

C347.16  
A-139

23/1

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P6 - 5132



А.А. Абдуразаков, К.Я. Громов,  
Т.А. Исламов, Х. Штрусный

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

ВОЗБУЖДЕННЫЕ СОСТОЯНИЯ  
ДЕФОРМИРОВАННЫХ ЯДЕР С 93-им, 95-ым  
И 97-ым НЕЙТРОНАМИ.

2. РАСПАД  $^{163}\text{Tm} \rightarrow ^{163}\text{Er}$

1970

Р6 - 5132

А.А. Абдуразаков, К.Я. Громов,  
Т.А. Исламов, Х. Штрусный

ВОЗБУЖДЕННЫЕ СОСТОЯНИЯ  
ДЕФОРМИРОВАННЫХ ЯДЕР С 93-им, 95-ым  
И 97-ым НЕЙТРОНАМИ.  
2. РАСПАД  $^{163}\text{Tm} \rightarrow ^{163}\text{Er}$



Настоящей работой мы продолжаем публикацию результатов изучения распада изотопов тулия с нечётными массовыми числами. Результаты исследования распада  $^{161}\text{Tm}$  и  $^{165}\text{Tm}$  опубликованы в/1,2/.

Изотоп  $^{163}\text{Tm}$  ( $T_{1/2} = 2$  часа) был открыт Хармацем и др./3/ при облучении окиси эрбия, обогащенной  $^{164}\text{Er}$ , протонами с энергией 20 Мэв. Правильность приписания этому изотопу массового числа была подтверждена в/4,5,6/. Бьернхольм и др./4/ исследовали гамма-спектр  $^{163}\text{Tm}$ , полученного из окиси эрбия, облученной протонами с энергией 65 Мэв. Отделение  $^{163}\text{Tm}$  производилось на масс-сепараторе. Период полураспада, по данным этой работы, равен  $(1,8 \pm 0,1)$  час. Значение измеренного в/7/ по убыванию интенсивности сильных конверсионных линий периода полураспада  $^{163}\text{Tm}$  совпало со значением из/4/, составляющим  $(1,8 \pm 0,1)$  час.

Спектр конверсионных электронов  $^{163}\text{Tm}$  до 600–650 кэв изучался с помощью бета-спектрографов в работах/8,9/. В области энергий выше 600 кэв для изучения конверсионных электронов использовались бета-спектрометры /7,10/. Гамма-спектр с помощью германиевого гамма-спектрометра исследовался только в/10/.

Позитроны при распаде  $^{163}\text{Tm}$  изучались в/11/ и /12/. Было установлено, что позитронный спектр – сложный, состоит из двух компонент с граничными энергиями  $(1050 \pm 30)$  кэв и  $(710 \pm 40)$  кэв и относительными интенсивностями 100 и 30 соответственно. Отношение интенсивности позитронов к суммарной интенсивности электронов К-линий гамма-переходов с энергиями 655,5 и 666,3 кэв равно  $(4,7 \pm 1,3)$ .

Информация об уровнях  $^{163}\text{Er}$ , возбуждающихся в реакциях  $(d, p)$  и  $(d, t)$ , а также  $(\alpha, xn)$ , содержится в работах Тьома и Элбека/13/ и Хьорта и Риде/14/.

В настоящей работе мы продолжали исследования спектров конверсионных электронов и гамма-лучей  $^{163}\text{Tm}$ .

### Условия экспериментов и результаты

Условия, при которых выполнены настоящие исследования, описаны в/1/. Ограничимся поэтому только краткими замечаниями. Изотоп  $^{163}\text{Tm}$  мы получали при облучении танталовой мишени протонами с энергией 680 Мэв на внутреннем пучке синхроциклотрона ОИЯИ. Длительность облучения мишеней обычно составляла 2 + 4 часа. Спектры конверсионных электронов изучались с помощью бета-спектрографов с постоянным однородным магнитным полем ( $R \cong 0,05\%$ ); гамма-спектры - с помощью германиевых полупроводниковых гамма-спектрометров (объем детекторов 6,4 см<sup>3</sup> и 30 см<sup>3</sup>, разрешение 4,0 и 3,5 кэв). При исследовании спектра конверсионных электронов применялся источник, который наряду с  $^{163}\text{Tm}$  содержал и другие изотопы тулия, образующиеся при облучении тантала протонами. Для исследования гамма-спектра использовался препарат  $^{163}\text{Tm}$ , отделенный от других изотопов на масс-сепараторе/18/.

Результаты изучения спектров конверсионных электронов и гамма-лучей  $^{163}\text{Tm}$  представлены в табл. 1. Обнаружено 60 новых гамма-переходов. Значения энергии гамма-переходов найдены главным образом в результате измерений спектра конверсионных электронов. Погрешности в определении относительных интенсивностей линий конверсионных электронов обычно не превышают тридцати процентов (если перед значением интенсивности стоит знак приблизительно, погрешность больше). Точность определения отношений интенсивностей линий, близких по энергии и интенсивности, лучше и может достигать  $\approx 10\%$ . Относительные интенсивности гамма-лучей даются с точностью  $\approx 15\%$ .

В табл. 2 приведены результаты определения мультипольностей гамма-переходов. Теоретические значения коэффициентов внутренней конверсии

и их отношений определялись по таблицам/15/. Для приведения интенсивностей гамма-лучей и конверсионных электронов к одной шкале использованы данные о гамма-переходе 471,1 кэВ. Этот переход, установленный на основании отношений конверсии на  $K, -L_I, -L_{II}$  и  $L_{III}$ -подоболочках (см. табл. 2), - типа  $M1$ . Значение  $a_k$  для этого перехода равно 0,035 и было использовано для связи шкал. Определены или оценены мультипольности большинства гамма-переходов.

### Схема распада $^{163}Tm$

При построении схемы распада  $^{163}Tm$  (рис. 1) мы исходили из наших результатов изучения гамма-спектра и спектра конверсионных электронов  $^{163}Tm$ , данных, полученных при исследовании позитронного спектра  $^{163}Tm$  /12/, а также ядерных реакций типа  $(dp)$  и  $(dt)$  /13/ и  $(\alpha, xn)$  /14/. Высокая точность определения энергии гамма-переходов и определение их мультипольности позволили уточнить энергию уровней и повысить надежность их идентификации.

Спин основного состояния  $^{163}Tm$  измерен и равен  $1/2^-$  /16/. Это значит, что, как и другие изотопы тулия с нечетным  $A$ ,  $^{163}Tm$  в основном состоянии характеризуется нильссоновским состоянием  $1/2^+$  /411/.

Состояния  $5/2^-$  /523/,  $3/2^-$  /521/ и  $1/2^-$  /521/ в ядре  $^{163}Er$  и уровни ротационных полос, связанных с этими состояниями, были установлены ранее в /7,8,10,13,14/. Обнаружен ряд переходов между этими уровнями: 58,35, 133,50 и 323,9 кэВ; впервые определены мультипольности нескольких переходов между этими уровнями: 80,44 ( $M1$ ), 249,4 ( $M1+E2$ ), 165,40 ( $M1$ ), 145,1 ( $E2$ ), 85,12 ( $M1+E2$ ), 345,6 ( $E2$ ), 439,5 ( $M1$ ), 355,6 ( $E2$ ), 190,00 ( $M1$ ) кэВ.

Некоторые разногласия имелись при интерпретации состояния типа  $5/2^+$  /642/. Хармац и др. /8/ предполагали, что энергия этого состояния в  $^{163}Er$  22,3 кэВ ( $E1$ ). В /7/ было показано, что это предположение малобоснованно; а в /10/ для энергии этого состояния приведено значение 69,2 кэВ. Результаты настоящей работы подтверждают его правильность.

Действительно, мультипольности перехода в основное состояние ( $E_1$ ) и перехода с уровня 1538 кэв ( $3/2^+$ ) на уровень 69,2 кэв -  $M_1$  определяют положительную четность последнего и ограничивают выбор спина значениями  $3/2$  и  $5/2$ . Значение  $3/2$ , очевидно, можно исключить, так как уровень 69,2 кэв практически не заселяется путем прямого бета-распада  $^{163}\text{Tm}$ . В  $13/$  и  $14/$  наблюдаются ротационные уровни этого состояния: 91,4 кэв ( $7/2^+$ ) и 120 кэв ( $9/2^+$ ). Мы наблюдаем слабые гамма-переходы, которые могут возникать при разрядке этих уровней, энергия которых, по нашим данным, равна 91,5 кэв ( $7/2^+$ ) и 120,3 кэв ( $9/2^+$ ).

Тьом и Элбек/ $14/$  наблюдали состояния  $3/2^- /402/-46$  кэв и  $1/2^- /400/ - 541$  кэв. Используя полученные нами данные, можно предположить, что эти уровни заселяются и при распаде  $^{163}\text{Tm}$ . Такое же предположение может быть сделано об уровне 609,1 кэв -  $5/2^- /512/$ , также обнаруженном в  $14/$ .

Данные об энергиях и мультипольностях гамма-переходов (табл. 1 и 2) позволяют ввести для  $^{163}\text{Er}$  уровень с энергией 683,8 кэв, с которого идет на более низкие уровни пять переходов; сверху он заселяется тремя гамма-переходами. Мультипольности переходов с этого уровня позволяют установить, что четность его отрицательна; возможные значения спина -  $3/2$  или  $5/2$ . Можно предположить, например, что этот уровень связан с состоянием  $3/2^- /532/$ .

Тьом и Элбек/ $14/$  наблюдали ротационные уровни состояния  $1/2^- /530/$  со спинами  $3/2$ ,  $5/2$  и  $7/2$ . На основе полученных данных о спектре  $^{163}\text{Tm}$  можно утверждать, что при распаде возбуждаются следующие уровни ротационной полосы этого состояния:  $1/2^- /530/ - 816,3$  кэв;  $3/2^- /530/ - 855,7$  кэв и  $5/2^- /530/ - 874$  кэв. Основной уровень этой полосы в  $14/$  не наблюдался. По нашим данным этот уровень устанавливается тремя гамма-переходами. Достаточно точно устанавливаются его спин и четность.

При распаде  $^{163}\text{Tm}$  возбуждаются уровни ротационной полосы состояния  $1/2^- /510/ - 1069,5 - 1/2^-$ ;  $1098$  кэв -  $3/2^-$ ;  $1184$  кэв -  $5/2^-$  и  $1243$  кэв -  $7/2^-$ . Уровни этой полосы наблюдались в реакциях  $(dp)$  и  $(dt)$  в работе/ $14/$ . Наши данные уточняют энергии уровней (например, вместо  $1074$  кэв -  $1069,5 \pm 1,0$  кэв) и позволяют установить характер их разрядки.

Совпадения сумм энергий гамма-переходов с точностью лучше чем 0,1%, а также в ряде случаев совпадения в пределах погрешности с данными об энергиях в реакциях  $(dp)$  и  $(dt)$  /14/ позволяют ввести уровни  $^{163}\text{Er}$  с энергиями 1274 кэВ ( $3/2$  или  $5/2^-$ ), 1369 кэВ ( $3/2^+$ ), 1528 кэВ ( $3/2$ ,  $5/2$  или  $7/2^-$ ), 1538 кэВ ( $3/2^+$ ), 1628 кэВ ( $1/2$ ;  $3/2$  или  $5/2^+$ ), 1722 кэВ ( $1/2$  или  $3/2^+$ ), 1750 кэВ ( $3/2^+$ ), 1802 кэВ ( $1/2$  или  $3/2^+$ ), 1803,3 кэВ ( $1/2$ ,  $3/2$  или  $5/2^+$ ), 1870 кэВ ( $1/2$  или  $3/2^+$ ) и 1938 кэВ (в скобках указаны возможные значения спина и чётности уровней).

Значения уровней с энергиями 1241, 1310 и 1400 кэВ, введенные в /10/ на основе совпадений сумм энергий гамма-переходов, данными настоящей работы не подтверждаются.

Построенная таким образом схема распада  $^{163}\text{Tm}$  включает в себя 94 из 127 наблюдаемых при распаде этого ядра перехода. Не размещены в схеме распада 33 относительно слабых по интенсивности гамма-перехода.

В седьмой колонке табл. 1 приведены интенсивности гамма-переходов (сумма интенсивностей гамма-лучей и конверсионных электронов в процентах на один распад ядра  $^{163}\text{Tm}$ ). При этом за меру полного числа (100%) распадов принята суммарная интенсивность гамма-переходов в основное состояние. Считалось, что интенсивностью бета-распада в основное состояние  $^{163}\text{Er}$  (уникальный бета-переход первого запрещения  $1/2^+ \rightarrow 5/2^-$  с  $\log ft \approx 7,5$ ) можно пренебречь. Суммарная интенсивность неразмещенных гамма-переходов при этом оказалась равной 17%. Вычислены интенсивности бета-распада и электронного захвата на уровне  $^{163}\text{Er}$ . Полученные числа приведены на схеме распада (рис. 1).

Для вычисления матричных элементов при бета-распаде на уровне  $^{163}\text{Er}$  необходимо знать разность масс ядер  $^{163}\text{Tm} \rightarrow ^{163}\text{Er}$ . Как было указано выше, согласно /12/, при распаде  $^{163}\text{Tm}$  возникают позитроны с граничными энергиями  $(1050 \pm 30)$  кэВ и  $(680 \pm 50)$  кэВ. Исходя из указанных на рис. 1 интенсивностей бета-распада на уровне  $^{163}\text{Er}$ , следует заключить, что эти позитронные компоненты связаны с распадом на уровни 104,3; 404 и 439,5 кэВ. Таким образом, энергия распада  $^{163}\text{Tm}$  равна:

$$104,3 \text{ кэВ} + 1050 \text{ кэВ} + 1022 \text{ кэВ} = (2175 \pm 30) \text{ кэВ.}$$

Используя эту разность масс, мы вычислили значения  $\log f_T$  для бета-распада на некоторые уровни  $^{163}\text{Er}$ . Полученные значения  $\log f_T$  хорошо согласуются с проведенной выше идентификацией уровней. Отметим, что низкие значения  $\log f_T$  для уровней 1369 и 1538 кэВ позволяют исключить определяемое на основе мультипольностей переходов значение спина  $5/2$ . Спин и чётность этих уровней устанавливается однозначно:  $3/2^+$ .

Как уже отмечено было в/12/, особое место при распаде  $^{163}\text{Tm}$  занимают уровни 1538 и 1802 кэВ. Матричные элементы для бета-распада на эти уровни велики ( $\log f_T$  равны 5,1 и 4,9 соответственно). В/12/ было указано, что это обстоятельство можно понять только в том случае, если допустить в этих состояниях примесь трехквaziчастичных состояний типа  $5/2^- /523/$ ,  $p 7/2^- /523/$   $p 1/2^+ /411/$ . В этой работе эти выводы полностью подтверждаются. Сняты некоторые противоречия, имевшиеся в/12/ об уровне 1804 кэВ. Оказалось, что этот уровень двойной. Один из этих уровней, 1802,0 кэВ, — трехквaziчастичный, типа  $3/2^+$ . Второй, 1803,3 кэВ, — иной природы. Он имеет отрицательную чётность. Этим было снято противоречие, заключавшееся в том, что по данным/12/ с уровня  $3/2^+$  1804 кэВ на основное состояние  $^{163}\text{Er}$   $5/2^- /523/$  идет переход типа  $M1$ . В связи с тем, что разрядка уровня 1869,7 кэВ происходит на те же уровни полосы  $1/2^- /521/$ , что и для уровня 1802 кэВ, можно предположить, что этот уровень является ротационным, связанным с уровнем 1802 кэВ.

Подтверждается предположение, сделанное в работе/17/, о том, что характер разрядки трехквaziчастичных состояний 1538 кэВ ( $3/2^+$ ) и 1802 кэВ ( $1/2^+$ ) можно объяснить заметной примесью к этим состояниям октупольных вибраций, связанных с состояниями  $3/2^- /521/$  и  $1/2^- /521/$  соответственно. На рис. 2 представлен анализ структуры уровней 1538 кэВ и 1802,0 кэВ, сделанный при учёте взаимодействия фононов чётно-чётного остова ядра  $^{162}\text{Er}$  с квазичастицами нечётного ядра  $^{163}\text{Er}$  на основе наших данных и расчётов в/17/.

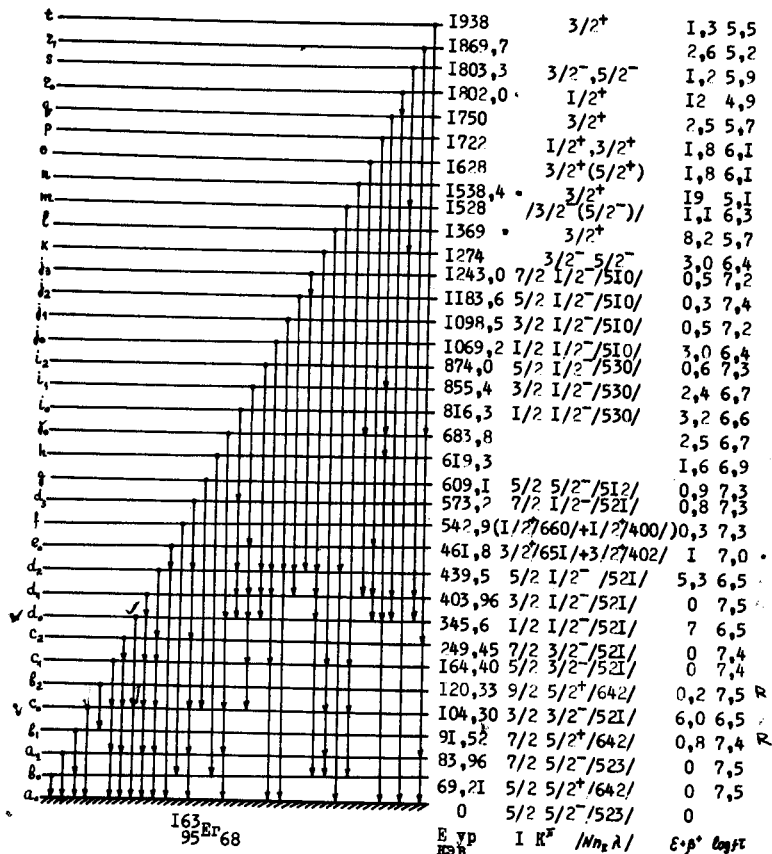
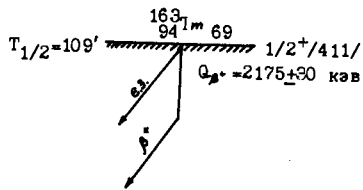


1. А.А. Абдумаликов, А.А. Абдуразаков, К.Я. Громов, Т.А. Исламов, Х. Штрусный. Препринт ОИЯИ, 6-4393, Дубна, 1969.
2. А.А. Абдуразаков, К.Я. Громов, В. Звольска, Т.А. Исламов, Х. Штрусный. Препринт ОИЯИ, Р6-4889, Дубна, 1970.
3. В. Harnatz, T.H. Handley, J. W. Mihelich. *Phys.Rev.*, 111, 1082(1959).
4. S. Bjornholm, H.L. Nielsen, O.B. Nielsen, G. Sidenius, O. Scilbreit, A. Svanheder. *J. Inorg. Nucl. Chem.*, 21, 193 (1961).
5. H.S.D. Buteement, P. Glentworth. *J. Inorg.Nucl.Chem.*, 15, 205(1960).
6. Б. Далхсурен, Л.М. Гвоздева, М.Я. Кузнецова, П.Ю. Левенберг, Ю.В. Норсеев, В.Н. Покровский, П.А. Ютландов. Материалы III совещания по нейтронодефицитным изотопам. Дубна, 1960.
7. К.Я. Громов, Б.С. Джелепов, В. Звольска, П. Звольский, В.Г. Калинин. *Изв. АН СССР, сер. физ.*, 27, 182 (1963).
8. В. Harnatz, T.H. Handley, J.W. Mihelich. *Phys.Rev.*, 128, 1186 (1962).
9. А.А. Абдумаликов, А.А. Абдуразаков, В. Гнатович, К.Я. Громов, Г.Я. Умаров. Программа и тезисы докладов 14 совещания по ядерной спектроскопии в Тбилиси, февраль 1964, стр. 57. Изд. "Наука", 1964.
10. В. Гнатович, К.Я. Громов, М. Фингер, В. Врзал, Я. Липтак, Я. Урбанец. *Изв. АН СССР, сер. физ.*, 31, № 4 (1967).
11. Н.А. Бонч-Осмоловская, Б.С. Джелепов, О.Е. Крафт. *Изв. АН СССР, сер. физ.*, 24, 285 (1960).
12. К.Я. Громов, Б.С. Джелепов, Ж.Т. Желев, А.В. Кудрявцева, Н.А. Лебедев. Программа и тезисы докладов 14-го ежегодного совещания по ядерной спектроскопии в Тбилиси, февраль 1964, стр.59. Изд. "Наука", 1964.
13. P.O. Tjpm, В. Elbek. *Mat.Fys.Dan.Vid.Selsk.*, 37, 407 (1969).
14. K.A. Hageman, S.A. Hjorth, R.H. Ryde, H. Ohlsson. *Phys.Lett.*, 28B, N 10 (1969).
15. а) R.S. Hager and E.C. Seltzer. *Nucl.Data*, A-4, 1-235 (1968).  
б) Л.А. Слив, И.М. Банд. Гамма-лучи. Изд. АН СССР, 1961.
16. S.G. Schmelling. *Nucl.Science Abstracts*, v. 22, N13, Abstracts 27227, p.2794, July, 1968.
17. К.Я. Громов, З.А. Усманова, С.И. Федотов, Х. Штрусный. Сборник Проблемы физики элементарных частиц и атомного ядра, №1, вып. 2, М., 1970.

18. В.П. Афанасьев, А.Т. Василенко, И.И. Громова, Ж.Т. Желев, В.В. Кузнецов, М.Я. Кузнецова, Д. Мончка, Ю. Поморски, В.И. Райко, А.В. Ревенко, В.М. Сороко, В.А. Уткин. Сообщение ОИЯИ, 13-4763, Дубна, 1969.

Рукопись поступила в издательский отдел

20 мая 1970 года.



163

Рис. 1. Схема распада  $Tm$ . Гамма-переходы, идущие с данного уровня  $163Er$ , показаны одной вертикальной линией. Каждый отдельный гамма-переход обозначается стрелкой у уровня, на который происходит этот переход. Все данные о соответствующих гамма-переходах даны в табл. 1. Все уровни  $163Er$  отмечены буквами латинского алфавита, члены вращательных полос обозначены одной буквой с индексами 0, 1, 2, 3 и т.д. в порядке возрастания энергии уровней. В табл. 1 эти обозначения использованы для указания размещения переходов в схеме распада  $Tm$ . Уровни "n" и "ε" с энергиями 1538,4 кэВ и 1802,0 кэВ - трехквартичные типа  $\{p\ 1/2^+ / 411/ + p\ 7/2^- / 523/ - n\ 5/2^- / 523/\}$  и  $\{p\ 1/2^+ / 411/ + p\ 7/2^- / 523/ - n\ 5/2^- / 523/\}$  соответственно.

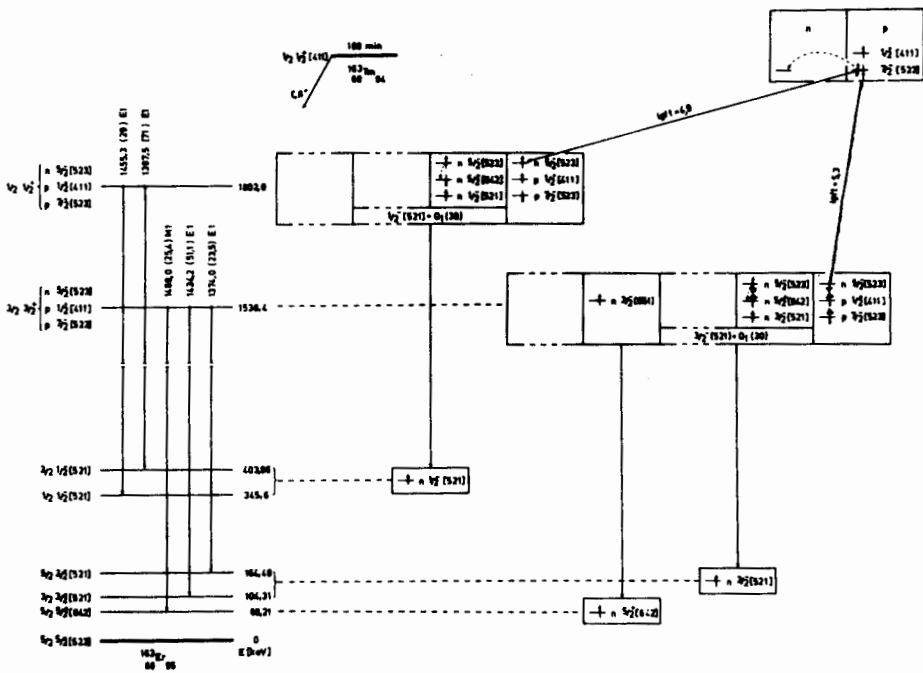


Рис. 2. Схема разрядки трехквaziчастичных состояний в ядре  $^{163}\text{Er}$  с энергиями 1538,4 и 1802,0 кэВ (см. в/17/).

Таблица 1

Энергии гамма-переходов и относительные интенсивности  
 у - лучей и конверсионных электронов при распаде  $^{163}\text{Tm}$

E <sub>γ</sub> , кэВ	Относительные интенсивности					γ на распад		Вывод о мульти- полярности
	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>m</sub>	γ <sub>γ</sub>			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
22.32±0.02	-	5	10	15	-	0.82	$e_1 \rightarrow \nu_1$	E1, M1+E2
28.81±0.03	-	2	0.7	< 0.5	-	0.16	$\nu_1 \rightarrow \nu_1$	M1
52.03±0.03	-	~I	-	-	-	~0.20	$\nu_2 \rightarrow \nu_2$	-
58.35±0.03	-	~I	-	-	-	~0.23	$d_1 \rightarrow d_1$	-
59.40±0.03	-	~I	-	-	50	~0.2	$i_2 \rightarrow d_1$	-
60.10±0.03	-	66	16	14	-	15.6	$c_1 \rightarrow c_1$	M1(+E2 ~ 5%)
69.21±0.04	-	25	6.5	10	400	13.6	$\nu_2 \rightarrow a_1$	E1
80.44±0.02	40	10	1.0	-	< 30	1.30	$c_1 \rightarrow a_1$	M1
83.96±0.03	40	4.7	36	28	-	2.7	$a_1 \rightarrow a_1$	E2+M1(I <sub>4±3</sub> %)
85.12±0.04	~30	3	~0.8	-	~55	1.2	$c_2 \rightarrow c_1$	M1(+E2)
86.20±0.04	8	о.слаб.	-	-	-	0.07	-	-
91.52±0.04	~3	~"	-	-	-	0.23	$b_1 \rightarrow b_1$	-
104.30±0.04	2000	280	21	4	1000	70.6	$c_2 \rightarrow a_1$	M1
133.50±0.08	1	-	-	-	-	0.23	$d_2 \rightarrow d_2$	M1
140.32±0.08	2	о.слаб.	-	-	< 25	0.12	-	-
142.08±0.10	3	~"	-	-	-	0.8	-	-
145.1 ±0.1	5.4	~0.6	2.5	~0.2	-	0.47	$c_1 \rightarrow c_1$	E2
164.40±0.06	35	5.0	0.5	-	60	2.25	$a_1 \rightarrow a_1$	M1
165.51±0.10	1.1	0.2	-	-	-	0.35	$c_2 \rightarrow a_1$	-
190.00±0.08	42	6.0	0.6	< 0.2	98	2.90	$d_2 \rightarrow c_2$	M1
239.5 ±0.1	90	10	0.8	< 0.4	-	6.5	$d_1 \rightarrow c_1$	M1
241.3 ±0.1	130	20	2.0	< 0.5	1000	17.1	$d_1 \rightarrow c_1$	M1
249.4 ±0.15	1.0	о.слаб.	-	-	7	0.28	$c_2 \rightarrow a_1$	M1(+E2)
272.7 ±0.2	0.8	~"	-	-	47	0.97	-	E1
275.05±0.15	25	4	< 0.4	139	139	3.5	$d_1 \rightarrow c_1, e_1 \rightarrow e_1$	M1
280.8 ±0.7	0.3	-	-	-	20	0.40	-	E1
299.7 ±0.15	35	5	0.6	-	-	5.9	$d_1 \rightarrow c_1$	M1
300.9 ±0.3	~0.3	-	-	-	225	(0.34)	$i_2 \rightarrow d_1$	-
320.0 ±0.15	1.5	~0.2	-	-	35	0.75	$d_1 \rightarrow u_1$	E2
323.9 ±0.3	0.65	-	-	-	8	0.18	$d_2 \rightarrow c_2$	M1
335.1 ±0.15	4.0	0.6	0.1	-	54	1.15	$i_2 \rightarrow c_1$	M1
338.2 ±0.15	0.9	-	-	-	18	0.45	$\gamma \rightarrow d_1$	M1, E2
345.6 ±0.2	3.0	0.45	слаб.	-	68	1.46	$d_1 \rightarrow a_1$	E2
355.6 ±0.25	1.2	-	-	-	40	0.90	$d_2 \rightarrow a_1$	E2
358.1 ±0.15	0.7	-	-	-	15	0.25	-	M1, E2
376.8 ±0.2	0.4	-	-	-	14	0.28	$i_1 \rightarrow d_2$	E2
380.2 ±0.2	0.1	-	-	-	10	0.18	-	E1
393,3 ±0.2	8	1.2	оч.сл.	-	100	2.06	$e_1 \rightarrow b_1, i_1 \rightarrow e_1$	(M1, M2+E1)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
404.0±0.2	2.2	0.4	-	-	50	1.18	$d_1 \rightarrow a_0$	MI(+E2)
412.0±0.4	0.3	-	-	-	7	0.19	$i_1 \rightarrow d_1$	MI
434.7±0.2	1.3	0.3	0.1	-	23	0.47	$q \rightarrow \kappa$	MI
439.5±0.2	0.6	-	-	-	15	0.30	$i_2 \rightarrow d_2$	MI
452.0±0.4	0.22	-	-	-	8.0	0.19	$i_1 \rightarrow d_1$	He, E1; He E2
454.7±0.5	0.20	-	-	-	7	0.19	-	M2 + E2
456.7±0.2	0.5	слаб.	-	-	15	0.22	-	MI + E2
461.8±0.2	2.0	0.3	-	-	18	0.42	$e_0 \rightarrow a_0$	M2
469.8±0.2	0.2	-	-	-	150	0.22	$d_3 \rightarrow c_0, i_1 \rightarrow d_1$	-
471.1±0.2	4.9	0.9	<0.09	-		3.30	$i_2 \rightarrow d_0$	MI
473.7±0.2	0.28	-	-	-	20	0.40	$f \rightarrow b_0$	E2
484.0±0.2	0.4	-	-	-	13	0.30	-	MI
489.3±0.2	0.2	-	-	-	7.0	0.17	$d_3 \rightarrow a_0$	MI
504.8±0.2	1.6	0.3	<0.05	-	50	1.10	$q \rightarrow c_0$	MI
510.±0.5	слаб.	-	-	-	15	0.28	$i_1 \rightarrow d_0$	-
514.8±0.5	0.1	-	-	-	20	0.39	-	E1
528.4±0.5	0.05	-	-	-	6.5	0.12	$i_2 \rightarrow d_0$	-
529.9±0.3	0.25	-	-	-		0.18	$s \rightarrow \kappa$	-
550.0±0.2	1.8	0.3	<0.1	-	85	1.90	$h \rightarrow b_0$	MI
573.2±0.3	0.3	-	-	-	20	0.39	$d_3 \rightarrow a_0$	MI + E2
579.5±0.2	2.5	0.4	<0.1	-	98	2.10	$b_0 \rightarrow c_0$	MI
599.8±0.4	~0.1	-	-	-	~10	0.20	$\gamma_0 \rightarrow a_0$	E2
613.0±0.3	0.3	-	-	-	30	0.58	-	E2
615.0±0.3	0.1	-	-	-	20	0.38	$\gamma_0 \rightarrow b_0$	E1, E2
629.5±0.3	слаб.	-	-	-	20	0.38	$j_0 \rightarrow d_2$	-
655.6±0.3	0.96	~0.15	-	-	33	0.69	-	(E1 + M2)
658.5±0.3	-	-	-	-	15	0.32	$j_1 \rightarrow d_2$	-
665.8±0.4	1.5	слаб.	-	-	117	2.96	$j_0 \rightarrow d_1$	MI
683.5±0.5	0.1	-	-	-	12	0.20	$\gamma_0 \rightarrow a_0$	MI, E2
687.6±0.4	0.06	-	-	-	11	0.26	-	E2
691.5±0.4	0.1	-	-	-	26	0.46	$i_1 \rightarrow c_1$	E1, E2
716.8±0.6	слаб.	-	-	-	~10	0.19	-	-
735.6±0.6	-	-	-	-	10	0.20	-	-
745.0±0.6	-	-	-	-	~10	0.20	$j_0 \rightarrow d_2$	-
751.6±0.5	0.15	-	-	-	~14	0.28	$i_1 \rightarrow c_0$	MI
755.6±0.5	0.10	-	-	-	~8	0.17	-	MI
779.6±0.5	0.15	-	-	-	20	0.34	$j_2 \rightarrow d_1$	MI
803.5±0.5	0.14	-	-	-	18	0.34	$j_3 \rightarrow d_2$	MI
833.8±0.5	0.25	-	-	-	26	0.46	$\kappa \rightarrow d_2$	M2
870.6±0.5	0.10	-	-	-	15	0.31	$\kappa \rightarrow d_1$	MI
894.0±0.6	0.12	-	-	-	22	0.46	$q \rightarrow i_1$	MI(+E2)
905.1±0.7	0.10	-	-	-	25	0.52	$j_0 \rightarrow c_1$	(E2, MI)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
929.0±0.8	0.04	-	-	-	~10	0.20	$n \rightarrow d_0$	(E2, M1)
939.3±0.7	слаб.	-	-	-	~7	0.18	-	-
944.1±0.7	-	-	-	-	~10	0.20	$o \rightarrow f_0$	-
962.0±0.8	0.05	-	-	-	~10	0.20	-	MI
975.4±0.6	0.16	-	-	-	-	-	-	MI
977.4±0.7	слаб.	-	-	-	30	0.60	-	-
982.8±0.7	0.06	-	-	-	12	0.23	-	MI
995.3±0.8	0.10	-	-	-	10	0.20	-	M2(+E1)
1051.5±0.6	0.23	-	-	-	10	0.20	-	M3
1066.8±0.7	0.04	-	-	-	8	0.18	$q \rightarrow f_0$	MI
1069.2±0.7	0.03	-	-	-	12	0.29	$j_0 \rightarrow a_0$	E2
1075.4±0.7	0.1	-	-	-	22	0.46	-	MI
1090.8±0.8	~0.05	-	-	-	15	0.32	$m \rightarrow d_2$	MI, E2
1098.4±1.0	~0.05	-	-	-	15	0.32	$j_1 \rightarrow a_0$	MI, E2
1130.3±0.8	слаб.	-	-	-	~30	0.60	$q \rightarrow h$	-
1135.9±0.8	0.18	-	-	-	185	3.76	-	E1
1138.0±0.8	слаб.	-	-	-	12	0.23	-	-
1142.8±1.0	-	-	-	-	25	0.48	-	-
1204.3±1.0	0.14	-	-	-	145	3.00	$x \rightarrow s_0, t \rightarrow c_1$	E1
1224.2±1.0	0.12	-	-	-	93	1.95	$o \rightarrow d_1$	E1(+M2)
1254.4±1.0	-	-	-	-	40	0.82	$t \rightarrow b_1$	-
1260.0±1.0	~0.04	-	-	-	12	0.29	$p \rightarrow e_0$	MI
1264.4±1.0	0.22	-	-	-	296	6.18	$l \rightarrow c_1$	E1
1285.6±1.1	0.09	-	-	-	17	0.34	$l \rightarrow a_1$	M2
1299.7±1.1	0.08	-	-	-	30	0.60	$l \rightarrow b_0$	MI
1318.3±0.8	0.05	-	-	-	80	1.66	$p \rightarrow d_1$	E1
1374.0±0.8	0.14	-	-	-	-	4.48	$n \rightarrow c_1$	E1
1376.4±1.0	слаб.	-	-	-	215	0.23	$p \rightarrow d_1$	-
1386.3±1.0	0.05	-	-	-	25	0.50	-	MI, E2
1397.5±1.0	0.40	-	-	-	466	9.40	$r_0 \rightarrow d_1$	E1(+M2)
1405.0±1.2	-	-	-	-	37	0.69	$q \rightarrow d_0$	-
1434.2±1.0	0.42	0.07	-	-	650	13.40	$n \rightarrow c_0$	E1
1455.3±1.0	0.12	-	-	-	195	4.06	$r \rightarrow d_0$	E1
1465.7±1.0	0.07	-	-	-	120	2.48	$r \rightarrow d_1$	E1
1469.0±1.0	0.50	0.08	-	-	250	5.90	$n \rightarrow b_0$	MI
1481.0±1.0	-	-	-	-	32	0.68	-	-
1524 ±1	~0.015	-	-	-	30	0.62	$r_1 \rightarrow d_0$	E1
1528 ±1	0.08	-	-	-	45	0.92	$m \rightarrow a_0$	MI
1583 ±1	слаб.	-	-	-	10	0.20	-	-
1662 ±1	0.04	-	-	-	52	0.90	-	E1
1689 ±1	-	-	-	-	12	0.21	$t \rightarrow c_2$	-
1749 ±1	~0.02	-	-	-	60	1.24	$q \rightarrow u_0$	E1
1784 ±1	-	-	-	-	20	0.39	-	-
1803.3±1.0	0.13	-	-	-	65	1.30	$g \rightarrow a_0$	(M1, M2)
1853 ±1	-	-	-	-	10	0.20	$t \rightarrow s_1$	-
1937 ±1	-	-	-	-	12	0.24	$t \rightarrow u_1$	-
1957 ±1	-	-	-	-	3.5	0.08	-	-

Таблица 2  
 Определение мультипольности гамма-переходов, возникающих  
 при распаде  $^{163}\text{Tm} \rightarrow ^{163}\text{Er}$

E <sub>γ</sub> , кэВ	Метод опре- деления	Эксперименталь- ные значения	Т е о р е т и ч е с к и е						Вывод о мультиполь- ности
			M1	M2	M3	E1	E2	E3	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22.32	L <sub>1</sub> :L <sub>2</sub>	0.5	10.6	17	18	1.40	0.01	0.15	M1+E2; E1
	L <sub>2</sub> :L <sub>3</sub>	0.7	6.26	0.11	0.01	0.68	0.76	0.79	
28.81	L <sub>1</sub> :L <sub>2</sub>	> 3	10.8	14.2	14.0	1.4	0.01	0.015	M1
	L <sub>2</sub> :L <sub>3</sub>	> 1.5	6.3	0.16	0.02	0.71	0.78	0.81	
60.10	L <sub>1</sub> :L <sub>2</sub>	4.1	11.15	9.9	7.5	2.7	0.03	0.015	M1+E2 (~5%)
	L <sub>2</sub> :L <sub>3</sub>	1.1	6.63	0.33	0.07	0.78	0.09	0.98	
	M <sub>1</sub> :M <sub>2</sub>	4	10.2	9.2	7.4	2.7	0.0	0.016	
	α <sub>L</sub>	1.32	1.45	34	700	0.096	0.26	7	
69.21	L <sub>1</sub> :L <sub>2</sub>	4	11.8	9.5	7.0	3.0	0.05	0.02	E1 (M2 < 20%)
	L <sub>2</sub> :L <sub>3</sub>	0.7	6.67	0.38	0.09	0.8	0.93	1.03	
	M <sub>1</sub> :M <sub>2</sub>	4	10.3	8.8	6.9	3.0	0.05	0.017	
	α <sub>L</sub>	0.062	0.92	20	300	0.07	0.21	3	
80.44	K:L <sub>1</sub>	4	7.0	4.2	1.6	9.45	10.5	3.4	M1
	L <sub>1</sub> :L <sub>2</sub>	10	11.25	9.0	6.5	3.45	0.09	0.02	
	L <sub>2</sub> :L <sub>3</sub>	> 1.5	6.71	0.44	0.11	0.82	0.97	1.07	
83.96	K:L <sub>1</sub>	8.5	7.1	4.3	1.7	9.5	10.6	4.1	E2+M1 (14±3)%
	L <sub>1</sub> :L <sub>2</sub>	0.13	11.3	8.8	6.4	3.6	0.10	0.02	
	L <sub>2</sub> :L <sub>3</sub>	1.30	6.6	0.47	0.12	0.82	0.99	1.09	
	M <sub>1</sub> :M <sub>2</sub>	0.18	10.4	8.3	6.4	3.4	0.08	0.021	
85.12	K:L <sub>1</sub>	10	7.15	4.3	1.8	9.5	10.6	4.2	M1+E2
	L <sub>1</sub> :L <sub>2</sub>	> 3.9	11.3	8.8	6.4	3.6	0.10	0.02	
104.30	K:L <sub>1</sub>	7	7.3	4.7	2.4	9.5	10.4	6.5	M1
	L <sub>1</sub> :L <sub>2</sub>	13	11.5	8.4	5.9	4.2	0.17	0.03	
	L <sub>2</sub> :L <sub>3</sub>	5.2	6.81	0.58	0.17	0.85	1.05	1.18	
	M <sub>1</sub> :M <sub>2</sub>	10	10.6	7.9	5.8	4.0	0.14	0.03	
	α <sub>K</sub>	2.0	2.2	17	82	0.24	1	3.1	
145.10	K:L <sub>1</sub>	9	7.85	5.2	3.3	8.5	9.8	8.1	E2
	L <sub>1</sub> :L <sub>2</sub>	0.24	11.8	8.08	5.6	5.2	0.32	0.06	
	L <sub>2</sub> :L <sub>3</sub>	> 1.25	7.0	0.90	0.30	0.88	1.2	1.40	



Продолжение таблицы 2

	2	3	4	5	6	7	8	9	10
164.40	K:L <sub>1</sub>	7	7.3	5.4	3.5	8.8	9.6	8.1	MI
	L <sub>1</sub> :L <sub>2</sub>	10	11.9	8.0	5.5	5.8	0.42	0.08	
	$\alpha_K$	0.58	0.60	3.35	14.5	0.07	0.3	0.98	
190.00	K:L <sub>1</sub>	7	7.35	5.6	4.0	8.8	9.4	8.1	MI
	L <sub>1</sub> :L <sub>2</sub>	10	12.2	8.0	5.5	6.35	0.54	0.12	
	L <sub>2</sub> :L <sub>3</sub>	>3	7.04	1.16	0.4	0.93	1.29	1.55	
239.50	K:L <sub>1</sub>	9	7.4	6.0	4.6	8.6	9.5	7.9	MI
	L <sub>1</sub> :L <sub>2</sub>	12	12.6	8.1	5.5	7.5	0.8	0.21	
	L <sub>2</sub> :L <sub>3</sub>	>2	7.1	1.5	0.54	0.95	1.42	1.76	
241.30	K:L <sub>1</sub>	6,5	7.4	6.1	4.6	8.6	9.5	7.9	MI
	L <sub>1</sub> :L <sub>2</sub>	10	12.6	8.1	5.5	7.5	0.82	0.21	
	L <sub>2</sub> :L <sub>3</sub>	>4	7.1	1.5	0.54	0.95	1.42	1.76	
249.40	$\alpha_K$	0.14	0.18	0.83	2.9	0.024	0.09	0.26	MI + (E2)
272.7	$\alpha_K$	0.017	0.15	0.62	2.10	0.02	0.06	0.20	E1
275.05	K:L <sub>1</sub>	6.2	7.4	6.15	4.9	8.4	8.8	7.7	MI
	L <sub>1</sub> :L <sub>2</sub>	>10	12.8	8.2	5.6	8.2	1.0	0.27	
	$\alpha_K$	0.18	0.14	0.60	2.05	0.019	0.064	0.19	
280.8	$\alpha_K$	~ 0.015	0.13	0.55	1.75	0.018	0.060	0.17	E1
299.7	K:L <sub>1</sub>	7.0	7.4	6.2	5.1	8.3	8.6	7.6	MI
	L <sub>1</sub> :L <sub>2</sub>	8.3	12.9	8.3	5.6	8.7	1.14	0.32	
	$\alpha_K$	0.15	0.12	0.46	1.50	0.016	0.051	0.15	
320.0	$\alpha_K$	0.043	0.096	0.37	1.16	0.015	0.042	0.12	E2
323.9	$\alpha_K$	0.081	0.088	0.35	1.10	0.014	0.04	0.13	MI
335.10	K:L <sub>1</sub>	6.7	7.4	6.3	5.2	8.3	8.4	7.4	MI
	L <sub>1</sub> :L <sub>2</sub>	≥6	13.2	8.5	5.7	9.4	1.35	0.42	
	$\alpha_K$	0.074	0.085	0.32	0.99	0.012	0.037	0.11	
338.2	$\alpha_K$	0.05	0.08	0.31	0.96	0.01	0.036	0.10	E2; MI
345.6	K:L <sub>1</sub>	7.0	7.4	6.3	5.3	8.3	8.3	7.4	E2
	L <sub>1</sub> :L <sub>2</sub>	~ 2	13.4	8.5	5.8	9.6	1.4	0.45	
	$\alpha_K$	0.044	0.08	0.3	0.88	0.01	0.034	0.096	
355.6	$\alpha_K$	0.030	0.07	0.26	0.79	0.010	0.032	0.09	E2
358.1	$\alpha_K$	0.046	0.07	0.26	0.77	0.01	0.03	0.086	MI; E2
376.8	$\alpha_K$	0.028	0.063	0.22	0.64	0.009	0.03	0.08	E2
380.2	$\alpha_K$	~ 0.01	0.06	0.20	0.60	0.009	0.026	0.07	E1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
393.3	$K:L_I$	6.7	7.4	6.4	5.4	8.4	8.2	7.4	MI; M2 + EI
	$L_I:L_2$	>5	13.7	8.8	5.9	10.5	1.72	0.58	
	$\alpha_K$	0.08	0.056	0.18	0.55	0.008	0.025	0.066	
404.0	$K:L_I$	5.5	5.5	5.3	5.1	5.7	5.64	5.46	MI(+ E2)
	$L_I:L_2$	>3	13.9	8.8	6.0	10.8	1.8	0.60	
	$\alpha_K$	0.044	0.052	0.18	0.5	0.008	0.022	0.062	
412.0	$\alpha_K$	0.043	0.05	0.17	0.48	0.007	0.022	0.060	MI
434.7	$K:L_I$	4.3	5.5	5.3	5.1	5.7	5.6	5.5	MI
	$L_I:L_2$	>3	14.1	8.95	6.2	11.3	2.0	0.7	
	$\alpha_K$	0.054	0.043	0.14	0.39	0.007	0.02	0.05	
439.5	$\alpha_K$	0.040	0.042	0.14	0.37	0.006	0.018	0.05	MI(E3)
452.0	$\alpha_K$	$\geq 0.028$	0.04	0.13	0.33	0.006	0.017	0.045	He EI: He E2
454.7	$\alpha_K$	0.028	0.04	0.12	0.33	0.006	0.016	0.044	MI + E2
456.7	$\alpha_K$	0.03	0.04	0.12	0.33	0.006	0.016	0.042	MI + E2
461.8	$\alpha_K$	0.11	0.04	0.12	0.31	0.006	0.016	0.042	M2
471.1	$K:L_I$	5.44	5.4	5.3	5.1	5.7	5.6	5.5	MI
	$L_I:L_2$	$\geq 10$	14.3	9.2	6.3	12.0	2.3	0.8	
	$\alpha_K$	0.035	0.035	0.11	0.29	0.005	0.015	0.04	
473.7	$\alpha_K$	0.014	0.034	0.11	0.29	0.005	0.015	0.04	E2
484.0	$\alpha_K$	0.031	0.033	0.10	0.27	0.005	0.014	0.037	MI
489.3	$\alpha_K$	0.029	0.031	0.10	0.26	0.005	0.014	0.035	MI
504.8	$K:L_I$	5.3	5.5	5.3	5.2	5.7	5.6	5.5	MI
	$L_I:L_2$	>6	14.6	9.3	6.4	12.6	2.5	0.9	
	$\alpha_K$	0.032	0.03	0.09	0.23	0.005	0.013	0.033	
514.8	$\alpha_K$	0.005	0.028	0.084	0.22	0.005	0.012	0.031	EI
550.0	$K:L_I$	6	5.5	5.3	5.2	5.7	5.6	5.5	MI
	$L_I:L_2$	>3	14.9	9.6	6.6	13.4	2.9	1.1	
	$\alpha_K$	0.021	0.024	0.07	0.18	0.004	0.01	0.026	
573.2	$\alpha_K$	0.015	0.022	0.062	0.15	0.004	0.009	0.023	MI + E2
579.5	$K:L_I$	6.2	5.5	5.4	5.2	5.6	5.6	5.5	MI
	$L_I:L_2$	$\geq 4$	15.1	9.8	6.8	14.0	3.1	1.2	
	$\alpha_K$	0.024	0.021	0.06	0.15	0.003	0.009	0.022	
599.8	$\alpha_K$	$\sim 0.01$	0.019	0.06	0.13	0.003	0.009	0.02	E2 (+ MI)
613.0	$\alpha_K$	0.01	0.018	0.052	0.12	0.003	0.008	0.03	E2 (+ MI)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
615.2	✓K	0.005	0.018	0.05	0.12	0.003	0.008	0.02	E1; E2
655.6	✓K	0.029	0.015	0.042	0.10	0.003	0.007	0.016	(M2 + E1)
665.8	✓K	0.013	0.015	0.041	0.095	0.003	0.007	0.016	MI
683.5	✓K	0.009	0.013	0.036	0.08	0.002	0.006	0.015	MI; E2
687.6	✓K	0.0055	0.013	0.036	0.08	0.002	0.006	0.014	E2
691.5	✓K	0.0088	0.013	0.035	0.081	0.002	0.006	0.014	E1; E2
751.6	✓K	I.1(-2)	I.1(-2)	2.8(-2)	6.2(-2)	2.0(-3)	5.1(-3)	I.2(-2)	MI
755.6	✓K	I.2(-2)	I.1(-2)	2.8(-2)	6.1(-2)	2(-3)	5.0(-3)	I.2(-2)	MI
779.6	✓K	7.5(-3)	9.8(-3)	2.6(-2)	5.4(-2)	I.9(-3)	4.7(-3)	I.1(-2)	MI(+E2)
803.5	✓K	8(-3)	9.0(-3)	2.3(-2)	5.0(-2)	I.8(-3)	4.4(-3)	I.0(-2)	MI
833.81	✓K	9(-3)	8.2(-3)	2.1(-2)	4.4(-2)	I.7(-3)	4.1(-3)	9.1(-3)	MI
870.6	✓K	6.7(-3)	7.3(-3)	I.8(-2)	3.7(-2)	I.5(-3)	3.7(-3)	8.1(-3)	MI
894.0	✓K	5.5(-3)	6.9(-3)	I.8(-2)	3.5(-2)	I.4(-3)	3.5(-3)	7.6(-3)	MI(+E2)
905.1	✓K	4(-3)	6.7(-3)	I.7(-2)	3.4(-2)	I.4(-3)	3.4(-3)	7.4(-3)	(E2; MI)
929.0	✓K	4(-3)	6.4(-3)	I.6(-2)	3.2(-2)	I.3(-3)	3.3(-3)	7.1(-3)	(E2 + MI)
962.0	✓K	5(-3)	5.8(-3)	I.4(-2)	2.9(-2)	I.2(-3)	3.0(-3)	6.5(-3)	MI
975.4	✓K	5.2(-3)	5.6(-3)	I.4(-2)	2.8(-2)	I.2(-3)	2.9(-3)	6.3(-3)	MI
982.8	✓K	5.0(-3)	5.5(-3)	I.4(-2)	2.7(-2)	I.2(-3)	2.9(-3)	6.1(-3)	MI
995.3	✓K	I.0(-2)	5.4(-3)	I.3(-2)	2.6(-2)	I.2(-3)	2.8(-3)	6.0(-3)	M2(+E1)
1051.5	✓K	2.3(-2)	4.7(-3)	I.1(-2)	2.2(-2)	I.0(-3)	2.5(-3)	5.3(-3)	M5
1066.8	✓K	5.0(-3)	4.6(-3)	I.1(-2)	2.1(-2)	I.0(-3)	2.5(-3)	5.1(-3)	MI, E2, E3 (E1+M2)
1069.2	✓K	2.5(-3)	4.5(-3)	I.1(-2)	2.1(-2)	I.0(-3)	2.4(-3)	5.0(-3)	E2
1075.4	✓K	4.5(-3)	4.4(-3)	I.1(-2)	2.1(-2)	I.0(-3)	2.4(-3)	5.0(-3)	MI
1090.8	✓K	3.3(-3)	4.2(-3)	I.0(-2)	2.0(-2)	9.7(-4)	2.3(-3)	4.7(-3)	MI; E2
1098.4	✓K	3.3(-3)	4.1(-3)	9.9(-3)	I.9(-2)	9.4(-4)	2.2(-3)	4.6(-3)	MI; E2
1135.9	✓K	9.0(-4)	3.9(-3)	9.3(-3)	I.8(-2)	9.2(-4)	2.2(-3)	4.4(-3)	E1
1204.3	✓K	9.0(-4)	3.4(-3)	8.0(-3)	I.5(-2)	8.2(-4)	2.0(-3)	3.9(-3)	E1
1224.2	✓K	I.3(-3)	3.3(-3)	7.7(-3)	I.5(-2)	8.0(-4)	I.9(-3)	3.8(-3)	E1(+M2)
1260	✓K	3.3(-3)	3.2(-3)	7.2(-3)	I.3(-2)	7.6(-4)	I.8(-3)	3.5(-3)	MI
1264.4	✓K	8.0(-4)	3.1(-3)	7.1(-3)	I.3(-2)	7.6(-4)	I.8(-3)	3.5(-3)	E1
1285.6	✓K	5.0(-3)	2.9(-3)	6.8(-3)	I.3(-2)	7.4(-4)	I.8(-3)	3.4(-3)	M2(+E1)
1299.7	✓K	3.0(-3)	2.9(-3)	6.6(-3)	I.2(-2)	7.2(-4)	I.7(-3)	3.3(-3)	MI
1318.3	✓K	6.0(-4)	2.8(-3)	6.4(-3)	I.2(-2)	7.0(-4)	I.7(-3)	3.2(-3)	E1
1374.0	✓K	6.0(-4)	2.5(-3)	5.8(-3)	I.1(-2)	6.5(-4)	I.5(-3)	3.0(-3)	E1
1386.3	✓K	2.0(-3)	2.4(-3)	5.6(-3)	I.0(-2)	6.4(-4)	I.5(-3)	2.9(-3)	MI; E2
1397.5	✓K	9.0(-4)	2.4(-3)	5.5(-3)	I.0(-2)	6.4(-4)	I.5(-3)	2.9(-3)	E1(+M2)
1434.2	✓K	6.0(-4)	2.2(-3)	5.2(-3)	9.3(-3)	6.1(-4)	I.4(-3)	2.7(-3)	E1
1455.3	✓K	6.0(-4)	2.2(-3)	5.0(-3)	8.9(-3)	5.9(-4)	I.4(-3)	2.6(-3)	E1
1465.7	✓K	6.0(-4)	2.1(-3)	4.9(-3)	8.6(-3)	5.8(-4)	I.4(-3)	2.5(-3)	E1
1469.0	✓K	2.0(-3)	2.1(-3)	4.9(-3)	8.6(-3)	5.8(-4)	I.4(-3)	2.5(-3)	MI
1524.0	✓K	5.0(-4)	2.0(-3)	4.5(-3)	7.8(-3)	5.5(-4)	I.3(-3)	2.5(-3)	E1
1528.0	✓K	I.8(-3)	I.9(-3)	4.4(-3)	7.7(-3)	5.4(-4)	I.2(-3)	2.4(-3)	MI
1662.0	✓K	6.0(-4)	I.7(-3)	3.7(-3)	6.8(-3)	5.0(-4)	9.8(-4)	2.0(-3)	E1
1749.0	✓K	3.0(-4)	I.5(-3)	3.2(-3)	5.5(-3)	4.6(-4)	9.4(-4)	I.8(-3)	E1
1803.3	✓K	2.0(-3)	I.3(-3)	2.8(-3)	5.1(-3)	4.4(-4)	9.2(-4)	I.6(-3)	(MI; M2)