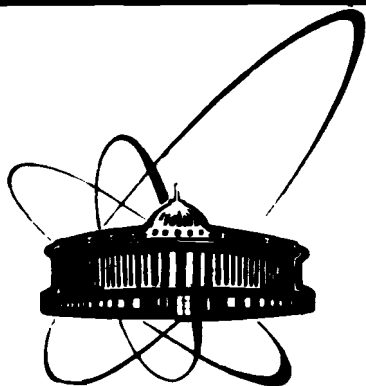


89-881



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

П 641

P6-89-881

А. В. Потемпа, В. П. Афанасьев, Я. Ваврыщук,
К. Я. Громов, В. Г. Калинин, Н. Ю. Котовский,
В. В. Кузнецов, М. Левандовски, Я. А. Сайдимов¹,
Ж. Сэрээтэр, В. И. Фоминых, В. Чарнацки²,
Ю. В. Юшкевич, М. Яницки, А. Ясински², М. Яхим

ИЗОМЕРНЫЕ СОСТОЯНИЯ

$n_{11/2}$ и $s_{1/2}$ в ^{155}Tm

Направлено на конференцию "Ядерная спектроскопия
и форма атомного ядра", Ленинград, апрель 1990 г.,
в журнал "Известия АН СССР, сер. физическая"

¹Научно-исследовательский институт прикладной
физики ТашГУ, Ташкент

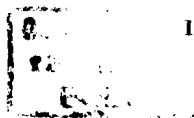
²Институт ядерных проблем, Свек, Варшава

1989

Идентификация низколежащих протонных состояний $h_{II/2}$ и $s_{I/2}$ в ядрах $^{147,151,153}Tm$ /I-6/, $^{149,151,153}Ho$ /7-9/ и $^{147,149,151}Tb$ /9-II/ допускает возможность существования изомерных состояний того же типа и в ядре ^{155}Tm . Для перечисленных ядер, как правило, наблюдается α -распад из обоих изомерных состояний. При α -распаде ^{155}Tm в /I2, I3, I4/ наблюдался только один α -пик с энергией $E_\alpha = 4462$ кэВ и временем полураспада $T_{I/2} = (39 \pm 3)$ с по /I2/ и $(29,2 \pm 0,8)$ с по /I4/. Исследование β -распада /I3/ показывает, что α -распад ^{155}Tm идет преимущественно из высокоспинового состояния (возможно, $II/2^-$), а интенсивности γ -лучей убывают с $T_{I/2} = (25 \pm 4)$ с.

В /4/ отмечено, что, учитывая разные способы получения ^{155}Tm в работах /I2/ и /I4/, противоречие в величинах $T_{I/2}$ для α -пика 4462 кэВ можно снять, если предположить, что этот пик двойной и образующие его α -линии отвечают α -переходам с изомерных состояний $h_{II/2}$ и $s_{I/2}$ в ядре ^{155}Tm на аналогичные известные состояния в ядре ^{151}Ho . С целью проверки этого предположения в настоящей работе выполнены исследования α - и β -распада ^{155}Tm .

Масс-сепарированные источники получались на экспериментальном комплексе для изучения нуклидов, удаленных от полосы β -стабильности, - ЯСНАШ-2 /I5/. Выведенный пучок протонов от фазотрона ОИЯИ: $E_p = 660$ МэВ, I_p до 2,0 мкА, облучал вольфрамовую трубчатую мишень, которая одновременно являлась элементом ионного источника с поверхностной ионизацией /I6/. Ядра - продукты реакции глубокого расщепления диффундировали из массы вольфрама в полость трубки и вытягивались электрическим полем в электромагнитный масс-сепаратор. Сепарированные по массам ионы изотопов РЗ-элементов собирались на ленте



лентопротяжного устройства спектрометрической установки с полупроводниковыми α -, X- и γ -детекторами - ЭЛГА/¹⁷. Использовались стандартные Si(Au), HPGe-, Ge(Li)-детекторы. Управление экспериментом осуществлялось с помощью персональной ЭВМ. Имелась возможность изменять время облучения вольфрамовой мишени протонами, время выдержки между концом облучения мишени протонами и моментом подачи пучка ионов на ленту установки ЭЛГА, устанавливать время начала, число и длительность экспозиций измерений спектров, определять число циклов измерений, непрерывно контролировать ход эксперимента.

На рис. 1 представлен полученный нами α -спектр изобары A=155 и дочерних изотопов. Вольфрамовая мишень облучалась протонами непрерывно. Пучок ионов подавался на ленту в течение первых 50-ти секунд 200-секундной экспозиции. Наблюдаются: α -линия 5191 кэВ ¹⁵⁵Yb (I,7 с), α -пик 4462 кэВ ¹⁵⁵Tm, α -линия 4012 кэВ ¹⁵⁵Er, α -линии 4606 и 4517 кэВ изомеров ¹⁵¹Ho и α -линия 4067 кэВ ¹⁵¹Dy. В специальной серии измерений, когда пучок протонов на мишень периодически отключался, а ионы A=155 подавались к детектору через 8 секунд после выключения пучка протонов, α -линия ¹⁵⁵Yb не наблюдалась, а линии 4606, 4517 и 4462 кэВ присутствовали. Поскольку в этом случае единственным источником образования изомеров ¹⁵¹Ho может быть α -распад ¹⁵⁵Tm и оба изомера ¹⁵¹Ho образуются, это означает, что и в ¹⁵⁵Tm существуют изомеры, аналогичные изомерным состояниям в ¹⁵¹Ho.

Отсутствие заметного уширения α -пика 4462 кэВ в спектрах, измеренных с разрешением 18 кэВ, свидетельствует о том, что α -частицы, возникающие при распаде изомеров в ¹⁵⁵Tm, отличаются по энергии не более чем на 5 кэВ и энергия изомерного состояния в ¹⁵⁵Tm равна (4I+6)кэВ (рис. 2).

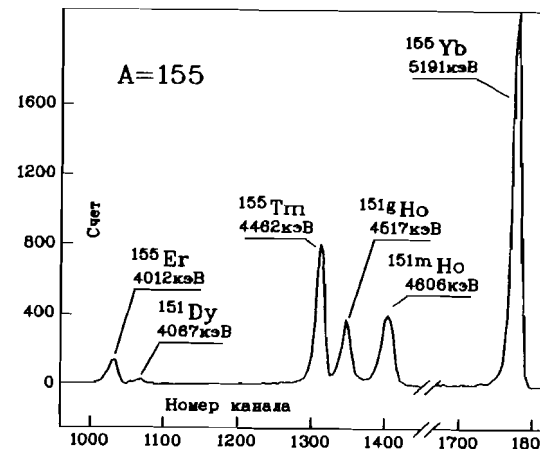


Рис. 1. α -спектр изобары A=155 и дочерних изотопов.

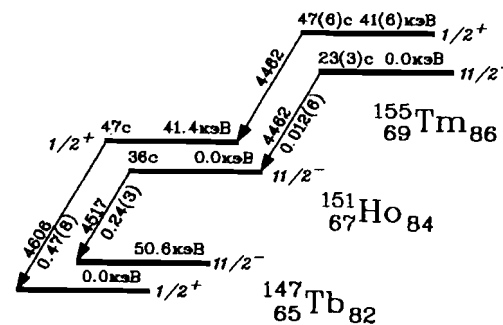


Рис. 2. Схема цепочки α -распада ¹⁵⁵Tm \rightarrow ¹⁵¹Ho \rightarrow ¹⁴⁷Tb.

Выполнена серия экспериментов по определению периодов полураспада компонентов, составляющих α -пик 4462 кэВ. При этом условия экспериментов: время начала и конца облучения мишени и накопления ионов на ленту, подбирались так, чтобы увеличить вклад одного из компонентов в измеряемых источниках. Один из графиков спада интенсивности α -пика 4462 кэВ представлен на рис. 3. В результате этих экспериментов получены следующие средневзвешенные значения

периодов полураспада компонентов: (23 ± 3) с и (47 ± 6) с. Таким образом, мы считаем возможным сделать заключение, что основное состояние ^{155}Tm имеет квантовые характеристики $II/2^-$ и $T_{1/2} = (23 \pm 3)$ с, а изомерное состояние с энергией (41 ± 6) кэВ - $I/2^+$ и $T_{1/2} = (47 \pm 6)$ с. Этот вывод согласуется с результатами /13/, где изучался α -распад ^{155}Tm , $T_{1/2} = (25 \pm 4)$ с и установлено, что это состояние ^{155}Tm - высокоспиновое.

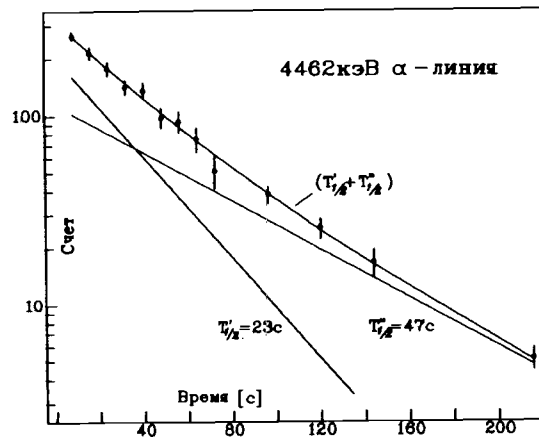


Рис. 3. Спад интенсивности α -излучения с $E_\alpha = 4462$ кэВ, полученный в одном из измерений α -спектра $A=155$.

Используя измеренное в настоящих исследованиях отношение интенсивностей линий α 4517 кэВ и γ 572 кэВ при распаде ^{151}Ho и данные /14/ о схеме распада ^{151}Ho , мы определили

$$b_\alpha(^{151}\text{gHo}) = \frac{N_\alpha}{N_\alpha + N_\beta} = (0,24 \pm 0,03).$$

Это значение согласуется с $b_\alpha(^{151}\text{gHo}) = (0,22 \pm 0,03)$, полученным в /14/. Принимая значение $b_\alpha(^{151}\text{gHo})$ и используя соотношение

$$N_\alpha^\Sigma(^{155}\text{gHo}) + N_\alpha^\Sigma(^{155}\text{Tm}) = \frac{N_\alpha^\Sigma(^{151}\text{gHo})}{b_\alpha(^{151}\text{gHo})} + \frac{N_\alpha^\Sigma(^{151}\text{mHo})}{b_\alpha(^{151}\text{mHo})},$$

где $N_\alpha^\Sigma(A, X)$ - полное число α -распадов ядра A, X в источнике, с момента подачи пучка ионов $A=155$ к детектору до полного его распада, получили значение $b_\alpha(^{151}\text{mHo}) = (0,47 \pm 0,08)$.

Значение $b_\alpha(^{155}\text{gTm}, II/2^-) = (0,012 \pm 0,006)$ получено из отношений интенсивностей α -распада и γ -лучей при распаде ^{155}Tm с использованием данных о схеме распада этого ядра /13/. Это значение можно сопоставить с величиной $b_\alpha = 0,0042$, полученной из систематики $T_{1/2}(Q_\alpha)$ для изотопов Tm /18/.

Литература

1. S.Hofmann et al. Proc. 7th Intern.Conf. on At.Masses (AMCO-7), Darmstadt, 1984, p. 184.
2. D.Schardt et al. IKP Julich, Annual Report, 1987, p. 51.
3. D.Schardt et al. Proc. 5th Intern.Conf. on Nuclei Far From Stability. Rossean Lake, Canada. New-York, 1987, p. 477.
4. M.O.Kortelahi et al. Phys.Rev., 1989, v. C39, p. 636.
5. A.Plochocki et al. IKP Julich, Annual Report, 1987, p. 48.
6. K.S.Toth et al. Phys.Rev., 1989, v. C38, p.1932.
7. R.B.Firestone et al.Phys.Rev., 1989, v. C39, p. 219.
8. W.D.Schmidt-Ott et al. Phys.Rev., 1974, v. C10, p. 296.
9. C.F.Liang et al. Phys.Lett., 1987, v. B191, p. 245.
10. D.J.Decman et al. Proc. 7th Intern.Conf. on Atomic Masses and Fundamental Constants (AMCO-7), Darmstadt, 1984, p. 220.
11. Б.А.Аликов и др. Изв. АН СССР, сер.физ., 1978, т.42, с. 797.
12. K.S.Toth, R.L.Nan, M.A.Ijaz. Phys.Rev., 1971, v.C4, p. 2223.
13. P.Auger et al. J.Phys. (Paris), 1977, v. 38, p. 435.
14. В.П.Афанасьев и др. Препринт ЛИЯФ, 532, Ленинград, 1979; Л.Х.Батист и др. Изв. АН СССР, сер.физ., 1982, т. 46, с. 2200.

15. K.Ya.Gromov, V.G.Kalinnikov, V.M.Турко-Ситников. Proc. 5th Intern. Conf. on Nuclei Far from Stability, Roosean Lake, Canada. New-York, 1987, p. 157.
16. G.Beyer et al. Nucl.Instr.Meth., 1971, v. 96, p. 437.
17. Э.Арваи и др. Препринт ОИЯИ, Р13-85-774, Дубна, 1985.
18. E.Rurarz. Acta Phys.Polonica, 1983, v. B14, p. 917.

Потемпа А.В. и др. Р6-89-881
 Изомерные состояния $h_{11/2}$ и $s_{1/2}$ в ^{155}Tm

На экспериментальном комплексе для изучения нуклидов, удаленных от полосы β -стабильности, - ЯСНАПП исследовался α -распад ^{155}Tm . По спаду интенсивности α -излучения с $E_\alpha = 4462$ кэВ определены два компонента α -частиц с $T_{1/2} = 23(3)$ с и $T_{1/2} = 47(6)$ с. Сделан вывод о том, что основное состояние ^{155}Tm имеет квантовые характеристики $11/2^-$ и $T_{1/2} = 23(3)$ с, а изомерное состояние с энергией $41(6)$ кэВ - $1/2^+$ и $T_{1/2} = 47(6)$ с. Определены значения величины $b_\alpha = N_\alpha/N_\alpha + N_\beta$ при распаде ^{155}Tm и дочернего ^{151}Ho , а именно $b_\alpha(^{155g}\text{Tm}) = 0,012(6)$ и $b_\alpha(^{151m}\text{Ho}) = 0,47(8)$.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1989

Перевод авторов

Potempa A.W. et al. Р6-89-881
 $h_{11/2}$ and $s_{1/2}$ Isomeric States of ^{155}Tm

The alpha-decay of ^{155}Tm on experimental sets for studying nuclei far from beta-stability line - YaSNAPP-2 has been investigated. Two components of ^{155}Tm α -decay disintegration curve with $T_{1/2} = 23(3)$ s and $T_{1/2} = 47(6)$ s for $E_\alpha = 4462$ keV have been observed. It is concluded that the ground state of ^{155}Tm has spin and parity $11/2^-$ and $T_{1/2} = 23(3)$ s and isomeric one with $41(6)$ keV - $1/2^+$ and $T_{1/2} = 47(6)$ s. $b_\alpha = N_\alpha/N_\alpha + N_\beta$ values for α -decay of ^{155}Tm and ^{151}Ho are obtained, notably: $b_\alpha(^{155g}\text{Tm}) = 0,012(6)$ and $b_\alpha(^{151m}\text{Ho}) = 0,47(8)$.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1989

Рукопись поступила в издательский отдел
 29 декабря 1989 года.