

122, 124, 126Te 的双回弯的一种可能解释

高元义 张敬业

(中国科学院近代物理研究所)

摘 要

本文对 $^{122}, ^{124}, ^{126}\text{Te}$ Yrast 带双回弯现象的机制提出了一种可能的解释。

实验上^[1]观察到 ^{122}Te , ^{124}Te , ^{126}Te 这三个核 Yrast 带的转动惯量和转动频率平方 ($\mathcal{I} \sim \omega^2$) 的关系如图 1 所示, 出现了双回弯。第一个回弯出现在 $4^+ - 6^+$ 之间, 而第二个回弯出现在 $8^+ - 10^+$ 左右。

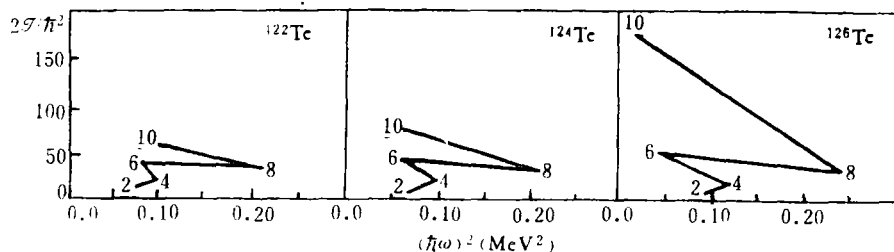


图 1

如果从规范空间^[2]来分析这几个核的话, 那么可以看出(图 2), 这三个同位素是处于由接近球对称的形状向形变区的过渡区域。其它理论计算^[3]也均指出这三个同位素的基态是接近球对称的双谷态——位能面在扁椭球和长椭球两侧各存在一个位能极小的谷。两个谷的深度接近相等, 有的理论计算指出 ^{122}Te 的扁椭球的谷略深一点^[4], 实验结果^[4]倾向于认为这三个同位素的基态是近球形的长椭球。从 $E_{4^+ \rightarrow 2^+} / E_{2^+ \rightarrow 0^+}$ 的值看来这三个同位素是相当软的。

关于这几个同位素高自旋态的约化电四极跃迁几率

$$R(E2, I \rightarrow I - 2) \equiv \frac{B(E2, I \rightarrow I - 2)}{B_{\text{rot}}(E2, I \rightarrow I - 2)}$$

值, ^{126}Te 核的是^[5];

$I \rightarrow I - 2$	$B(E2, I \rightarrow I - 2)(e^2b^2)$	$R(E2, I \rightarrow I - 2)$
$2^+ \rightarrow 0^+$	0.09	1
$6^+ \rightarrow 4^+$	0.065	0.45

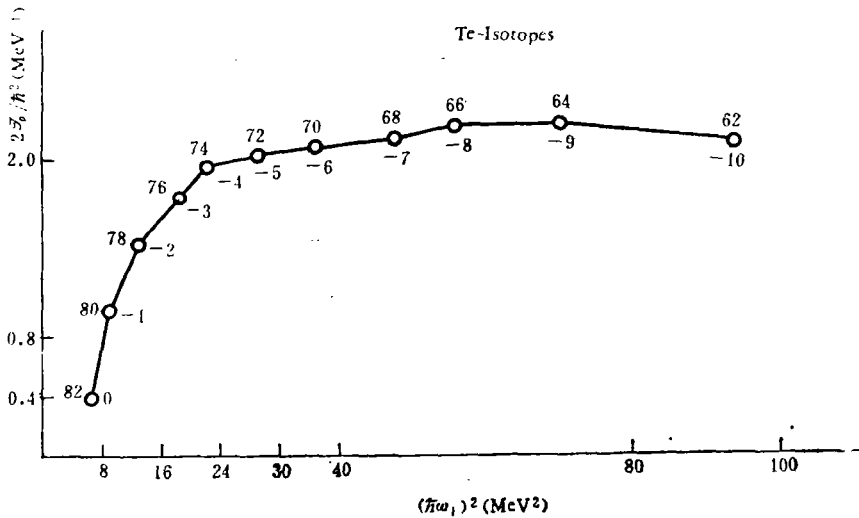


图 2

按照关于形状相变的判据^[6], 既然 ^{126}Te 在 $6^+ \rightarrow 4^+$ 这个回弯处 $R(E2)$ 值强烈地偏离于 1, 有大的减速 (retardation) 效应, 那么如同 ^{134}Ce 和 ^{156}Er 那样^[6], ^{126}Te 的第一个回弯有可能主要是由于形状相变所致. 而且由于 ^{122}Te , ^{124}Te 两核在规范空间回弯图中出现的位置和 ^{126}Te 相近, 且位能面形状也是相似的, 另外, 如图 1 所示, 它们在普通空间的 $\mathcal{E} \sim \omega^2$ 图也十分相似, 所以, 我们估计, ^{122}Te , ^{124}Te 两核的第一个回弯也主要是由于形状相变所致.

根据这些核在规范空间回弯图中的位置来分析^[2], 由于旋转的效应, 这三个核的形变会随着 I 值的增加有较大的增长. 从 Nilsson 能级图^[7] 来分析, 第 51, 52 个质子应填充在 $g_{7/2}$ 轨道上, $Q = \frac{1}{2}$, 这正是这个区域内的高 i 低 Q 轨道, 受到的 Coriolis 力大. 而这三个核的最后一对质子是填充在不同的轨道上, 但它们的第二个回弯均出现在 $8^+ \rightarrow 10^+$ 态左右, 因此我们认为造成第二个回弯出现的主要原因不大可能是中子对而可能是处于 $g_{7/2}$, $Q = \frac{1}{2}$ 的满壳外的那一对质子的转动排列.

二、

值得指出的是 ^{72}Se , ^{74}Se 两核的高自旋态也具有类似的特征. J. H. Hamilton^[8] 根据如图 3 所示的能量二级差分图指出, 它们的转晕带是由两次带交叉形成的: 第一次是近球形的基态带和具有较大形变的带的交叉, 第二个是较大形变的带和转动排列带的交叉. 亦即第一次转动惯量的突变是由于形状相变所致, 而第二次突变是转动排列贡献的.

如果在规范空间中作出 Se 的回弯图 (图 4) 我们立即可以看到 ^{72}Se , ^{74}Se 出现的相对位置和 ^{122}Te , ^{124}Te , ^{126}Te 的相对位置是一样的, 即均出现在从拐弯处到水平段, 从 Hg 同位素的对回弯图^[2] 中可知, $^{184}, ^{186}, ^{188}\text{Hg}$ 出现的位置也是在水平段, 而它们均是典型的由形

状相变导致回弯出现的核。这些事实支持我们上述推断,即: ^{122}Te , ^{124}Te , ^{126}Te 出现第一

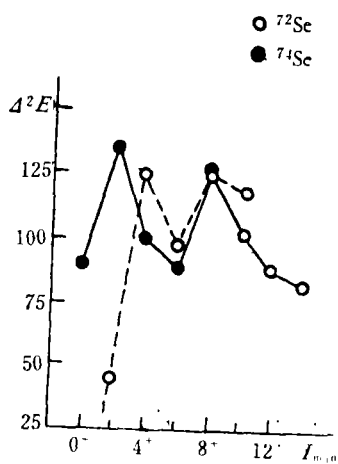


图 3

一个回弯的主要原因应该和 $^{184, 186, 188}\text{Hg}$ 以及 $^{72, 74}\text{Se}$ 诸核相似,也是形状相变。而且,也许我们还可以进一步提出如下看法:对于近单闭壳核如 ^{80}Hg (质子数近 82), ^{34}Se (质子数近 28) 以及 ^{52}Te (质子数近 50) 来说,其对回弯图中的上升段对应于球形核,而水平段,至少其初始部分,对应于比较软的近球形的双谷态,这些核的 Yrast 带的转动惯量出现突变,形状相变往往起着重要的作用。

对于上述论点,还可以提出一个论据,根据回弯机制的可能判据^[6]:

$$k_1^2 = \frac{B(E2, 2_1^+ \rightarrow 0_1^+)}{B(E2, 2_g^+ \rightarrow 0_g^+)} = \begin{cases} \text{接近 1 转动排列和} \\ \text{(或者)对崩溃。} \\ \text{偏离 1 形状相变。} \end{cases}$$

$$k_2^2 = \frac{B(E2, 0_1^+ \rightarrow 2_g^+)}{5B(E2, 2_g^+ \rightarrow 0_g^+)} = \begin{cases} \text{接近 0 转动排列和(或者)对崩溃。} \\ \text{可以较大 形状相变。} \end{cases}$$

其中 0_1^+ , 2_1^+ 是和 g 带交叉的 s 带的 0^+ , 2^+ 态。 ^{72}Se , ^{74}Se 的 $B(E2, 0_1^+ \rightarrow 2_g^+)$ 的实验值^[9,10]表明,它的 $|k_2|$ 值是相当大的,对于 ^{72}Se , $|k_2| \approx 0.6$; ^{74}Se 的 $|k_2| \approx 0.28$ 。而对于一些典型的由于转动排列而导致回弯出现的核,其 $|k_2| \lesssim 0.1$ ^[6]。据此可以推断 $^{72,74}\text{Se}$ 的 Yrast 带的第一次转动惯量突变,可能确是来自形状相变。这个结论和 J. H. Hamilton^[8] 根据位能面存在多谷等情况而作出的判断是一致的。

对于 $^{72,74}\text{Se}$ 、 $^{184, 186, 188}\text{Hg}$ 诸核所作的类比,支持了我们关于 $^{122, 124, 126}\text{Te}$ Yrast 带的双回弯机制所作的可能解释。但是应该指出,为了最终弄清 $^{122, 124, 126}\text{Te}$ 诸核出现双回弯的机制,还有待于更多的实验事实,例如它们的 $B(E2, 2_1^+ \rightarrow 0_1^+)$, $B(E2, 0_1^+ \rightarrow 2_g^+)$ 以及整个回弯区的 $R(E2)$ 值和 g 因子等。我们期待着更丰富和更精确的实验数据来检验上述推

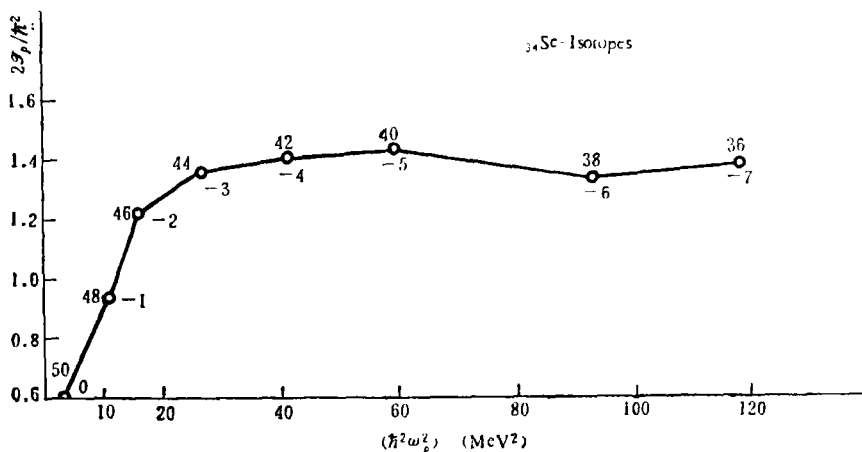


图 4

断。

作者感谢兰州大学徐躬耦教授所作的有益的讨论。

参 考 文 献

- [1] R. O. Sayer et al., *Atomic Data and Nuclear Data tables*, 15 (1975), 85.
- [2] 徐躬耦、张敬业, *高能物理与核物理*, 3(1979), 232.
- [3] D. Habs et al., *Z. Phys.*, 267(1974), 152.
- [4] B. Sorensen. *Nucl. Phys.*, A142(1970), 411.
- [5] J. C. Soares et al., *Nucl. Phys.*, A247(1975), 274—282;
D. S. Horen et al., *Nucl. Data Sheets*, 9(1973), 125.
- [6] 张敬业、李君清、高元义, *高能物理与核物理*, 2 (1978), 67;
张敬业, *高能物理与核物理*, 2 (1978), 558.
- [7] O. Nathan and S. G. Nilsson, in “ α , β , γ Ray Spectroscopy” p. 601.
- [8] J. H. Hamilton, Invited paper in Conf. on Nucl. Interaction, Canberra, Australia, 1978.
- [9] J. H. Hamilton et al., *Phys. Rev.*, C12(1975), 1360.
- [10] J. H. Hamilton et al., *Nucl. Phys.*, A261(1976), 439.

A POSSIBLE EXPLANATION OF THE DOUBLE BACKBENDING OF YRAST BAND FOR NUCLEI $^{122}, ^{124}, ^{126}\text{Te}$

GAO YUAN-YI ZHANG JING-YE

(*Institute of Modern Physics, Academia Sinica*)

ABSTRACT

A possible explanation of the mechanism for the double backbending in the yrast band of nuclei $^{122}, ^{124}, ^{126}\text{Te}$ is given.