

## 关于 Pt 偶同位素的 $h_{9/2}$ 质子对

张敬业 锤纪泉

(中国科学院近代物理研究所, 兰州)

### 摘 要

本文对于 Pt 偶同位素中的  $h_{9/2}$  质子对的排列现象作了比较系统的计算和讨论。结果表明, 如用改善的 Nilsson 参数  $\kappa$ 、 $\mu$ , 给出的  $\pi h_{9/2}$  的排列频率与  $\nu i_{13/2}$  排列频率的差值  $\Delta \hbar\omega_c = \hbar\omega_c(\pi h_{9/2}) - \hbar\omega_c(\nu i_{13/2})$  对于  $^{184}\text{Pt}_{106}$  核具有最小值, 约为 75 keV。这和最近实验上确定的  $^{184}\text{Pt}$  核转晕带上出现的大的上弯现象, 是由于  $\nu i_{13/2}$  和  $\pi h_{9/2}$  两个排列频率非常靠近的结果一致。而运用 Nilsson 的标准  $\kappa$ 、 $\mu$  则不能给出这一结果。这两个排列的先后次序仍是值得深入研究的问题。对于相邻 Pt 偶同位素的  $\pi h_{9/2}$  排列频率的理论预言, 期待着实验数据的检验。

在人们对于稀土区大形变核的高自旋带结构有了比较深入的了解之后, 重稀土核的高自旋行为, 近年来已引起愈来愈多的兴趣, 因为理论上预言且实验也已发现在这个区域存在着极其丰富的形状共存和新的带结构特征 (参看文献 [1] 及其中的参考文献)。例如, 人们早已知道  $^{182}\text{Os}_{106}$  核的转晕带在  $\hbar\omega \approx 0.25\text{MeV}$  处出现的大而尖锐的上弯是由于  $i_{13/2}$  中子对排列的结果<sup>[2,3]</sup>, 在  $^{180}\text{Os}$  则存在两个上弯。  $\hbar\omega = 0.26$  的上弯是  $i_{13/2}$  中子对排列, 而  $\hbar\omega = 0.38\text{MeV}$  是  $h_{9/2}$  质子排列<sup>[2]</sup>。但是对于  $^{184}\text{Pt}_{106}$  的转晕带, 在  $\hbar\omega = 0.2 - 0.3\text{MeV}$  的范围内, 出现了一个平缓的上弯, 排列角动量差不多有  $10\hbar$ , 而且一直到  $\hbar\omega \approx 0.4\text{MeV}$ , 再未发现其他上弯现象。十分精细的相邻奇中子核与奇质子核的阻塞效应实验表明, 这一回弯是由于  $i_{13/2}$  中子对和  $h_{9/2}$  质子对的排列共同造成的<sup>[1]</sup>。理论上是否有可能解释这一现象呢? 利用 Nilsson 的标准  $\kappa$ 、 $\mu$  和改善了<sup>[4]</sup>的  $\kappa(N)$ 、 $\mu(N)$  所作的推转模型计算<sup>[5]</sup>均表明, 仅仅  $i_{13/2}$  中子对的转动排列, 确实不足以造成这么大的排列角动量。

为了找到造成  $^{184}\text{Pt}$  转晕带上出现的平缓上弯和巨大的排列角动量, 根据实验<sup>[1]</sup>的启

示,除了  $i_{13/2}$  中子对外,自然应该考虑  $h_{9/2}$  质子对的贡献。利用 Nilsson 位的推转壳模型,我们计算了六个感兴趣的 Pt 偶同位素中  $h_{9/2}$  质子对的排列频率(亦即  $\pi h_{9/2}$  排列带与基带的交叉频率)。表 1 是利用标准的  $A = 187$  Nilsson  $\kappa, \mu$  所作的计算结果,为了便

表 1

Pt 同位素	$\epsilon_2$	$\epsilon_4$	$\hbar\omega_c(\pi h_{9/2})$	$\hbar\omega_c(\nu i_{13/2})$	$\Delta\hbar\omega_c(\text{MeV})$
178	0.1714	0.020	0.481	0.169	0.312
180	0.2252	0.025	0.385	0.248	0.137
182	0.2115	0.040	0.376	0.256	0.120
184	0.2050	0.050	0.397	0.256	0.141
186	0.1916	0.060	0.395	0.302	0.093
188	0.1580	0.050	$\geq 0.501$	0.304	$\geq 0.200$

表 2

Pt 同位素	$\epsilon_2$	$\epsilon_4$	$\hbar\omega_c(\pi h_{9/2})$	$\hbar\omega_c(\nu i_{13/2})$	$\Delta\hbar\omega_c(\text{MeV})$
178	0.210	0.011	0.398	0.221	0.176
180	0.219	0.019	0.383	0.223	0.160
182	0.224	0.029	0.354	0.253	0.101
184	0.224	0.039	0.356	0.281	0.075
186	0.210	0.044	0.384	0.289	0.095
188	0.196	0.047	0.413	0.318	0.095
190	0.159	0.037	0.521	0.293	0.228

于讨论,我们把文献 [5] 所得的  $i_{13/2}$  中子对的排列频率也列在同一表中,两者的差值为

$$\Delta\hbar\omega = \hbar\omega_c(\pi h_{9/2}) - \hbar\omega_c(\nu i_{13/2}), \quad (1)$$

由表可见,对于  $^{184}\text{Pt}$ ,  $h_{9/2}$  质子对的排列频率和  $i_{13/2}$  中子对的排列频率之差为  $0.12\text{MeV}$ ,与实验值不可能符合。但是利用经符合  $^{185}\text{Au}$  实验结果所获得的改善了 Nilsson 参数  $\kappa(N)$  和  $\mu(N)$  [4],所作的同类计算,其结果如表 2 及图 1 所示。其中各同位素的形变值,除  $^{178}\text{Pt}$  取自 [6] 外,其它是利用这组新的  $\kappa(N)$ ,  $\mu(N)$  所作的二维形变空间 ( $\epsilon_2, \epsilon_4$ ) 的位能面计算确定的。

由表 2 可见,对  $^{184}\text{Pt}$  而言,  $h_{9/2}$  质子对的排列频率与  $i_{13/2}$  中子对的排列频率是相当靠近的,

$$\Delta\hbar\omega_c \approx 0.075\text{MeV},$$

可以和实验值相符。而相邻的其它 Pt 偶同位素,两个排列频率的差值均比较大,目前尚无实验结果可资比较,我们期待着新的实验数据对此

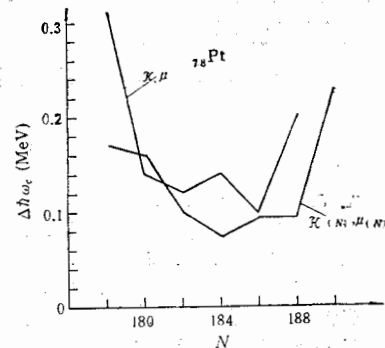


图 1  $\Delta\hbar\omega_c$  与 Pt 同位素的中子数的理论关系曲线,曲线旁标有  $\kappa, \mu$  的,是用标准 Nilsson 参数计算的,而标有  $\kappa(N), \mu(N)$  的,是用改进参数计算的。

和与小象,标问检

土核的个区域)。例是由于子对排.3MeV 1MeV,明,这解释这计算[5]

的启

理论结果的检验。

### 三

最近对于  $^{184}\text{Pt}_{106}$  核的相邻奇中子核与奇质子核的阻塞效应实验<sup>[1]</sup>, 发现  $^{185}\text{Pt}_{107}$  核的中子  $i_{13/2}$  带中的质子  $h_{9/2}$  对的排列频率约为  $0.25\text{MeV}$ , 而  $^{185}\text{Au}$  质子  $h_{9/2}$  带中的中子  $i_{13/2}$  对的排列频率约为  $0.31\text{MeV}$ . 这使人们认为, 在  $^{184}\text{Pt}$  核转晕带的大上弯中所包含的两类核子的转动排列,  $h_{9/2}$  质子对的排列先于  $i_{13/2}$  中子的排列. 但是这个结论是基于这样的认识, 即  $^{185}\text{Pt}$  核的  $\nu i_{13/2}$  带以及  $^{185}\text{Au}$  的  $\pi h_{9/2}$  带上各自旋态, 尤其是发生带交叉区域的自旋态的核形变与对关联均与  $^{184}\text{Pt}$  的转晕带上对应的自旋态的核形变与对关联十分接近, 而这一点是尚未得到证实的. 一般来说, 利用相邻奇  $A$  核的阻塞效应来判定偶偶核转动带的回弯性质是有效的, 但若想据此来定量地确定某一组态的转动带的交叉频率则需十分小心, 原因则正如文献 [7] 所指出的, 奇  $A$  核的偶偶核实和相邻偶偶核在形变和对关联等影响交叉频率的诸主要性质上是可以有区别的. 所以从实验上最终判定  $^{184}\text{Pt}$  核转晕带中  $\pi h_{9/2}$  和  $\nu i_{13/2}$  排列的次序, 还需进一步的工作, 例如回弯区  $g$  因子的测量等.

从理论方面来说, 本文计算结果指出  $i_{13/2}$  中子对的排列应先于  $h_{9/2}$  质子对, 然而, 计算中假定了形状和对关联在所讨论的频率范围内是不变的, 且假定  $\gamma = 0$ . 这些自然是比较强的近似, 影响了定量结果的准确性, 最近报道的<sup>[8]</sup>三维形变空间 ( $\beta_2, \beta_4, \gamma$ ) 位能面计算关于  $^{184}\text{Pt}$  高自旋态的初步结果, 指出随着自旋的增加和转动排列的出现, 核的形状是不断变化的, 但仍是  $i_{13/2}$  中子对的排列在  $h_{9/2}$  质子对之前. 不过在这类大型计算中, 对于对关联的处理是唯象地假定一个随转动频率的增加而下降的对能隙  $\Delta(\omega)$ , 这还是不够精确的, 因此应该说, 截止目前为止, 理论方面尽管各类计算均指出  $i_{13/2}$  中子对首先排列, 但由于计算中所作的近似, 所得定量结论, 仍然有待于进一步改善与核定.

$^{184}\text{Pt}$  核转晕带中, 大上弯所包含的  $\nu i_{13/2}$  与  $\pi h_{9/2}$  排列次序问题, 是当前高自旋界中十分有趣的一个问题<sup>[8,9]</sup>, 理论和实验方面均在作着努力, 以期最终弄清楚. 这对于检验与发展理论均是很有意义的.

作者感谢 L. Riedinger 教授与 R. Bengtsson 博士所作的有益讨论.

### 参 考 文 献

- [1] A. J. Larabee, M. P. Carpenter, L. L. Riedinger, L. H. Courtney, J. C. Waddington, V. P. Janzen, W. Nazarewicz, Jing-ye Zhang (张敬业), R. Bengtsson, G. A. Leander, *Phys. Lett.*, **B169**(1986), 21.
- [2] A. Neskakis, R. M. Lieder, G. Sletten, J. D. Garrett Proc. 1982 INS Inter Symp. on Dynamics of Nuclear Collective Motion, Mt. Fuji, 1982.
- [3] 张锡珍, 张敬业, 原子核物理, **2**(1980), 297.
- [4] Jing-ye Zhang (张敬业), A. J. Larabee, L. L. Riedinger, *J. Phys. G: Nucl. Phys.* **13**(1987), L75.
- [5] 张敬业, 钟纪泉, 焦敦茂, 葛元秀, 马希亮, 高能物理与核物理, **11**(1987), 128.
- [6] P. Möller, R. Nix; Private Communication.
- [7] 张敬业, 原子核物理, **3**(1981), 193.
- [8] 张敬业, Proc. Inter. Symp. On Physics at Tandem, Beijing 26—30 May 1986.
- [9] L. Riedinger, Proc. Inter. Symp. On Physics at Tandem, Beijing 26—30 May 1986.

ON  $\pi h_{9/2}$  ALIGNMENT IN Pt EVEN ISOTOPES

ZHANG JING-YE    ZHONG JI-QUAN

*(Institute of Modern Physics, Academia Sinica)*

## ABSTRACT

$\pi h_{9/2}$  alignment in Pt even isotopes has been calculated and discussed systematically. It is found that  $\Delta\hbar\omega_c \equiv \hbar\omega_c(\pi h_{9/2}) - \hbar\omega_c(\nu i_{13/2})$  approaches the minimum, about 75 keV, for  $^{184}\text{Pt}_{106}$  by using modified Nilsson's parameters  $\kappa\mu$ . This result is in agreement with the experimental evidence that the big up-bend observed in the yeast band of  $^{184}\text{Pt}$  is caused by the lose alignment of  $\pi h_{9/2}$  and  $\nu i_{13/2}$ . While the standard Nilsson's  $\kappa\mu$  can not give out such a result. The problem of the order of  $\pi h_{9/2}$  and  $\nu i_{13/2}$  alignments needs further investigation. The pretical prediction about the  $\pi h_{9/2}$  alignment frequency for neighboring Pt even isotopes should be checked by new experiments.

勺  
1/2  
类  
内  
自  
功  
十  
段  
带

计  
是  
面  
状  
对  
不  
排  
十  
与

w.

lear