

β 延迟质子发射先驱核 $^{87}\text{Mo}^*$

黄文学 马瑞昌 徐树威 徐晓冀 谢元祥 李占奎 葛元秀
王彦瑜 王春芳 张天梅 孙相富 靳根明 罗亦孝

(中国科学院近代物理研究所 兰州 730000)

摘要 实验利用 $p-\gamma$ 符合测量技术研究了 ^{87}Mo 的衰变, 发现 ^{87}Mo β 延迟发射的质子布居到 ^{86}Zr 的第一 (2^+)、(4^+) 和 (6^+) 激发态的强度仅为总的延迟质子衰变强度的 $(11 \pm 6)\%$ 、 $(2 \pm 1)\%$ 和 $(2 \pm 1)\%$, 以此修正了前人的结果.

关键词 β 衰变 延迟粒子发射 强度

在缺中子区, β 延迟质子发射是一种非常有特色的衰变模式. 在轻质量区 ($A \leq 60$), 先驱核总是通过 β 衰变到发射体核的同位旋相似态, 然后发射质子衰变至子核, 其能谱具有单峰结构. 在中重质量区 ($60 \leq A \leq 150$), 因为核能级密度很高, 所以先驱核就通过 β 衰变到发射体核的连续区, 然后发射质子衰变至子核, 其能谱具有典型的钟罩形结构. 但是, 在不久前的实验中发现 $^{69}\text{Kr}^{[1]}$ 的质子能谱呈单峰结构. 如果其 $Q_{cc} - B_p$ 足够大, 那么发射体核就可以发射质子并衰变到子核的激发态, 再通过 γ 衰变回到稳定的基态, 因此, 通过 $p-\gamma$ 符合测量就可以确定先驱核的某些重要性质.

Hagberg 等人^[2]发现 ^{87}Mo 是一个 β 延迟质子发射先驱核, 并且测量了布居到 ^{86}Zr 的第一 (2^+) 激发态的强度. 本文将报道 ^{87}Mo β_p 衰变布居到 ^{86}Zr 的第一 (2^+)、(4^+) 和 (6^+) 激发态的强度, 并以此修正文献 [2] 的结果.

实验是在中国科学院近代物理研究所 HIRFL 上进行的. 利用 $150\text{MeV } ^{32}\text{S}^{9+}$ 束流轰击同位素靶 ^{58}Ni ($3.0\text{mg}/\text{cm}^2$), 通过 $^{58}\text{Ni} (^{32}\text{S}, 2\text{pn})$ 反应产生 ^{87}Mo . 实验采用了氦喷嘴系统, 将反应产物传输到收集带上, 并周期性地移到探测站进行探测. 质子探测器由 Si (Au) 面垒半导体探测器 E 和 E_r 组成. β 本底用 E_r 探测器来抑制. 此探测系统的立体角为 $40\% \times 4\pi$, 并能量分辨为 60keV . γ 射线用两个 HPGe 探测器来测量. 用 ^{241}Am 源对质子探测器进行了能量刻度, 用 ^{152}Eu 源对 γ 探测器的能量和探测效率进行了刻度, 同时还利用了反应产物的已知 γ 射线对 HPGe 探测器进行了能量内标刻度.

实验获取的 ^{87}Mo β 衰变至 ^{87}Nb , 然后发射质子布居到 ^{86}Zr 的第一 (2^+) 激发态的质子谱如图 1 所示. 从图中明显看出端点能为 3.0MeV 左右, 考虑到第一激发态的激发能为

752keV, 则其端点能 $Q_{cc} - B_p$ 为 3.7MeV 左右, 与文献 [2] 的结果一致. 属于 ^{87}Mo β 延发质子的时间序列谱 (如图 1 中的插图所示). 利用最小二乘法拟合得到 ^{87}Mo 的半衰期为 $(13.6 \pm 1.1)\text{s}$, 这也与文献 [2, 3] 的结果 (13.4s) 相符.

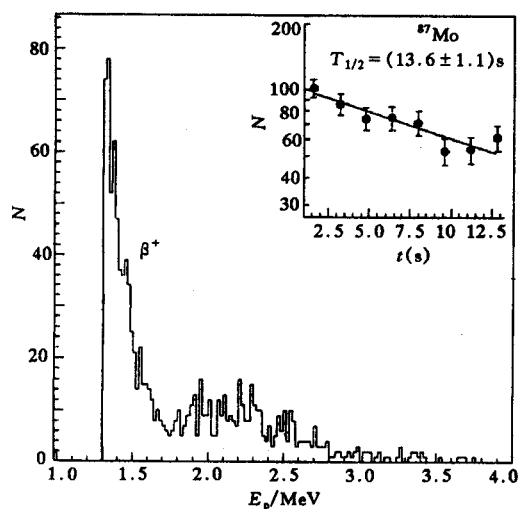


图1 ^{87}Mo β 延发质子布居到 ^{86}Zr 的第一 (2^+) 激发态的质子谱和其衰变曲线

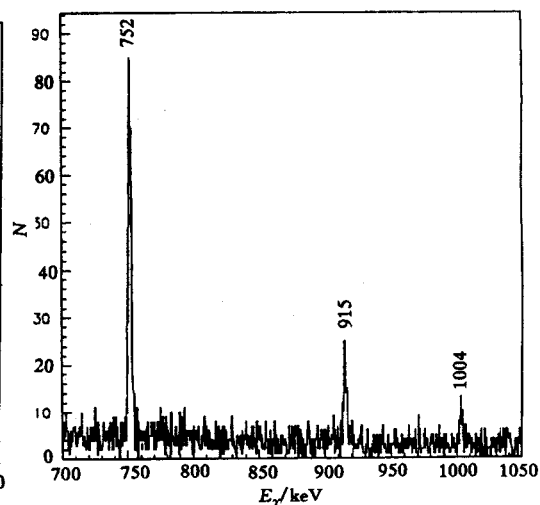


图2 以质子开门的 γ 谱

图 2 所示的是以质子开门的 γ 谱, 图中不但清楚地显示了 752keV 的峰, 而且 915 和 1004keV 的两峰也非常明显. 经探测效率修正后 915 和 1004keV γ 峰的强度分别为 752keV 强度的 $(25 \pm 3)\%$ 和 $(10 \pm 2)\%$. 由于 Hagberg 等人的 $p-\gamma$ 符合测量结果的统计不足^[2], 把所有布居到 ^{86}Zr 激发态的强度都归于布居到第一激发态, 从而认为布居到 ^{86}Zr 第一 (2^+) 激发态的强度为总的延发质子衰变强度的 $(15 \pm 8)\%$. 考虑到上述原因, 本实验修正了这个结果, 认为 ^{87}Mo β^+ 衰变到 ^{87}Nb , 然后发射质子布居到 ^{86}Zr 的第一 (2^+)、(4^+) 和 (6^+) 激发态的强度分别为总的延发质子衰变强度的 $(11 \pm 6)\%$ 、 $(2 \pm 1)\%$ 和 $(2 \pm 1)\%$.

参 考 文 献

- [1] Xu X J, Huang W X, Ma R C et al. Phys. Rev., 1997, C55(2):R553—R556
- [2] Hagberg E, Hardy J C, Schmeing H et al. Nucl. Phys., 1983, A395(1):152—164
- [3] Tuli J K. Nuclear Wallet Cards, 1992, Brookhaven National Laboratory, Upton, New York 11973, USA.

β -Delayed Proton Emission Precursor ^{87}Mo *

Huang Wenxue Ma Ruichang Xu Shuwei Xu Xiaoji Xie Yuanxiang

Li Zhankui Ge Yuanxiu Wang Yanyu Wang Chunfang

Zhang Tianmei Sun Xiangfu Jin Genming Luo Yixiao

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

Abstract The decay of the nuclide ^{87}Mo has been studied with p - γ coincidence measurement. The proton branches in the decay of ^{87}Mo populating the first (2^+), (4^+) and (6^+) excited states of ^{86}Zr were measured to be $(11 \pm 6)\%$, $(2 \pm 1)\%$ and $(2 \pm 1)\%$, respectively, which revised the previous results.

Key word β decay, delayed particle emission, intensity

Received 9 June 1997

*CAS. and Supported by the National Natural Science Foundation of China