

⁶⁸Ge 三分叉的性质究竟是什么?

张敬业

(中国科学院近代物理所)

摘 要

对 ⁶⁸Ge 高自旋态的三分叉的性质进行了分析讨论,对已有的解释提出了一些支持和异议。

A. P. de Lima 等^[1] 1977 年从实验上发现 ⁶⁸Ge 的转动谱中存在三个 8⁺ 态,于是在转动惯量与转动频率平方($\mathcal{I} \sim \omega^2$)关系图上出现三分叉现象(图1)。他们认为 8⁺(4838), 10⁺(5962), (12⁺)(7372), (14⁺)(9172)是属于 $\nu(g_{9/2})^2$ 转动排列带; 8⁺(5050), (10⁺), (6215), (12⁺), (7560)是属于 $\pi(g_{9/2})^2$ 转动排列带;而 8⁺(5367), (10⁺)(7245)是属于基态带,后来 J. H. Hamilton 等^[2],又进一步强调了这一解释。他们利用转动排列模型对 ⁶⁸Ge 的能级进行了计算,结果能够解释 $\nu(g_{9/2})^2$ 和 $\pi(g_{9/2})^2$ 两条转动排列带和其它几条奇宇称带。他们指出,这是第一次在一个核的同一轨道 ($g_{9/2}$) 上同时观察到中子对和质子对的转动排列带。在稀土区偶偶核中,由于质子和中子分别处于不同的大壳,质子和中子费米面相差较远,所以不可能出现这种现象。

利用我们提出的关于回弯机制的判据^[3,4]来讨论一下 ⁶⁸Ge 这三条转动带看来是有意义的。

根据 J. H. Hamilton 等^[1,2]提供的能级及 $B(E2)$ 值,按照文献[3]的方法,我们计算了他们所说的 $\nu(g_{9/2})^2$ 转动排列带的 K_1, K_2 参数^[3],所得结果是

$$K_1 \approx 1.1; |K_2| \approx 0.073$$

按照判据^[3],这条带看来确实是转动排列带。对于他们所说的 $\pi(g_{9/2})^2$ 转动排列带,由于没有回弯区的 $B(E2)$ 值,即 8⁺(5050)→6⁺(3696), (10⁺)(6215)→8⁺(5050) 及 (12⁺)(7560)→(10⁺)(6215)的 $B(E2)$ 值,无法计算 K_1, K_2 值。因此我们的判据对这条带的属性不能做什么说明。

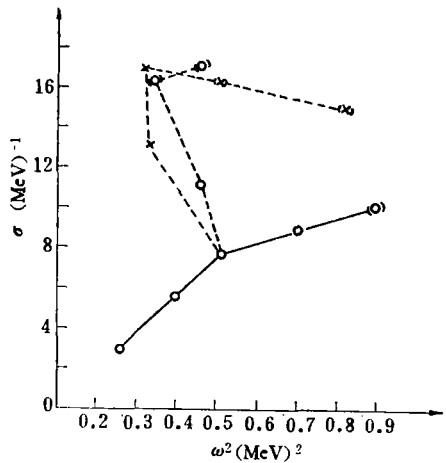


图1 ⁶⁸Ge 的 $\mathcal{I} \sim \omega^2$ 图 令 $\hbar = 1$

本文 1979 年 6 月 20 日收到。

但是如果按他们的解释把 $8^+(5367)$ 态归为基态带看来根据还不充分。首先, 由于 $8^+(5367) \rightarrow 6^+(3696)$ 的 $B(E2)$ 值, 强烈偏离于刚体值, $R(E2) \approx 0.231$, 根据文献[3]的方法计算所得的 $K_1 \approx -0.4$, $|K_2| \approx 1.1^3$, 这样按照判据, 这个 $8^+(5367)$ 应该属于形状相变带。其次, ^{68}Ge 核是存在形状共存的^[2]。它的位能面是双谷状的^[5], 所以随着角动量的增加发生形状相变是完全可能的。根据这两点理由, 我们认为把 $8^+(5367)$ 归为基态带是欠妥的。它更可能是属于与基态形变不同的另一形变带。如果上述讨论是合理的话, 那么就应该存在第四个 8^+ 态, 它是属于基态带的。

为了论证这三条带的性质, Hamilton 等^[2]还根据 Bohr 和 Mottelson 提出的排列角动量 $i(\omega)$ ^[6] 作了分析, 给出了各条带的 $I(\omega)$ 和 $\omega = \frac{1}{2}(E_{I+1} - E_{I-1})$ 关系图(见图2)。并指出被他们解释为 $\pi(g_{9/2})^2$ 和 $\nu(g_{9/2})^2$ 转动排列带的两条带的 $I(\omega)$, 是相近的, 从而它们的排列角动量 $i(\omega) = I(\omega) - I_0(\omega)$ ($I_0(\omega)$ 是基带的自旋值) 也相近。这说明它们可能是处于同样轨道 ($g_{9/2}$) 上的核子对的转动排列带。

但是如我们前些时候指出的^[7], 只有根据其它判据能够证明造成 Yrast 带出现回弯的原因(亦即超带的性质)是转动排列的前提下, 由实验能谱提取的 $i(\omega)$ 才有可能反映了排列角动量的大小。因为任何有回弯的 Yrast 带, 根据其能谱实验值所提取出来的 $i(\omega)$ 均不为 0, 而不管超带是否为转动排列带。而且从 Yrast 带实验值提取 $i(\omega)$, 实际上必须根据渐近行为(即远离带交叉点 ω_c 的 $I(\omega)$ 值)来定的, 在 ω_c 附近的值是无法用来定 $i(\omega)$ 的, 因为那儿基带和超带的混杂很强。

由图2可见, 由于目前实验上已经肯定的能级, 对于被 Hamilton 等解释为 $\pi(g_{9/2})^2$ 转动排列带的, 只达到 $8^+(5050)$, 还可能有 $(10^+)(6215)$ 和 $(12^+)(7560)$; 对于被解释为 $\nu(g_{9/2})^2$ 转动排列带的, 只达到 $10^+(5962)$, 还可能有 $(12^+)(7372)$, $(14^+)(9172)$ 。而这两条带的 ω_c 约略对应于 8^+ 态, (回弯区 $\sim 6^+ - 10^+$), 远离 ω_c 的实验点还比较少。仅根据

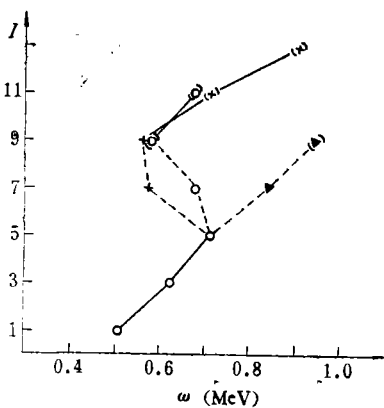


图2 ^{68}Ge 的 $I(\omega) \sim \omega$ 关系图
带括号的点是实验上尚未最终肯定的

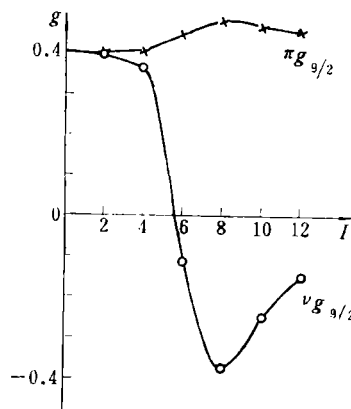


图3 ^{68}Ge $\nu(g_{9/2})^2$ 和 $\pi(g_{9/2})^2$ 转动排列带的 g 因子

1) 因为高于 10^+ 态的能级和 $B(E2)$ 值均未测定, 已测定的误差也较大, 因此所得的 K_1, K_2 值是比较粗糙的。但只要 $R(E2, 8^+ \rightarrow 6^+)$ 强烈偏离于刚体值, 则 K_1 远偏离于 1, $|K_2|$ 较大的结论是可以肯定的。

回弯以后的一两个实验点来判定这两条超带的 $I(\omega)$ 值 (从而 $i(\omega)$ 值), 论证并不是十分有力的. 至于被 Hamilton 等解释为基态带的, 由于实验上只测定到 $8^+(5367)$, 还可能有 $(10^+)(7245)$, 实验点更少, 对其属性看来更难由此图作出什么肯定的判断.

我们觉得, 为了最终肯定这两条有回弯的带究竟是不是 $\nu(g_{9/2})^2$ 和 $\pi(g_{9/2})^2$ 转动排列带, 除了需要更多更精确的能级和 $B(E2)$ 值之外, 实验上还应该对这些带的高自旋态, 特别是回弯区的 g 因子进行测量. 按照文献[3]的方法, 我们对这两条带的 g 因子作了粗略的估算, 如果它们确实分别是 $\pi(g_{9/2})^2$ 和 $\nu(g_{9/2})^2$ 转动排列带的话, 其 g 因子应大致如图 3 所示. (假定 ^{68}Ge 基态的 g 因子为 0.4, 即约略等于 Ge 的 Z/A 值) 由图可见, 转动排列一对中子和一对质子, 其 g 因子的变化趋势是完全不同的.

我们期待着新的实验结果来检验和修正上述看法.

作者感谢近代物理研究所理论组所作的讨论及图书资料组的支持.

参 考 文 献

- [1] A. P. de Lima et al., Contributions of Conf. Nucl. Struc., (Tokyo, 1977), p. 276.
- [2] J. H. Hamilton et al., 高能物理与核物理, 3(1979), 355.
- [3] 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.
- [4] 徐躬耦、张敬业, 高能物理与核物理, 3(1979), 232.
- [5] D. Ardouin et al., Phys. Rev., C12 (1975), 1745.
- [6] A. Bohr and B. Mottelson, Proc. of Conf. Nucl. Struc., (Tokyo 1977), p. 157.
- [7] 张敬业, 高能物理与核物理, 4(1980), 382.

WHAT ARE REALLY THE PROPERTIES OF THE TRIPLE BAND FORKING IN ^{68}Ge ?

ZHANG JING-YE

(Institute of Modern Physics, Academia Sinica)

ABSTRACT

An analysis and discussion has been made for the properties of the triple band forking in ^{68}Ge . We also give some supports and questions for the existing explanations.