

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



44-65

28/x-74

Г-874

P6 - 8030

4213/2-74

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

НОВЫЙ ИЗОТОП  $^{148}\text{Dy}$ .

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПАДА  $^{148,150,152}\text{Dy}$

**1974**

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

P6 - 8030

К.Я.Громов, К.Зубер,<sup>1</sup> Я.Зубер, А.Лятушински,<sup>2</sup>  
И.Пенев, А.В.Потемпа,<sup>1</sup> А.Зелински,<sup>1</sup> В.Жук<sup>2</sup>

НОВЫЙ ИЗОТОП  $^{148}\text{Dy}$ .

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПАДА  $^{148,150,152}\text{Dy}$

*Направлено в Acta Physica Polonica*

---

<sup>1</sup> Институт ядерной физики, Краков, ПНР

<sup>2</sup> УМЦС, Люблин, ПНР

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

## 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 ОИЯИ по программе ЯСНАПП, исследовался бета-распад четно-четных нейтронодефицитных изотопов диспрозия с массовыми числами  $A = 152, 150$  и  $148$ .

Распад  $^{152}\text{Dy}$  изучался ранее в работах<sup>/1-3/</sup>. Энергия  $\alpha$ -частиц определена в<sup>/2/</sup> как  $E_{\alpha} = 3630 \pm 5$  кэВ. В работе<sup>/3/</sup> наблюдались  $\gamma$ -лучи с энергией 257,0 кэВ, возникающие при  $\beta$ -распаде  $^{152}\text{Dy}$ . При исследовании  $\alpha$ -распада  $^{150}\text{Dy}$  в<sup>/1,2,4/</sup> определены  $T_{1/2} = 7,16 \pm 0,02$  мин<sup>/4/</sup> и  $E_{\alpha} = 4232 \pm 5$  кэВ<sup>/2/</sup>. Изотоп  $^{148}\text{Dy}$  не был известен.

## МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Радиоактивные изотопы диспрозия получались в реакции глубокого расщепления тантала протонами с энергией 660 МэВ на синхроциклотроне ОИЯИ. Мишени из танталовой фольги весом 200-300 мгр облучались на

выведенном пучке протонов  $J_p = 10^{11}$  прот/сек/в течение

1-5 мин. 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 <sup>5/</sup>, позволял в течение 5 мин после облучения получать изобарные источники. В некоторых опытах из полученных таким образом источников методом экстракционной хроматографии в системе HDEHP-HCl <sup>6/</sup> выделялись и отдельно измерялись фракции тербия и диспрозия.

Спектры  $\gamma$ -лучей изучались с помощью  $\gamma$ -спектрометров с полупроводниковыми Ge(Li)-детекторами с чувствительными объемами 2,7 и 40 см<sup>3</sup> и энергетическим разрешением 0,7 кэВ для  $E_{\gamma} = 121,9$  кэВ - <sup>57</sup>Co и 2,5 кэВ для  $E_{\gamma} = 1173,2$  кэВ - <sup>60</sup>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  $\gamma$ -переходов. Для калибровки аппаратуры в этом случае использовался источник <sup>207</sup>Pb.

### НОВЫЙ ИЗОТОП <sup>148</sup>Dy

В спектре  $\gamma$ -лучей изобарного источника с  $A = 148$  наблюдались КХ-лучи тербия и  $\gamma$ -лучи с энергией  $E_{\gamma} = 620,24 \pm 0,04$  кэВ. Интенсивность этих пиков убывала с периодом полураспада  $T_{1/2} = 3,5 \pm 0,2$  мин /рис.1/. Гамма-лучи с энергией 620,24 кэВ наблюдались также в  $\gamma$ -спектре химически выделенной из изобарного источника фракции диспрозия и отсутствовали во фракции тербия. Период полураспада  $T_{1/2} = 3,5 \pm 0,2$  мин и  $\gamma$ -лучи с энергией 620,24 кэВ мы относим к новому изотопу <sup>148</sup>Dy. На рис. 2 изображен участок  $\gamma$ -спектра изобарного источника с  $A = 148$ . В этом спектре  $\gamma$ -переходы с энергией 394,6 и 882,4 кэВ принадлежат распаду изомера <sup>148m</sup>Tb;  $T_{1/2} = 2,2 \pm 0,5$  мин <sup>7/</sup>, а переходы 488,8; 631,8 и 784,5 кэВ возникают при распаде изомера <sup>148m</sup>Tb и основного состояния <sup>148</sup>Tb <sup>10/</sup>.

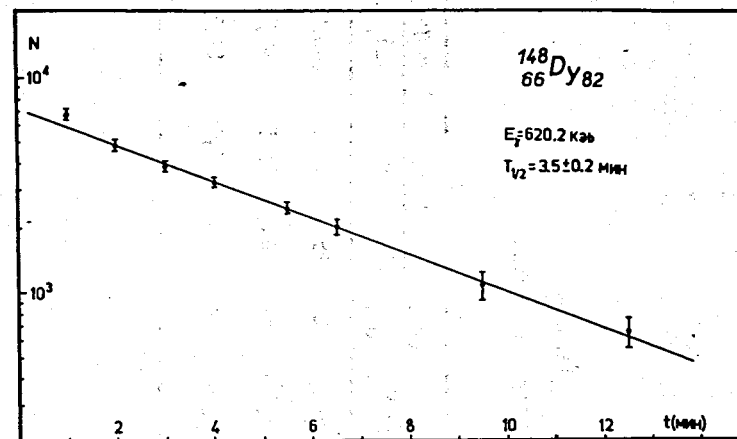


Рис. 1. Определение периода полураспада (<sup>148</sup>Dy) по изменению интенсивности  $\gamma$ -перехода 620,2 кэВ.

Переход с энергией 464,2 кэВ, отмеченный на рис. 2 стрелкой, принадлежит распаду <sup>132</sup>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<sup>+</sup>.

### СХЕМЫ РАСПАДА <sup>148,150,152</sup>Dy

В табл. 1 представлены результаты наших исследований спектров  $\gamma$ -лучей и конверсионных электронов изотопов <sup>148,150,152</sup>Dy. При распаде каждого из этих изотопов обнаружено только по одному  $\gamma$ -переходу. Верхний предел интенсивности других  $\gamma$ -переходов, которые могли бы быть отнесены к распаду <sup>148,150,152</sup>Dy, не превышает 5% интенсивности каждого из обнаруженных переходов, соответственно. Определены мультипольности всех трех обнаруженных  $\gamma$ -переходов. Они оказались типа E1. На рис. 3 изображены предлагаемые схемы распада четно-

Таблица I

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

Ядро	$E_{\gamma}$ (кэВ)	$I_K$	$I_L$	$I_{M+N}$	$\alpha_K \times 10^3$	Мультиплетность		$\alpha_K \times 10^3$ теор.	
						E1	E2	E1	E2
$^{152}\text{Tb}$	$257,1 \pm 0,1$	$100 \pm 3$	$13,7 \pm 1,2$	$5,8 \pm 2,0$	$25,8 \pm 2,1$	E1	25,5	76,0	140,0
$^{150}\text{Tb}$	$396,7 \pm 0,1$	$100 \pm 4$	$13,4 \pm 1,3$	$5,0 \pm 2,0$	$10,9 \pm 2,0$	E1	6,8	21,5	44,0
$^{148}\text{Tb}$	$620,24 \pm 0,04$	$100 \pm 4$			$2,65 \pm 0,3$	E1	2,6	7,0	13,5

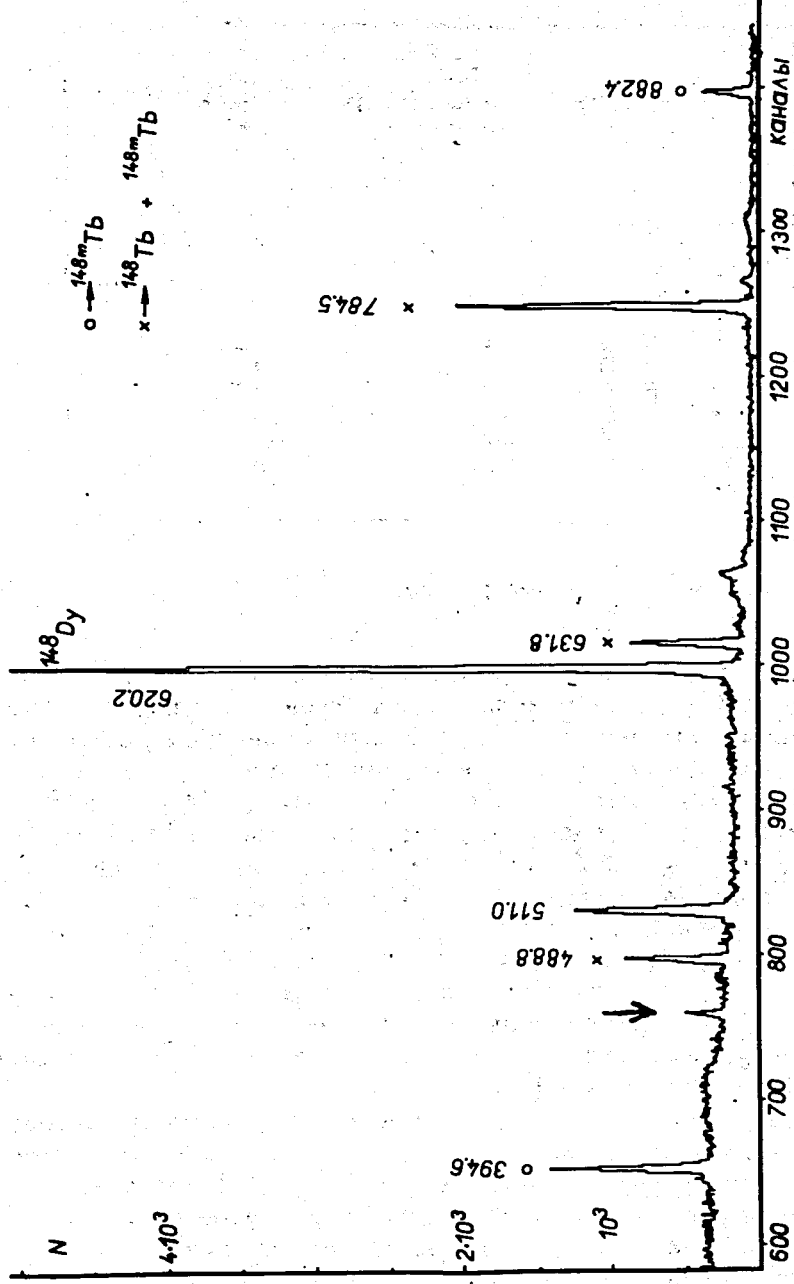


Рис. 2. Участок  $\gamma$ -спектра изобарного источника с  $A=148$ . Переход, отмеченный стрелкой, принадлежит распаду  $^{132}\text{La}$ .

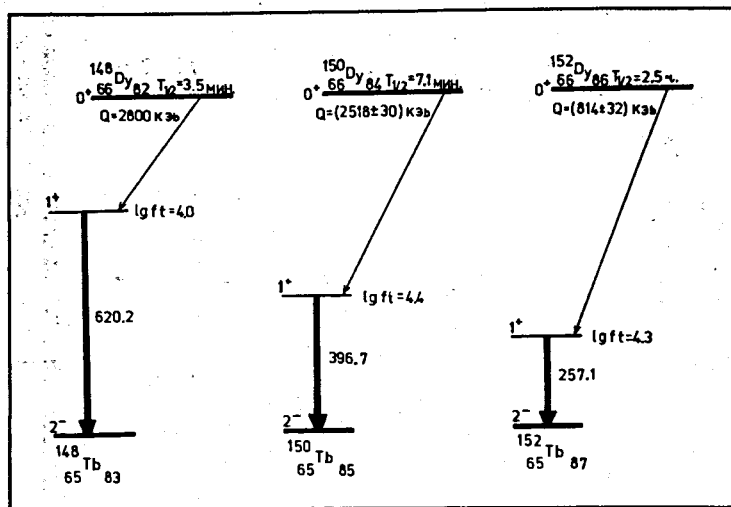


Рис. 3. Схемы распада  $^{148,150,152}\text{Dy}$ .

четных изотопов диспрозия с массовыми числами  $A = 148, 150$  и  $152$ . Очевидно, что наблюдаемые интенсивные  $\gamma$ -переходы являются переходами в основные состояния соответствующих изотопов тербия. Разумно предположить также, что  $\beta$ -распад изотопов  $^{152}\text{Dy}$ ,  $^{150}\text{Dy}$  и  $^{148}\text{Dy}$  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  $\beta$ -распада ( $Q_\beta$ )  $^{148}\text{Dy}$  взята из систематики <sup>/8/</sup>. Энергии  $\beta$ -распада для  $^{150}\text{Dy}$  рассчитаны по  $\alpha$ - $\beta$  циклу на основе экспериментальных данных работ <sup>/2,8/</sup>, а для  $^{152}\text{Dy}$  взяты из таблиц Вапстра и Гоува <sup>/8/</sup>.

Спин и четность основных состояний рассматриваемых изотопов диспрозия, очевидно,  $I^\pi = 0^+$ . Спин основного состояния  $^{152}\text{Tb}$  измерен в <sup>/9/</sup>  $-I = 2$ . При исследовании распада изотопов  $^{148,150}\text{Tb}$  авторы работы <sup>/10/</sup> сделали вывод о том, что наиболее вероятно значение спинов основных состояний этих изотопов  $-I = 2$ .

Значения для  $\beta$ -переходов на введенные возбужденные состояния изотопов тербия с  $A = 148, 150, 152$  позволяют определенно заключить, что эти  $\beta$ -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:

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

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 изотонов  $N = 83, 85, 87$  приводит к выводу о том, что структура основных состояний изотопов  $^{148,150,152}\text{Tb}$  определяется в основном конфигурацией  $\{p(d_{3/2}), n(f_{7/2})\}_2$ . Наблюдаемые E1-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 глубокую благодарность доктору Я. Микульскому за помощь в подготовке использованной химической методики, а также персоналу синхроциклотрона и измерительного центра ЛЯП ОИЯИ за большую помощь при выполнении работы.

#### Литература

1. R.D. Macfarlane, D.W. Seegmoller. Nucl. Phys., 53, 449 (1964).
2. Н.А. Головкин, 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.Джеленов, И.Звольски, М.К.Никитин, В.А.Сергиенко. Программа и тезисы 12 совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра. Ленинград, 1962. Изд.: "Наука", стр. 29.
4. C.R.Bingham, D.U.O'Kain, K.S.Toth, R.L.Hahn. Preprint ORNL - OWG 2155 (1973).
5. G.Bayer, E.Herrmann, A.Piotrowski, V.I.Raiko, H.Tyrroff. Nucl.Instr.Meth., 96/3, 437 (1971).  
A.Latuszynski, K.Zuber, J.Zuber, A.Potempa, W.Zuk. Preprint JINR E6-7780, Dubna, 1974.
6. E.Cerrari, G.Ghersini. Advances in 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.Хаземанн, 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.Scripta, Vol. 2, 96 (1970).
10. Ц.Вылов, К.Я.Громов, И.И.Громова, Г.И.Исхаков, В.В.Кузнецов, М.Я.Кузнецова, А.В.Потемпа, М.И.Фоминых. Изв. АН СССР, сер.физ., 37, 48 /1973/.

Рукопись поступила в издательский отдел  
18 июня 1974 года.