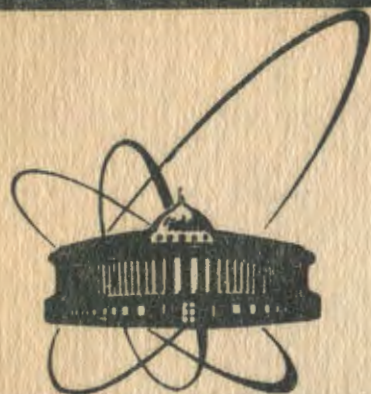


89-10



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

P6-89-10

В.А.Бондаренко, С.Т.Бонева, Э.В.Васильева,
И.Л.Кувага, Ю.П.Попов, П.Т.Прокофьев,
Г.Л.Резвая, А.М.Сухой, В.А.Хитров

ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЕЙ ^{187}W ,
ВОЗБУЖДАЕМЫХ В РЕАКЦИИ $^{186}\text{W}(n, 2\gamma)$

1989

ВВЕДЕНИЕ

Возбужденные состояния ядра ^{187}W в настоящее время изучены в основном с помощью реакции (n, γ) на тепловых и квазимонохроматических ($E_n = 2$ кэВ) нейтронах^{1,2}.

Хотя схема возбужденных состояний этого ядра в¹ приводится до $E_M = 3,1$ МэВ, существует необходимость ее уточнения и проверки другой экспериментальной методикой.

Наиболее подходящим экспериментом такого рода, по-видимому, является³ реакция $(n, 2\gamma)$ — изучение распределений интенсивностей каскадов из двух последовательно испущенных переходов между компаунд-состоянием и группой низколежащих уровней составного ядра.

ЭКСПЕРИМЕНТ

В рамках этой методики реакция $^{186}\text{W}(n, 2\gamma)^{187}\text{W}$ была изучена на пучке медленных нейтронов реактора ИФ АН ЛатвССР.

Спектр сумм амплитуд совпадающих импульсов представлен на рис. 1, а одно из полученных распределений интенсивностей каскадов — на рис. 2. Всего были определены интенсивности и энергии переходов для 235 каскадов.

По методике, изложенной в⁴, в схеме распада ^{187}W размещен 181 каскад, возбуждающий 61 про-

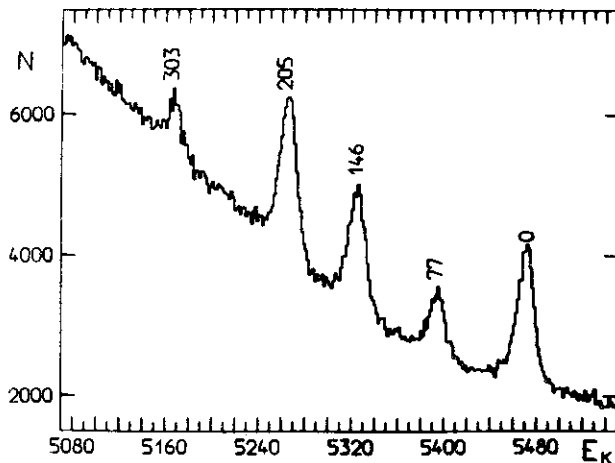


Рис. 1. Спектр сумм амплитуд совпадающих импульсов из реакции $^{186}\text{W}(n, 2\gamma)$. N — число отсчетов, E_K — энергия каскада (кэВ). Отмечены энергии возбуждения конечных уровней каскада.

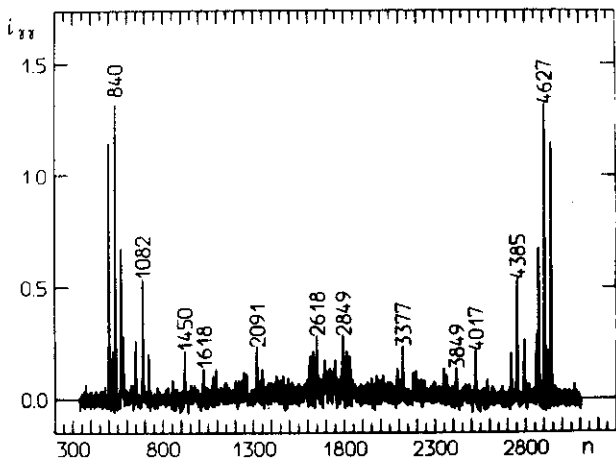


Рис. 2. Распределение интенсивности каскадов с суммарной энергией 5467 кэВ: n — номер канала, $i_{\gamma\gamma}$ — интенсивность каскада. Площадь спектра нормирована на 100.

жуточный уровень этого ядра в диапазоне энергий возбуждения $783 \leq E_M \leq 3378$ кэВ.

Значения энергий E_1 , E_2 каскадных переходов, энергии промежу-

точного уровня E_M и относительной интенсивности $i_{\gamma\gamma}$ всех разрешенных использовавшимися детекторами каскадов приведены в табл. 1.

Абсолютное значение суммы (по промежуточным уровням) $I_{\gamma\gamma}^3 = \sum i_{\gamma\gamma}$ всех имеющихся каскадов между компаунд- и заданным низколежащим уровнем E_f , включая все неразрешенные детекторами каскады малой интенсивности, было определено следующим образом: измеренные нами относительные интенсивности 15 интенсивных первичных переходов в диапазоне энергий $4083 \leq E_\gamma \leq 5322$ кэВ нормированы на величину, равную 26,4% на распад компаунд-состояния ^{187}W . Эта сумма интенсивностей первичных переходов определена на основе данных данной работы¹⁵. Абсолютные интенсивности $A_{\gamma\gamma}$ каскадов, начинающихся переходами 4685, 4650, 4626, 4574, 4447, 4384, 4332 и 4250 кэВ, сопоставлялись со значениями их же относительной интенсивности $i_{\gamma\gamma}$ из табл.1. При определении значений $A_{\gamma\gamma}$ помимо абсолютных значений интенсивностей первичных переходов использовались также данные об относительных интенсивностях вторичных γ -переходов, следующих за указанными выше первичными γ -переходами. Коэффициенты ветвления при распаде каждого промежуточного уровня (заселяемого любым из перечисленных выше первичных переходов) определялись при помощи традиционной методики (γ - γ)-совпадений, т.е. с помощью спектра импульсов, совпадающих с выбранным первичным переходом. Этот спектр строится дополнительно из записанных на магнитной ленте кодов (γ - γ)-совпадений.

АБСОЛЮТНЫЕ ИНТЕНСИВНОСТИ И СТРУКТУРА СОСТОЯНИЙ, СВЯЗЫВАЕМЫХ КАСКАДАМИ

Результаты абсолютной нормировки представлены в табл. 2. Там же представлены и аналогичные величины $I_{\gamma\gamma}^T$, рассчитанные по статистической теории γ -распада. Набор моделей, описывающих плотность уров-

Таблица 1. Энергии E_1 и E_2 каскадных γ -квантов, их относительная интенсивность $I_{\gamma\gamma} \pm \delta I_{\gamma\gamma}$ (проценты от общей интенсивности двухквантовых каскадов с заданной суммарной энергией) и энергия промежуточных уровней $E_M \pm \delta E_M$

N	E_1	E_2	$I_{\gamma\gamma}(\delta I_{\gamma\gamma})$	$E_M(\delta E_M)$
1	2	3	4	5
$E_1 + E_2 = 5467,2 \text{ кэВ}$				
1	4684,8	782,4	9,5(2)	782,7(5)
2	4651,1	816,1	1,7(2)	816,2(4)
3	4627,1	840,1	11,4(2)	840,1(4)
4	4575,4	891,8	5,8(1)	892,0(4)
5	4557,9	909,3	2,0(1)	909,5(6)
6	4479,0	988,2	0,6(1)	987,6(6)
7	4449,0	1018,2	2,3(1)	1018,8(4)
8	4385,2	1082,0	4,8(1)	1081,2(10)
9	4331,9	1135,3	1,5(1)	1135,2(8)
10	4120,6	1346,6	0,7(1)	1346,6(15)
11	4016,8	1450,4	1,9(1)	1451,4(9)
12	3971,9	1495,3	0,3(1)	1494,2(15)
13	3920,3	1546,9	0,4(1)	1546,0(19)
14	3903,3	1563,9	0,3(1)	1564,6(7)
15	3848,9	1618,3	1,3(1)	1619,1(14)
16	3761,0	1706,2	0,9(1)	1706,8(7)
17	3737,3	1729,9	0,9(1)	1728,3(14)
18	3695,5	1771,7	0,5(1)	1773,7(16)
19	3563,0	1904,2	0,6(1)	1905,4(13)
20	3534,0	1933,2	0,7(1)	1933,8(23)
21	3509,8	1957,4	0,9(2)	1957,0(9)
22	3491,2	1976,0	0,8(1)	1974,1(23)
23	3469,7	1997,5	1,1(1)	1997,7(10)
24	3376,3	2090,9	2,3(1)	2091,0(15)
25	3348,6	2118,6	0,6(1)	2118,4(9)
26	3295,5	2171,7	0,4(1)	2171,2(9)
27	3268,3	2198,9	0,5(2)	2199,1(11)
28	3227,0	2240,2	0,4(2)	2241,1(5)
29	3192,8	2274,4	0,9(2)	2273,4(11)

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5
30	3053,3	2413,9	0,4(1)	2413,4(15)
31	2903,7	2563,5	1,5(2)	2563,2(7)
32	2849,2	2618,0	2,5(2)	2619,2(18)
33	2831,9	2635,3	0,6(2)	2636,5(10)
34	2743,0	2724,2	0,5(2)	2725,0(19)
35	2707,5	2759,7	0,7(4)	2759,8(13)
36	2688,2	2779,0	1,6(2)	2778,0(16)
37	2678,8	2788,4	0,9(2)	2788,0(9)
38	2555,1	2912,1	1,3(2)	2911,3(6)
39	2346,6	3120,6	0,5(2)	3120,9(15)
40	2299,0	3168,2	0,4(2)	3174,2(34)
41	2139,3	3327,9	1,3(1)	3328,0(7)
42	4843,2	624,0	0,2(1)	
43	4535,2	932,0	0,3(1)	
44	4489,6	977,6	0,5(1)	
45	3962,7	1504,5	0,5(1)	
46	3929,8	1537,4	0,4(1)	
47	3816,1	1651,1	0,3(2)	
48	3205,8	2261,4	0,7(2)	
49	3143,0	2324,2	0,8(2)	
50	3009,0	2458,2	0,4(1)	
51	2953,2	2514,0	0,4(2)	
52	2881,2	2586,0	2,0(2)	
53	2809,0	2658,2	0,7(2)	
54	2766,1	2701,2	0,7(4)	

$$E_1 + E_2 = 5389,8 \text{ кэВ}$$

1	4650,8	739,0	2,2(4)	816,2(4)
2	4626,9	762,9	7,8(4)	840,1(4)
3	4575,3	814,5	5,6(4)	892,0(4)
4	4557,4	832,4	1,6(4)	909,5(6)
5	4480,2	909,6	1,6(3)	987,6(6)
6	4448,2	941,7	1,7(3)	1018,8(4)
7	4331,7	1058,1	5,1(3)	1135,2(8)
8	4250,2	1139,6	4,9(3)	1216,8(4)
9	4160,3	1229,5	1,4(3)	1307,1(7)
10	4118,5	1271,3	0,5(2)	1346,6(15)
11	4014,9	1374,9	1,2(3)	1451,4(9)
12	3974,0	1415,8	0,5(3)	1494,2(15)

1	2	3	4	5
13	3917,2	1472,6	1,0(3)	1549,7(9)
14	3847,9	1541,9	1,5(3)	1619,1(14)
15	3803,4	1586,4	1,6(3)	1662,9(21)
16	3741,1	1648,7	1,7(3)	1728,3(14)
17	3560,2	1829,6	1,2(4)	1905,4(13)
18	3530,1	1859,7	1,3(4)	1933,8(23)
19	3494,3	1895,5	1,5(4)	1974,1(23)
20	3469,4	1920,4	1,9(4)	1997,7(10)
21	3313,3	2076,5	0,9(4)	2152,6(25)
22	3193,1	2196,7	0,8(4)	2273,4(11)
23	2995,7	2394,1	0,9(4)	2471,8(8)
24	2937,1	2452,7	2,0(4)	2529,4(37)
25	2904,7	2485,1	1,3(4)	2563,2(7)
26	2743,3	2646,5	1,6(4)	2725,0(19)
27	2689,0	2700,8	1,1(4)	2778,0(16)
28	2556,1	2833,7	1,8(4)	2911,3(6)
29	2344,0	3045,8	0,9(4)	3120,9(15)
30	2295,1	3094,7	1,3(4)	3174,2(34)
31	2253,1	3136,7	0,8(4)	3213,5(8)
32	2155,3	3234,5	0,7(4)	3309,1(20)
33	2089,5	3300,3	1,2(4)	3377,5(9)
34	4677,3	712,5	1,4(4)	
35	4375,2	1014,6	0,6(3)	
36	4080,1	1309,7	1,4(2)	
37	4045,8	1344,0	0,9(3)	
38	3422,5	1967,3	1,3(3)	
39	3210,9	2178,9	0,8(4)	

$$E_1 + E_2 = 5321,4 \text{ квВ}$$

1	4684,0	637,5	2,0(3)	782,7(5)
2	4651,0	670,5	2,5(3)	816,2(4)
3	4627,0	694,4	6,5(3)	840,1(4)
4	4575,3	746,2	4,9(3)	892,0(4)
5	4448,7	872,7	2,8(4)	1018,8(4)
6	4387,6	933,8	0,9(2)	1081,2(10)
7	4333,2	988,2	1,3(2)	1135,2(8)
8	4250,4	1071,1	10,9(2)	1216,8(4)
9	4159,2	1162,2	0,4(2)	1307,1(7)
10	4083,4	1238,0	1,0(2)	1383,8(6)

1	2	3	4	5
11	4016,4	1305,0	0,4(2)	1451,4(9)
12	3965,0	1356,4	0,8(2)	1502,4(6)
13	3921,1	1400,4	2,4(2)	1546,0(19)
14	3854,2	1467,3	0,7(2)	1612,1(12)
15	3845,4	1476,1	0,6(2)	1619,1(14)
16	3802,6	1518,8	0,9(2)	1662,9(21)
17	3746,4	1575,0	0,7(2)	1721,2(10)
18	3738,1	1583,3	2,8(2)	1728,3(14)
19	3561,1	1760,3	3,5(2)	1905,4(13)
20	3536,4	1785,0	1,5(2)	1933,8(23)
21	3511,9	1809,5	0,6(2)	1957,0(9)
22	3492,7	1828,7	0,9(2)	1974,1(23)
23	3373,7	1947,7	0,6(2)	2091,0(15)
24	3341,6	1979,8	0,7(2)	2125,2(9)
25	3317,7	2003,8	0,6(2)	2152,6(25)
26	3296,3	2025,1	0,7(2)	2171,2(9)
27	3225,9	2095,6	3,3(2)	2241,1(5)
28	3194,1	2127,4	0,6(2)	2273,4(11)
29	3053,6	2267,9	1,0(2)	2413,4(15)
30	2995,2	2326,3	0,7(3)	2471,8(8)
31	2931,6	2389,9	0,5(2)	2529,4(37)
32	2847,5	2473,9	1,8(3)	2619,2(18)
33	2741,9	2579,5	0,9(3)	2725,0(19)
34	2707,3	2614,1	0,9(3)	2759,8(13)
35	2691,8	2629,6	1,2(3)	2778,0(16)
36	2680,4	2641,0	0,8(3)	2788,0(9)
37	2588,6	2732,9	1,4(3)	2877,9(15)
38	2347,2	2974,2	0,6(3)	3120,9(15)
39	2292,5	3028,9	0,7(2)	3174,2(34)
40	2281,5	3040,0	0,6(2)	3184,2(17)
41	2244,2	3077,2	0,6(2)	3223,4(12)
42	2159,0	3162,4	0,7(2)	3309,1(20)
43	4379,5	941,8	0,7(2)	
44	4308,0	1013,4	0,6(2)	
45	4185,4	1136,0	0,4(2)	
46	3871,8	1449,8	0,7(2)	
47	3707,4	1614,0	0,6(2)	
48	3618,8	1702,5	0,5(2)	
49	3468,3	1853,1	0,4(2)	

1	2	3	4	5
50	3396,9	1924,4	0,5(2)	
51	3382,6	1938,9	0,7(2)	
52	3356,5	1964,9	0,9(2)	
53	3261,1	2060,2	0,5(2)	
54	3236,2	2085,3	0,9(2)	
55	3119,2	2202,2	0,6(2)	
56	3096,4	2225,0	0,6(2)	

$$E_1 + E_2 = 5262,3 \text{ квВ}$$

1	4684,9	577,5	16,6(3)	782,7(5)
2	4651,0	611,4	1,3(4)	816,2(4)
3	4627,3	635,0	3,7(3)	840,1(4)
4	4620,8	641,5	1,5(3)	847,3(13)
5	4574,8	687,6	1,2(2)	892,0(4)
6	4567,2	695,1	1,4(2)	900,1(7)
7	4447,8	814,5	3,1(5)	1018,8(4)
8	4385,9	876,5	3,9(5)	1081,2(10)
9	4331,1	931,3	1,2(2)	1135,2(8)
10	4250,0	1012,3	6,6(2)	1216,8(4)
11	4122,0	1140,3	0,5(2)	1346,6(15)
12	4083,4	1179,0	1,4(2)	1383,8(6)
13	4014,7	1247,7	0,5(1)	1451,4(9)
14	3964,7	1297,7	1,2(2)	1502,4(6)
15	3924,3	1338,1	0,5(2)	1546,0(19)
16	3918,0	1344,3	0,7(2)	1549,7(9)
17	3902,4	1360,0	2,0(2)	1564,6(7)
18	3848,0	1414,3	6,5(2)	1619,1(14)
19	3808,1	1454,2	0,7(2)	1662,9(21)
20	3759,7	1502,6	0,8(2)	1706,8(7)
21	3745,7	1516,6	0,8(2)	1721,2(10)
22	3739,0	1523,4	2,0(2)	1728,3(14)
23	3692,6	1569,7	0,8(2)	1773,7(16)
24	3560,7	1701,6	2,5(2)	1905,4(13)
25	3532,8	1729,5	1,3(2)	1933,8(23)
26	3510,7	1751,6	0,5(2)	1957,0(9)
27	3497,0	1765,3	0,7(2)	1974,1(23)
28	3469,9	1792,4	2,8(2)	1997,7(10)
29	3376,6	1885,7	1,0(2)	2091,0(15)
30	3342,7	1919,6	0,6(2)	2125,2(9)

1	2	3	4	5
31	3314,9	1947,4	0,5(2)	2152,6(25)
32	3226,1	2036,2	2,5(2)	2241,1(5)
33	3195,6	2066,7	1,0(3)	2273,4(11)
34	3056,3	2206,1	0,5(2)	2413,4(15)
35	2995;4	2266,9	1,0(2)	2471,8(8)
36	2939,2	2323,2	1,8(3)	2529,4(37)
37	2849,5	2412,8	0,9(3)	2619,2(18)
38	2829,8	2432,5	0,8(2)	2636,5(10)
39	2738,6	2523,7	1,0(3)	2725,0(19)
40	2591,3	2671,0	0,6(2)	2877,9(15)
41	2556,6	2705,8	0,9(3)	2911,3(6)
42	2290,9	2971,4	1,4(2)	3174,2(34)
43	2281,1	2981,3	0,5(2)	3184,2(17)
44	2242,5	3019,8	0,5(2)	3223,4(12)
45	2138,2	3124,1	0,6(2)	3328,0(7)
46	2089,8	3172,5	1,0(3)	3377,5(9)
47	4155,0	1107,2	0,9(2)	
48	4025,1	1237,2	0,4(1)	
49	3772,5	1489,8	0,6(2)	
50	3643,1	1619,2	0,4(2)	
51	3612,6	1649,7	0,4(2)	
52	3575,7	1686,6	1,0(2)	
53	3411,0	1851,2	0,6(2)	
54	3332,1	1930,1	0,5(2)	
55	3031,0	2231,3	0,6(2)	
56	2840,3	2421,9	1,7(2)	
57	2781,8	2480,5	0,5(2)	
58	2746,4	2515,8	0,9(3)	

$$E_1 + E_2 = 5163,9 \text{ квВ}$$

1	4618,4	545,5	3,4(9)	847,3(13)
2	4575,0	588,9	5,8(9)	892,0(4)
3	4566,8	597,0	2,9(9)	900,1(7)
4	4448,3	715,5	4,0(7)	1018,8(4)
5	4251,0	912,9	7,8(17)	1216,8(4)
6	3856,5	1307,4	1,3(5)	1612,1(12)
7	3804,6	1359,3	1,4(5)	1662,9(21)
8	3563,6	1600,3	3,2(8)	1905,4(13)
9	3530,9	1633,0	2,7(8)	1933,8(23)
10	3509,9	1653,9	2,6(7)	1957,0(9)

1	2	3	4	5
11	3467,7	1696,2	1,6(6)	1997,7(10)
12	3349,1	1814,8	1,9(7)	2118,4(9)
13	3310,8	1853,1	1,9(8)	2152,6(25)
14	3267,4	1896,5	1,6(7)	2199,1(11)
15	3226,1	1937,8	5,3(8)	2241,1(5)
16	2845,0	2318,8	2,5(8)	2619,2(18)
17	2348,1	2815,8	2,0(10)	3120,9(15)
18	2284,4	2879,5	2,6(7)	3184,2(17)
19	2253,9	2910,0	3,7(7)	3213,5(8)
20	4625,8	538,0	5,9(10)	
21	4149,7	1014,1	2,4(5)	
22	3742,4	1421,5	4,2(5)	
23	3485,6	1678,3	1,9(7)	
24	3374,8	1789,0	2,4(6)	
25	3335,1	1828,7	2,2(7)	
26	3242,2	1921,6	2,1(8)	
27	3167,0	1996,9	1,5(8)	
28	3071,0	2092,9	3,9(7)	

Таблица 2. Энергии E_K двухквантовых каскадов, возбуждающих конечный уровень E_f со структуры $J^{\pi}K [Nn_z\Lambda]$; $I_{\gamma\gamma}^p$ и $I_{\gamma\gamma}^r$ – экспериментальная и рассчитанные суммы интенсивностей всех возможных двухквантовых каскадов, возбуждающих уровень E_f (проценты на распад компаунд-состояния)

E_K , кэВ	E_f , кэВ	$J^{\pi}K [Nn_z\Lambda]$	$I_{\gamma\gamma}^p$	$I_{\gamma\gamma}^r$
5466	0	$3/2^- 3/2 [512]$	$12,6 \pm 1,3$	10,5
5389	77	$5/2^- 3/2 [512]$	$5,6 \pm 0,5$	4,6
5320	146	$1/2^- 1/2 [510]$	$9,5 \pm 1,0$	7,1
5261	205	$3/2^- 1/2 [510]$	$10,7 \pm 0,6$	7,0
5163	303	$5/2^- 1/2 [510]$	$5,1 \pm 1,0$	2,9
Сумма			$43,5 \pm 2,1$	32,1

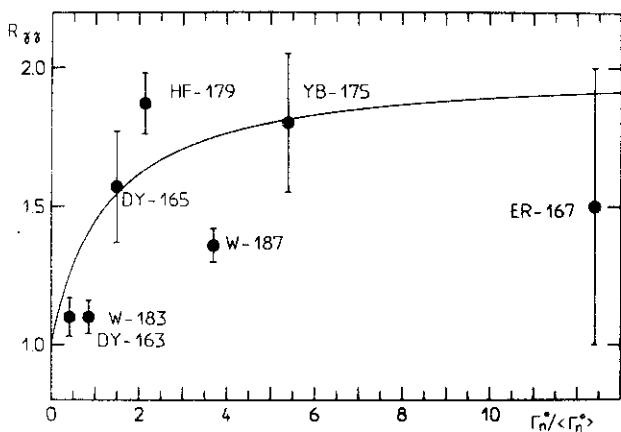


Рис. 3. Зависимость превышения $R_{\gamma\gamma} = \Sigma I_{\gamma\gamma}^3 / \Sigma I_{\gamma\gamma}^T$ экспериментальных интенсивностей каскадов над расчетными значениями в функции относительного значения приведенной нейтронной ширины Γ_n^0 компаунд-состояния. Кривая — возможная форма теоретической зависимости, полученная в предположении о корреляции части парциальных ширин первичных переходов каскадов и значений Γ_n^0 -резонансов.

ней ниже энергии связи нейтрона и предсказывающих энергетическую зависимость парциальных радиационных ширин переходов мультипольности E1, M1 и E2, был взят при этом аналогично работам^{16, 8'}. Сумма интенсивности по конечным уровням $\Sigma I_{\gamma\gamma}^3$ на $(36 \pm 6)\%$ превышает значение $\Sigma I_{\gamma\gamma}^T$, предсказываемое расчетом. Следует отметить, что в соседнем ядре ^{183}W аналогичное отношение составляет $\Sigma I_{\gamma\gamma}^3 / \Sigma I_{\gamma\gamma}^T = 1,10 \pm 0,07$.

Возможное объяснение заметного превышения $\Sigma I_{\gamma\gamma}^3$ над $\Sigma I_{\gamma\gamma}^T$, наблюдаемое в ряде ядер, дано в^{17'} — корреляция части парциальных ширин $\Gamma_{\lambda g}$ первичных переходов и приведенных нейтронных ширин Γ_n^0 -резонансов, ответственных за захват тепловых нейтронов.

На рис. 3 представлена зависимость отношения $R_{\gamma\gamma} = \Sigma I_{\gamma\gamma}^3 / \Sigma I_{\gamma\gamma}^T$ в функции относительного превышения "эффективной" приведенной нейтронной ширины $\Gamma_n^0 = \Sigma \Gamma_{ni}^0 \sigma_i / \Sigma \sigma_i$ к среднему значению $\langle \Gamma_n^0 \rangle$ для данного ядра. Усреднение выполнено по вкладу σ_i резонанса номер i в полное сечение захвата тепловых нейтронов. Соответствующие данные взяты из^{19'}. Видно, что в ^{187}W , как и ранее в ^{165}Dy , ^{175}Yb , ^{179}Hf , наблюдается усиление интенсивностей двухквантовых каскадов, видимо, коррелированное с превышением Γ_n^0 над его средним значением.

Из анализа, проделанного в^{10'}, вытекает, что интенсивности первичных переходов при распаде компаунд-состояния ^{187}W определяются относительно большими малоквазичастичными компонентами волновой функции этого состояния, даже при достаточно высоких ($E_M \leq 3$ МэВ) возбуждениях. Из этого анализа также следует, что малоквазичастичные компоненты волновой функции компаунд-состояния ^{187}W (скорее всего, нейтронной одночастичной) должны играть большую роль

в его распаде, чем в случае ^{183}W , из-за относительно малого значения Γ_n^0 -резонанса, определяющего захват тепловых нейтронов в ^{183}W (рис. 3).

Поэтому можно ожидать, что в процессе каскадного распада ^{187}W с большей вероятностью возбуждается система промежуточных уровней с относительно большими малоквазичастичными компонентами их волновых функций. Другими словами, возможно, что при каскадном распаде компаунд-состояний близких по своим свойствам ядер ^{183}W и ^{187}W (деформация, энергия каскадов и т.д.) наблюдаются наборы промежуточных уровней различной структуры.

СХЕМА РАСПАДА КОМПАУНД-СОСТОЯНИЯ ^{187}W

Найденная нами схема распада ^{187}W неплохо совпадает с полученными ранее. Тем не менее наблюдаются и отдельные расхождения.

1) Некоторые уровни, приведенные в^{1, 2}, отсутствуют в наших данных. Основная причина — малая интенсивность каскада (не превышающая $3 \cdot 10^{-4}$ случаев на распад компаунд-состояния), либо вторичные переходы каскада имеют энергию, меньшую пороговой энергии нашего эксперимента $E_\gamma = 520$ кэВ, либо их спин превышает величину $I = 3/2$, либо они распадаются с возбуждением уровней $E_f > 303$ кэВ.

Это уровни, наблюдаемые при взаимодействии резонансных нейтронов с ядром $^{186}\text{W}^{1/2}$, следующие: $E_M = 762, 803, 860, 867, 915, 1272, 1331, 1415$ и 1487 кэВ.

2) В то же время в реакции $(n, 2\gamma)$ по алгоритму⁴ выявлены уровни $E_M = 900, 1494, 1549, 1612, 1721, 1774$ и ряд более высоко лежащих состояний составного ядра до энергии возбуждения $E_M = 3378$ кэВ. Уровень $E_M = 900$ кэВ возбуждается первичным переходом с интенсивностью, на порядок меньшей интенсивности прямого перехода на состояние $E_M = 892$ кэВ. Возможность его выявления обуславливается применяемым при обработке экспериментальных данных $(\gamma\gamma)$ -совпадений методом улучшения разрешения¹¹. Пять уровней с энергией возбуждения $1494 \leq E_M \leq 1774$ кэВ возбуждаются каскадами малой интенсивности $i_{\gamma\gamma} = (5-15)10^{-4}$ случаев на распад основного состояния. Возможность их выделения определяется тем обстоятельством, что в анализируемых распределениях интенсивностей каскадов с данной суммарной энергией¹² (см. рис. 2) имеются только пики полного поглощения энергии каскадных переходов.

Более высоко лежащие уровни ($E_M \geq 2$ МэВ) с достаточно высокой степенью достоверности их наблюдения¹² устанавливаются практически только при изучении реакции $(n, 2\gamma)$.

Таблица 3. Среднее значение энергии первичного перехода $\langle E_1 \rangle$, энергия промежуточного уровня E_M и интенсивность $I_{\gamma\gamma}$ каскадов с заданной суммарной энергией $E_1 + E_2$ (на 10^6 распадов компаунд-состояния)

$E_1 + E_2 =$						
5467 5390 5321 5262 5164 кэВ						
E_1	E_M	$I_{\gamma\gamma}$				
1	2	3	4	5	6	7
4843,2	624,0	290				
4684,5	782,7	11932		1909	16932	
4677,3	789,9		756			
4651,0	816,2	2180	1226	2394	1336	
4627,1	840,1	14377	4374	6137	3743	
4625,8	841,4					2989
4619,9	847,3				1550	1749
4575,2	892,0	7258	3136	4617	1214	2943
4567,1	900,1				1469	1459
4557,7	909,5	2558	890			
4535,2	932,0	353				
4489,6	977,6	643				
4479,6	987,6	806	896			
4448,4	1018,8	2860	969	2622	3203	2045
4386,0	1081,2	5985		846	3937	
4379,5	1087,7			713		
4375,2	1092,0		347			
4332,0	1135,2	1865	2850	1264	1265	
4308,0	1159,2			542		
4250,4	1216,8		2772	10327	6742	3983
4185,4	1281,8			418		
4160,1	1307,1		806	390		
4155,0	1312,2				918	
4149,7	1317,5					1209
4120,6	1346,6	857	297		541	
4083,4	1383,8			988	1377	
4080,1	1387,1		756			
4045,8	1421,4		476			
4025,1	1442,1				408	
4015,8	1451,4	2419	650	370	551	
3973,0	1494,2	340	302			
3964,8	1502,4			798	1265	
3962,7	1504,5	605				
3929,8	1537,4	454				
3921,2	1546,0	554		2252	520	
3917,5	1549,7		582		694	
3902,6	1564,6	416			1989	
3871,8	1595,4			674		
3855,1	1612,1			684		653
3848,1	1619,1	1638	862	523	6671	
3816,1	1651,1	416				
3804,3	1662,9		918	855	704	724
3772,5	1694,7				663	
3760,4	1706,8	1147			816	
3746,0	1721,2			713	857	
3742,4	1724,8					2122
3738,9	1728,3	1159	930	2641	2071	
3707,4	1759,8			589		

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7
3693,5	1773,7	592			806	
3643,1	1824,1				388	
3618,8	1848,4			484		
3612,6	1854,6				408	
3575,7	1891,5				989	
3561,8	1905,4	756	689	3325	2550	1642
3533,4	1933,8	844	722	1434	1295	1357
3510,2	1957,0	1121		523	520	1311
3493,1	1974,1	970	851	874	745	
3485,6	1981,6					979
3469,5	1997,7	1361	1047		2825	831
3468,3	1998,9			399		
3422,5	2044,7		717			
3411,0	2056,2				602	
3396,9	2070,3			475		
3382,6	2084,6			656		
3376,2	2091,0	2835		551	1061	
3374,8	2092,4					1239
3356,5	2110,7			817		
3348,8	2118,4	693				974
3342,0	2125,2			665	571	
3335,1	2132,1					1142
3332,1	2135,1				500	
3314,6	2152,6		487	542	530	944
3296,0	2171,2	542		713		
3268,1	2199,1	617				831
3261,1	2206,1			513		
3242,2	2225,0					1071
3236,2	2231,0			855		
3226,1	2241,1	491		3107	2570	2688
3210,9	2256,3		470			
3205,8	2261,4	895				
3193,8	2273,4	1109	442	608	1040	
3167,0	2300,2					745
3143,0	2324,2	1033				
3119,2	2348,0			523		
3096,4	2370,8			580		
3071,0	2396,2					1984
3053,8	2413,4	529		960	479	
3031,0	2436,2				561	
3009,0	2458,2	504				
2995,4	2471,8		487	703	989	
2953,2	2514,0	529				
2937,8	2529,4		1120	437	1805	
2904,0	2563,2	1840	734			
2881,2	2586,0	2457				
2848,0	2619,2	3200		1710	959	1280
2840,3	2626,9				1765	
2830,7	2636,5	756			816	
2809,0	2658,2	857				
2781,8	2685,4				520	
2766,1	2701,1	869				
2746,4	2720,8				959	
2742,2	2725,0	668	902	903	1000	
2707,4	2759,8	844		855		
2689,2	2778,0	1966	633	1102		
2679,2	2788,0	1096		798		
2589,3	2877,9			1340	592	
2555,9	2911,3	1613	1019		898	

Продолжение табл.3

1	2	3	4	5	6	7
2346,3	3120,9	630	532	551		1025
2293,0	3174,2	517	717	665	1469	
2283,0	3184,2			523	530	1321
2253,7	3213,5		470			1887
2243,8	3223,4			599	469	
2158,1	3309,1		403	703		
2139,2	3328,0	1613			581	
2089,7	3377,5		666		1040	

Примечание: не размещенные в схеме распада каскады включены в таблицу в предположении, что их жесткий переход является первичным.

3) Сопоставление схем распада уровней $782 \leq E_M \leq 1384$ кэВ показывает, что предлагаемая нами схема их разрядки отличается от приведенной в ¹¹ для уровней $E_M = 782, 892, 1018, 1307, 1347$ и 1384 кэВ. Если при этом для уровней 782 и 892 кэВ в отличие от ¹¹ введены малоинтенсивные переходы на состояния $E_f = 146$ и 205 кэВ соответственно, то схема разрядки уровней 1347 и 1384 кэВ, предложенная в ¹¹, нашим данным не соответствует полностью.

4) Помимо размещенных по алгоритму ⁴ 181 каскада в табл. 1 приведены также энергии переходов еще 44 каскадов, не размещенных в схеме распада ¹⁸⁷W.

Поскольку для этих каскадов однозначно определены уровни, которыми они заканчиваются, постольку эта информация может быть использована при конструировании схем γ -распада методом Ритца при использовании более точных значений энергии переходов, измеренных в реакции (n, γ) как с помощью кристалл-дифракционного, так и одиночного полупроводникового детекторов.

Интенсивность всех 235 каскадов приводится в табл.3. Не размещенные в схеме распада каскады включены в нее в предположении, что первичным их переходом является более жесткий переход.

ЛИТЕРАТУРА

1. Nuclear Data Sheets, 1982, No.36, p.559.
2. Bruce A.M., Hicks D., Warner D.D. – Nuclear Physics, 1987, A465, p.221.
3. Бонева С.Т. и др. – Изв. АН СССР, сер. физ., 1988, т.52, с.2082.
4. Попов Ю.П. и др. – Изв. АН СССР, сер. физ., 1984, т.48, с.891.

5. *Nuclear Data Tables*, 1971, v.26, p.511.
6. Васильева Э.В. и др. – *ЯФ*, 1986, т.44, с.857.
7. Boneva S.T. et al. – *Z. Phys.*, 1988, A330, p.153.
8. Бонева С.Т. и др. – *ОИЯИ*, Р6-88-118, Дубна, 1988.
9. Mughabghab S.F. – *Neutron Cross Sections*, 1984, v.1, Part.B, New York, Academic Press.
10. Бонева С.Т. и др. – *ОИЯИ*, Р3-88-513, Дубна, 1988.
11. Суховой А.М., Хитров В.А. – *ПТЭ*, 1984, №5, с.27.
12. Богдзель А.А. и др. – *ОИЯИ*, Р15-82-706, Дубна, 1982.

Рукопись поступила в издательский отдел
9 января 1989 года.