

^{52}Mn , ^{54}Mn 核的高自旋态研究*

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

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

摘要 利用重离子熔合蒸发反应 $^{12}\text{C}+^{48}\text{Ti}$ 布局 ^{52}Mn 和 ^{54}Mn 核的高自旋态. 用 14 台高纯锗反康谱仪组成的 γ 探测器阵列测量 γ - γ 符合. 经过对实验数据的分析, 发现了 ^{52}Mn 和 ^{54}Mn 核一些新的能级跃迁. 应用 OXBASH 程序对 ^{52}Mn 核进行了理论计算与分析, 其结果与实验中测量得到的数值符合得很好.

关键词 高自旋态 能级纲图 OXBASH 壳模型

1 引言

双幻数核 ^{56}Ni ^[1] 及其附近核的研究对核结构研究有重要意义. 在这一核区的原子核大多数是近球形核, 表现出很强的单粒子性.

本工作研究的 ^{52}Mn 和 ^{54}Mn 核正好位于双幻数核 ^{56}Ni 核附近, 且其中子数分别是 27 和 29, 位于 $N=28$ 壳层内外. 对 ^{52}Mn 和 ^{54}Mn 核的研究将进一步丰富该核区的核结构信息.

2 实验方法

实验工作是在中国原子能科学研究院的 HI-13 串列加速器上完成的, 通过重离子熔合蒸发反应 $^{12}\text{C}+^{48}\text{Ti}$ 布局 ^{52}Mn 和 ^{54}Mn 核的高自旋态, 束流能量选择在 60 MeV. 实验中 ^{48}Ti 靶的厚度为 $1.5\text{mg}/\text{cm}^2$, 衬底的厚度为 $20\text{mg}/\text{cm}^2$ 的铅衬. 同时为了测量激发函数, 束流能量分别选择从 55—85 MeV 之间的 7 个能量点. 在本次实验中使用 14 台高纯锗反康谱仪组成的 γ 探测器阵列测量 γ - γ 符合, 其中有 4 台放在对束流方向成 90° 的位置上, 4 台放在对束流方向成 45° 的位置上, 4 台放在对束流方向成 135° 的位置上, 另外有两台分别放在 55° 和 125° . 利用 ^{60}Co , ^{152}Eu 和 ^{133}Ba 源对探测器进行能量刻度和效率刻度. 本实验中将两重以上的 γ 符合事件积累到 1.9×10^8 个.

3 数据处理和结果

实验数据通过 KODAQ 数据获取系统采用事件带的方式记录, 通过仔细计算增益匹配系数, 离线分析 γ - γ 符合数据建立二维矩阵.

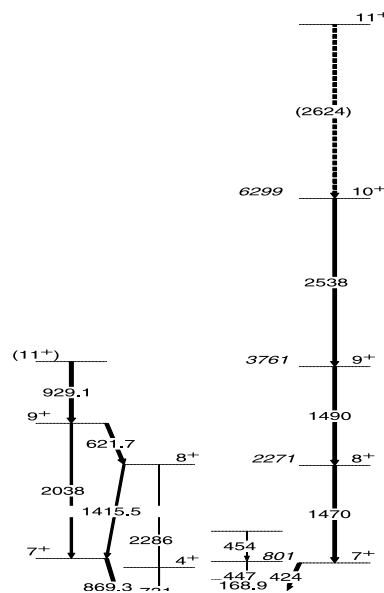


图 1 本次实验得到的 ^{52}Mn 核的能级纲图

用 Radware, GASPware, specplot 等分析软件分别对矩阵进行开窗和对能谱进行分析. 通过对二维矩阵进行 γ 射线开窗分析, 得到各 γ 射线之间的级联关

* 国家自然科学基金(10105015, 10175070)和国家重点基础研究发展规划项目(TG2000077405)资助

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

应用 OXBASH 壳模型程序对 ^{52}Mn 核进行了计算, 运算中选用的模型空间(单粒子态文件)为 fppn.SPS, 相互作用为 fpvpm.INI. 此空间为质子 $Z=20$ (子壳层为 $1f_{7/2}$, $2p_{3/2}$, $1f_{5/2}$, $2p_{1/2}$) 和中子 $N=20$ (子壳层为 $1f_{7/2}$, $2p_{3/2}$, $1f_{5/2}$, $2p_{1/2}$).

^{52}Mn 核的壳模型计算结果与实验值的比较见图 4. 其中 7^+ 的组态是 $\pi f_{7/2}^5 \otimes \nu f_{7/2}^7$, 8^+ 的组态是 $\pi f_{7/2}^5 \otimes \nu f_{7/2}^7$, 9^+ 的组态是 $\pi f_{7/2}^5 \otimes \nu f_{7/2}^6 \nu p_{3/2}$, 10^+ 的

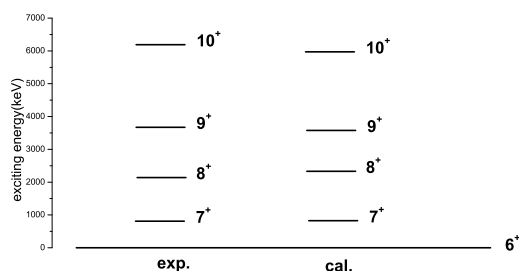


图 4 ^{52}Mn 核的壳模型计算结果与实验值的比较

组态是 $\pi f_{7/2}^5 \otimes \nu f_{7/2}^6 \nu f_{5/2}$. 从图中可以看到壳模型计算结果与实验值符合的很好.

4 小结

本次实验布居了 ^{52}Mn 和 ^{54}Mn 核的高自旋态, 得到了新的能级结构, 其中 ^{52}Mn 核的实验结果和 OXBASH 壳模型的计算符合得很好. 表明了 ^{52}Mn 核具有较好的壳层结构, 是一个近球形核. 本工作把 ^{54}Mn 核的能级纲图做了很大的扩展, 同时发现在其高激发态上存在有一定长寿命的亚稳态.

本工作是在中国原子能科学研究院 HI-13 串列加速器上完成的, 加速器运行组为实验提供了稳定高品质的束流, 许国基研究员提供了实验靶, 在此表示感谢. 作者同时感谢中国科学院近代物理研究所的张玉虎研究员从意大利 LNL 实验室带回来的实验数据对通过反应道鉴别 ^{52}Mn 核的几条新能级起了重要作用.

参考文献(References)

- 1 Rudolph D, Baktash C, Brinkman M J et al. Phys. Rev. Lett., 1999, **82**: 3763—3766
- 2 Avrigeanu V, Bucurescu D, Constantinescu G et al. Nucl. Phys., 1976, **A272**: 243—258
- 3 Medsker L R, Fry L H, Wilson D C. Phys. Rev., 1978, **C18**: 2584—2588
- 4 Kozub R L, Chitwood C B, Fields D J et al. Phys. Rev., 1984, **C30**: 1324—1327
- 5 Nathan A M, Olness J W, Warburton E K et al. Phys. Rev., 1977, **C16**: 192—214

High Spin States in ^{52}Mn and ^{54}Mn *

WU Xiao-Guang^{1,1)} ZHU Li-Hua¹ WEN Shu-Xian¹ LI Guang-Sheng¹ ZHANG Zhen-Long^{1,2}

MENG Rui^{1,2} CUI Xing-Zhu^{1,2} HE Chuang-Ye¹ WANG Zhi-Min¹

MA Rui-Gang¹ YANG Chun-Xiang¹

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

2 (College of Physics, Jilin University, Changchun 130023, China)

Abstract The present experiment was carried out at HI-13 tandem accelerator of the China Institute of Atomic Energy in Beijing. High spin states in ^{52}Mn and ^{54}Mn , were populated via $^{12}\text{C}+^{48}\text{Ti}$ fusion evaporation reactions at beam energy of 60MeV. Gamma-gamma coincidence experiment was performed with an array consisting of fourteen Compton suppressed HPGe-BGO spectrometers. Level scheme of ^{52}Mn and ^{54}Mn has been established in this experiment, In order to understand the insight structure of the high spin states of ^{52}Mn observed in present work, we have performed OXBASH shell model calculations, the results agree with the experimental results.

Key words high spin, level scheme, OXBASH shell model

* Support by National Natural Science Foundation of China (10105015, 10175070) and Major State Basic Research Development Programme (G2000077405)

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