

объединенный
институт
ядерных
исследований
дубна

♀

5120/2-81

19/x-81

6-81-551

Ц.Вылов, В.М.Горожанкин, К.Я.Громов,
В.В.Кузнецов

РАДИОАКТИВНЫЙ РАСПАД $^{163}\text{Tm} - ^{163}\text{Er}$

2. Схема распада
и свойства возбужденных состояний

Направлено в "Известия АН СССР" /сер. физ./

1981

ВВЕДЕНИЕ

Первые работы ^{1-4/}, в которых сформировалась основа схемы распада ¹⁶³Tm, позволили установить существование практически всех низкоэнергетических /с энергиями возбуждения < 600 кэВ/ возбужденных состояний ¹⁶³Er, их разрядку и квантовые характеристики; в дальнейшем эти сведения уже мало изменялись. Для вышележащих состояний, однако, информация, полученная в этих работах, несмотря на обнадеживающее согласие с данными ядерных реакций ^{5/}, оказалась менее достоверной. В частности, результаты γ - γ -совпадений ^{6/} не подтвердили существования 13 возбужденных состояний ¹⁶³Er, введенных в работе ^{4/}.

Схема распада ¹⁶³Tm, предложенная в ^{6/}, включает 23 возбужденных состояния ¹⁶³Er. Однако ограниченный объем сведений о γ - γ -совпадениях переходов, как подчеркивают авторы, позволил им из 235 обнаруженных γ -переходов разместить в схеме распада 74, суммарной интенсивностью 60% распадов ¹⁶³Tm.

СХЕМА РАСПАДА ¹⁶³Tm

Схема распада ¹⁶³Tm, вытекающая из совокупности полученных нами результатов ^{7/} /сведения о ней приведены в таблице/, включает 44 возбужденных состояния ¹⁶³Er. Необходимым условием к введению возбужденных состояний в схему распада в настоящей работе являлись подтверждающие сведения об интенсивностях совпадений γ -переходов.

Из 254 обнаруженных γ -переходов в схеме распада размещены 220; суммарная интенсивность неразмещенных γ -переходов составляет 4,44 /10/% на распад. На основании правил отбора для электромагнитных переходов и экспериментальных сведений о мультипольностях γ -переходов установлены спины и четности 42 возбужденных состояний ¹⁶³Er.

СВОЙСТВА ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ ¹⁶³Er

Спин основного состояния ¹⁶³Er ($I=5/2$) измерен Стейном и Рамсеем ^{8/} методом поляризованных атомных пучков. В исследованиях распада ^{2-4/} и в ядерных реакциях ^{5/} установлены асимптотические квантовые характеристики $5/2^- /523/$ основного состояния

Таблица. Сведения о схеме распада ^{168}Tm

$E_{\text{ур.}} (\text{кэВ})$	$I^{\text{к}} \times 10^3 / \text{Нн}_{\text{э}} \text{А}$	$I_{\text{г}} (\Delta I_{\text{г}})$	$I_{\beta^+} (\Delta I_{\beta^+})$	$t_{1/2} \text{ ст}$	Р А З Р Я Д К А					
					$E_{\text{пер.}} (\text{кэВ})$	σL	$I_{\Pi} (\Delta I_{\Pi})$	$E_{\text{г}}$	$I^{\text{к}}_{\text{г}}$	
0,000	5/2 ⁺ 5/2 [523]									
69,228(4)	5/2 ⁺ 5/2 [6+2]	1,1(5)		7,6(1)	69,229(3)	И1	22,0(11)	0,000	5/2 ⁻	
83,965(5)	7/2 ⁺ 5/2 [523]	0,39(17)		8,0(2)	83,968(4)	И2+И3,7(9)ИИ1	4,69(24)	0,000	5/2 ⁻	
91,564(18)	7/2 ⁺ 5/2 [6+2]	0,20(14)		7,9(3)	22,358(10)	И1+И3,5(7)ИИ2	2,85(15)	69,228(4)	5/2 ⁺	
					91,550(8)	И1	0,335(24)	0,000	5/2 ⁻	
104,319(4)	3/2 ⁻ 3/2 [521]	2,4(15)	0,059(11)	7,2(3)	104,320(3)	И1	67,8(34)	0,000	5/2 ⁻	
120,38(4)	9/2 ⁺ 9/2 [6+2]	0,10(4)		8,6(2)	28,835(12)	И1+0,8(2)ИИ2	0,24(5)	91,564(18)	7/2 ⁺	
164,423(5)	5/2 ⁺ 3/2 [521]	1,7(5)		7,4(1)	60,105(3)	И1+4,4(5)ИИ2	20,8(10)	104,319(4)	3/2 ⁺	
					72,875(8)		0,263(16)	91,564(18)	7/2 ⁺	
					80,460(7)	И1	3,41(19)	83,965(5)	7/2 ⁻	
					164,419(8)	И1	1,56(9)	0,000	5/2 ⁻	
190,02(4)	9/2 ⁺ 5/2 [523]	0,032(1)		9,08(2)	106,05(4)	(И1)	0,11(3)	83,965(5)	7/2 ⁻	
249,518(21)	7/2 ⁺ 3/2 [521]			3,1	85,118(4)	И1	2,22(12)	164,423(5)	5/2 ⁻	
					129,212(26)		0,107(18)	120,38(4)	9/2 ⁺	
					145,213(11)	И2	0,223(15)	104,319(4)	3/2 ⁻	
					165,60(6)		0,122(27)	83,965(5)	7/2 ⁻	
					249,498(6)	И1,И2	0,079(8)	0,000	5/2 ⁻	
345,619(10)	1/2 ⁻ 1/2 [521]	5,2(4)	0,182(9)	6,80(4)	241,305(5)	И1	13,7(7)	104,319(4)	3/2 ⁻	
					345,608(9)	И2	1,16(6)	0,000	5/2 ⁻	
403,997(12)	3/2 ⁻ 1/2 [521]	1,8(3)		7,25(8)	239,585(5)	И1	5,6(3)	164,423(5)	5/2 ⁻	
					299,667(8)	И1	5,26(27)	104,319(4)	1/2 ⁻	
					320,057(18)		0,32(2)	83,965(5)	7/2 ⁻	
					403,389(10)	И2	1,10(6)	0,000	5/2 ⁻	
439,555(21)	5/2 ⁻ 1/2 [521]	0,95(15)		7,50(7)	190,006(6)	И1	2,14(11)	249,518(21)	7/2 ⁻	
					275,125(8)	И1+26(6)ИИ2	3,17(17)	164,423(5)	5/2 ⁻	
					335,219(12)	И1	0,66(4)	104,319(4)	3/2 ⁻	
					355,624(13)	И1	0,53(3)	83,965(5)	7/2 ⁻	
					439,575(17)	И1	0,39(4)	0,000	3/2 ⁻	
462,481(21)	3/2 ⁺ 3/2 [402]	2,13(13)		7,14(3)	297,87(3)	(И1)	0,49(3)	164,423(5)	5/2 ⁻	
					358,174(10)	И1	0,75(4)	104,319(4)	3/2 ⁻	
					371,07(9)	И2	0,046(5)	91,564(18)	7/2 ⁻	
					393,261(11)	И1	1,48(8)	69,228(4)	5/2 ⁺	
526,31(12)	5/2 ⁺ 3/2 [402]			3,8,4	361,17(4)	И1	0,081(8)	104,423(5)	5/2 ⁻	
					421,32(3)	(И1)	0,174(14)	104,319(4)	5/2 ⁻	
					434,72(3)	И1	0,56(3)	91,564(18)	7/2 ⁻	

Таблица / продолжение /

$R_{\text{нп}} (\text{аВ})$	$I^{\text{к}} / \text{мм}^2 \text{В}$	$I_{\text{г}} (\text{аI}_{\text{г}})$	$I_{\text{г}^*} (\text{аI}_{\text{г}^*})$	lg ft	Р А З Р Я Д К А				
					$R_{\text{нп}} (\text{аВ})$	#L	$I_{\text{г}} (\text{аI}_{\text{г}})$	$E_{\text{г}}$	$I_{\text{г}}^{\text{к}}$
531,07(1)	3/2 ⁺ , 5/2 ⁺	0,63(3)		7,63(2)	461,845(12)	M1+44(9)E2	0,65(4)	69,228(4)	5/2 ⁺
540,564(19)	1/2 ⁺ 1/2 [400]	3,76(20)	0,137(9)	6,85(2)	78,041(24) 436,24(6) 471,30(17)	M1 E2	0,55(9) 0,169(13) 4,18(22)	362,481(21) 104,319(4) 69,228(4)	3/2 ⁺ 3/2 ⁺ 5/2 ⁺
574,084(28)	3/2 ⁺ , 5/2 ⁺	0,92(9)		7,45(7)	324,49(15) 403,77(5) 469,65(4) 504,878(14)	M1	0,052(5) 0,165(14) 0,45(3) 1,23(9)	249,518(21) 164,423(5) 104,319(4) 69,228(4)	7/2 ⁻ 5/2 ⁻ 3/2 ⁻ 3/2 ⁺
619,358(28)	3/2 ⁺ 3/2 [651]	2,72(12)		6,96(2)	454,954(17) 515,012(16) 528,18(14) 550,154(16) 619,44(10)	E1 E1 E1 E1	0,32(2) 0,85(6) 0,16(2) 1,60(9) 0,067(10)	164,423(5) 104,319(4) 91,564(18) 69,228(4) 0,000	5/2 ⁻ 3/2 ⁻ 7/2 ⁺ 5/2 ⁺ 5/2 ⁻
664,75(5)	5/2 ⁺ 3/2 [651]	0,25(6)		8,0(1)	415,15(4) 500,51(12) 560,51(5) 573,23(4) 595,35(5)	E1 E1 E1 E1 E2	0,090(9) 0,15(2) 0,13(3) 0,291(18) 0,24(2)	249,518(21) 164,423(5) 104,319(4) 91,564(18) 69,228(4)	7/2 ⁻ 5/2 ⁻ 3/2 ⁻ 7/2 ⁺ 5/2 ⁺
683,837(17)	1/2 ⁻ {5/2 [523] + + Q(2-2)} + + 1/2 [510]	0,90(7)		7,41(3)	338,28(8) 520,1(2) 579,510(13) 683,87(3)	E1 E2 M1 E2	0,148(13) 0,053(12) 1,65(8) 0,506(28)	345,619(10) 164,423(5) 104,319(4) 0,000	1/2 ⁻ 5/2 ⁻ 3/2 ⁻ 5/2 ⁻
717,39(3)	3/2 ⁻ {5/2 [523] + + Q(2-2)} + + 1/2 [510]	1,80(7)		7,09(2)	552,948(23) 613,054(18) 633,77(9) 717,42(3)	M1 E1 E1 E2	0,72(4) 0,69(4) 0,151(14) 0,174(12)	164,423(5) 104,319(4) 83,965(5) 0,000	5/2 ⁻ 3/2 ⁻ 7/2 ⁻ 5/2 ⁻
735,36(6)	5/2 ⁺	0,89(8)		7,4(2)	161,31(3) 331,355(19) 389,59(3) 666,178(19)	E1 E1 E1 E2	0,176(15) 0,20(2) 0,321(26) 2,10(11)	574,084(28) 403,997(12) 345,619(10) 69,228(4)	3/2 ⁺ , 5/2 ⁺ 5/2 ⁻ 1/2 ⁻ 5/2 ⁺
779,69(7)	3/2 ⁻ {5/2 [523] + + Q(2-2)} + + 1/2 [510]			7,9,9	523,75(7) 615,182(26) 675,20(11) 688,12(11) 695,81(12) 710,81(11)	M1 M1 M1 M1 M1	0,35(4) 0,342(27) 0,174(17) 0,208(23) 0,133(17) 0,098(10)	249,518(21) 164,423(5) 104,319(4) 91,564(18) 83,965(5) 69,228(4)	7/2 ⁻ 5/2 ⁻ 3/2 ⁻ 7/2 ⁺ 7/2 ⁻ 5/2 ⁺
856,16(5)	3/2 ⁻ , 5/2 ⁻	0,18(4)		8,0(1)	606,4(2) 691,736(22) 752,04(5)	(M1) M1 M1	0,122(10) 0,62(4) 0,283(25)	249,518(21) 164,423(5) 104,319(4)	7/2 ⁻ 5/2 ⁻ 1/2 ⁻

Таблица /продолжение/

$E_{гр.}(\Delta E)$	$I^* K / \text{мм}_2 A /$	$I_g(\Delta I_g)$	$I_{p*}(\Delta I_{p*})$	lg ft	P A З P Я Д К А				
					$E_{пер.}(\Delta E)$	σL	$I_{II}(\Delta I_{II})$	$E_{г}$	$I_{г}^*$
963,21(8)	3/2 ⁺ , 5/2 ⁺	0,53(7)	0,0148(14)	7,48(5)	798,74(9) 858,72(6) *894,26(11)	(E1) E2	0,176(13) 0,363(29) 0,397(26)	164,423(5) 104,319(4) 69,228(4)	5/2 ⁻ 3/2 ⁻ 5/2 ⁺
985,94(7)	5/2 ⁻	1,07(9)		7,16(3)	411,66(7) 640,4(2) 735,37(10) 821,3(2) 881,4(3) *894,26(11) 902,18(14) 916,81(3)	E2 (M1) M1 M1	0,106(10) 0,076(12) 0,115(15) 0,068(19) 0,047(12) 0,397(26) 0,104(25) 0,207(23)	574,084(28) 345,619(10) 249,518(21) 164,423(5) 104,319(4) 91,564(18) 83,965(5) 69,228(4)	3/2 ⁺ , 5/2 ⁺ 1/2 ⁻ 7/2 ⁻ 5/2 ⁻ 3/2 ⁻ 7/2 ⁺ 7/2 ⁻ 5/2 ⁺
1059,75(4)	1/2 ⁻ , 3/2 ⁻	0,83(6)		7,22(3)	375,87(5) 655,760(20) 714,04(10) 931,0(4)	M1+55(12): E2 M1 M1	0,165(15) 0,82(4) 0,078(8) 0,053(17)	683,837(17) 403,397(12) 345,619(10) 69,228(4)	1/2 ⁻ 3/2 ⁻ 1/2 ⁻ 5/2 ⁺
1280,51(6)	1/2 ⁺ , 3/2 ⁺	0,75(5)		7,12(3)	598,12(3) 1176,090(32)	M1 M1	0,257(18) 0,491(38)	683,837(17) 104,319(4)	1/2 ⁻ 3/2 ⁻
1369,451(35)	3/2 ⁺	8,3(3)		5,93(2)	406,06(15) 589,13(11) 743,6(3) 126,8(3) E4,5(13) 1205,013(24) 1205,116(25) 1300,41(6)	E2 "1 M1 "1 "1	0,054(11) 0,053(11) 0,060(17) 0,058(9) 0,384(13) 2,48(13) 5,25(27) 0,53(4)	363,21(8) 773,69(7) 519,358(28) 540,564(19) 526,31(12) 164,423(5) 104,319(4) 69,228(4)	3/2 ⁺ , 5/2 ⁺ 5/2 ⁻ 3/2 ⁺ 1/2 ⁺ 5/2 ⁺ 5/2 ⁻ 1/2 ⁻ 5/2 ⁺
1514,55(4)	3/2 ⁺	3,60(15)		6,22(2)	733,6(2) 940,62(3) 1075,130(30) 1168,77(5) 1350,149(32) 1410,190(34) 1514,3(4)	E2 E1 E1 E1 E1	0,065(7) 0,515(29) 0,80(5) 0,44(6) 0,431(27) 0,466(28) 0,063(10)	779,69(7) 574,084(28) 439,555(21) 345,619(10) 164,423(5) 104,319(4) 0,000	5/2 ⁻ 3/2 ⁺ , 5/2 ⁺ 5/2 ⁻ 1/2 ⁻ 5/2 ⁻ 3/2 ⁻ 5/2 ⁻

Таблица / продолжение /

$E_{\text{пр}}(\text{кВ})$	$I_{\text{к}}^{\text{к}}/\text{кВ}\cdot\text{А}$	$I_{\text{г}}(\text{кА})$	$I_{\text{г}}(\text{кА})_{\text{г}}$	$z_{\text{г}}$ гт	Р А З Р Я Д К А									
					$E_{\text{пер}}(\text{кВ})$	$\phi_{\text{Л}}$	$I_{\text{II}}(\text{кА})_{\text{II}}$	$E_{\text{г}}$	$I_{\text{г}}^{\text{г}}$					
1538,73(5)	3/2 ⁺ {p 7/2 ⁻ [523] +n 5/2 ⁻ [523] +p 1/2 ⁺ [411]}	17,9(7)		5,50(2)	478,49(14)		0,049(14)	1059,75(4)	1/2 ⁺ , 3/2 ⁻					
					575,13(26)		0,048(13)	963,21(8)	3/2 ⁺ , 5/2 ⁺					
					759,41(9)		0,238(17)	779,69(7)	5/2 ⁻					
					803,469(22)	М1	0,275(16)	735,36(6)	1/2 ⁺					
					873,88(17)	(D2)	0,088(14)	664,75(5)	5/2 ⁺					
					997,67(19)	E2	0,089(17)	540,564(19)	1/2 ⁺					
					1099,382(33)	Э1	0,55(4)	439,555(21)	5/2 ⁻					
					1135,28(9)	Э1	0,34(4)	403,977(12)	3/2 ⁻					
					1192,3*(19)	(E1)	0,165(16)	345,619(10)	1/2 ⁻					
					1374,335(27)	Э1	4,35(25)	164,423(5)	5/2 ⁻					
					1434,454(29)	Э1	8,08(43)	104,319(4)	3/2 ⁻					
					1446,88(13)		0,092(13)	91,564(18)	7/2 ⁺					
					1469,424(31)	М1	2,95(15)	69,228(4)	5/2 ⁻					
					1569,83(8)	3/2 ⁺	10,1(4)		5,72(2)	584,86(7)		0,093(9)	385,94(7)	5/2 ⁻
										750,12(6)	Э1	0,315(25)	779,69(7)	5/2 ⁻
										833,96(4)	М1+61(10);E2	0,52(3)	735,36(6)	3/2 ⁺
886,06(3)	Э1	0,377(24)	683,837(17)	1/2 ⁻										
903,6(2)	М1	0,22(4)	664,75(5)	3/2 ⁺										
950,83(7)	М1+45(18);E2	0,195(16)	619,358(28)	3/2 ⁺										
995,8(2)	М1	0,205(24)	574,084(28)	3/2 ⁺ , 5/2 ⁺										
1029,18(6)	E2	0,152(19)	540,564(19)	1/2 ⁺										
1042,66(9)	М1	0,140(24)	526,31(12)	5/2 ⁻										
1130,224(23)	Э1	2,33(13)	439,555(21)	5/2 ⁻										
1165,6(2)		0,143(24)	403,977(12)	3/2 ⁻										
1224,152(24)	Э1	2,12(11)	345,619(10)	1/2 ⁻										
1405,365(33)	Э1	0,78(5)	164,423(5)	5/2 ⁻										
1465,790(35)	Э1	1,94(11)	104,319(4)	3/2 ⁻										
1500,61(4)	М1	0,378(28)	69,228(4)	3/2 ⁻										
1569,65(10)		0,082(11)	0,000	5/2 ⁻										
1593,04(4)	3/2 ⁺	2,68(11)		6,27(2)	813,32(10)	Э1	0,152(25)	779,69(7)	5/2 ⁻					
					928,06(11)	М1	0,140(22)	664,75(5)	5/2 ⁺					
					1052,37(13)	М1	0,107(16)	540,564(19)	1/2 ⁺					
					1153,453(31)	Э1	1,06(6)	439,555(21)	5/2 ⁻					
					1189,00(13)	Э1	0,160(22)	403,977(12)	3/2 ⁻					
					1247,441(27)	Э1	0,92(5)	345,619(10)	1/2 ⁻					
					1487,04(10)		0,376(14)	104,319(4)	3/2 ⁻					
					1593,05(11)		0,041(11)	0,000	5/2 ⁻					

Таблица / продолжение /

$I_{\text{гп}}(\Delta E)$	$I_{\text{гп}}^{\text{г}}/n_{\text{гп}}N$	$I_{\text{г}}(\Delta I_{\text{г}})$	$I_{\text{гп}}(\Delta I_{\text{гп}})$	lg ft	P A З P Я Д К А									
					$I_{\text{гп}}^{\text{г}}(\Delta E)$	ΔZ	$I_{\text{г}}(\Delta I_{\text{г}})$	$I_{\text{г}}$	$I_{\text{г}}^{\text{г}}$					
1693,09(8)	3/2 ⁺ , 5/2 ⁺	1,17(6)		6,56(2)	796,2(2)		0,066(12)	856,16(5)	3/2 ⁺ , 5/2 ⁺					
					1039,39(11)		0,132(24)	619,358(28)	3/2 ⁺					
					1219,52(15)		0,196(20)	439,555(21)	5/2 ⁺					
					1307,26(11)		0,178(16)	345,619(10)	1/2 ⁺					
					1561,60(5)	22	0,203(17)	91,564(18)	7/2 ⁺					
					1583,953(36)	41	0,402(23)	69,228(4)	3/2 ⁺					
1722,34(4)	1/2 ⁺ , 3/2 ⁺	2,81(12)		6,10(2)	662,67(11)		0,27(3)	1059,75(4)	1/2 ⁺ , 3/2 ⁺					
					987,74(10)	41+56(18);12	0,251(24)	735,36(6)	3/2 ⁺					
					1005,01(9)	21	0,134(30)	717,39(3)	3/2 ⁺ , 5/2 ⁺					
					1037,1(4)		0,126(13)	683,837(17)	1/2 ⁺					
					1181,94(16)	(22)	0,154(22)	540,564(19)	1/2 ⁺					
					1318,341(26)	(21)	1,56(8)	403,997(12)	3/2 ⁺					
					1376,79(10)		0,344(37)	345,619(10)	1/2 ⁺					
					1618,20(19)		0,035(14)	104,319(4)	3/2 ⁺					
					16-1,4(4)		0,030(9)	91,564(18)	7/2 ⁺					
					1801,55(4)	1/2 ⁺ , 3/2 ⁺ {0 7/2 ⁺ [523]}+ + 5/2 ⁺ [523]}+ + 1/2 ⁺ [411]}	13,6(5)		5,30(2)	439,2(3)	41	0,096(20)	1369,451(35)	3/2 ⁺
										837,34(13)	(41)	0,061(21)	963,21(8)	3/2 ⁺ , 5/2 ⁺
945,27(3)	21	0,088(5)	856,16(5)	3/2 ⁺ , 5/2 ⁺										
1066,49(8)	41+52(18);12	0,200(19)	735,36(6)	3/2 ⁺										
1261,20(8)	41	0,246(29)	540,564(19)	1/2 ⁺										
1330,62(14)		0,093(23)	462,481(21)	3/2 ⁺										
1397,520(27)		7,12(36)	403,997(12)	3/2 ⁺										
1455,941(33)	21	3,68(21)	345,619(10)	1/2 ⁺										
1637,46(12)		0,083(18)	164,423(5)	5/2 ⁺										
1697,221(38)	21	0,490(32)	104,319(4)	3/2 ⁺										
1732,32(15)		0,164(11)	69,228(4)	5/2 ⁺										
1826,59(6)	3/2 ⁺	5,34(22)		5,69(2)						457,07(5)	41, 22	0,145(16)	1369,451(35)	3/2 ⁺
										863,2(3)	(41)	0,095(20)	963,21(8)	3/2 ⁺ , 5/2 ⁺
					1046,9(2)	(21)	0,130(17)	779,69(7)	5/2 ⁺					
					1091,01(4)	41+50(20);12	0,34(4)	735,36(6)	3/2 ⁺					
					1142,51(5)	21	0,82(5)	683,837(17)	1/2 ⁺					
					1285,82(5)	41	0,340(31)	540,564(19)	1/2 ⁺					
					1369,6(5)	41	0,064(22)	462,481(21)	3/2 ⁺					
					1386,991(28)	21	1,10(6)	439,555(21)	5/2 ⁺					
					1422,58(12)		0,108(13)	403,997(12)	3/2 ⁺					
					1480,345(33)	21	0,63(5)	345,619(10)	1/2 ⁺					
					1662,12(5)	21	1,01(6)	164,423(5)	5/2 ⁺					
					1722,37(5)	21	0,529(31)	104,319(4)	3/2 ⁺					
					1741,75(3)		0,085(7)	83,365(5)	7/2 ⁺					
					1757,25(14)		0,064(7)	69,228(4)	5/2 ⁺					

Таблица /продолжение/

$I_{\text{гг}}(\Delta E)$	$\Gamma^{\text{R}} \Sigma / \Gamma_{\text{R}} \Sigma V$	$I_{\text{g}}(\Delta I_{\text{g}})$	$I_{\text{гг}}(\Delta I_{\text{гг}})$	lg σ	P A З P Я Д К А				
					$I_{\text{гг}}(\Delta E)$	ΔL	$I_{\text{г}}(\Delta I_{\text{г}})$	$E_{\text{г}}$	$I_{\text{г}}^{\text{R}}$
1853,53(*)	3/2 ⁺ , 5/2 ⁺	2,18(10)	6,02(2)	484,03(*)	М1	0,28(3)	1369,451(35)	3/2 ⁺	
				1609,154(54)	Е1	0,374(29)	164,423(5)	5/2 ⁻	
				1749,224(35)	Е1	1,04(6)	104,319(*)	3/2 ⁻	
				1784,286(38)	Е2	0,362(25)	69,228(*)	5/2 ⁺	
				1853,33(12)		0,028(6)	0,000	5/2 ⁻	
1872,75(6)	3/2 ⁺	2,45(11)	5,93(2)	303,06(9)		0,071(8)	1569,83(8)	3/2 ⁺	
				908,18(18)	Е2	0,21(*)	963,21(8)	3/2 ⁺ , 5/2 ⁺	
				1137,10(10)	М1	0,380(28)	735,36(6)	3/2 ⁺	
				1332,13(7)	М1	0,131(24)	540,564(19)	1/2 ⁺	
				1345,82(19)	М1, Е2	0,068(14)	526,31(12)	5/2 ⁺	
				1709,03(6)	(Е1)	0,140(10)	164,423(5)	5/2 ⁻	
				1767,65(10)		0,187(13)	104,319(*)	3/2 ⁻	
				1803,55(5)	Е2	1,31(7)	69,228(*)	5/2 ⁺	
1917,73(13)	5/2 ⁺ , 5/2 ⁺	0,82(*)	6,35(2)	380,57(17)	(Е2)	0,038(8)	1538,73(5)	3/2 ⁺	
				547,36(14)		0,088(13)	1369,451(35)	3/2 ⁺	
				1251,30(10)	Е2	0,205(14)	664,75(5)	5/2 ⁻	
				1753,45(8)		0,143(15)	164,423(5)	5/2 ⁻	
				1813,60(7)		0,047(4)	104,319(*)	3/2 ⁻	
				1825,23(7)	Е2	0,199(11)	91,564(18)	7/2 ⁺	
				1848,22(3)	(М1)	0,039(11)	69,228(*)	5/2 ⁺	
2040,65(8)	3/2 ⁺ , 5/2 ⁺	0,80(*)	6,08(2)	447,90(16)		0,077(20)	1593,04(*)	3/2 ⁺	
				1323,64(18)		0,032(23)	717,39(3)	3/2 ⁺ , 5/2 ⁻	
				1577,66(15)		0,053(6)	462,481(21)	3/2 ⁺	
				1876,24(6)	М1	0,226(23)	164,423(5)	5/2 ⁻	
				1936,38(6)	М1	0,363(19)	104,319(*)	3/2 ⁻	
				1971,2(2)		0,009(2)	69,228(*)	5/2 ⁺	
				2040,76(16)		0,022(5)	0,000	5/2 ⁻	
				2052,82(12)	3/2 ⁺ , 5/2 ⁺	1,22(7)	5,87(3)	1273,17(14)	М1
				1525,969(38)	Е1	0,76(5)	526,31(12)	5/2 ⁺	
				1649,3(3)		0,054(21)	403,997(12)	3/2 ⁻	
				1888,1(3)		0,021(10)	164,423(5)	5/2 ⁻	
				1948,40(5)		0,068(6)	104,319(*)	3/2 ⁻	
				1983,24(8)		0,067(7)	69,228(*)	5/2 ⁺	
				2052,8(2)		0,0162(15)	0,000	5/2 ⁻	
2122,43(15)		0,173(16)	6,51(4)	400,74(17)		0,066(12)	1722,34(*)	1/2 ⁺ , 3/2 ⁺	
				1957,57(7)		0,054(8)	164,423(5)	5/2 ⁻	
				2017,36(9)		0,047(4)	104,319(*)	3/2 ⁻	
2243,36(7)	1/2 ⁺ , 3/2 ⁻	0,158(26)	6,04(7)	361,61(12)	Е1	0,122(24)	1280,51(6)	1/2 ⁺ , 3/2 ⁺	
				2079,0(*)		0,0145(20)	164,423(5)	5/2 ⁻	
				2159,38(16)		0,0156(24)	83,965(5)	7/2 ⁻	
2274,5(5)		0,0082(35)	7,1(2)	2274,5(5)		0,0082(35)	0,000	5/2 ⁻	

^{183}Er . В распаде ^{183}Tm возбуждаются вращательные уровни $7/2^-$ 84,0 кэВ и $9/2^-$ 190,0 кэВ ротационной полосы основного состояния, между которыми наблюдаются все внутриротационные переходы, однако, вследствие очевидного двойного размещения переходов с энергиями 190,0 и 249,5 кэВ, экспериментальная оценка интенсивности E2-перехода $9/2^- \rightarrow 5/2^-$ представляется затруднительной.

Состояния $3/2^-$ 104,3 кэВ, $5/2^-$ 164,4 кэВ и $7/2^-$ 249,5 кэВ относятся к ротационной полосе $3/2^- / 521/$. Обнаружены все внутриротационные переходы между этими состояниями, а также переходы на уровни полосы $5/2^- / 523/$. Мы не наблюдали перехода 111,10 кэВ^{/8/}, на котором базировалось введение в схему распада состояния $9/2^-$ 360,6 кэВ этой ротационной полосы. При относительно слабом β -распаде на состояния этой полосы они заселяются главным образом при разрядке состояний полосы $1/2^- / 521/$ и высоколежащих состояний трехквaziчастичного мультиплета /см. ниже/.

Вращательная полоса $1/2^- / 521/$ в ядерных реакциях^{/5/} прослежена до состояния $9/2^-$. В распаде ^{183}Tm проявляются состояния $1/2^-$ 345,6 кэВ, $3/2^-$ 404,0 кэВ и $5/2^-$ 439,6 кэВ, отнесенные к этой полосе. Подчеркнем, что именно головное состояние $1/2^-$ 345,6 кэВ этой полосы заселяется наиболее интенсивным компонентом позитронов при распаде ^{183}Tm . Отметим здесь, что более точный анализ интенсивностей γ -переходов при распаде ^{183}Tm привел к существенному изменению интенсивностей электронного захвата на низколежащие уровни ^{183}Er . В отличие от результатов^{/4,8/}, наиболее интенсивно заселяется уровень 345,6 кэВ, а интенсивность электронного захвата на уровень 104,3 кэВ значительно уменьшилась. Имевшие место в работах^{/4,8/} интенсивности электронного захвата на эти состояния приводили к занижению энергии распада ^{183}Tm .

Обнаруженное нами в распаде ^{183}Tm состояние $3/2^-$ 856,2 кэВ, видимо, может быть отнесено к вращательной полосе $1/2^- / 530/$, которая наблюдалась в ядерных реакциях^{/5/}. В этой интерпретации, однако,стораживает тот факт, что мы не наблюдаем в распаде головного состояния этой вращательной полосы.

Свойства вращательной полосы положительной четности /обозначенной в таблице условно $5/2^+ / 642/$ подробно изучены Хортом и др.^{/9/} при возбуждении состояний ^{183}Er в ядерной реакции ($\alpha, 3n$). Показано, что наблюдаемая сложная структура полосы /исследованы состояния до $I^\pi = 25/2^+$ может быть объяснена в случае сильного смешивания кориолисовым взаимодействием нильсоновских орбиталей $1/2^+ / 660/$, $3/2^+ / 651/$, $5/2^+ / 642/$, $7/2^+ / 633/$ и $9/2^+ / 624/$ сферической оболочки $i_{13/2}$. В распаде ^{183}Tm возбуждаются состояния этой полосы $5/2^+$ 69,2 кэВ, $7/2^+$ 91,6 кэВ и $9/2^+$ 120,4 кэВ и наблюдаются все внутривращательные переходы^{/10/}.

В нечетных эрбиевых изотопах, исследовавшихся в ядерных реакциях $^{5/}$, установлены лишь головные состояния вращательной полосы $3/2^+/402/$. Два состояния $3/2^+$ 462,5 кэВ и $5/2^+$ 526,3 кэВ, возбуждающиеся в распаде ^{163}Tm , отнесены нами к этой ротационной полосе в ^{163}Er и позволяют сделать оценку ее параметра инерции $A = 12,77$ кэВ.

Расположенная выше вращательная полоса с возбуждаемыми в распаде состояниями $3/2^+$ 619,4 кэВ и $5/2^+$ 664,8 кэВ интерпретируется нами как $3/2^+/651/$. Ее параметр инерции $A = 9,08$ кэВ близок к известному из ядерных реакций значению для этой полосы, идентифицированной в $^{167}\text{Er}^{5/}$. Следует отметить также наблюдаемую в распадах ^{183}Tm и $^{185}\text{Tm}^{11/}$ аналогию характера разрядки и энергетического положения состояний вращательных полос $3/2^+/402/$ и $3/2^+/651/$.

Состояние $1/2^+$ 540,6 кэВ известно из ядерных реакций $^{5/}$ и относится к вращательной полосе $1/2^+/400/$. В распаде ^{163}Tm мы наблюдаем заселение состояния $1/2^+$ 540,6 кэВ позитронами и относительно интенсивный электронный захват с возбуждением этого состояния.

КОЛЛЕКТИВНОЕ γ -ВИБРАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ В ^{163}Er

Взаимодействие γ -вибрационного фона четно-четного остова ^{162}Er с энергией 900,7 кэВ $^{12/}$ с нечетной квазичастицей основного состояния $5/2^-/523/^{163}\text{Er}$ приводит к возбуждению коллективного $1/2^- \{5/2^-/523/ + Q_{22}\}$ состояния с энергией 683,8 кэВ в ^{163}Er . В распаде ^{163}Tm возбуждается ротационная полоса γ -вибрационного состояния: $1/2^-$ 683,8 кэВ, $3/2^-$ 717,4 кэВ и $5/2^-$ 779,7 кэВ с параметрами $A_{\gamma_0} = 11,82$ кэВ, $a_{\gamma_0} = -0,054$ кэВ /заметим, что $A_0 = 11,87$ кэВ/. Малая величина параметра развязывания a_{γ_0} для этой полосы с $K=1/2$ исключает возможность другой интерпретации.

Существование этого состояния предсказывалось расчетами $^{13/}$, в которых наряду с коллективной компонентой в этом состоянии имеется 22% примеси волновой функции одночастичного состояния $1/2^-/510/$. Если принять, что за величину параметра развязывания вращательной полосы γ -вибрационного состояния в ^{163}Er ответственна примесь состояния $1/2^-/510/$ / $A = 12,9$ кэВ, $a = -0,32$ кэВ $^{5/}$ /, то оценка величины этой примеси 17% находится в хорошем согласии с расчетной.

Уровни этой полосы 683 кэВ и 779 кэВ наблюдались в ядерных реакциях $^{5/}$ и в исследовании распада $^{163}\text{Tm}^{4/}$ раньше, однако идентификация ротационной полосы γ -вибрационного состояния в ^{163}Er осуществлена впервые.

СВОЙСТВА СОСТОЯНИЙ ^{163}Er С ЭНЕРГИЯМИ ВЫШЕ 1 МэВ

Основная сила распада ^{163}Tm /75% распадов/, как показывает бета-силовая функция, приведенная на рисунке, приходится на состояния ^{163}Er , энергия возбуждения которых выше 1 МэВ. Из установленных нами 19 состояний ^{163}Er в этой области энергий возбуждения 7 состояний однозначно имеют спин и четность $I^\pi = 3/2^+$. Для большинства остальных состояний, в том числе состояний, у которых спины не определены однозначно, высокие интенсивности заселения в β -распаде /соответственно, низкие $\lg ft$ / делают чрезвычайно маловероятными /если не исключают/ значения спинов у них выше $3/2$.

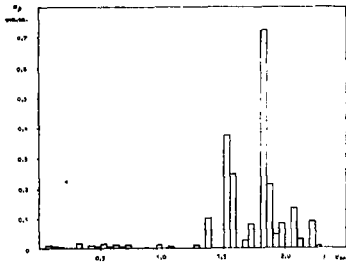
Природа двух из этих состояний с наиболее низкими значениями $\lg ft$ определена ранее^{14/}. На основании экспериментально установленных разрешенных (au) β -переходов на состояния $3/2^+$ 1538,73 кэВ и $1/2^+$, $3/2^+$ 1801,53 кэВ /см. рисунок/ оба состояния отнесены к трехквaziчастичному мультиплету:

$$\{p \ 7/2^- /523/ - n \ 5/2^- /523/ \pm p \ 1/2^+ /411/\}$$

с проекциями момента количества движения $K^\pi = 3/2^+$ и $K^\pi = 1/2^+$, соответственно. В наших измерениях подтверждено их существование на основе результатов θ - γ -совпадений, а также установлены новые переходы разрядки этих состояний, которые позволили уточнить значения $\lg ft$ для них по сравнению с^{8/}.

Экспериментально наблюдаемая высокая плотность состояний $I^\pi = 3/2^+$ может быть связана с тем, что трехквaziчастичные состояния из-за взаимодействия квазичастичных и коллективных степеней свободы фрагментированы по многим уровням ядра.

Теоретические расчеты^{15/} предсказывают существенное усиление процесса фрагментации одноквaziчастичных, трехквaziчастичных и т.д. состояний по уровням нечетных ядер с ростом энергии возбуждения. Одновременно с ростом энергии возбуждения быстро растет плотность состояний, вследствие этого фрагментация квазичастичных состояний по уровням нечетных ядер должна приводить к росту плотности состояний с определенными спином и четностью.



Очевидно, что всей совокупности уровней ^{163}Er с энергией возбуждения выше 1 МэВ характерно фрагментирование состояний трехквaziчастичного мультиплета и, как следствие этого процесса, наблюдаемые высокие интенсивности β -распада на эти уровни.

Тем не менее, обнаружение этого явления в распаде ^{163}Tm уникально. С одной стороны, это вы-

ражается в том, что высокая плотность состояний с $I^\pi = 3/2^+$ наблюдается при энергиях 1,5-2,0 МэВ /теоретические предпосылки дают 2-3 МэВ/, а с другой - ранее нигде в исследованиях распада других нечетных ядер это явление не наблюдалось в столь выразительной форме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Harmatz B., Handley T.H., Mihelich J.W. Phys.Rev., 1962, 128, p.1186.
2. Громов К.Я. и др. Изв. АН СССР, сер.физ., 1963, 27, с.182.
3. Гнатович В. и др. Изв. АН СССР, сер.физ., 1967, 31, с.587.
4. Абдуразаков А.А. и др. ОИЯИ, Р6-5132, Дубна, 1970.
5. Tjom P.O., Elbek B. Kgl.Dan.Vidensk.Selsk.Mat.-fys.Medd., 1969, 37, p.7.
6. Абдуразаков А.А. и др. Изв. АН СССР, сер.физ., 1976, 10, с.2089.
7. Вылов Ц. и др. ОИЯИ, Р6-81-454, Дубна, 1981.
8. Stein S., Ramsey A.T. Phys.Rev., 1969, 179, p.1170.
9. Hjorth S.A. et al. Nucl.Phys., 1970, A144, p.513.
10. Абдуразаков А.А. и др. Изв. АН СССР, сер.физ., 1980, 9, с.1843.
11. Вылов Ц. и др. ОИЯИ, 6-81-462, Дубна, 1981.
12. Lederer C.M., Shirley V.S. Table of Isotopes, 7th ed., John Wiley and Sons Inc., New York, 1978.
13. Гареев Ф.А. и др. ЭЧАЯ, 1973, т.4, вып.2, с.357.
14. Громов К.Я. ЭЧАЯ, 1971, т.1, вып.2, с.525.
15. Соловьев В.Г. Теория сложных ядер. "Наука", М., 1971, с.477.

Рукопись поступила в издательский отдел
12 августа 1981 года.