

НОВЫЙ ИЗОТОП ^{148}Dy . ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПАДА $^{148,150,152}\text{Dy}$ The New Isotope ^{148}Dy . Investigation of $^{148,150,152}\text{Dy}$ Decay

К. Я. Громов, К. Зубер*, Я. Зубер, А. Лятушински**, И. Пенев,
А. В. Потемпа*, А. Зелински*, В. Жук**

Лаборатория ядерных проблем, Объединенный институт ядерных исследований, Дубна***

(Поступила в редакцию 3 августа 1974 г.)

New isotope of ^{148}Dy was found. The internal conversion electrons and gamma-rays spectra, following the decay of $^{148,150,152}\text{Dy}$ were investigated. The decay schemes of these isotopes were proposed.

1. Введение

Изучение распада ядер, удаленных от полосы бета-стабильности и, в частности, находящихся в переходной между деформированными и сферическими ядрами области представляет большой интерес. В настоящей работе, выполненной в Объединенном институте ядерных исследований, в Дубне, по программе ЯСНАПП, исследовался бета-распад четно-четных нейтронодефицитных изотопов диспрозия с массовыми числами $A = 152, 150$ и 148 .

Распад ^{152}Dy изучался ранее в работах [1—3]. Энергия α -частиц определена в [2], как $E_\alpha = (3630 \pm 5)$ кэВ. В работе [3] наблюдались γ -лучи с энергией 257.0 кэВ, возникающие при β -распаде ^{152}Dy . При исследовании α -распада ^{150}Dy в [1, 2, 4] определены $T_{1/2} = (7.16 \pm 0.02)$ мин [4] и $E_\alpha = (4232 \pm 5)$ кэВ [2]. Изотоп ^{148}Dy был неизвестен.

2. Методика эксперимента

Радиоактивные изотопы диспрозия получались в реакции глубокого расщепления тантала протонами с энергией 660 МэВ на синхротриклотроне ОИЯИ. Мишени из танталовой фольги весом $200\text{—}300$ мгр облучались на выведенном пучке протонов

* Институт ядерной физики, Краков, ПНР.

** УМЦС, Люблин, ПНР.

*** Address: Joint Institute for Nuclear Research, Head Post Office, P. O. Box 79, Moscow, USSR.

($I_p \approx 10^{11}$ прот./сек) в течение 1—5 минут. После облучения мишень помещалась в ионный источник с поверхностной ионизацией и диффундирующие из мишени продукты реакции расщепления сепарировались на масс-сепараторе по изобарам. Этот метод, основанный на результатах работ [5], позволял в течение 5 минут после облучения получать изобарные источники. В некоторых опытах из полученных таким образом источников, методом экстракционной хроматографии в системе HDEHP—HCl [6] выделялись и отдельно измерялись фракции тербия и диспрозия.

Спектры γ -лучей изучались с помощью γ -спектрометров с полупроводниковыми Ge(Li)-детекторами с чувствительными объемами 2.7 см^3 и 40 см^3 и энергетическим разрешением 0.7 кэВ для $E_\gamma = 121.9 \text{ кэВ}$ — ^{57}Co и 2.5 кэВ для $E_\gamma = 1173.2 \text{ кэВ}$ — ^{60}Co для первого и второго детекторов, соответственно. Спектры конверсионных электронов измерялись с помощью спектрометра с Si(Li)-детектором с разрешением 2.8 кэВ для энергии 100 кэВ. На установке для одновременного измерения спектров конверсионных электронов (Si(Li)) и гамма-лучей (Ge(Li)) измерены абсолютные значения коэффициентов внутренней конверсии обнаруженных γ -переходов. Для калибровки аппаратуры в этом случае использовался источник ^{207}Bi .

3. Новый изотоп ^{148}Dy

В спектре γ -лучей изобарного источника с $A = 148$ наблюдались КХ-лучи тербия и γ -лучи с энергией $E_\gamma = (620.24 \pm 0.04) \text{ кэВ}$. Интенсивность этих пиков убывала с периодом полураспада $T_{1/2} = (3.5 \pm 0.2) \text{ мин}$ (рис. 1). Гамма-лучи с энер-

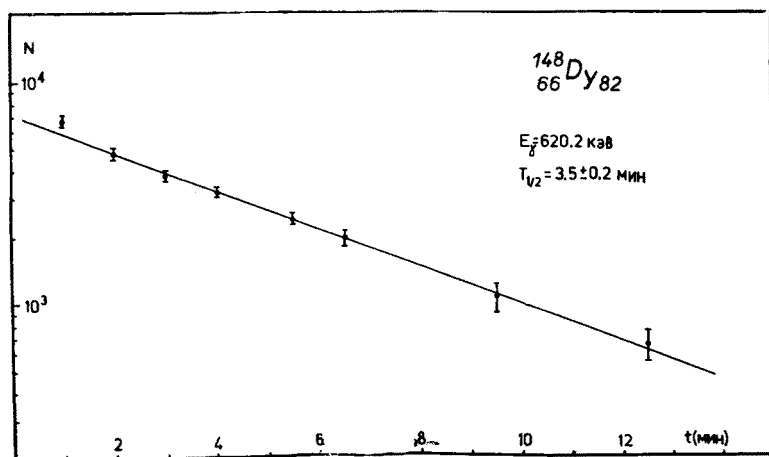


Рис. 1. Определение периода полураспада ^{148}Dy по изменению интенсивности γ -перехода 620.2 кэВ

гией 620.24 кэВ наблюдались также в γ -спектре химически выделенной из изобарного источника фракции диспрозия и отсутствовали во фракции тербия. Период полураспада $T_{1/2} = (3.5 \pm 0.2) \text{ мин}$ и γ -лучи с энергией 620.24 кэВ мы относим к новому изотопу ^{148}Dy . На рис. 2 изображен участок γ -спектра изобарного источника

с $A = 148$. В этом спектре γ -переходы с энергией 394.6 кэВ и 882.4 кэВ принадлежат распаду изомера ^{148m}Tb ; $T_{1/2} = (2.2 \pm 0.5 \text{ мин})$ [7], а переходы 488.8 кэВ, 631.8 кэВ и 784.5 кэВ возникают при распаде изомера ^{148m}Tb и основного состояния ^{148}Tb [10]. Переход с энергией 464.2 кэВ, отмеченный на рис. 2 стрелкой, принадлежит распаду

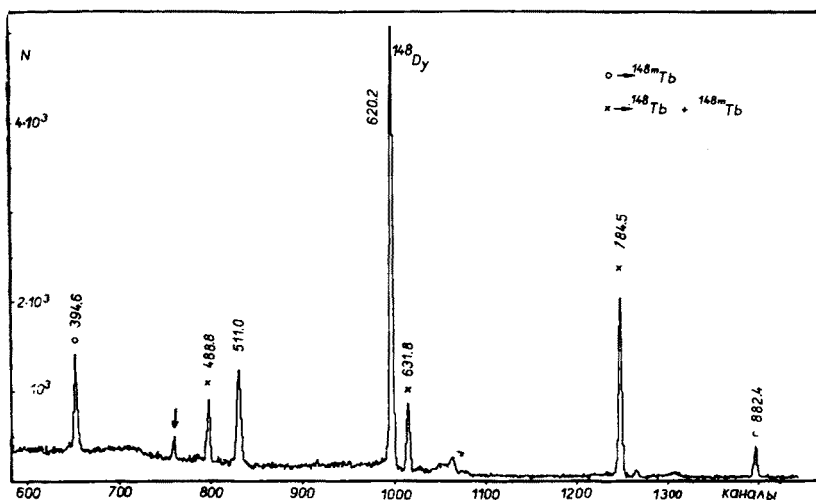


Рис. 2. Участок γ -спектра изобарного источника с $A = 148$. Переход, отмеченный стрелкой, принадлежит распаду ^{132}La

^{132}La . Следы изотопов с $A = 132$ попадали при сепарировании по массам в изобарный источник с $A = 148$ в виде ионов окиси редкоземельных элементов; в данном случае в виде ионов LaO^+ .

4. Схемы распада $^{148,150,152}\text{Dy}$

В таблице I представлены результаты наших исследований спектров γ -лучей и конверсионных электронов изотопов $^{148,150,152}\text{Dy}$. При распаде каждого из этих изотопов обнаружено только по одному γ -переходу. Верхний предел интенсивности других γ -переходов, которые могли бы быть отнесены к распаду $^{148,150,152}\text{Dy}$ не превышает 5% интенсивности каждого из обнаруженных переходов, соответствен-

ТАБЛИЦА I

Сопоставление экспериментальных результатов исследования распадов $^{148,150,152}\text{Dy} \rightarrow ^{148,150,152}\text{Tb}$

Ядро	E_γ (кэВ)	I_K	I_L	I_{M+N}	$\alpha_K \times 10^3$	Мульт.	$\alpha_K \times 10^3$ теор.		
							E1	E2	M1
^{152}Tb	257.1 ± 0.1	100 ± 3	13.7 ± 1.2	5.8 ± 2.0	25.8 ± 2.1	E1	21.5	76.0	140.0
^{150}Tb	396.7 ± 0.1	100 ± 4	13.4 ± 1.3	5.0 ± 2.0	10.9 ± 2.0	E1	6.8	21.5	44.0
^{148}Tb	620.24 ± 0.04	100 ± 4			2.65 ± 0.3	E1	2.6	7.0	13.5

но. Определены мультипольности всех трех обнаруженных γ -переходов. Они оказались типа E1. На рис. 3 изображены предлагаемые схемы распада четно-четных изотопов диспрозия с массовыми числами $A = 148, 150$ и 152 . Очевидно, что наблюдаемые интенсивные γ -переходы являются переходами в основные состояния со-

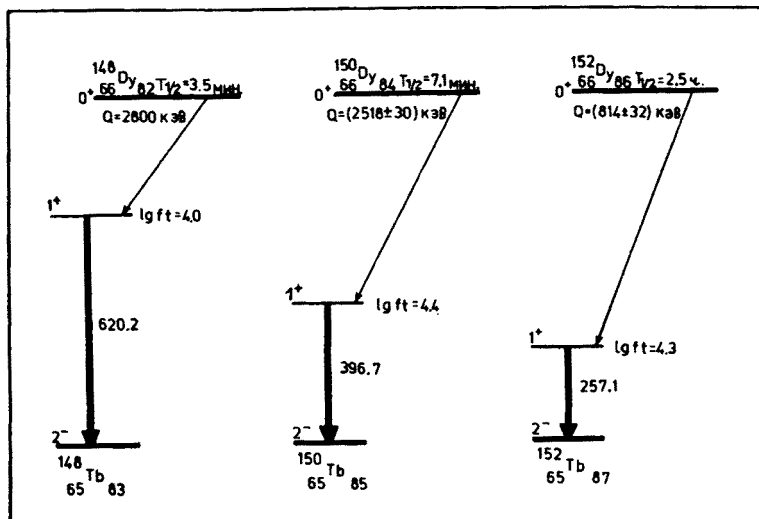


Рис. 3. Схемы распада $^{148,150,152}\text{Dy}$

ответствующих изотопов тербия. Разумно предположить также, что β -распад изотопов ^{152}Dy , ^{150}Dy и ^{148}Dy происходит, главным образом, или по крайней мере, более чем в 50% случаев, на введенные возбужденные состояния. На схемах (рис. 3) приведены величины разностей масс соответствующих изотопов диспрозия и тербия и оценки значений $\lg ft$. Энергия β -распада (Q_β) ^{148}Dy взята из систематики [8]. Энергии β -распада для ^{150}Dy рассчитана по α - β циклу, используя экспериментальные данные работ [2, 8], а для ^{152}Dy взяты из таблиц Вапстра и Гоува [8].

Спин и четность основных состояний рассматриваемых изотопов диспрозия очевидно $I^\pi = 0^+$. Спин основного состояния ^{152}Tb измерен в [9] — $I = 2$. При исследовании распада изотопов $^{148,150}\text{Tb}$ авторы работы [10] сделали вывод, что наиболее вероятное значение спинов основных состояний этих изотопов — $I = 2$. Значения $\lg ft$ для β -переходов на введенные возбужденные состояния изотопов тербия с $A = 148, 150, 152$ позволяют определенно заключить, что эти β -переходы являются разрешенными, незадержанными и спин и четность возбужденных состояний — $I^\pi = 1^+$. Мультипольность типа E1 для переходов в основные состояния приводит к заключению, что основные состояния рассматриваемых изотопов тербия имеют отрицательную четность. Единственной возможностью осуществления разрешенного незадержанного бета-перехода ($\lg ft = 4.3$) из оболочки $50 < Z \leq 82$ на оболочку $82 < N \leq 126$ является превращение:

$$\{p(h_{11/2})^2\}_{0^+} \rightarrow \{p(h_{11/2}), n(h_{9/2})\}_{1^+}.$$

Т.е. структура возбужденных состояний изотопов с $I^\pi = 1^+$ определяется так:

$$\{p(h_{11/2}), n(h_{9/2})\}_{1^+}.$$

Сравнение данных о спинах и четностях основных состояний соседних изотопов тербия и изотопов $N = 83, 85, 87$ приводит к выводу, что структура основных состояний изотопов $^{148,150,152}\text{Tb}$ определяется в основном конфигурацией $\{p(d_{3/2}), n(f_{7/2})\}_{2^-}$. Наблюдаемые Е1-переходы должны быть существенно задержаны, так как они обусловлены примесями других конфигураций к начальному и конечному состояниям.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить свою глубокую благодарность доктору Я. Миккульскому за помощь в подготовке использованной химической методики и персоналу синхроциклотрона и измерительного центра ЛЯП ОИЯИ за большую помощь при выполнении работы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] R. D. Macfarlane, D. W. Seegmiller, *Nucl. Phys.* **53**, 449 (1964).
- [2] Н. А. Головков, К. Я. Громов, Н. А. Лебедев, Б. Махмудов, А. С. Руднев, В. Г. Чумин, *Изв. АН СССР сер. физ.* **31**, 1618 (1967).
- [3] Б. С. Джелепов, И. Звольски, М. К. Никитин, В. А. Сергиенко, *Программа и тезисы 12 совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра*, Наука, Ленинград 1962, стр. 29.
- [4] C. R. Bingham, D. U. O'Kain, K. S. Toth, R. L. Hahn, *ORNL preprint* OWG-2155 (1973).
- [5] G. Bayer, E. Herrmann, A. Piotrowski, V. I. Raiko, H. Tyrroff, *Nucl. Instrum. and Methods* **96**, 437 (1971); A. Latuszyński, K. Zuber, J. Zuber, A. Potempa, W. Żuk, *JINR preprint* E6 — 7780 (1974).
- [6] E. Cerrari, G. Gherisini, *Adv. Chromatography* **9**, 3 (1970).
- [7] W. W. Bowman, D. R. Haenni, T. T. Sugihara, *Phys. Rev.* **C7**, 1696 (1973); Р. Арльт, Г. Байер, В. В. Кузнецов, В. Нойберт, А. В. Потемпа, У. Хагеманн, Э. Херрманн, *Изв. АН СССР сер. физ.* **35**, 1612 (1971).
- [8] A. H. Wapstra, N. B. Gove, *Nucl. Data Tables* **A9**, 276 (1971).
- [9] K. E. Adelroth, H. Nyqvist, A. Rosen, *Phys. Scr.* **2**, 96 (1970).
- [10] Ц. Вылов, К. Я. Громов, И. И. Громова, Г. И. Исхаков, В. В. Кузнецов, М. Я. Кузнецова, А. Потемпа, М. И. Фоминых, *Изв. АН СССР сер. физ.* **37**, 48 (1973).