

^{156}Tm 核的高自旋态实验研究*

刘颖^{1,2} 李明非^{2,3} 竺礼华^{1,1)} 王治民¹ 吴晓光¹ 崔兴柱^{1,3} 贺创业¹
张振龙^{1,3} 孟锐^{1,3} 马瑞刚¹ 李广生¹ 温书贤¹ 杨春祥^{1,3} 霍俊德³

1 (中国原子能科学研究院 北京 102413)
2 (东北师范大学物理学院 长春 130024)
3 (吉林大学物理学院 长春 130023)

摘要 利用122.5MeV的 ^{19}F 束流,通过 $^{142}\text{Nd}(^{19}\text{F}, 5n)^{156}\text{Tm}$ 熔合蒸发反应布居了 ^{156}Tm 核的高自旋态,测量了 γ - γ 符合及DCO比值,建立了一个有29条能级,33条 γ 跃迁的能级纲图.新增加了20条 γ 跃迁,18条能级.将能级自旋推高到 (34^-) .

关键词 熔合蒸发反应 高自旋态 DCO比值

1 引言

在质量数为150的核区,原子核显示了很强的单粒子性和集体性的竞争.核子数增加或减少一两个都会引起原子核结构很大的变化. ^{156}Tm 是远离双幻数的稀土区核,目前对 ^{156}Tm 核的研究工作比较少^[1,2],已有的能级结构信息也很少.在中子数 $N \geq 88$ 时原子核显示了集体性,而在中子数 $N \leq 86$ 时,则表现出了单粒子结构的特征.当中子数为87时,则既有单粒子性又有集体性.因而对 ^{156}Tm 的研究有助于我们更好地了解这两种运动模式之间的过渡情况.同时, ^{156}Tm 的研究对其同位素和同中子素的系统性研究也有一定的意义.

H. Sun等人用 $^{114}\text{Sm}(^{19}\text{F}, 2p5n)^{156}\text{Tm}$ ^[2]反应研究了 ^{156}Tm 的高自旋态,建立了一个能级纲图,能级自旋和宇称达到 25^- .为了把现有的能级推到更高的自旋,我们用了与H. Sun不同的 $^{142}\text{Nd}(^{19}\text{F}, 5n)^{156}\text{Tm}$ 熔合蒸发反应,研究了 ^{156}Tm 核的高自旋态.

2 实验与结果

2.1 实验描述

实验在中国原子能科学研究院的HI-13串列加速器上完成.用 $^{142}\text{Nd}(^{19}\text{F}, 5n)^{156}\text{Tm}$ 反应布居了 ^{156}Tm

的高自旋态.靶是厚度为 $2.2\text{mg}/\text{cm}^2$ 的自支撑靶.测量系统由13台HPGe-BGO反康谱仪和一个平面型高纯锗探测器组成. HPGe-BGO反康谱仪分别放置在与束流入射方向大约成 44.6° , 54.7° , 90° , 125.3° 和 135.4° 的位置上.在110—125MeV能量区间,测量了上述反应的激发函数.在此基础上,选择了入射能量为122.5MeV,强度为15nA的 ^{19}F 束,进行了 γ - γ 符合测量.在100h的束流时间内共积累了 1.7×10^8 个两重及两重以上的符合事件.离线数据反演建立了两个矩阵,一个是对称型的 $E_\gamma - E_\gamma$ 矩阵;另一个是分别以 $45^\circ(+135^\circ)$ 和 90° 位置的探测器为横轴和纵轴的非对称型矩阵,由此矩阵提取DCO值.

2.2 能级纲图的建立

对 ^{156}Tm 已知 γ 跃迁开窗,共辨认出30多条 γ 跃迁属于 ^{156}Tm 核.我们将其中的33条 γ 跃迁放进了能级纲图. 11^- 能级的自旋和宇称是通过与相邻同中子数核比较^[6-8]并参考以往的实验结果^[1,2]来指定的.其余能级的自旋和宇称则通过DCO值来指定,如图1所示.在该能级纲图中,除已知的 γ 跃迁外,新增加了20条 γ 跃迁,18条能级.

在数据分析中,对能量为174, 542和681keV的 γ 跃迁经反复开窗证实,都是能量非常接近且有级联关系的两条 γ 射线组成的重峰.通过对各 γ 跃迁开

* 国家重点基础研究发展规划项目(TG2000077405)和国家自然科学基金(10175090,10105015,10375092)资助
1) E-mail: zhulh@iris.ciae.ac.cn

窗,我们还确认了能量为542, 824, 735(414, 321), 716(542, 174), 462和572keV的级联 γ 跃迁,将自旋从原来的 25^- 推高到 34^- .此外,还观察到了能量为795, 743, 681, 848, 925, 741和586keV以及681, 787, 770和753keV等的两串级联 γ 跃迁.

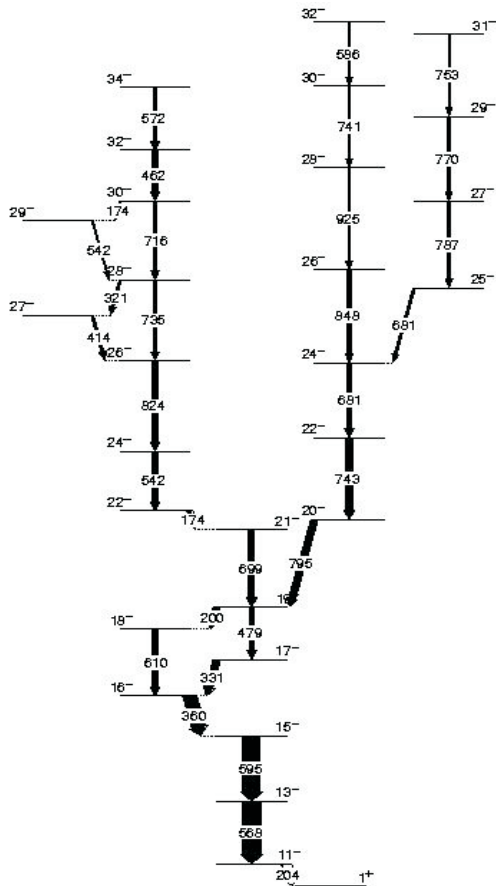


图1 本实验所建立的 ^{156}Tm 能级纲图

通过对各 γ 跃迁开窗和强度计算,我们发现 19^- 以下的能级次序和级联关系与原纲图^[2]的完全一致.当对能量为699keV的 γ 跃迁开窗时,可以看到它与能量为200和479keV γ 射线存在

明显的级联关系.同样,当对174keV γ 射线开窗时,也都看到了能量为200和479keV级联 γ 跃迁;当对能量为795keV的 γ 跃迁开窗时,可以看到它与能量为200和479keV γ 射线存在明显的级联关系.同样,当对743keV γ 射线开窗时,也都看到了能量为200和479keV级联 γ 跃迁;但当对能量为699和174keV的 γ 跃迁开窗时,不能看到能量为795和743keV的 γ 射线,反之亦然,所以我们认为原纲图^[2]中 19^- 以上的能级次序和级联关系应为图1所示.根据DCO数据,能量699和174keV γ 跃迁的多极性为E2,这与原纲图^[2]中的结果一致;但能量795keV γ 跃迁的 $\Delta I = 1$,能量743keV γ 跃迁的 $\Delta I = 2$,与原纲图^[2]中的结果不同.通过实验DCO值,还确认了其他能量 γ 跃迁的多极性.

3 讨论

在中子数 $N = 87$ 的相邻奇奇核 ^{150}Eu ^[3,4], ^{152}Tb ^[3]和 ^{154}Ho ^[5]能级进行比较,如图2所示.

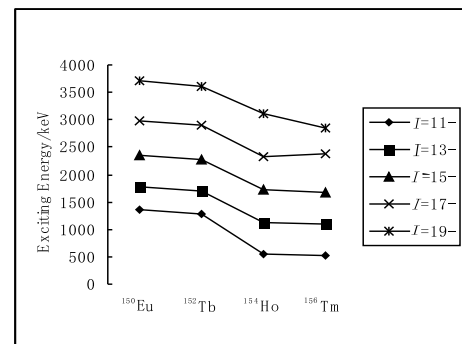


图2 与 ^{150}Eu , ^{152}Tb 和 ^{154}Ho 的能级($I = \text{odd}$)比较

可以看出 ^{156}Tm 核的低能级结构与 ^{150}Eu , ^{152}Tb 和 ^{154}Ho 非常相似.在该带中自旋 19^- 以下各能级能量随着质子数目的增加略有下降.

参考文献(References)

- 1 Kossakowski R et al. Phys. Rev., 1985, **C32**: 1612
- 2 SUN H et al. Z. Phys., 1995, **A352**: 115
- 3 Barneoud D et al. Z. Phys., 1983, **A314**: 69
- 4 Jongman J R et al. KVI 1991, Ann. Rept., 1992, **26**
- 5 Chae S J et al. Z. Phys., 1994, **A350**: 89
- 6 Petrache C M et al. Phys. Scr., 1995, **T56**: 299
- 7 Jongman J R et al. KVI 1991 Ann. Rept., 1992, **p.26**
- 8 Zolnowski D R et al. Phys. Rev., 1980, **C21**: 2556

Experimental Study on High Spin States of ^{156}Tm *

LIU Ying^{1,2} LI Ming-Fei^{2,3} ZHU Li-Hua^{1,1)} WANG Zhi-Min¹ WU Xiao-Guang¹
CUI Xing-Zhu^{1,3} HE Chuang-Ye¹ ZHANG Zhen-Long^{1,3} MENG Rui^{1,3} MA Rui-Gang¹
LI Guang-Sheng¹ WEN Shu-Xian¹ YANG Chun-Xiang^{1,3} HUO Jun-De³

1 (China Institute of Atomic Energy, Beijing 102413, China)

2 (Physics Department of Northeast Normal University, Changchun 130024, China)

3 (Physics Department of Jilin University, Changchun 130023, China)

Abstract The high spin states of ^{156}Tm were populated using fusion evaporation $^{142}\text{Nd}(^{19}\text{F}, 5n)^{156}\text{Tm}$ reaction at beam energy of 122.5MeV. The γ - γ coincidence and DCO ratios were measured with 13 HPGe-BGO detectors. A level scheme with 29 levels and 33 γ -transitions was proposed. About 18 levels and 20 γ -transitions were added to the previous work. The energy levels were extended is up to 34^- .

Key words fusion evaporation reaction, high spin state, the DCO ratio

* Supported by Major State Basic Research Development Program of China (TG2000077405) and National Nature Science Foundation of China (10175090, 10105015, 10375092)

1) E-mail: zhulh@iris.ciae.ac.cn