

原子核 ^{145}Tb 的多准粒子激发*

郑勇^{1;1)} 周小红¹ 张玉虎¹ 柳敏良¹ 郭应祥¹ 雷相国¹
T. Hayakawa² M. Oshima² T. Toh² T. Shizuma² J. Katakura²
Y. Hatsukawa² M. Matsuda² H. Kusakari³ M. Sugawara⁴

1 (中国科学院近代物理研究所 兰州 730000)

2 (Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai, Ibaraki 319-1195, Japan)

3 (Chiba University, Inage-ku, Chiba 263-8512, Japan)

4 (Chiba Institute of Technology, Narashino, Chiba 275-0023, Japan)

摘要 利用能量为165MeV的 ^{32}S 束流,通过熔合蒸发反应 $^{118}\text{Sn}(^{32}\text{S}, 1\text{p}4\text{n})$,布居了 ^{145}Tb 的高自旋态.基于标准在束核谱学实验测量结果,首次建立了 ^{145}Tb 的高自旋态能级纲图.根据邻近 $N=80$ 同中子素能级结构的系统性,用弱耦合模型对 ^{145}Tb 的低位能级结构进行了解释.本工作在多粒子壳模型组态基础上对 ^{145}Tb 的更高激发态进行了深入讨论.为了使实验能级的组态指定更为直接方便,采用了参数无关的半经验壳模型计算.其结果清楚地揭示了球形核多准粒子的激发特性.

关键词 高自旋态 能级纲图 多准粒子激发

1 引言

原子核壳模型能够很好地描述质子数和中子数接近幻数的原子核. ^{145}Tb 相对于双幻核 ^{145}Gd 有一个价质子和一对中子空穴,预期 ^{145}Tb 的能谱结构将具有典型的多准粒子激发特征.本工作首次建立了 ^{145}Tb 的高自旋态能级纲图,相关实验细节以及初步结果已经发表在快报上^[1],本文将着重对 ^{145}Tb 的能级结构进行理论分析.

2 实验结果

利用能量为165MeV的 ^{32}S 束流,通过熔合蒸发反应 $^{118}\text{Sn}(^{32}\text{S}, 1\text{p}4\text{n})$,用12套BGO(AC)HPGe探测器进行了 γ 射线的激发函数, X- γ - t 和 γ - γ - t 符合测量.通过分析实验数据,首次建立了由50个能级,81条 γ 跃迁组成的 ^{145}Tb 的高自旋态能级纲图,如图1所示.纲图显示 ^{145}Tb 的能级结构具有典型的多粒子激发特性.比较 ^{145}Tb 周围核的结构,可以认为 ^{145}Tb 的低位激

发态是由一个 $h_{11/2}$ 价质子与其偶核芯 ^{144}Gd 的 2^+ , 4^+ 和 3^- 态^[2]耦合而成的.这些核芯激发态具有集体运动特性,当采取只适用于单纯组态的壳模型来计算这些激发态能量时,往往导致计算结果偏离实验观测值.本工作利用另外一种方法计算 ^{145}Tb 弱耦合态的激发能.对于更高激发,我们仍将在壳模型组态基础上讨论 ^{145}Tb 的晕态能级.

3 理论分析

3.1 粒子-核芯相互作用计算

奇质量 $N=80$ 同中子素的低位激发态可看作是由一个价质子与相应偶核芯的 2^+ , 4^+ 和 3^- 激发态耦合形成.因此,可以通过粒子-核芯相互作用能来计算这些核态的能量.该方法最早被成功地用于计算奇质量Bi同位素的三准粒子态能量^[3-5].利用从周围核提取得到的粒子-芯相互作用能以及 ^{144}Gd 的激发能谱,计算了 ^{145}Tb 的弱耦合能级的激发能.图2显示了

* 国家自然科学基金(10005012)和国家重点基础研究发展规划项目(TG2000077402)资助

1) E-mail: zhengyong@impcas.ac.cn

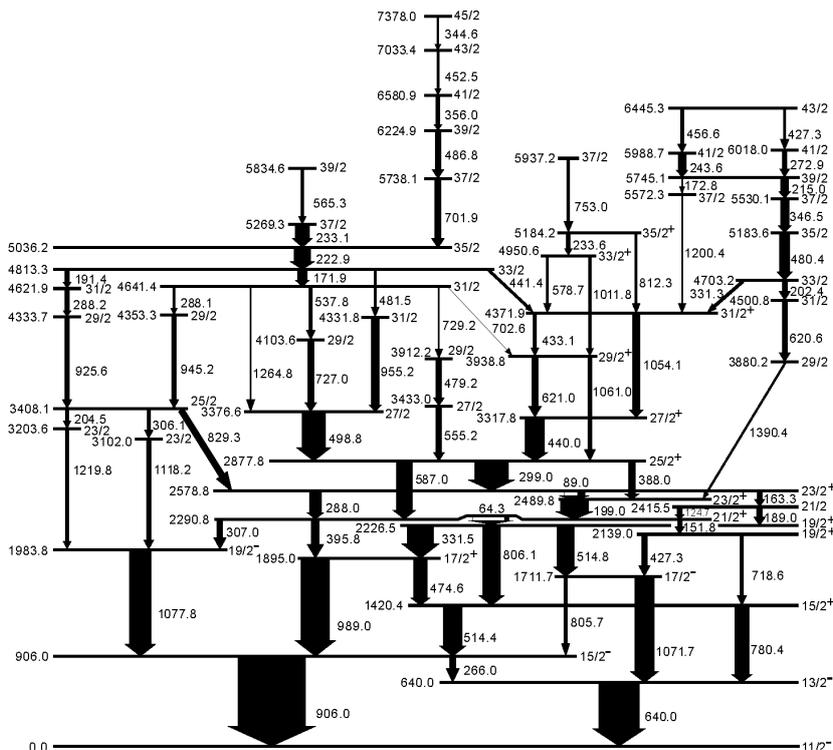


图 1 本工作建立的 ^{145}Tb 能级纲图

跃迁和能级的能量标注以 keV 为单位, 箭头宽度表示相对跃迁强度, 其中的空白部分对应于内转换的贡献.

计算结果与实验观测值的比较, 计算结果很好地再现了实验观测到的 ^{145}Tb 核的低位能级. 图2还比较了 ^{145}Tb 与邻近奇质量同中子素 ^{143}Eu , ^{147}Ho 和 ^{151}Lu 低位激发能级的系统性. 可以清楚地看到 ^{145}Tb 的能级与邻近同中子素的系统性符合得很好; $(\pi h_{11/2} \otimes \nu^{-2} 2^+, 4^+)$ 和 $(\pi h_{11/2} \times 3^-)$ 多重态的激发能与相应核芯激发的能量相差不大, 这说明价质子与核芯的作用比较弱.

于 2MeV 的晕态或近晕态能级. 为了使实验能级的组态指定更为直接方便, 采用半经验模型. 该模型利用邻近核中已知的一些简单组态的能量来计算一个复杂的多粒子-空穴组态的能量^[6]. 该方法只能计算组态成分单一的能级, 这对于大多数晕态来说是满足的.

图3和图4分别给出了正宇称态和负宇称态激发能的计算结果. 从这两张图可以看出:

$$(\pi h_{11/2}^3 j_0^{-2} \nu_0^{-2})_{27-7/2}, (\pi h_{11/2}^2 9_{7/2}^{-1} \nu_0^{-2})_{27+7/2},$$

$$(\pi h_{11/2}^2 d_{5/2}^{-1} \nu_0^{-2}), (\pi h_{11/2} \nu d_{3/2}^{-1} h_{11/2}^{-1})$$

和

$$(\pi h_{11/2} \nu s_{1/2}^{-1} h_{11/2}^{-1})$$

等三准粒子组态能够很好地再现实验上所观测到的 $27^+/2$ ($27/2$), $25^+/2$, $23^+/2$, $21^+/2$ ($21/2$) 和 $19^+/2$ 能级.

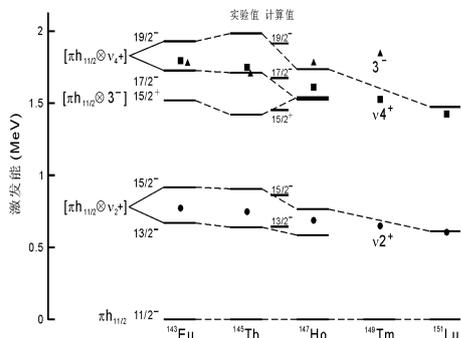


图 2 奇质量 $N=80$ 同中子素的低位能级能量(粗线), 在 ^{145}Tb 能级能量的右边显示了相应的理论计算值(细线) 相同组态的能级能量用虚线相连, 圆形, 四方形和三角形符号代表偶核芯的相应激发态能量.

3.2 半经验壳模型计算

壳模型组态可以描述 ^{145}Tb 核中激发能大

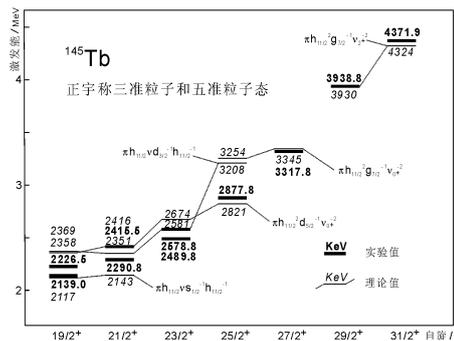


图 3 正宇称态能量的理论计算与实验观测的比较

