



新同位素²³⁵Am 的产生与鉴别*

刘洪业 郭俊盛 甘再国 石立军 杨维凡 牟万统 方克明
沈水法 郭天瑞 袁双贵 张学谦 秦 芝 马瑞昌 钟纪泉

(中国科学院近代物理研究所 兰州 730000)

王书鸿 孔登明 乔际民

(中国科学院高能物理研究所 北京 100039)

摘 要 一种缺中子新同位素²³⁵Am 通过²³⁸Pu(p, 4n)²³⁵Am 反应而产生, 产物借助 He-jet 系统的传输, 快化学分离以及 γ 、X 射线和 γ -X(γ)符合测量等得到鉴别, 测得其半衰期为 15 ± 5 min.

关键词 新同位素 化学分离 生长与衰变 半衰期

1 引 言

早在 1952 年, 美国 G. H. Higgins 曾用轻离子反应合成了镅的缺中子同位素²³⁷Am 和²³⁸Am^[1]; 后来由于人们对重核的延迟裂变衰变模式的兴趣, 又合成并研究了镅的目前已知的最轻同位素²³⁴Am 和²³²Am^[2]. 但是, 在核素图上, ²³³Am、²³⁵Am 和²³⁶Am 的位置仍属空缺, 它直接影响了对镅同位素衰变特性的系统性研究. 为此, 国外许多著名实验室和研究小组以极大兴趣努力合成和研究 Am 的这三个同位素. 例如, 十年前 A. Marinor 等人曾利用次级束反应产生并鉴别出²³⁶Am 的一个长寿命同质异能态^[3]; 日本原子能研究所数年前便开始 Li+U 反应的实验研究^[4], 为合成²³⁶Am 甚至²³⁵Am 创造实验条件.

本工作利用 35MeV 质子轰击²³⁸Pu 靶, 借助氦喷射系统、快化学分离方法以及对 γ 、X 射线和 γ -X(γ)符合测量等手段, 成功地合成并鉴别出了超铀区缺中子新同位素²³⁵Am.

2 实验装置与过程

实验是在北京高能物理所的质子直线加速器上进行的. 主要实验装置包括 He-jet 多

层靶室、长毛细管传输系统、收集室及探测与数据获取系统等. 靶室内安装了 10 片被电沉积在薄金属箔上的²³⁸Pu 靶, 靶的镀层厚度为 $80 \sim 100 \mu\text{g}/\text{cm}^2$; 照射在靶上的束流强度是 $3 \sim 5 \mu\text{A}$. 为了提高 He-jet 系统的传输效率, 使用了 NaCl 固体添加剂. 实验中, 每个样品的收集时间为 $40 \sim 60$ min. 每收集一轮产物后将收集盘取出并立即用稀 HNO₃ 将产物沉积层溶解下来进行一系列的化学分离与纯化, 除去裂变碎片及其它干扰产物; 将 Am 元素纯化并提取出来制成样品源进行测量. 用一台小平面 HPGe X 射线探测器及一台 GMX HPGe γ 探测器对 Am 样品源进行了 γ 与 X 单谱、时间序列谱以及 γ - γ 符合测量, 将实验数据通过 PC-CAMAC 多参数获取系统记录在磁盘上.

3 结果与分析

图 1 给出了测得的 Am 样品源的部分 γ 和 X 射线谱, 103.8 和 99.6keV 的峰是 Pu 的特征 X 射线, 从而表明 Am 同位素已经产生; 另外, 也观察到 Np 的两条 X 射线 101.1 和 97.1keV, 经分析 Np 的 X 射线只能来源于

* 国家自然科学基金和中国科学院资助课题.
特邀 1996 - 05 - 06 收稿.

Pu 的 EC 衰变. 经过对谱的处理, 发现 Np 的 X 射线峰的衰变曲线呈现明显的生长和衰变特征, 这表明它的发射体 Pu 不是反应直接生成而是由其母核 Am 经 EC 衰变而来. 另外,

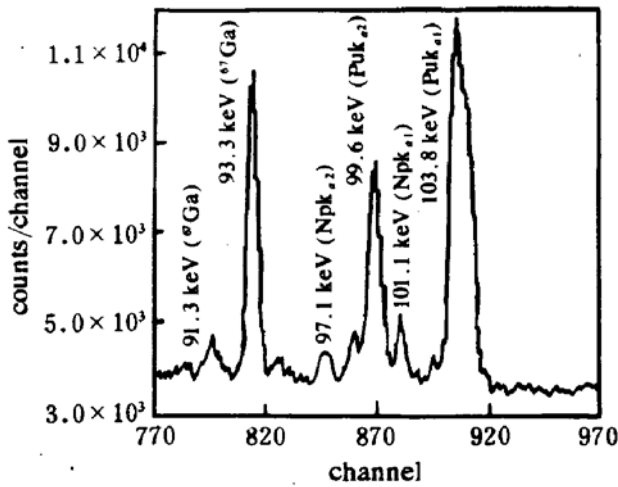


图 1 ²³⁵Am 的 γ 和 X 射线谱

也观测到已知核 ²³⁵Pu 的一条最强的衰变 γ 线 (49.1keV), 并且它同 Np 的 101.1keV X 射线存在符合关系. 这证明 101.1keV 的 X 射线来源于 ²³⁵Pu 的 EC 衰变, 而 ²³⁵Pu 又来源于 ²³⁵Am 的 EC 衰变. 使用放射性系列衰变分析程序对 101.1keV X 射线的生长与衰变曲线进行拟合, 得到了它的生长和衰变半衰期为 15 ± 5 min 和 25 ± 4 min, 后者同已知 ²³⁵Pu 的半衰期符合很好^[5], 而测得新同位素 ²³⁵Am 的

15 ± 5 min 半衰期与理论预言值^[6]一致.

据此认为, 本实验所观测到的 Np 的 X 射线只来源于 ²³⁵Am 的 EC 衰变子体 ²³⁵Pu 的衰变, 它的其它来源可完全被排除. 因为 ²³⁶Pu 是已知的 $\sim 100\% \alpha$ 衰变. 另外, 根据 Alice 程序的计算结果, 在本实验条件下生成 ²³⁷Am、²³⁴Am、²³⁷Pu 和 ²³⁴Pu 的截面又都相当低, 加之 ²³⁷Pu 和 ²³⁴Pu 半衰期与 ²³⁵Pu 相差很大, 所以它们对 Np X 射线的贡献可以排除; 最后, 由反应直接生成的 ²³⁵Pu 经 EC 衰变产生 Np X 射线的可能性也可忽略不计.

由上述结果与分析表明, 超铀区缺中子同位素 ²³⁵Am 已在本实验中首次合成并得到明确鉴别.

在此, 对中科院高能物理研究所质子直线加速器室的大力协作表示真诚的感谢.

参 考 文 献

- 1 Higgins G H, UCRL-1796(1952)
- 2 Hall H L, et al. Phys. Rev. Lett., 1989, 63:2548
- 3 Marinov A, Eshhar S, Kolb D. Phys. Lett., 1987, 19:36
- 4 Hatsukawa Y, et al. JAERI-Review 95-017, 1995,42
- 5 Jager U, Munzert H, Pfenning G. Phys. Rev., 1973, C7:1627
- 6 Takahashi K, Yamada M, et al. Atom. Data and Nucl. Data Tables, 1973, 12:101

Production and Identification of a New Isotope ²³⁵Am

Liu Hongye Guo Junsheng Gan Zaiguo Shi Lijun Yang Weifan Mou Wantong
Fang Keming Shen Shuifa Guo Tianrui Yuan Shuanggui Zhang Xueqian
Qin Zhi Ma Ruichang Zhong Jiquan

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

Wang Shuhong Kong Dengming Qiao Jimin

(Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039)

Abstract A new neutron-deficient isotope ²³⁵Am was produced via ²³⁸Pu(p,4n)²³⁵Am reaction. The products were identified by means of the transporting of He-jet system, separating of rapid radiochemical method and measuring of γ and X rays as well as X- γ coincidence. The measured half-life of ²³⁵Am is 15 ± 5 min.

Key Words new isotope chemical separation growth-decay half-life