

## 研究简报

## 关于某些偶偶核的回弯现象的机理 II

张敬业

(中国科学院近代物理研究所)

## (一)

在前文<sup>[1]</sup>中我们提出了区分偶偶核回弯机制的可能判据。这就是(沿用前文符号):

1. 下带(即转晕带)的约化电四极跃迁几率的  $R$  值为

$$R_b(E2, I \rightarrow I-2) \equiv B(E2, I \rightarrow I-2)/B_{rot}(E2, I \rightarrow I-2) \\ = \{ \cos \alpha_{I-2} \cdot \cos \alpha_I + k_1 \sin \alpha_{I-2} \cdot \sin \alpha_I \\ + k_2 (\cos \alpha_{I-2} \cdot \sin \alpha_I + \sin \alpha_{I-2} \cdot \cos \alpha_I) \}^2, \quad (1)$$

如回弯现象主要是由转动排列和(或者)对崩溃效应所造成, 应有

$$k_1 \text{ 接近于 } 1; |k_2| \text{ 远小于 } 1, \quad (2)$$

而对于形状相变应有

$$k_1 \text{ 远偏离于 } 1; |k_2| \text{ 可较大}, \quad (3)$$

据此即可判定回弯的主要原因是否为形状相变。

2. 进一步可根据迴磁比因子  $g$  来判定回弯现象是否主要是转动排列所造成。已知<sup>[1]</sup>下带磁矩为

$$\mu_l(b) = \cos^2 \alpha_l \cdot \mu_l(g) + \sin^2 \alpha_l \cdot \mu_l(s) + \sin 2\alpha_l \cdot \langle \Psi_{gl} | \mathcal{M} | \Psi_{sl} \rangle, \quad (4)$$

如果是转动排列, 超带  $\Psi_{sl}$  的先辈数为  $S = 2$ , 基态带  $\Psi_{gl}$  的  $S = 0$ , 由于可以近似地认为前辈数是好量子数, 故交叉项  $\langle \Psi_{gl} | \mathcal{M} | \Psi_{sl} \rangle \approx 0$ , 可略去。于是

$$g_l(b) = \cos^2 \alpha_l \cdot g_l(g) + \sin^2 \alpha_l \cdot g_l(s), \quad (5)$$

而

$$g_l(s) = g_R + (g_P - g_R) \cdot P/I, \quad (6)$$

$$g_P = g_l \pm (g_s - g_l)/(2l + 1) \begin{cases} \text{当 } j = l + \frac{1}{2} \\ \text{当 } j = l - \frac{1}{2}, \end{cases} \quad (7)$$

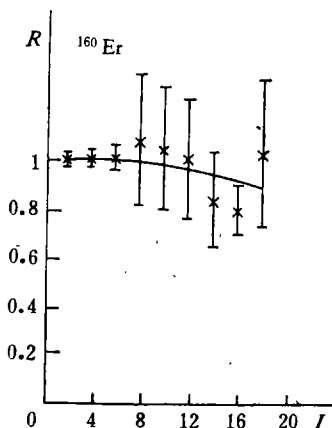
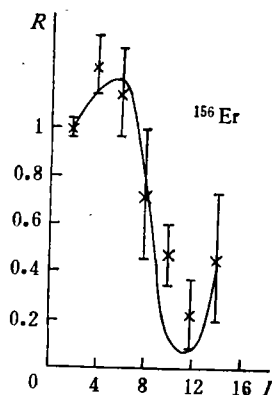
这样当我们由下带能谱确定了混杂角  $\alpha_l$  后, 即可根据(5)(6)(7)式求得下带的迴磁比因子  $g_l(b)$ 。可以看到此时  $g_l(b)$  将会有明显的变化, 且变化情况直接依赖于参与排列的核子的种类和所处轨道。

## (二)

以上结论和当时已看到的关于  $R(E2)$  值的实验数据是相符的<sup>[1,2]</sup>。但是当时实验数据相当少。过渡核高自旋态比较完整的实验数据只见到  $^{134}\text{Ce}$  一个。最近 Bochev 等发表了另一个过渡核  $^{156}\text{Er}$ <sup>[3]</sup> 和其它一些稀土核<sup>[4]</sup> 的数据。按照 [1], [2], [8] 的方法, 我们计算了  $^{156,160}\text{Er}$  和  $^{168,170}\text{Hf}$  等核的下带和上带能谱, 同时计算了这几个核的  $R(E2)$  值。理论结果能和实验值相符。而且对于  $^{168,170}\text{Hf}$  及  $^{160}\text{Er}$  这些具有固定形变的核分别得到:

$$\begin{aligned} ^{168}\text{Hf}: & \quad k_1 = 0.865; \quad |k_2| = 0.0806, \\ ^{170}\text{Hf}: & \quad k_1 = 1.197; \quad |k_2| = 0.0688, \\ ^{160}\text{Er}: & \quad k_1 = 0.855; \quad |k_2| = 0.0109, \end{aligned} \quad (8)$$

按照判据(2)和(3)式。这些核回弯的出现, 主要是由于转动排列和(或者)对崩溃所致。这是和其它理论分析<sup>[4,5]</sup>一致的。作为例子我们仅列出  $^{160}\text{Er}$  的计算结果(图 1)  $^{168,170}\text{Hf}$  的符合情况亦相似。

图 1  $^{160}\text{Er}$  的  $R(E2)$  值 实线为理论值图 2  $^{156}\text{Er}$  的  $R(E2)$  值 实线为理论值

而对于过渡核  $^{156}\text{Er}$ , 计算结果见图 2, 得到

$$k_1 = -0.651; \quad |k_2| = 0.433, \quad (9)$$

按照判据(2)和(3)式,  $^{156}\text{Er}$  回弯出现的主要原因是形状相变。这和 Bochev 等人的猜测<sup>[3]</sup>是一致的。

根据对普通空间的转动带和规范空间的转动带之间相互关系的进一步研究<sup>[15]</sup>可见,  $^{156}\text{Er}$  和  $^{160}\text{Er}$  出现回弯的主要原因看来应该是不相同的:  $^{156}\text{Er}$  是形状相变而  $^{160}\text{Er}$  是转动排列。

## (三)

为了弄清回弯的本质, 据悉<sup>[6]</sup>目前西德 GSI 正在设法测量  $^{160}\text{Er}$  回弯区的  $g$  因子。这个核出现回弯现象一般认为<sup>[7]</sup> 主要是由于一对  $i_{13/2}$  中子转动排列所致。那么其  $g$  因子,

由(5)(6)(7)诸式可求得,结果如图3所示.在计算 $g_r(s)$ 中,我们采用了如下假设<sup>[9]</sup>,单粒子角动量 $\mathbf{J}$ 在 $\mathbf{I}$ 轴上的投影 $P$ ,当 $I < P_{\max} = 2j - 1$ 时, $I = P$ ;当 $I \geq P_{\max}$ 时, $P = P_{\max}$ .  $g_R$ 取0.3<sup>[10]</sup>

为了比较,在图3中同时列出了Islam等的<sup>168</sup>Yb  $g$ 因子理论值<sup>[11]</sup>和本文计算的<sup>168</sup>Yb, <sup>168</sup>Hf, <sup>172</sup>Hf 诸核的  $g$  因子值.一般均认为这些核回弯的主要原因也是  $i_{13/2}$  中子对的转动排列<sup>[5]</sup>. 由图可见,它们的  $g$  因子均是下降的. 本文计算值中,有明显回弯的核 <sup>160</sup>Er, <sup>168</sup>Hf 比无明显回弯的核 <sup>168</sup>Yb, <sup>172</sup>Hf,  $g$  因子下降更快些. 这和资料[12]所得的结论是一致的.

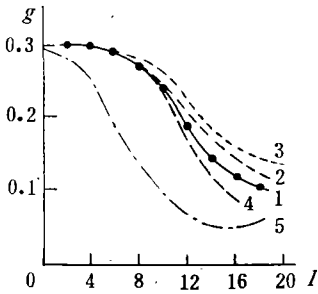


图3 几个核的  $g$  因子

曲线 1——<sup>160</sup>Er 2——<sup>172</sup>Hf  
3——<sup>168</sup>Yb 4——<sup>168</sup>Hf  
5——资料[11]中计算的<sup>168</sup>Yb理论值

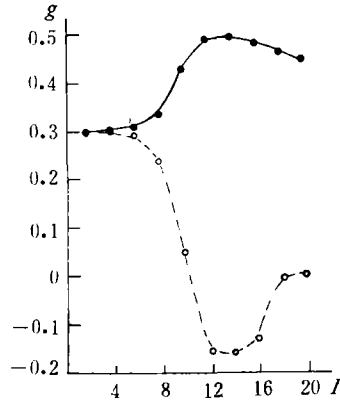


图4 <sup>182</sup>Os 的  $g$  因子

●——● 当转动排列的是  $\pi h_{9/2}$  对  
○---○ 当转动排列的是  $\nu i_{13/2}$  对

对于<sup>182</sup>Os, 出现回弯的原因, 有两种意见<sup>[13]</sup>, 一种认为转动排列的是  $i_{13/2}$  中子对, 一种认为是  $h_{9/2}$  质子对. 按照(5)–(7)诸式,  $i_{13/2}$  中子对和  $h_{9/2}$  质子对转动排列的效应是完全不同的, 计算结果如图4所示. 如果确系由于一对  $h_{9/2}$  质子转动排列而导致回弯的出现<sup>[14]</sup>, 那么其  $g$  因子将不同于 Er, Yb, Hf 等核的  $g$  因子. 对于<sup>182</sup>Os 回弯区  $g$  因子的测量, 显然将会对上述分歧意见的判断提供新的论据.

综上所述可见, 文献[1]中提出的区分回弯机理的可能判据看来是合理的. 能够和新的实验结果相符. 在此基础上我们对某些核的  $g$  因子作出了理论计算. 为进一步确定参与转动排列的究竟是那一对核子提供了可能线索.

应该指出的是, 目前关于高自旋态的电磁性质的测定, 在实验上困难较大, 因此实验结果误差较大, 数据较少. 特别是  $g$  因子的测量. 因此本文的理论分析, 在定量上还是粗略的. 我们期待着更精确更丰富的实验数据以检验和修正理论.

作者感谢兰州大学徐躬耦先生所作的有益的讨论. 感谢近代物理所理论组、计算机组和图书组的同志们所作的讨论和帮助.

## 参 考 资 料

- [1] 张敬业、李君清、高元义, 高能物理与核物理, **1** (1978), 67.
- [2] 张敬业、李君清, 兰州大学学报(自然科学版), 1977, **4** 31.
- [3] B. Bochev et al., *Proc. of Conf. on N. S. Tokyo*, (1977), 399.
- [4] B. Bochev et al., *Nucl. Phys.*, **A282**(1977), 159.
- [5] F. S. Stephens et al., *Nucl. Phys.*, **A222** (1974), 235.
- [6] R. Bock "First results at GSI", (in *Conf. on N. S. Tokyo*, 1977).
- [7] F. S. Stephens, *Rev. Mod. Phys.*, **47** (1975), 43.
- [8] 张敬业、李君清、高元义, 兰州大学学报(自然科学版), **3** (1977), 6.
- [9] F. S. Stephens, *Nucl. Phys.*, **A183** (1972), 157.
- [10] Yu. J. Grin, *Phys. Lett.*, **59B** (1975), 419.
- [11] S. Islam et al., *Proc. of Conf. on N. S. Tokyo*, (1977), 410.
- [12] B. Skaali et al., *Nucl. Phys.*, **A238** (1975), 159.
- [13] A. Neskakis et al., *Nucl. Phys.*, **A261** (1976), 189.
- [14] F. S. Stephens, *Com. Nucl. part. Phys.*, **V6** (1976), 173.
- [15] 徐躬耦、张敬业, (待发表)

## ON THE MECHANISM OF BACKBENDING PHENOMENA OF SOME EVEN-EVEN NUCLEI II

CHANG JING-YE

(*Institute of Modern Physics, Academia Sinica*)