

形变双奇核 ^{180}Ir 的高自旋态实验研究*

张玉虎¹ T. Hayakawa² M. Oshima² J. Katakura²
Y. Hatsukawa² M. Matsuda² H. Kusakari³
M. Sugawara⁴ T. Komatsubara⁵ K. Furuno⁵

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)

5(Institute of Physics and Tandem Accelerator Center, University of Tsukuba, Ibaraki 305 - 0006, Japan)

摘要 利用 $^{154}\text{Sm}(^{31}\text{P}, 5n\gamma)^{180}\text{Ir}$ 反应产生并研究了双奇核 ^{180}Ir 的高自旋态. 实验中进行了 ^{180}Ir 核的在束 γ 测量, 包括 γ 射线的激发函数测量、X- γ 和 γ - γ 符合测量, 首次建立了双奇核 ^{180}Ir 由 5 个转动带构成的能级纲图. 依据从实验数据中提取出的带内 $B(M1)/B(E2)$ 值与理论计算值的比较, 以及相邻双奇核的带结构特征, 给出了转动带的准粒子组态. 在推转壳模型的理论框架中, 定性地讨论了转动带结构特征的组态依赖性.

关键词 在束 γ 谱学 形变双奇核 ^{180}Ir 转动带 准粒子顺排

1 引言

在原子核高自旋态核结构研究中, 对形变双奇核的研究越来越引起实验和理论核物理学家的重视, 并已成为目前国际上的前沿热门课题之一^[1]. 在过去的几年中, 我们对 ^{162}Lu , ^{170}Ta , ^{174}Re , $^{178, 180}\text{Ir}$, ^{182}Au 等一系列双奇核进行了在束 γ 谱学研究, 其研究成果相继发表在文献[2—6]中. 作为此研究项目的结果之一, 本文将详细报道关于 ^{180}Ir 的转动带能级结构, 并在推转壳模型的理论框架中, 对 ^{180}Ir 转动带结构特征的组态依赖性进行一些讨论. 在此研究工作之前, 通过 ^{180}Ir 和 ^{184}Au 的衰变研究, 确定了 ^{180}Ir 的基态寿命为 1.5 min, 发现了 ^{180}Ir 4 个低位能级^[7], 其它核谱学知识还均未曾见到过报道.

2 实验和结果

实验是在日本原子力研究所(JAERI)串列静电加速器实验室完成的. 用加速器提供

2001-07-15 收稿

* 国家杰出青年科学基金(10025525), 国家自然科学基金(19605008), 日本科学技术厅(STA)科学家交流项目(1998—21), 日本学术振兴会 *imitation fellowship* (L00515) 和国家重大基础研究发展规划(G2000077400)资助

的³¹P束流轰击¹⁵⁴Sm同位素靶,产生处于高自旋态的¹⁸⁰Ir核.靶的质量厚度约为2mg/cm²,丰度为98%,并衬有约5mg/cm²厚的Au箔.由12个带有BGO反康普顿抑制的高纯锗探测器阵列进行了在束γ测量.用¹⁵²Eu,¹³³Ba和⁶⁰Co标准放射源对高纯锗探测器做了能量和效率刻度,对⁶⁰Co源1332keV的γ谱线,探测器的能量分辨在2.0—2.4keV之间.探测器放置在与束流成±32°(±148°),±58°(±122°)和±90°的角度上,以便从γ-γ符合数据中提取γ射线的方向角关联系数.由于在本工作之前,还没有关于¹⁸⁰Ir核高自旋态的实验研究报道,我们在束流能量为150,155,160,165和170MeV的条件下进行了γ射线激发函数测量.结合符合测量中γ射线与KX射线的符合关系,可以辨认出那些来源于¹⁸⁰Ir核退激的γ射线.γ-γ符合测量是在160MeV的束流能量下进行的,在此能量下产生¹⁸⁰Ir(5n反应道)的反应截面最大.在本实验中,γ射线的沾污主要来自于¹⁷⁹Ir(6n反应道)^[8],¹⁸¹Ir(4n反应道)^[9],¹⁸⁰Os(p4n反应道)^[10]和¹⁷⁷Re(α3n反应道)^[11]核的退激发.这些反应产物的高自旋态已经被做了较充分的研究,可以作为鉴别¹⁸⁰Ir核新转动带的参考.以“事件-事件”方式通过计算机在磁带上记录了大约2.4×10⁸个γ-γ符合事件.在离线数据处理时,对每个高纯锗探测器作了能量刻度,建立了4096×4096的γ-γ符合矩阵,再对γ射线做开门符合谱,通过仔细分析γ射线间的符合关系,本工作建立了双奇核¹⁸⁰Ir由5个转动带构成的能级纲图,如图1所示.图2给出了带4和带5由两条干净的γ射线开门得到的γ-γ符合谱.¹⁸⁰Ir基态和4个低位能级的自旋以及宇称还未指定.本实验采用的反应对低自旋能级的布居率很低,所以探测系统测不到从这些能级退激下来的γ射线.另外,对于¹⁸⁰Ir这样的双奇核,低位能级密度较高,而且从带头能级向基态和低位激发态的跃迁很复杂,可能会伴随一些低能的γ射线不易被探测到,所以图1给出的能级纲图没能将带头能

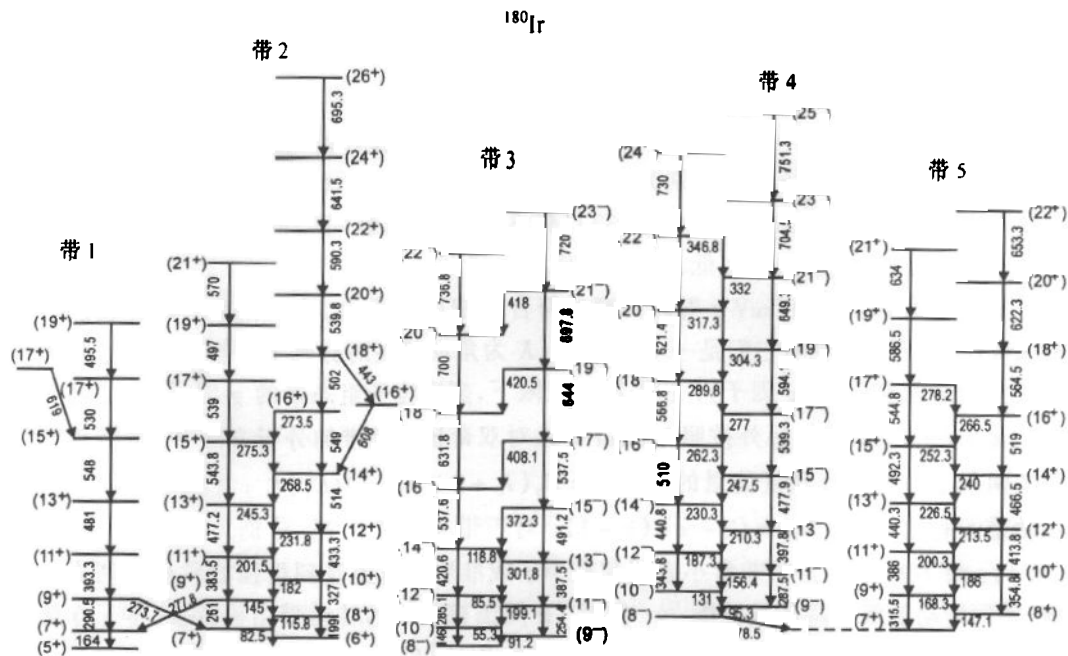
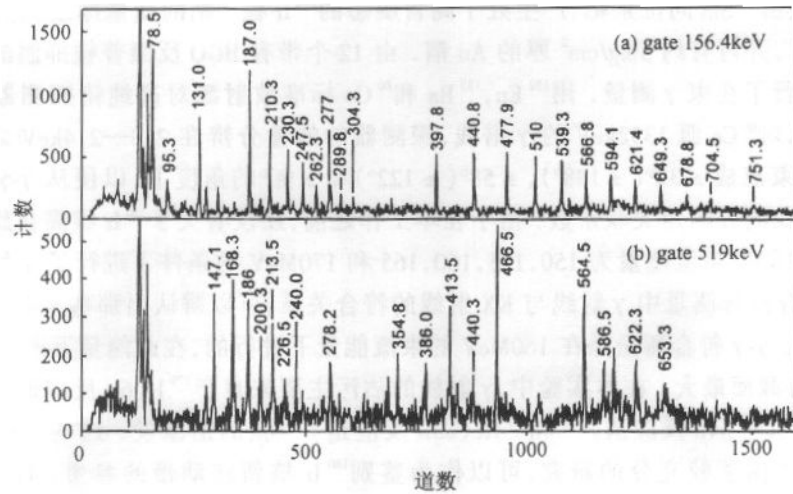


图 1 本工作建立的¹⁸⁰Ir转动带的能级纲图

图 2 γ 射线开门的符合谱

级与基态联系起来. 带 1 和带 2 通过两条电四极(E2)跃迁相互联接, 从而确定了两个带能级的相对激发位置和自旋值. 带 4 通过一条 78.5keV 的低能 γ 射线退激, 基于 γ 射线退激时的强度平衡原理, 提取出了 78.5keV 的 γ 射线的内转换系数为 $\alpha_T = 0.89 \pm 0.20$, 与理论期望的 E1 跃迁 $\alpha_T = 0.75$ 相一致, 因此本工作认为带 4 的带首(8^-)态通过 78.5keV 的 γ 射线退激到带 5 的带首(7^+)态.

3 讨论

3.1 转动带的准粒子组态

在文献[6]中, 对带 1、带 2 和带 3 已做了详细的分析和讨论, 指定了各转动带能级的自旋和宇称值, 其准粒子组态分别为 $\pi 1/2^- [541] \otimes \nu 1/2^- [521]$ (带 1)、 $\pi 1/2^- [541] \otimes \nu 5/2^- [512]$ (带 2) 和 $\pi 1/2^- [541] \otimes \nu 7/2^+ [633]$ (带 3). 根据能级间隔的系统学分析, 指出了 $\pi 1/2^- [541] \otimes \nu 7/2^+ [633]$ 带在低自旋发生旋称反转^[5,6].

从图 2 用 156 和 519keV γ 射线开窗的符合谱中可以看出, 带 4 和带 5 具有较强的带内 M1(E2)跃迁. 这表明它们是一个高 K 带(K 为角动量在对称轴上的投影), 并且能级具有较大的回旋磁比率(g 因子). 在强耦合极限下, 多准粒子组态带的 g 因子 g_K 可用 $g_K = (\sum g_j K_j) / (\sum K_j)$ 计算. 另外按照 Kreiner 等人对双奇核转动带的分析方法^[12], 从转动带最低的两条 $\Delta I = 1$ 的 γ 跃迁能量的比值 $x = E_\gamma(I_0 + 2 \rightarrow I_0 + 1) / E_\gamma(I_0 + 1 \rightarrow I_0)$ 可以提取出转动带的有效 K 值, $K_{eff} = (2 - x) / (x - 1)$. 对于带 4 和带 5, K_{eff} 分别为 1.6(带 4)和 5.9(带 5). 带 4 的有效 K 值非常小表明其准中子或准质子轨道受到很强的科里奥利力的影响, 导致转动能级的间距被压缩^[12]. 参考 ^{100}Ir 周围核已知的转动带结构特征, 本工作建议带 4 和带 5 的准粒子组态分别为 $\pi 9/2^- [514] \otimes \nu 7/2^+ [633] K = 8^-$ (带 4) 和 $\pi 9/2^- [514] \otimes \nu 5/2^- [512] K = 7^+$ (带 5), 相应最低能级的自旋和宇称分别为 $I_0^* = \Omega_p + \Omega_n = 8^-$ (带 4) 和

$I_0^\pi = \Omega_p + \Omega_n = 7^+$ (带 5).

上述对带 4 和带 5 准粒子组态和自旋的指定在下面的分析中得到进一步证实. 在实验数据中提取从能级 I^π 退激的 $\Delta I = 2$ 和 $\Delta I = 1$ 两条 γ 射线的强度比 λ , 再根据

$$\frac{B(M1; I \rightarrow I - 1)}{B(E2; I \rightarrow I - 2)} = 0.697 \frac{E_{\gamma_2}^5}{E_{\gamma_1}^3} \frac{1}{\lambda(1 + \delta^2)} \left[\frac{I_N^2}{(eb)^2} \right]$$

计算带内磁偶极(M1)和电四极(E2)的约化跃迁几率比 $B(M1; I \rightarrow I - 1)/B(E2; I \rightarrow I - 2)$, 其结果展示在图3中. 上式中 E_{γ_1} 和 E_{γ_2} 是 $\Delta I = 1, 2$ 的 γ 跃迁能量(单位为 MeV), δ 是

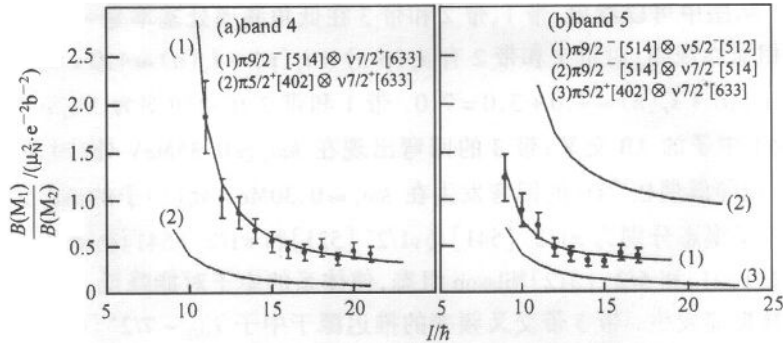


图 3 实验测到的带内 $B(M1)/B(E2)$ 的比值

——采用公式(5)的计算结果. $Q_0 = 7eb, g_R = Z/A = 0.43$, 其它参数 ($K, K_p, K_n, i_p, i_n, g_p, g_n$) 对 $\pi 9/2^- [514] \otimes v 7/2^+ [633]$ 组态为 (8, 9/2, 7/2, 0.35, 2.6, 1.29, -0.25); 对 $\pi 5/2^+ [402] \otimes v 7/2^+ [633]$ 组态为 (5, 5/2, 7/2, 0.02, 2.6, 1.57, -0.25); 对 $\pi 9/2^- [514] \otimes v 7/2^+ [514]$ 组态为 (8, 9/2, 7/2, 0.35, 1.15, 1.29, 0.33); 对 $\pi 9/2^- [514] \otimes v 5/2^- [512]$ 组态为 (7, 9/2, 5/2, 0.35, 0.44, 1.29, -0.31).

$\Delta I = 1$ γ 跃迁中磁偶极成分和电四极成分的混合比. 一般情况下混合比的值较小, 计算时假定 $\delta^2 = 0$, 由此引入的误差估计小于 10%. 实验测到的带内 M1 和 E2 约化跃迁几率比 $B(M1; I \rightarrow I - 1)/B(E2; I \rightarrow I - 2)$ 强烈依赖转动带的准粒子组态以及对转动带能级的自旋指定. 理论上可采用半经典公式^[11]计算:

$$B(M1; I \rightarrow I - 1) = \frac{3}{8\pi} (g_{eff} - g_R)^2 K^2 \left(1 - \frac{K^2}{I^2} \right) [\mu_N^2], \quad (2)$$

其中

$$g_{eff} = \frac{\sum (g_j - g_R) K_j}{K} - \frac{\sum (g_j - g_R) i_x(j)}{\sqrt{I^2 - K^2}}.$$

上式中的 g_R 和 g_j 分别代表集体运动和单准粒子运动的 g 因子, $i_x(j)$ 为单准粒子顺排, g_{eff} 为准粒子组态下的有效 g 因子. 对于强耦合极限 $g_{eff} = g_K = (\sum g_j K_j) / (\sum K_j)$, 用转动模型计算:

$$B(E2; I \rightarrow I - 2) = \frac{5}{16\pi} (eQ_0)^2 \langle IK20 | I - 1 K \rangle^2 = \frac{15}{32\pi} (eQ_0)^2 \frac{(I + K)(I - K)(I - 1 + K)(I - 1 - K)}{I(2I + 1)(2I - 1)(I - 1)},$$

由公式(1)–(3)得到理论计算的

$$\frac{B(M1; I \rightarrow I-1)}{B(E2; I \rightarrow I-2)} = \frac{8}{5} \frac{(g_{v11} - g_R)^2 K^2}{Q_0^2} \frac{(2I-1)(I-1)}{(I-1-K)(I-1+K)} \left[\frac{\mu_N^2}{(eb)^2} \right], \quad (5)$$

在不同的准粒子组态假定下,依据公式(5)计算了 $B(M1)/B(E2)$ 值随自旋的变化关系,并在图 3 中与实验值进行了比较. 可见在指定的准粒子组态和相应的能级自旋下,理论计算与实验符合得非常好.

3.2 准粒子顺排

在推转壳模型的理论框架中,常用转动带的准粒子顺排角动量 i_x 和带交叉(或回弯)频率两个物理量来表征转动带的特性. 图 4 给出了随转动频率的变化 ^{180}Ir 核的 5 个转动带的顺排图. 从图中可以看出,带 1、带 2 和带 3 在低角频率处基本是一个常量,且满足准粒子顺排的相加性规则:对带 1 和带 2 有 $i_x(p-n) = i_x(p) + i_x(n) \approx 4.0 + 0.5 = 4.5$,对带 3 有 $i_x(p-n) = i_x(p) + i_x(n) \approx 4.0 + 3.0 = 7.0$. 带 1 和带 2 在角频率为 $\hbar\omega_c \approx 0.26\text{MeV}$ 处出现回弯,对应于中子的 AB 交叉;带 3 的回弯出现在 $\hbar\omega_c \geq 0.35\text{MeV}$ 处,对应于中子的 BC 或 AD 交叉. 相邻偶偶核 ^{180}Os 的回弯发生在 $\hbar\omega_c \approx 0.30\text{MeV}$ 处(中子的 AB 交叉)^[10]. 带 1 和带 2 的准粒子组态分别为 $\pi 1/2^- [541] \otimes \nu 1/2^- [521]$ 和 $\pi 1/2^- [541] \otimes \nu 5/2^- [512]$,由于奇中子占居 $1/2^- [521]$ 和 $5/2^- [512]$ Nilsson 组态,使体系的中子对能降低,因而中子 AB 交叉较相邻偶偶核提前发生. 带 3 带交叉频率的推迟源于中子 $i_{13/2} - 7/2^+ [633]$ 轨道的堵塞效应. 上述这些特征均可以用推转壳模型很好地解释.

考察带 4 和带 5,还发现一个有趣的准粒子顺排现象:与前 3 个转动带不同,带 4 和带 5 的准粒子顺排在低频时就开始增加,直到实验测量的最高频率,准粒子顺排线性地增加了约 8 个角动量单位. 在相邻奇质子核的 $\pi h_{11/2}$ 带、 $\pi d_{5/2}$ 带和 $\pi i_{13/2}$ 带中以及 $N \leq 102$ 偶偶核的基态带^[13-15]中也观测到这种奇特现象称为低自旋顺排异常. 针对这一低自旋顺排异常现象,人们在轻 Re—Os—Ir 核区对偶偶核和奇质子核做了大量的理论研究工作,提出了不同的物理解释,如:三带相互作用^[13]、带交叉时强的带-带相互作用^[16]、随转动核发生形状变化^[17]、 $(h_{9/2})^2$ 质子顺排^[18]、以及 $(h_{9/2})^2$ 质子和 $(i_{13/2})^2$ 中子同时顺排^[18]等.

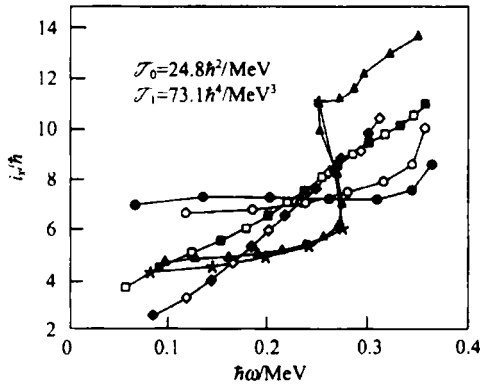


图 4 ^{180}Ir 核 5 个转动带的准粒子顺排角动量 i_x 随转动频率的变化关系

对所有转动带采用了图上标示的同一组 Harris 参量.

* 带 1, \blacktriangle 带 2, \bullet 带 3, \square 带 4, \diamond 带 5.

目前我们还不能对 ^{180}Ir 不同准粒子组态带的顺排特征在理论上做深入地研究,在此仅做一些定性的讨论.

通常认为占居 $\pi 1/2^- [541]$ 轨道且具有粒子特性的准质子对核芯会有一个大的形变驱动力^[19,20],从而使 AB 带交叉推迟. 从图 4 上可以看出, ^{180}Ir 核的带 1 ($\pi 1/2^- [541] \otimes \nu 1/2^- [521]$) 和带 2 ($\pi 1/2^- [541] \otimes \nu 5/2^- [512]$) 的中子 AB 交叉发生在 $\hbar\omega_c \approx 0.26\text{MeV}$ 处,与 ^{179}Os 核 $\nu 5/2^- [512]$ 带的 AB 交叉角频率 ($\hbar\omega_c \approx 0.25$) 非常接近^[21]. 这说明对于 $Z = 77$ 的 ^{180}Ir 核,质子的费米面已经跨过了 $\pi 1/2^- [541]$ 尼尔逊轨道,占居这个轨道

的准质子其粒子性消失,因而失去了对核芯的大形变驱动效应.因此 $\pi 1/2^- [541] \otimes \nu 5/2^- [512]$ 带和 $\pi 1/2^- [541] \otimes \nu 1/2^- [521]$ 带的 AB 交叉相对于 $\nu 5/2^- [512]$ 或 $\nu 1/2^- [521]$ 带将不发生推迟.

对于带 4 和带 5,从其准粒子组态来看,这两个带出现的低自旋顺排异常与准质子占据 $9/2^- [514]$ 轨道有关.在三带相互作用模型^[13,14]中,常用基带、大形变带(d带)和s带的相互作用来解释低自旋顺排异常,其模型中假定的d带是由于一对质子被散射到 $\pi 1/2^- [541]$ 轨道上而构成的.对 $Z=77$ 的Ir,只有从 $9/2^- [514]$ 轨道上激发一个质子才能构成 $\pi 9/2^- [514]$ 单准粒子带或 $\pi 9/2^- [514] \otimes \nu 7/2^+ [633]$ (带4)和 $\pi 9/2^- [514] \otimes \nu 5/2^- [512]$ (带5)2准粒子带.被激发的 $9/2^- [514]$ 质子与已有的 $1/2^- [541]$ 质子配对,因此成对的质子散射将被堵塞.另外三带相互作用模型中采用的s带对带4和带5应有所不同.对于带4由于 $i_{13/2}$ 子壳上已占据了一个中子,相应的s带应该是发生中子BC或AD交叉的4准粒子带;对带5相应的s带应该是发生中子AB交叉的4准粒子带.考虑质子费米面的位置, ^{180}Ir 的带4和带5中的 $9/2^- [514]$ 准质子似乎应具有空穴的特征.而空穴对核芯的形变驱动效应与粒子相反, $\pi 9/2^- [514]$ 是上翘轨道,占据此轨道的空穴对核芯会产生大形变驱动效应.因此 ^{180}Ir 的带4和带5与其它转动带相比可能具有较大的四极形变.对于具有不同形变的转动带采用同一组Harris参量有可能会产生图4中不同的顺排特征.

4 结论

本工作首次对双奇核 ^{180}Ir 的高自旋态进行了实验研究,建立了由5个转动带构成的能级纲图.根据此核区带结构研究中所获得的系统学知识,以及实验测量得到的带内电磁跃迁性质 $B(M1)/B(E2)$ 值,对转动带的准粒子组态、自旋和宇称进行了讨论和指定.发现基于 $\pi 1/2^- [541] \otimes \nu 1/2^- [521]$ 和 $\pi 1/2^- [541] \otimes \nu 5/2^- [512]$ 组态下的两个转动带的AB交叉发生在 $h\omega_c \approx 0.26\text{MeV}$ 处,与相邻 ^{179}Os 核 $\nu 5/2^- [512]$ 带的AB交叉频率接近.在组态为 $\pi 9/2^- [514] \otimes \nu 7/2^+ [633]$ 和 $\pi 9/2^- [514] \otimes \nu 5/2^- [512]$ 的两个转动带中发现了低自旋顺排异常.针对上述实验结果,本文在推转壳模型的理论框架中,定性地讨论了转动带结构特征的组态依赖性.

参考文献(References)

- 1 Jain A K, Sheline R K, Sood P C et al. Rev. of Mod. Phys., 1998, 70:843
- 2 ZHANG Y H, ZHAO Q Z, ZHOU X H et al. High Energy Phys. and Nucl. Phys., 1997, 21(5):393(in Chinese)
(张玉虎,赵庆中,周小红等.高能物理与核物理,1997,21(5):393)
- 3 ZHANG Y H, ZHAO Q Z, ZHU S F et al. Phys. Rev., 1999, C60:044311
- 4 ZHANG Y H, ZHANG S Q, HUANG W X et al. High Energy Phys. and Nucl. Phys., 2000, 24(4): 369(in Chinese)
(张玉虎,张双全,黄文学等.高能物理与核物理.2000,24(4):369)
- 5 ZHANG Y H, Hayakawa T, Oshima M et al. High Energy Phys. and Nucl. Phys., 2000, 24(12):1123(in Chinese)
(张玉虎, Hayakawa T, Oshima M 等.高能物理与核物理,2000,24(12):1123)
- 6 ZHANG Y H, Hayakawa T, Oshima M et al. Eur. Phys. J., 1999, A5:345
- 7 Firestone R B, Shirley V S, Baglin C M et al. Table of Isotopes, 1996, 2:2165
- 8 JIN H Q, Riedinger L L, Bingham C R et al. Phys. Rev., 1996, C53:2106
- 9 Kaczarowski R, Garg U, Kunk E G et al. Phys. Rev., 1992, C45:103

- 10 Lieder R B, Neskakis A, Skalski J et al. Nucl. Phys., 1988; **A476**:545
- 11 Bark R A, Hagemann G B, Jensen H J et al. Nucl. Phys., 1995; **A591**:265
- 12 Kreiner A J, Davidson J, Davidson M et al. Phys. Rev., 1987, **C36**:2309
- 13 Dracoulis G D, Fabricius B, Byrne A P et al. Phys. Lett., 1991, **B257**:21
- 14 Bark R A, Dracoulis G D, Stuchbery A E et al. Nucl. Phys., 1989; **A501**:157
- 15 Bark R A. J. Phys., 1991, **G17**:1209
- 16 Wells J C, Johnson N R, Baktash C et al. Phys. Rev., 1989, **C40**:725
- 17 Bengtsson R. Nucl. Phys., 1990, **A520**:201c
- 18 Wells J C, Johnson N R, Baktash C et al. Phys. Rev., 1987, **C36**:431
- 19 Nazarewicz W, Riley M A, Garrett J D. Nucl. Phys., 1990, **A512**:61
- 20 YANG C X, WEN S, LI S G et al. Chin. J. Nucl. Phys., 1994, **16**:223
- 21 Balabanski D L, Lieder R M, Kutsarowa T et al. Nucl. Phys., 1993, **A563**:129

Experimental Study of High-Spin States in Deformed Odd-Odd $^{180}\text{Ir}^*$

ZHANG Yu-Hu¹ T. Hayakawa² M. Oshima² J. Katakura² Y. Hatsukawa²
M. Matsuda² H. Kusakari³ M. Sugawara⁴ T. Komatsubara⁵ K. Furuno⁵

1(Institute of Modern Physics, The Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China)

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)

5(Institute of Physics and Tandem Accelerator Center, University of Tsukuba, Ibaraki 305 - 0006, Japan)

Abstract High-spin states in deformed odd-odd ^{180}Ir have been investigated using the $^{154}\text{Sm} (^{31}\text{P}, 5n\gamma)^{180}\text{Ir}$ reaction through the measurements of excitation functions at 150, 155, 160, 165 and 170 MeV beam energies, K X- γ and γ - γ coincidences at 160 MeV. A new level scheme composed of 5 rotational bands has been established. According to the band structure characteristics and the deduced in-band $B(M1)/B(E2)$ ratios, the quasiparticle configurations and spin and parity have been proposed to the observed bands. The neutron AB crossing is observed at $\hbar\omega_c \approx 0.26$ MeV for the $\pi 1/2^- [541] \otimes \nu 1/2^- [521]$ and $\pi 1/2^- [541] \otimes \nu 5/2^- [512]$ bands. This AB crossing frequency is close to that in the $\nu 5/2^- [512]$ band of ^{179}Os indicating the loss of intruder nature of the $\pi 1/2^- [541]$ orbit. Gradual alignment gain in both the $\pi 9/2^- [514] \otimes \nu 7/2^+ [633]$ and $\pi 9/2^- [514] \otimes \nu 5/2^- [512]$ bands is observed which is similar to the low-spin anomaly in alignment in the $\pi h_{11/2}$, $\pi d_{5/2}$ and $\pi i_{13/2}$ bands of neighboring Ir and Re isotopes. Different alignment properties have been discussed in the framework of cranked shell model, and a larger quadrupole deformation is suggested for the bands with $\pi 9/2^- [514]$ orbit involved.

Key words in-beam γ -ray spectroscopy, deformed odd-odd ^{180}Ir , rotational band, quasiparticle alignment

Received 15 July 2001

* Supported by National Natural Sciences Foundation of China for Distinguished Young Scholar (10025525), NSFC (19605008), Japan STA Scientist Exchange Program (1998-21), Japan JSPS Invitation Fellowship (L00515) and Major State Basic Research Development Program (G2000077400)