выходящими за пределы систематики. Для  $E1$ -перехода 530,4 кэВ  $F_T(E1) = 7 \cdot 10^4$ , для  $M2$ -перехода 2135,6 кэВ  $F_T(M2) = 200$ ,  $E2$ -переход 834,4 кэВ оказался ускоренным в 4 раза.  $M1$ -переходы заторможены от 5 до 6000 раз.

Известно, что при переходе  $0^- - 0^+$  запрещено как  $\gamma$ -излучение, так и обычная внутренняя конверсия электронов. Однако, еще в 1962 году В.А.Крутовым был рассмотрен и рассчитан процесс испускания электронов  $M0$  конверсии через механизм ядерно-электронного мостика<sup>1</sup>. Переход идет за счет каскадов пар виртуальных  $E1$ - и  $M1$ -переходов через близкие к исходному состоянию уровни, расположенные как выше, так и ниже его. В  $^{170}\text{Yb}$  наблюдалось более 20 уровней  $1^-$  и более 10 уровней  $1^+$  в диапазоне энергий возбуждения 2300 – 3300 кэВ. Требуется провести расчеты в рамках этой модели и сопоставить их результаты с полученным значением  $T(M0) = 10^{-6}$  с.

Следует отметить, что конкурирующими процессами разрядки уровня 2819,6 кэВ может быть одновременное испускание двух  $\gamma$ -квантов непрерывного спектра или двух электронов внутренней конверсии.

#### Литература

1. Крутов В.А. Программа и тезисы докладов 12-го ежегодного совещания по ядерной спектроскопии. Л.: Наука, 1962, с. 82; Ann. Phys., 1970, 25, 10.
2. Дзепелов Б.С., Тер-Нерсесянц В.Е., Шестопалова С.А. Схемы распада радиоактивных ядер. А = 169, 170. Л.: Наука, 1988.
3. Бонч-Осмоловская Н.А., Врзал Я., Григорьев Е.П. и др. Препринт Р6-3452. ОИЯИ, Дубна, 1967.
4. Camp D.C., Bernal F.M. Phys. Rev. C, 1972, 6, 1040.