

^{198}Bi 的高自旋态结构研究*

周小红 孙相富 郭应祥 雷祥国 刘忠

张玉虎 陈新峰 金寒涓 罗亦孝

(中国科学院近代物理研究所 兰州 730000)

温书贤 袁观俊 李广生 杨春祥

(中国原子能科学研究院 北京 102413)

1995-09-26 收稿

摘 要

利用能量为85—105MeV的 ^{16}O 束流,通过 $^{187}\text{Re}(^{16}\text{O}, 5n)$ 反应研究了 ^{198}Bi 的高自旋态能级结构.用6台BGO(AC)HPGe探测器和一台用于探测低能 γ 跃迁的平面探测器进行了 γ 射线的激发函数、 γ - γ - t 符合及 γ 射线的角分布测量.基于这些测量,首次建立了包括26条 γ 跃迁的 ^{198}Bi 的高自旋能级纲图,确定了一个半寿命为 $(8.0 \pm 3.6)\text{ns}$,自旋和宇称为 15^+ 的同质异能态.基于较重的双奇铋核 $^{200-206}\text{Bi}$ 能级结构的系统性,定性地对 ^{198}Bi 的能级结构进行了解释.

关键词 γ - γ - t 符合, 能级纲图, 同质异能态.

1 引 言

缺中子的双奇铋核高自旋态能谱对壳模型计算提出了挑战,随着价核子数的逐渐增多,组态混合就愈来愈严重,用传统的壳模型计算很难对实验测到的能谱给予令人满意的解释^[1,2].这样就只能采用半经验的唯象理论来近似或定性地讨论它们的结构特点.双奇铋核可以被看成是相同质量数的偶铅芯与芯外有一个单质子和一个中子空穴的结构,芯外的单质子和中子空穴之间的 $\pi\nu^{-1}$ 相互作用决定了这些核的低位能谱结构^[1,3-5].这些低位的二准粒子激发态为研究二体核子-核子(Proton Particle-Neutron Hole)相互作用提供了最理想的环境.双奇铋核的高自旋态是多准粒子激发态,其波函数的最主要成份应该是芯外的中子空穴轨道与单质子轨道的耦合.因此双奇铋核的高自旋能级结构决定于经有效二体核子-核子作用修正过的具有相同质量数的偶铅核的能谱结构.

Hagemann等人曾经利用反应 $^{191}\text{Ir}(^{12}\text{C}, 5n)^{198}\text{Bi}$ 研究过 ^{198}Bi 的能级结构^[5],但这项早期的工作仅仅确定了 ^{198}Bi 的半寿命为7.7s,组态结构为 $(\nu i_{13}^{-1/2} \otimes \pi h_{9/2}) 10^-$ 的同质异能

* 国家自然科学基金资助.

态.

2 实 验

^{198}Bi 的激发态是通过反应 $^{187}\text{Re}(^{16}\text{O}, 5n)$ 产生的, ^{16}O 束流是原子能研究院 HI-13 串列静电加速器提供的. 为了选择最佳束流能量来布居 ^{198}Bi 的高自旋态及对反应产物进行鉴别, 首先用厚约 $1\text{mg}/\text{cm}^2$ 带铅衬(铅衬厚约 $2\text{mg}/\text{cm}^2$) 的同位素靶 ^{187}Re 做了激发函数测量, 即测量 γ 产额随束流能量的变化. 为了消除角分布对 γ 射线强度的影响, 把一台 HPGe 探测器放置在与束流方向成 55° 夹角的位置, 在 ^{16}O 束流的 5 个能量(85、90、95、100、105MeV)下做了测量. 我们认为 ^{16}O 束流能量为 100MeV 时最有利于 ^{198}Bi 的产生. 由于同位素靶很薄并且还带有较厚的铅衬, 为了提高 ^{198}Bi 的相对产额, 在激发函数之后的测量中就改用 100MeV ^{16}O 束流轰击厚的天然铼靶(^{187}Re 占 63%, ^{185}Re 占 37%). 首先用 6 套 BGO(AC)HPGe 探测器和一台用于探测低能 γ 射线的平面探测器进行了长时间的 γ - γ - t 符合测量(t 是符合的两个 γ 射线到达探测器的相对时间差), 符合时间窗为 600ns, 总共获取了 100×10^6 个 γ - γ 符合事件. 这些 γ - γ 符合事件以事件格式记录在磁带上. 然后, 在与束流方向成 18° 、 37° 、 55° 、 90° 、 110° 和 145° 的 6 个角度位置上进行了 γ 射线的角分布测量. 用函数 $w(\theta) = A_0(1 + A_2/A_0P_2(\cos\theta) + A_4/A_0P_4(\cos\theta))$ 对实验数据进行了最小二乘法拟合, 得到了 γ 跃迁的角分布系数 A_2/A_0 和 A_4/A_0 , 并提取了 γ 跃迁的相对强度. 在整个实验过程中, 为了降低铼、铋、铅的 X 射线在探测器中的计数, 在每台 HPGe 探测器前放置了不同厚度的铜皮和铅皮, 这就大大降低了 HPGe 探测器对低能 γ 的探测效率. 本工作是用平面探测器与 HPGe 探测器的符合测量确定低能 γ 跃迁的符合关系.

Hagemann 等人利用反应 $^{191}\text{Ir}(^{12}\text{C}, 5n)^{198}\text{Bi}$ 仅仅确立了 ^{198}Bi 的寿命为 7.7s 的同质异能态^[5], 并且只观测到了一条能量为 248keV 的 γ 跃迁退激此同质异能态, 而这条 γ 跃迁在 γ - γ 符合测量中是观测不到的, 因此需确切地鉴别出 ^{198}Bi 的退激 γ 线. ^{198}Bi 退激 γ 跃迁的鉴别基于激发函数测量及 γ - γ 和 γ -X 符合测量. 用 ^{187}Re 同位素靶测得的部分较

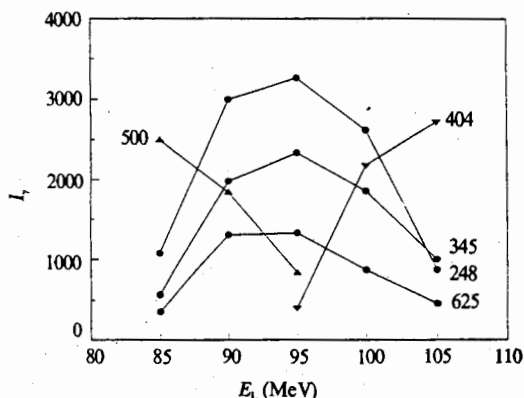


图 1 用 ^{187}Re 同位素靶测得的部分较强 γ 射线产额随束流能量的变化关系

— ^{198}Bi ; \blacktriangledown ^{197}Bi ; \blacktriangle ^{199}Bi .

强 γ 射线产额随束流能量的变化关系如图 1 所示. 发现 345、625keV γ 线的产额曲线形状与 248keV γ 线的产额曲线形状相似, 它们都正好处在 $^{16}\text{O}(^{187}\text{Re}, 4n)^{199}\text{Bi}$ 和 $^{16}\text{O}(^{187}\text{Re}, 6n)^{197}\text{Bi}$ 反应道 γ 线产额曲线的中间, 因此 345、625keV γ 线应来源于复合核蒸发 5 个粒子的反应道. 为了确定这些 γ 线是否来源于蒸发 5 个中子的反应道(即 ^{198}Bi), 做了铋的 K X 射线的拉门谱, 结果见图 2. 此图中出现的较强 γ 线均应是铋同位素的 γ 线. 这样, 结合激发函数的测量结果, 肯定地指定了 345、625keV γ 线是 ^{198}Bi 的退激 γ 线. 基于与这几条较强 γ 线的符合, 还指定了 ^{198}Bi 的其它强度较弱的 γ 跃迁.

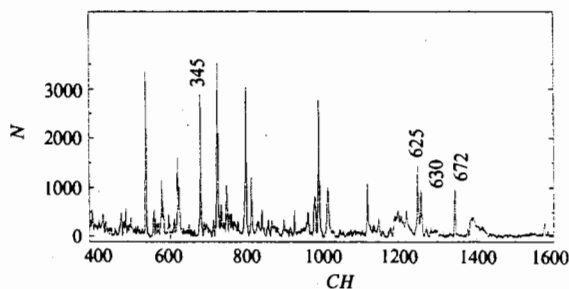


图 2 铋的 K X 射线(77keV)的拉门谱

3 ^{198}Bi 高自旋能级纲图的建立

离线数据处理时, 把 γ - γ - t 符合事件整理成了带不同时间条件的符合矩阵. 对于 ^{198}Bi 的每条 γ 线都做了无时间条件限制 ($-600\text{ns} < t < 600\text{ns}$) 及延迟 ($-600\text{ns} < t < -30\text{ns}$) 和超前 ($30\text{ns} < t < 600\text{ns}$) 时间条件下的拉门谱. 仔细地分析比较这些拉门谱, 确定了 ^{198}Bi 的同质异能态的位置, 并对级联 γ 的跃迁次序给予了合理的排列. 本研究指定的 ^{198}Bi 的所有 γ 跃迁的跃迁能量、相对强度、角分布系数及跃迁多极性总结于表 1.

图 3(a) 是 345keV γ 峰未加符合时间窗条件限制的扣除了本底的拉门谱(以下简称拉门谱), 显示了与门 345keV γ 跃迁符合的所有 γ 跃迁; 图 3(b) 是 345keV γ 峰在延迟时间窗条件限制下的拉门谱, 在跃迁时序上选择了比门 345keV γ 跃迁晚的 γ 跃迁. 可见, 本工作指定的 ^{198}Bi 的所有 γ 峰除 455keV 跃迁外都与 345keV 跃迁符合, 并且这些 γ 跃迁在跃迁时序上可被分为与 345keV 跃迁瞬时符合和延迟符合的二组, 可以肯定在它们之间存在一个同质异能态. 这条同质异能态把复杂的 ^{198}Bi 高自旋能级纲图一分为二, 这为分析 γ 跃迁之间的级联关系提供了方便.

从图 3(b) 可看出, 625, 672, 1297, 788keV 跃迁位于 345keV 跃迁之下, 1297(625+672) 和 788(116+672)keV 两条跨越跃迁确定了这几条 γ 跃迁的相互级联关系, 但由于不能确定这几条 γ 线的跃迁时序, 因此还不能从实验数据来直接确定它们的能级位置. 基于双奇铋核能级结构的系统性(见下面的讨论), 认为 625keV 跃迁直接退到已知的 10^- 同质异能态. 角分布测量结果显示 625, 672keV 跃迁为纯的偶极跃迁, 788, 1297keV 跃迁为四极跃迁, 再结合双奇铋核能级结构的系统性, 就可靠地确定了位于 873, 1545,

表1 本工作指定的¹⁹⁸Bi γ 跃迁的性质

E_γ (keV) ^(a)	I_γ (%) ^(b)	A_2/A_0	A_4/A_0	$J_i \rightarrow J_f$
55.0 ^(c)				
106.6	9.8(4.1)			(14 ⁻) \rightarrow 13 ⁻
109.4	6.1(3.0)			(15 ⁺) \rightarrow (14 ⁻)
115.8 ^(c)	10.4(4.3)			13 ⁻ \rightarrow 12 ⁻
222.7	11.3(2.9)			\rightarrow (17)
242.7	11.6(3.3)			\rightarrow (16 ⁺)
330.1	14.7(2.6)	-0.33(7)	0.04(3)	(20) \rightarrow (19)
345.3	100(3.4)	-0.29(5)	-0.02(4)	(16 ⁺) \rightarrow (15 ⁺)
350.1	9.6(3.2)			
378.9	31.1(3.6)	-0.28(9)	0.04(6)	(18) \rightarrow (17)
402.3	18.7(5.8) ^(d)	-0.17(8)	0.06(3)	(19) \rightarrow (18)
454.7	8.9(2.1)			(16 ⁺) \rightarrow (14 ⁻)
468.0	20.1(3.7)	0.20(5)	0.06(4)	(13 ⁻) \rightarrow (11 ⁻)
482.4	7.3(2.4)	-0.17(9)	-0.05(7)	(13 ⁻) \rightarrow (12 ⁻)
500.3	19.7(5.8) ^(d)			\rightarrow (16 ⁺)
576.0	13.2(3.4)			
590.4	4.1(1.9)			\rightarrow (18)
624.8	71.5(5.2)	-0.23(3)	0.01(3)	11 ⁻ \rightarrow 10 ⁻
630.0	47.9(4.8)	-0.31(8)	0.03(2)	17 \rightarrow 16 ⁺
671.7	58.6(4.9)	-0.22(4)	-0.10(4)	12 ⁻ \rightarrow 11 ⁻
787.5	12.6(2.7) ^(d)	0.16(2) ^(e)	0.07(3) ^(e)	13 ⁻ \rightarrow 11 ⁻
975.3 ^(c)	14.7(2.7) ^(d)			
989.9	21.1(2.9)	-0.24(9)	-0.08(1)	11 ⁻ \rightarrow 10 ⁻
1296.5	24.6(3.8)	0.18(6)	0.02(1)	12 ⁻ \rightarrow 10 ⁻

(a) γ 跃迁能量从单谱和符合谱拟合峰位给出, 误差在 ± 0.5 keV 以内;

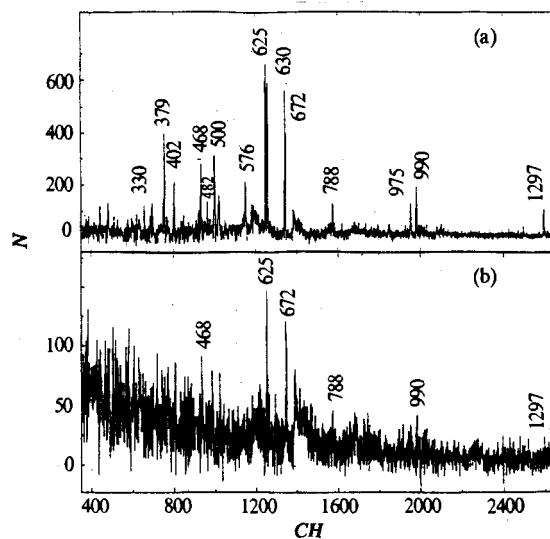
(b) γ 跃迁的相对强度用 345keV 跃迁归一, 取它的强度为 100;

(c) 是双线;

(d) 相对强度从符合谱估计得到;

(e) 有来自 ¹⁹⁸Pb 788keV γ 峰的干扰.

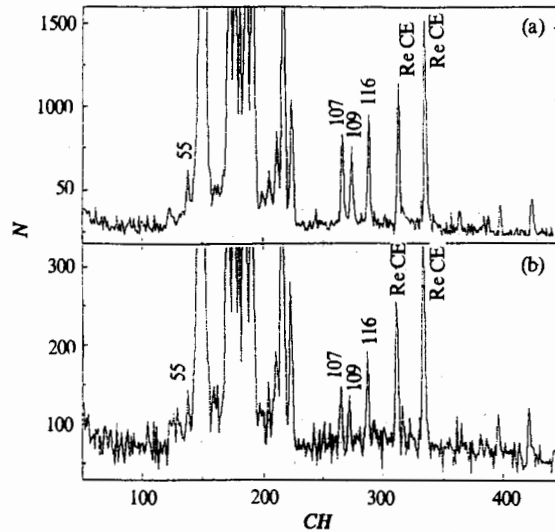
1661keV, J^π 值分别是 11⁻, 12⁻ 和 13⁻ 的 3 条能级. 这样, 116keV 跃迁就应该为 M1 跃迁. 在 345keV γ 峰的拉门谱中, 672 和 788keV γ 峰的强度比 $I(672)/I(788)=5.4$, 单谱测量给出 116, 788keV γ 峰的强度比 $I(116)/I(788)=0.83$. 因此, 可计算得到 116keV 跃迁总的内转换系数 $\alpha(116)=5.7$, 这有力地支持了 116keV 为 M1 跃迁(理论计算的内转换系数 $\alpha_{M1}(116)=7.3^{[6]}$). 在上面的内转换系数估计中, 假定了 116keV γ 峰的强度主要来自 345, 116, 672, 625keV 级联, 116keV γ 峰的拉门谱是支持这一假定的. 实验

图3 345keV γ 峰拉门谱

(a) 未加符合时间窗条件限制的扣除了本底的拉门谱; (b) 在延迟时间窗条件限制下的拉门谱, 在跃迁时序上选择了比门 345keV γ 跃迁晚的 γ 跃迁.

用平面探测器和 HPGe 探测器之间的符合测量研究了低能 γ 跃迁的符合关系, 发现了 55, 107, 109, 116keV 4 条低能跃迁, 它们不仅与 345, 630keV 跃迁延迟符合, 而且与 625, 672 和 1297keV 跃迁瞬时符合. 图 4(a) 是用 345, 630, 625, 672keV γ 峰拉门得到的低能 γ 符合谱的和谱; 图 4(b) 是用 345, 630keV γ 峰在延迟时间窗条件下拉门得到的低能 γ 符合谱的和谱. 由于 455keV 跃迁除不与 345keV γ 线符合外, 与其它较强的 γ 线都有十分明显的符合关系, 而且它的能量恰好是 345, 109keV 跃迁能量之和, 因此认为 109keV 跃迁直接位于 345keV 跃迁之下并由它直接退激同质异能态. 109keV 跃迁相对于 107keV 跃迁的强度亏损是由于有与 345, 630, 625, 672keV 跃迁符合的能量为 55keV 的级联双线与 109keV 跃迁并行, 并由此定出了一条能量是 1822keV 的能级. 单谱测量给出 107keV γ 峰相对于 345keV γ 峰的强度为 9.8%, 从表 1 可知 625keV 与 1297keV 跃迁的强度和接近于 345keV 跃迁的强度, 因此可用 345keV γ 峰的强度来近似 107keV 跃迁的总强度. 这样就估计得到 107keV 跃迁总的内转换系数为 $\alpha(107)=9.2$, 这一基于强度平衡考虑得到的内转换系数支持 107keV 跃迁是 $M1$ 跃迁(理论计算值 $\alpha_{M1}(107)=9.5^{(6)}$). 因此, 确定了位于 1767keV 由 107keV 跃迁退激的能级的自旋宇称值为 14^- . 角分布测量结果表明 345keV 跃迁是纯的偶极跃迁, 而 455keV 跃迁是四极跃迁, 再考虑到 ^{197}Pb 的能级结构^[10], 建议 109keV 跃迁为 $E1$ 跃迁, 由它退激的同质异能态的自旋宇称值是 15^+ . 我们将在另一篇文章中详细论述如何确定这条同质异能态的寿命及对其衰变性质进行讨论.

实验的符合数据发现 468, 990keV γ 线与 345, 630, 379keV γ 线有十分明显的符

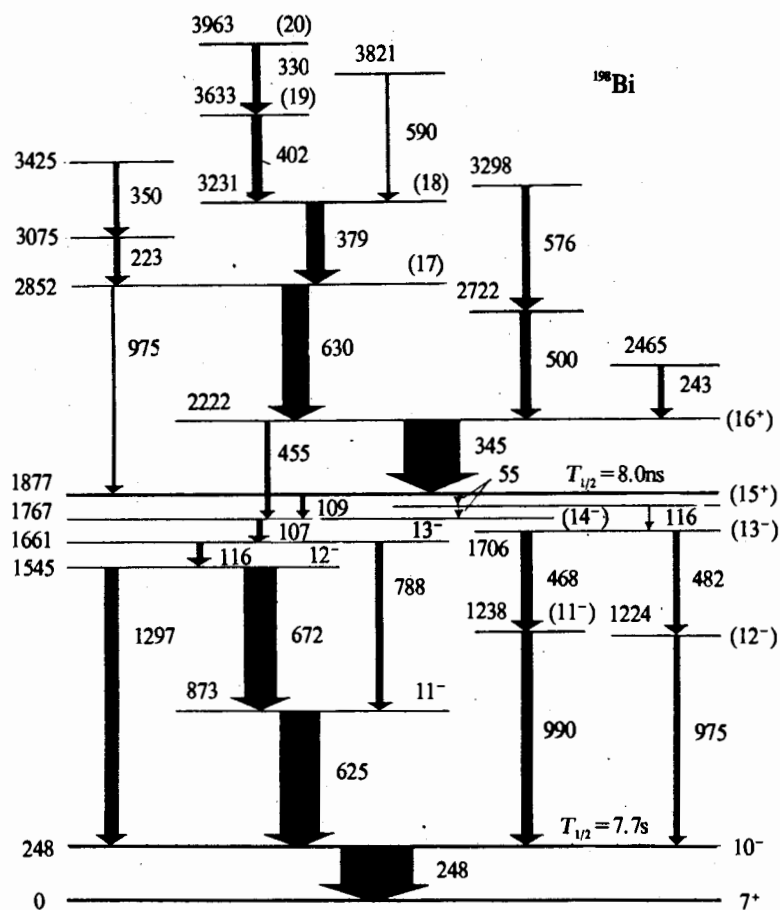
图4 低能 γ 符合谱

(a) 用 345, 630, 625, 672keV γ 峰拉门得到的和谱; (b) 用 345, 630keV γ 峰在延迟时间窗条件下拉门得到的和谱. Re CE 表示 Re 的库仑激发 γ 峰.

合. 另外, 还有两条并行的级联 482, 975keV 跃迁有着与 468, 990keV 跃迁完全相同的符合关系, 并且 $482+975=468+990=1458$. 这样就确定了位于 1706keV 的能级. 角分布测量结果表明 468keV 跃迁为纯的四极跃迁, 482, 990keV 跃迁为偶极跃迁, 由于 975keV 跃迁非常不纯, 未能给出其角分布测量结果. 因此, 指定位于 1224, 1238, 1706keV 的能级的自旋宇称值分别为 12^- , 11^- , 13^- . 用 468, 482, 990keV γ 峰拉门得到的低能 γ 符合谱显示它们与 55 和 116keV γ 线符合, 这条 116keV 跃迁是 1822keV 与 1706keV 能级间的跃迁. 这样在 345keV γ 峰的拉门谱中 116keV 峰是双线. 位于 1767keV 的能级与位于 1706keV 的能级之差为 61keV, 但这两条能级间是否存在这一 γ 跃迁很难进行判别, 因为 61keV γ 峰正好位于靶核非常强的 K X 射线干扰峰处, 在拉门谱中很难干净地消除这些干扰峰的影响.

在 1877keV 同质异能态之上, 存在跃迁能量分别为 345, 630, 379, 402, 330keV 的强的级联, 角分布测量结果表明它们均为纯的偶极跃迁, 依据它们之间的相对符合强度和单谱测量给出的相对强度值, 确定了它们的级联顺序. 这样就确定了位于 2222, 2852, 3231, 3633, 3963keV 角动量分别为 16, 17, 18, 19 和 20 的 5 条能级. 379, 402, 330keV 跃迁与 630, 345keV 跃迁相比, 前者与 975keV γ 线有着更强的符合关系, 这表明在 2852keV 和 1877keV 能级之间存在能量为 975keV 的跨越跃迁.

基于以上考虑, 本工作建议的 ^{186}Bi 的高自旋能级纲图如图 5 所示. 在此图中还给出了从 γ - γ 符合数据确定的其它强度较弱的 γ 跃迁及其相关的能级.

图5 ^{198}Bi 的高自旋能级图跃迁的宽度表示 γ 线的相对强度.

4 结果与讨论

二准粒子激发态 $|v_{i_{13/2}}^{-1} \otimes \pi h_{9/2}; J\rangle$: 在双奇铋核的能级结构研究中^[1, 3-5], 普遍确定了长寿命的低位 10^- 同质异能态, 并且指定了它是多重态 $|v_{i_{13/2}}^{-1} \otimes \pi h_{9/2}; J\rangle$ 角动量为 $J_{\max}-1=10$ 的分态, 另外还指定了 $^{200-208}\text{Bi}$ 中最低的 11^- 激发态为此多重态另一角动量为 $J_{\max}=11$ 的分态. 这些 10^- , 11^- 核态是典型的二准粒子激发态, 它们的能级位置特别是它们之间的能级间隔决定于 $v_{i_{13/2}}^{-1}$ 与 $\pi h_{9/2}$ 之间的相互作用. 当质量数为 A 的双奇铋核的价质子占据轨道 $\pi h_{9/2}$, 中子空穴占据轨道 $v_{i_{13/2}}^{-1}$ 时, 用 ^ABi , ^APb 和 ^{A+1}Bi 的结合能及 ^{A-1}Pb 处于激发态 $v_{i_{13/2}}^{-1}$ 时的结合能, 在忽略 $\pi\nu^{-1}$ 相互作用的情况下, 可得到 ^ABi 多重态 $|v_{i_{13/2}}^{-1} \otimes \pi h_{9/2}; J\rangle$ 的简并能级位置^[7]

$$E_0(v_{i_{13/2}}^{-1} \pi h_{9/2}) = B[^A\text{Bi}] + B[^A\text{Pb}] - B[^{A+1}\text{Bi}] - B[^{A-1}\text{Pb}^*(v_{i_{13/2}}^{-1})], \quad (1)$$

其中, $B[\]$ 是括号内指定的核素的结合能; $B[A^{-1}\text{Pb}^*(v_{i_{13}/2}^{-1})]$ 是 $A^{-1}\text{Pb}$ 处于激发态 $v_{i_{13}/2}^{-1}$ 时的结合能. 正是由于 $\pi\nu^{-1}$ 相互作用, 解除了多重态 $|v_{i_{13}/2}^{-1} \otimes \pi h_{9/2}; J\rangle$ 的简并(简并能量为 E_0). 实验观测到的此多重态内各个能级的位置 E_J 依赖于角动量 J . 定义:

$$E_J = E_J^* - E_0 \quad (2)$$

E_J 就表征了单质子轨道 $\pi h_{9/2}$ 与中子空穴轨道 $v_{i_{13}/2}$ 耦合成角动量为 J 的状态时的相互作用能. 按照以上方法, 我们计算了 $^{200-206}\text{Bi}^{[1,2,8,9]}$ 多重态 $|v_{i_{13}/2}^{-1} \otimes \pi h_{9/2}; J\rangle$ 的 $J=10$ 和 11 二个分态的 $\pi\nu^{-1}$ 相互作用能, 结果见表 2. 对从较重的双奇铋核的核谱提取的这些 $\pi\nu^{-1}$ 相互作用能取平均, 近似作为 ^{198}Bi 相应核态的 $\pi\nu^{-1}$ 相互作用能, 结果列于表 2 最后一栏内. 利用表 2 最后一栏数据计算得到 ^{198}Bi 多重态 $|v_{i_{13}/2}^{-1} \otimes \pi h_{9/2}; J\rangle$ 的 $J=10$ 和 11 二个分态的激发能分别为 $E_{J=10}^* = 255\text{keV}$ 和 $E_{J=11}^* = 869\text{keV}$. 它们与图 5 所示的 ^{198}Bi 的 10^- 和最低的 11^- 态的激发能的偏差分别是 -7 和 4keV , 符合非常之好可以肯定图 5 所示的 ^{198}Bi 最低的 11^- 态的组态是 $|v_{i_{13}/2}^{-1} \otimes \pi h_{9/2}; 11\rangle$, 这一能态也是角动量最高的二准粒子激发态. 基于双奇铋核能级结构的系统性, 以上讨论非常支持将 625keV 跃迁直接置于 10^- 同质异能态之上.

表 2 $^{200-206}\text{Bi}$ 多重态 $|v_{i_{13}/2}^{-1} \otimes \pi h_{9/2}; J\rangle$ 的 $J=10$ 和 11 二个分态中的 $\pi\nu^{-1}$ 相互作用能

能量 (keV)	^{206}Bi	^{204}Bi	^{202}Bi	^{200}Bi	^{198}Bi
E_0	1006	759	520	351	194
$E_{J=10}$	39	46	80	77	61
$E_{J=11}$	634	654	704	707	675

高位激发态: ^{198}Bi 的二准粒子激发态的最高角动量是 11, 其更高自旋的能级是多准粒子激发态. ^{198}Bi 偏离双幻核 ^{208}Pb 11 个中子空穴和 1 个单质子, 用传统的壳模型很难较好的计算 ^{198}Bi 的能级结构. 因此, 下面对 ^{198}Bi 的高自旋能级结构进行一些定性的讨论. ^{198}Bi 的高自旋态可以认为是由单质子 $\pi h_{9/2}$ 轨道与 ^{197}Pb 的位于 $13/2^+$ 同质异能态之上的核态耦合而成, ^{197}Pb 的中子空穴态可认为是中子空穴态 $v_{i_{13}/2}^{-1}$ 与 ^{198}Pb 的激发态耦合而成的^[10], 中子空穴轨道 $v_{i_{13}/2}^{-1}$ 与 ^{198}Pb 的 2^+ 和 4^+ 核态的耦合分别可以很好的给出 ^{197}Pb 的 $15/2^+$ 和 $17/2^+$, $19/2^+$ 和 $21/2^+$ 态. 这些正宇称的核态与质子轨道 $\pi h_{9/2}$ 耦合就形成了 ^{198}Bi 位于 873 至 1767keV 之间的负宇称能级; 本工作仅仅确定了很少的几条 ^{198}Bi 的正宇称能级, 这些能级主要是由 $\pi h_{9/2}$ 质子与 ^{197}Pb 位于 1913keV 之上的负宇称核态耦合而成的, 其中位于 1877keV 的能级是一个半寿命为 $(8.0 \pm 3.6)\text{ns}$ 的同质异能态.

感谢钟纪泉教授与作者进行的有益讨论.

参 考 文 献

- [1] B. V. Thirumala et al., Nucl. Phys., A362(1981)71.
- [2] T. Lonroth et al., Phys. Scr., 23(1981)774.
- [3] M. Bonitz et al., Nucl. Phys., A115(1968)219.
- [4] Yu. N. Rakivnenko et al., Ukr. Fiz. Zh., 17(1972)1037.

- [5] U. Hagemann *et al.*, *Nucl. Phys.*, **A197**(1972)111.
[6] F. Rösel *et al.*, *Atomic Data and Nuclear Data Tables*, **21**(1978)374.
[7] J. P. Schiffer *et al.*, *Rev. Mod. Phys.*, **48**(1976)191.
[8] K. H. Kaun *et al.*, Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Preprint E6-6808 (1972).
[9] T. Lonnroth *et al.*, *Z. Phys.*, **A307**(1982)175.
[10] H. Helppi *et al.*, *Phys. Lett.*, **67B**(1977)278.

High-Spin States in ^{198}Bi

Zhou Xiaohong Sun Xiangfu Guo Yingxiang Lei Xiangguo Liu Zhong
Zhang Yuhu Chen Xinfeng Jin Hanjuan Luo Yixiao

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

Wen Shuxian Yuan Guanjun Li Guangsheng Yang Chunxiang

(*China Institute of Atomic Energy, Beijing 102413*)

Received 26 September 1995

Abstract

The high-spin states in ^{198}Bi have been studied with the $^{187}\text{Re}(^{16}\text{O}, 5n)^{198}\text{Bi}$ reaction at ^{16}O energies between 85 and 105 MeV. In-beam measurements of γ -ray excitation functions γ - γ - t coincidences and γ -ray angular distributions were carried out with 6 BGO (AC)HPGe detectors and an intrinsic Ge planar detector. A level scheme of ^{198}Bi with 26 γ -rays was established for the first time, and an 15^+ isomer was determined with $t_{1/2} = 8.0 \pm 3.6$ ns. Based on the known level systematics in $^{200-206}\text{Bi}$, the level structure in ^{198}Bi was qualitatively interpreted.

Key words γ - γ - t coincidence, level scheme, isomer.