

快报

超铀区缺中子新同位素²³⁵Am的 合成与鉴别*

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

(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)

1995-12-29 收稿

摘 要

用 35MeV 质子轰击同位素靶²³⁸Pu, 通过²³⁸Pu(p, 4n)²³⁵Am 反应, 合成了新的缺中子同位素²³⁵Am. 利用 He-jet 及毛细管传输技术收集反应产物, 然后用放射化学法除去产物中的裂变碎片并分离出 Am 活性. 根据观测到的²³⁵Pu 的衰变 γ 及 Np 的特征 X 射线的生长-衰变行为和 X- γ 符合测量, 肯定了²³⁵Am 的首次合成, 测得²³⁵Am 的半衰期为 15 \pm 5min.

关键词 超铀核, 新同位素, 化学分离, 半衰期.

对于超铀 Am、Cm 和 Bk 元素, 目前已知的缺中子边缘核几乎都是二十年前合成和研究的^[1]. 对于 Am 的缺中子同位素而言, 由于²³⁵Am 和²³⁶Am 的空缺, 它们的奇异衰变模式的系统性研究至今尚未完成. 我们利用能量为 35MeV, 流强为 3—5 μ A 的质子束轰击稀有的放射性靶²³⁸Pu, 通过(p, 4n) 反应合成并鉴别了其中的缺中子新核素²³⁵Am (Alice 程序估算生成截面值 $\sigma\approx 2$ mb), 并对其半衰期进行了测量.

实验是在中国科学院高能物理研究所的质子直线加速器上进行的. 使用了 He-jet 多层靶室传输系统. 反应产物在靶室内被氮气慢化后经由毛细管快速传送到远离束流大厅的测量位置, 被收集在 Ta 箔上, 通过快速化学分离(相邻元素的去污因子高达 10²), 除去裂变碎片, 再将 Am 从剩余产物中分离出来并制成样品进行 X 和 X- γ 符合测量. 每个样品的收集和测量时间为 40—60min, 共测量了近百个样品.

实验中观测到了 Pu 的能量为 103.7keV 和 99.5keV 的特征 X 射线. 它们只能来源于 Am 同位素的电子俘获衰变, 从而说明了 Am 同位素已经产生. 与此同时, 实验也观测到了 Np 的能量为 101keV 和 97keV 的特征 X 射线. 由于²³⁶Pu 是 $\sim 100\%$ 的 α 发射体, 上述 Np 的特征 X 射线不可能来源于它的 EC 衰变; 又根据 Alice 程序计算, 在该能量

* 国家自然科学基金和中国科学院资助.

下生成 ^{237}Am 、 ^{234}Am 、 ^{237}Pu 和 ^{234}Pu 的截面很低,加之 ^{237}Pu 和 ^{234}Pu 半衰期与 ^{235}Pu 相差极大(^{237}Pu 、 ^{234}Pu 和 ^{235}Pu 的半衰期分别为: 45d、8.8h和25.3min),在本实验观测条件下,由Am衰变或直接产生的 ^{237}Pu 和 ^{234}Pu 对所测到的Np特征X射线的贡献可以忽略不计;此外,Alice程序计算还表明,由(p, p3n)反应直接生成 ^{235}Pu 的截面同样可以忽略不计,直接生成 ^{235}Pu 经EC衰变贡献于Np特征X射线的可能性也可以排除.以上分析表明,实验观测到的Np特征X射线只能来源于 ^{235}Am 的EC衰变子体.

该101keV的特征X射线呈现明显的生长-衰变特征,显示出母核 ^{235}Am 的存在.用衰变分析程序对衰变曲线的拟合给出 ^{235}Am 及其子体 ^{235}Pu 的半衰期分别为 $15\pm 5\text{min}$ 和 $25\pm 4\text{min}$,后者和已知数据^[2,3]很好符合.需要指出的是,实验还成功地观测到 ^{235}Pu 的分支比最高的一条衰变 γ 射线(与Np特征X射线符合, $E_\gamma=49.1\text{keV}$),衰变分析程序对其衰变曲线的拟合给出的半衰期值与上述结果在误差范围内符合.

综上所述,本实验首次合成和鉴别出超铀区缺中子新核素 ^{235}Am ,并测得 $t_{1/2}=15\pm 5\text{min}$.

对中国科学院高能物理研究所质子直线加速器室的大力支持与合作表示衷心感谢.

参 考 文 献

- [1] G. T. Seaborg, LBL-15685, (1983).
- [2] M. S. Antony *et al.*, Chart of the Nuclides, France (1992).
- [3] T. Horiguchi *et al.*, Chart of the Nuclides, Japan (1992).

Synthesis and Identification of the New Transuranium Neutron-deficient Isotope ^{235}Am

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

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

Wang Shuhong Kong Dengming Qiao Jimin

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

Received 29 December 1995

Abstract

A new neutron-deficient isotope ^{235}Am was synthesized in the reaction of ^{238}Pu ($p, 4n$) ^{235}Am by using 35MeV proton bombarding ^{238}Pu target. The Products were transported by the He-jet system. The Am was separated from the reaction products using radiochemistry method. The γ -ray of ^{235}Pu and X-ray of Np following EC decay of ^{235}Am were observed. Based on the growth-decay curve of X-ray of Np and the X- γ coincidence measurements, the synthesis of ^{235}Am was confirmed for the first time. The measured half-life of ^{235}Am is 15 ± 5 min.

Key words transuranium nuclide, new Isotope, radiochemistry separation, half-life.