

^{117}Xe 核激发态的实验识别*

刘忠 孙相富 周小红 雷祥国 金寒涓 郭应祥
潘强岩 张玉虎 陈新峰 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
(中国原子能研究院 北京 102413)
1993-12-11 收稿

摘 要

用 $^{92}\text{Mo}(^{28}\text{Si}, 2\text{pn})$ 反应,束流能量为 115 MeV,布居了 ^{117}Xe 核的激发态. 在束 γ 谱实验技术探测了 ^{117}Xe 核瞬发的退激 γ 射线. 已鉴别出了 ^{117}Xe 核的五个集体带,其中两个为首次发现,三个已知的带均被延伸到了更高的自旋态.

关键词 在束 γ 谱学, ^{117}Xe 核能级, γ - γ 符合.

近年来,使用 (HI, ypxn) 熔合蒸发反应和先进的在束 γ 测量装置,对处于高激发能、高角动量态的过渡区缺中子 I、Xe、Cs 和 Ba 核的结构特征作了大量研究. 已证明了诸如带交叉,三轴形变及集体性的长椭球、扁椭球和非集体性的 ($\gamma = 60^\circ$) 扁椭球的形状共存等现象. 但对于非常缺中子的 ^{117}Xe ($N = 63$) 核研究尚少. 在 Chowdhury 等人^[1]的研究中,只观测到了 ^{117}Xe 的 $h_{11/2}$ 负宇称带. 十年之后 Tormanen^[2] 在他们的研究年报中报道了 ^{117}Xe 的由五个级联跃迁构成的一个正宇称带. 而在 Marguier^[3] 的 $^{117}\text{Cs} \rightarrow ^{117}\text{Xe}$ 的蜕变研究中,给出了 ^{117}Xe 的低自旋态能级及它们与 ^{119}Xe , ^{121}Xe 核结构的极端相似性. 本文简要报道 ^{117}Xe 核的部分新实验结果.

实验是在北京原子能研究院 13MV 串列加速器上进行的. 丰度为 94.1% 的金属同位素 ^{92}Mo 靶厚 $2\text{mg}/\text{cm}^2$, 带有 $6\text{mg}/\text{cm}^2$ 的 Pb 衬. 束流能量在 100—120 MeV 范围内,每间隔 5 MeV 做 γ 激发函数测量. 然后选定 115 MeV, 用七台带 BGO 屏蔽的 HPGe 探测器和 14 单元 BGO 晶体球做 γ - γ 符合测量. 共有 90×10^6 个符合事件被记录在磁带上. 图 1 为从本实验获得的两个典型的开门谱. 图 2 是根据对实验数据的分析而建议的 ^{117}Xe 核的部分能级纲图.

带 4, 带 5 是已知的建立在 $h_{11/2}$ 中子轨道上的有利 ($\alpha = -\frac{1}{2}$) 和不利 ($\alpha = \frac{1}{2}$)

* 国家自然科学基金资助.

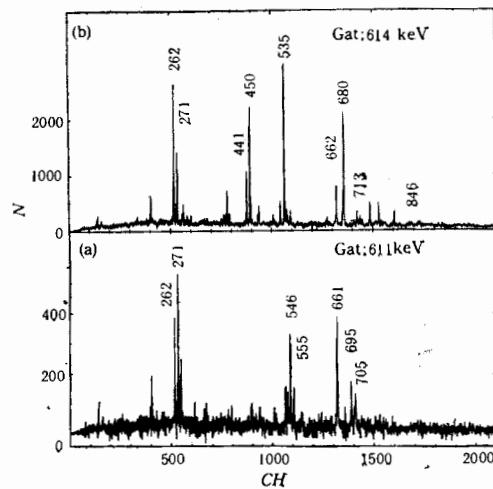


图 1 从 $^{92}\text{Mo}(^{28}\text{Si}, 2\text{pn})^{117}\text{Xe}$ 反应, 束流能量 115MeV 测得的典型 γ - γ 符合开门谱

的 Signature 带。在本实验中, 带 4 布居最强, 把文献[1]的结果向上推了四个能级。但最后一个跃迁 990keV 与在本实验之后发表的最新结果^[4]不一致。对于带 5, 则是在文献[1, 4]观测到的最高能级 $25/2^-$ 之上又新增了 793 和 803keV 两个级联跃迁, 它们与带 5 中的已知跃迁都有符合关系。

带 2 的布居强度仅次于带 4。带 1, 2 与带 4, 5 之间未发现任何相连接的跃迁。但其中的 262、271、441、450、546、555keV 六条 γ 跃迁及其级联关系是与文献[3]从 ^{117}Cs 蜕变得到的结果完全一致的。对 262、271keV γ 线测量的强度各向异性支持它们有 $\Delta I = 1$ 的特性, 这与文献[3]中内转换电子测量结果相符。图 1(a)、(b) 显示了带 1, 带 2 的符合级联关系。其中带 1 为本实验首次观测到, 而带 2 则把文献[2]的结果向上延伸了两个极为重要的能级。

带 3 为本实验中首次测到的。但其自身的能级顺序及被认定属于 ^{117}Xe 核的结论是十分肯定的。这主要是由于它向带 4 有五条能量较高的带间 γ 跃迁。481 keV 跃迁强度的各向异性测量结果表明, 它为 $\Delta I = 2(E2)$ 跃迁。在它上面的各能级向带 4 相应的 ($\Delta I = 2$) 能级的规律跃迁, 也表明带 3 能级间的角动量相差 2。其自旋绝对值和宇称尚待进一步确定。

根据文献[3]而预期应在 205、188keV 级联跃迁之上形成如 $^{119,121}\text{Xe}$ 中的 $\Delta I = 1$ 的级联带^[3], 可实验得到的结果与预期的很不相同, 有关情况将在以后的文章中作专门讨论。但在本实验中观测到一组很清晰的 $\Delta I = 1$ 的 γ 跃迁: 193、237、275、308、334、359、374keV, 并有相应的跨越跃迁被观测到, 它们也许就是那组预期的 $\Delta I = 1$ 的跃迁。但由于它们不与上述任何带的任何跃迁相联系, 所以目前无法确定它们是否真的属于 ^{117}Xe 。

4, 5 是 $\nu h_{11/2}$ 的 $\alpha = -\frac{1}{2}$ 和 $\alpha = \frac{1}{2}$ 的 Signature 带, 在文献[4]中已与推转壳模型计算作了比较。带 4 在 $\hbar\omega = 0.45\text{MeV}$ 的带交叉, 由于阻塞效应不可能由最低的一对 $h_{11/2}$ 中子转排造成的。其顺排角动量为 $5-6\hbar$ 。是由一对 $h_{11/2}$ 质子转排产生的。

同时在文献[4]中已注意到带5的最后一个跃迁,即 $25/2^- \rightarrow 21/2^-$ 的跃迁有上弯迹象,而理论计算预言它应该比带4的带交叉发生在较低的频率 $\hbar\omega = 0.42\text{MeV}$ 上。而本实验新延伸的两个跃迁,证实了带5的交叉的确发生在较低的频率 $\hbar\omega = 0.41\text{MeV}$ 上。值得一提的是,在 $^{119}\text{Xe}^{[6]}$ 中相应的两个带均只是测到上弯,但上弯开始的频率与这里在 ^{117}Xe 中测到的反弯频率基本相同。

带2是建立在 $g_{7/2}$ 组态上的。这一点从与 ^{119}Xe 的 $g_{7/2}$ 带的比较中看得最清楚。图3画出的是 ^{119}Xe 的 $g_{7/2}$ 带与 ^{117}Xe 的带2的排列角动量。为了便于比较,参考系的 Haris 公式中的系数用文献[6]中对 ^{119}Xe 核取的值 $J_0 = 12\hbar^2\text{MeV}^{-1}$, $J_1 = 45\hbar^4\text{MeV}^{-3}$ 。从图3中清楚地看出,两个 $\alpha = -\frac{1}{2}$ 的带几乎完全相同。排列角动量在转动频率 $\hbar\omega = 0.33\text{MeV}$ 时,有一个突然的增加,推转壳模型计算表明,只有最低的一对 $h_{11/2}$ 中子转排才能发生在这么低的频率上。

1和3均为本实验中首次测到的带。特别是带3,它向 $h_{11/2}$ 带4有多条带间跃迁,这在已研究过的较重的奇 $A\text{V Xe}$ 核中是从没测到过的。对于它们产生的原因和所代表的核结构特性,以及关于 ^{117}Xe 核更详细的能级纲图,将在以后的文章中作专门讨论。

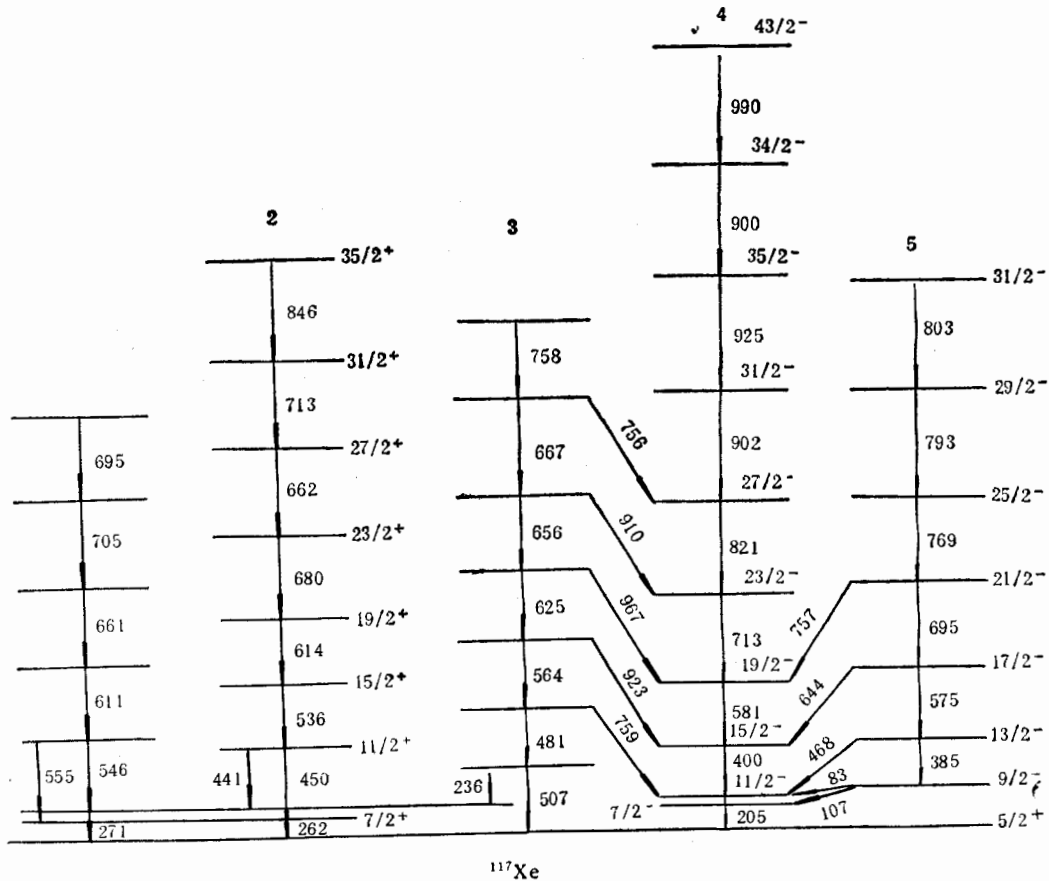


图2 本实验建议的 ^{117}Xe 核部分能级纲图

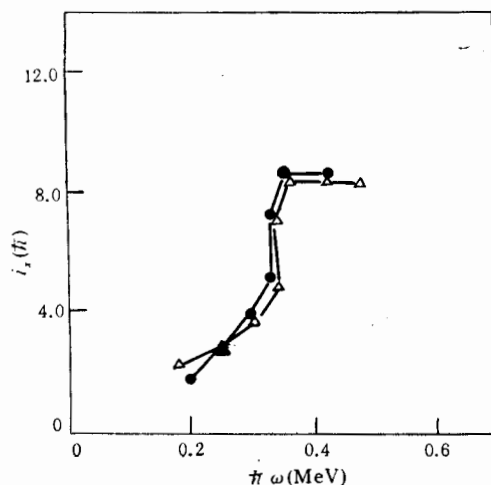


图 3 ^{117}Xe 带 2 与 ^{119}Xe $g_{7/2}$ 带排列角动量的比较

●表示 ^{117}Xe , △表示 ^{119}Xe .

作者对原子能院串列加速器提供品质优良的 ^{28}Si 束表示感谢。感谢德国 KōLN 大学核物理研究所赠送 ^{92}Mo 同位素靶。

参 考 文 献

- [1] P.Chowdhury et al., *Phys. Rev.*, **C23**(1981)733.
- [2] S.Tormanen et al., *Nucl. Data. Sheets*, **66** (1992)495.
- [3] G. Marguier et al., *J.Phys.*, **G12**(1986)757.
- [4] S.Juntinen et al., *Nucl. Phys.*, **A553**(1993)531c.
- [5] V. Barci et al., *Nucl.Phys.*, **A383**(1982)309.
- [6] V.P. Janzen et al., *Phys. Rev.*, **C39**(1989)2050.

Identification of Excited States in ^{117}Xe

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

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

Wen Shuxian Yuan Guanjun Li Guangsheng Yang Chunxiang

(*Institute of Atomic Energy, Beijing 102413*)

Received 11 December 1993

Abstract

Excited states of ^{117}Xe were populated via the reaction $^{92}\text{Mo}(^{28}\text{Si}, 2\text{pn})$ at 115MeV. The emitted prompt γ -rays were measured by using in beam γ -ray experimental techniques. Five bands in ^{117}Xe have been identified, two of them are observed for the first time, and the three known bands are extended to higher spins.

Key words In beam γ spectroscopy, ^{117}Xe levels, γ - γ coin.