



重丰中子新同位素—— $^{238}\text{Th}^*$

徐岩冰 袁双贵 杨维凡 何建军 李宗伟 马桃桃 熊 兵
秦 芝 牟万统 甘再国 石立军 郭天瑞 陈展图 郭俊盛

(中国科学院近代物理研究所 兰州 730000)

摘 要 利用兰州重离子加速器(HIRFL)提供的 60 MeV/u 的 ^{18}O 离子束照射天然铀靶, 通过多核子转移反应生成 ^{238}Th . 用快速放射化学分离技术从铀及其反应产物的混合物中分离出 Th 同位素. 使用两台高纯锗(HPGe)探测器测量了样品的 γ 射线活性, 观测到了 ^{238}Th 的 β^- 衰变子体 ^{238}Pa 的 γ 射线的生长、衰变行为, 测定 ^{238}Th 的半衰期为 9.4 ± 2.0 min.

关键词 新核素 多核子转移反应 化学分离 合成与鉴别

分类号 O571.32

合成新核素以及对其半衰期的测定, 可以为检验现有的模型理论提供重要数据. 本小组通过多核子转移反应, 首次对重丰中子新核素 ^{238}Th 进行了实验研究. 实验是在中国科学院近代物理研究所的重离子研究装置(HIRFL)上进行的. 利用 60 MeV/u 的 ^{18}O 离子束照射天然铀靶 (1.5 g/cm^2), 束流强度为 30~60 enA. 每个靶照射 25 分钟后, 由自动快速靶辐照传输装置将其传送至 30 米远的放化实验室. 采用快速化学分离技术从铀及其反应产物中分离出钍, 并将其制成固体 $\gamma(\text{X})$ 测量源.

使用一台探测效率为 30%, 对 1332 keV (^{60}Co) 的分辨为 2.0 keV 的 HPGe 探测器和一台对 122 keV (^{57}Co) 的分辨为 580 eV 的小平面高纯锗(HPGe)X 与低能 γ 射线探测器, 采用 PC-CAMAC 多参数数据获取系统测量了 X 和 γ 单谱的时间序列谱以及 X- γ - t 符合谱. 测量在照射结束后约 10 分钟开始进行, 每个样品持续测量 25 分钟. 实验重复进行了 67 次.

由测得的 X 与 γ 谱可以看出, 钍样品源中杂质元素的去除是比较干净的. 从图 1 所

示的 γ 射线谱中可以清楚看到 ^{238}Pa 的 635.0 keV 和 1060.5 keV 两条 γ 射线峰, 它们都有明显的生长、衰变行为, 从而表明 ^{238}Pa 的活性来自其母体 ^{238}Th . 由于 γ 谱中高能区本底较低, 且谱线较少, 虽然在能量为 1060.5 keV 右侧高 1.6 keV 处还有一 γ 峰, 但在 γ 单谱的时间序列谱中可以看出该峰的计数随

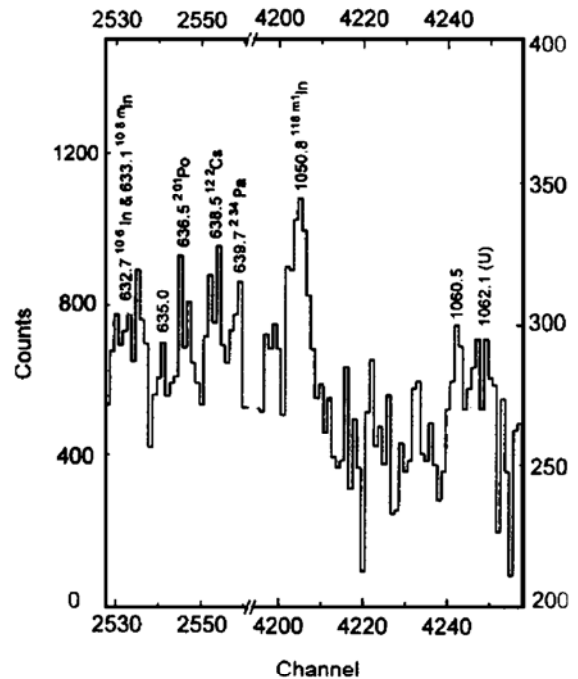


图 1 在分离的钍样品中测得的部分 γ 射线谱

■ 1998 - 06 - 24 收稿.

* 国家自然科学基金(项目号 19775055)和中国科学院资助.

时间变化不大,它应来自于半衰期较长的核素;又因 1 060.5 keV 的 γ 峰附近本底计数随时间变化也不大,故可判定此 γ 峰随时间的变化反映了 ^{238}Pa 活性随时间的变化,故对它进行了仔细跟踪.利用分析递次衰变的计算机程序对它进行了拟合,得到母、子体半衰期分别为 9.4 ± 2.0 min 和 2.1 ± 0.4 min (见图 2).前者与预言值符合得很好^[1],后者同 ^{238}Pa 的文献值一致^[2].另外,在 X- γ -t 符合谱中用 Pa 的 X 射线开门,发现了一条能量为 89.0 ± 0.3 keV 的未知 γ 射线,它应是 Th 的放射性同位素的衰变 γ 射线.经拟合,其半衰期为 8.9 ± 1.5 min,与上述得到的 ^{238}Th 的半衰期相符,因此,指定这条 89.0 keV 的 γ 射线为 ^{238}Th 的衰变 γ 射线.

以上事实充分证明本实验合成和鉴别了重丰中子新核素 ^{238}Th ,并测得它的半衰期为 9.6 ± 2.0 min.

致谢 对兰州重离子加速器全体工作人员的

密切合作与大力支持深表感谢.

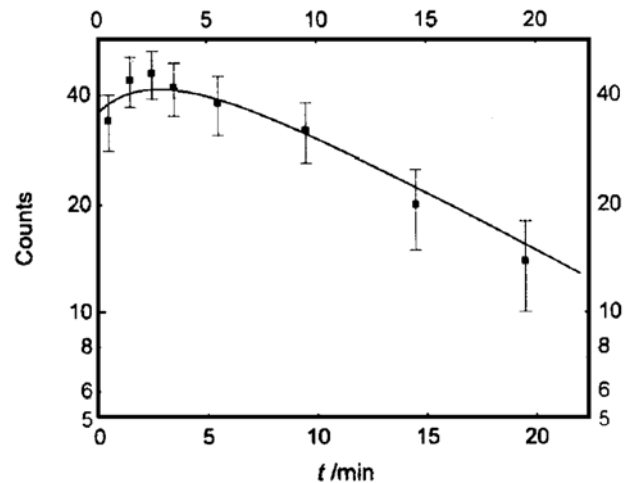


图 2 ^{238}Pa 的 1 060.5 keV γ 射线的生长、衰变曲线

参 考 文 献

- 1 Staudt A, Bender E, Klapdor-Kleingronthaus H V. *At Data Nucl Data Tables*, 1990, 44: 79
- 2 Richard B. Firestone, *Table of Isotopes*, 8th Edition, 1996, Volum II: 2780

A New Heavy Neutron-rich Isotope—— ^{238}Th

Xu Yanbing Yuan Shuanggui Yang Weifan He Jianjun Li Zongwei

Ma Taotao Xiong Bing Qin Zhi Mou Wantong Gan Zaiguo

Shi Lijun Guo Tianrui Chen Zhantu Guo Junsheng

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

Abstract A new nuclide ^{238}Th has been produced via multinucleon transfer reaction by 60 MeV/u ^{18}O ion irradiation of natural uranium. The produced thorium was radiochemically separated from the mixture of uranium and its reaction products. The activity of thorium was measured by using a HPGe detector and a planar HPGe detector. ^{238}Th has been identified for the first time by measuring the growth and decay of the γ -rays from its daughter nucleus ^{238}Pa . The half-life of ^{238}Th was determined to be 9.4 ± 2.0 min.

Key words new nuclide multinucleon transfer chemical separation synthesis and identification