

快报

^{235}Th β 衰变端点能量的测定*

袁双贵 张天梅 徐树威 李文新
张立 刘满清 区秀兰 李伟生
(中国科学院近代物理研究所, 兰州)

摘 要

用 14MeV 中子照射铀并借助于放化分离产生了 ^{235}Th 源, 测得了 β 谱和 γ 谱, 获得了 ^{235}Th 的 β 端点能量为 $1.44 \pm 0.04\text{MeV}$, 从而确定了其 $Q_{\beta} = 1.47 \pm 0.07\text{MeV}$.

至今, ^{235}Th 的 β 端点能量还未被确定.

基于它的 90% 以上的 β 跃迁落到其子体的基态区域^[1], 因此, 采用单谱测量方式是合适的.

取 14g 分析纯 $\text{UO}_2(\text{NO}_3) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 结晶, 用化学分离手段将其中的 ^{234}Th 基本上全部除去, 得到的 $(\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7$ 用作靶物质. ^{235}Th 是用我所高压倍加器提供的 14MeV 中子照射 $(\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7$ 20 分钟后产生的. 借助于 0.05M PMBP- CHCl_3 溶剂萃取循环把钍从被照物质中分离出来并制成薄样品, 在照射结束 27 分钟后进行测量.

用一台半导体望远镜 β 谱仪和一台 HpGe 探测器分别探测 β 和 γ . 它们被放于铅室中, 用 M-20 多道分析器获取了时间序列谱并记录于磁带上. 尽管 ^{235}Th 的半衰期约有 7 分钟, 为了对 β 谱进行分解, 测量持续了近 5 个小时. 由于经过了上述化学处理, 所测得的 β 谱中仅包含 ^{235}Th 及其子体 ^{235}Pa 和少量的 ^{234}Th 及其子体 ^{234}Pa , 利用它们半衰期不同的特点, 可以对测得的 β 谱进行分解.

利用拟合程序 DECO^[2] 对测得的时间序列谱进行了拟合和分解, 获得了 ^{235}Th 和 ^{235}Pa 的衰变曲线(图 1), 从而确定了 ^{235}Th 和 ^{235}Pa 的半衰期分别为 $6.9 \pm 0.2\text{min}$, 和 $24.7 \pm 0.2\text{min}$, 与文献值很一致^[1,3].

在提取 ^{235}Th β 谱的处理中, 取测量开始 8 分钟内的总谱作为提取 ^{235}Th β 谱的基准, 以提高它在总谱中所占的比重, 而以第 50 分钟到第 78 分钟内的总谱作为提取 ^{235}Pa β 谱的基准. 很显然, 4 小时之后的谱只剩下 ^{234}Th 及其子体 $^{234\text{m}}\text{Pa}$ 的贡献了, 根据它们的衰变规律, 便可以很方便地将 ^{235}Th 和 ^{235}Pa 的 β 谱从总谱中分解出来(图 2). 利用 PAMUBE 程序^[4] 对它们进行了分析, 确定了 ^{235}Th 和 ^{235}Pa 的 β 端点能量分别为 $1.44 \pm 0.04\text{MeV}$ 和

* 本工作由国家自然科学基金资助.
本文 1987 年 11 月 20 日收到.

$1.42 \pm 0.04\text{MeV}$. 图 3 给出了它们的 Fermi-Kurie 标绘. 我们获得的 ^{235}Pa 的 β 端点能量与文献值^[3]符合得很好.

由于我们测得的 γ 谱较弱, 只对 ^{235}Th 的最强 γ 射线 417KeV 进行了分

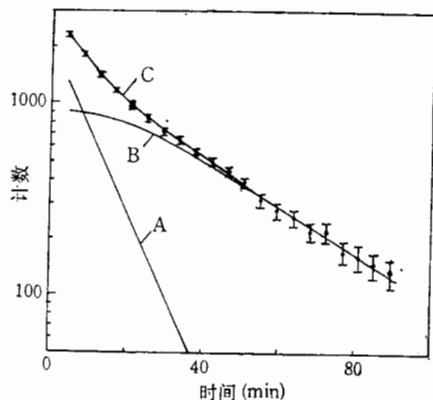


图 1 ^{235}Th 和 ^{235}Pa 及其两者之和的衰变曲线

- A——对于 ^{235}Th 的计算曲线;
- B——对于 ^{235}Pa 的计算曲线;
- C——对于两者之和的计算曲线;
- 两者之和的实验值.

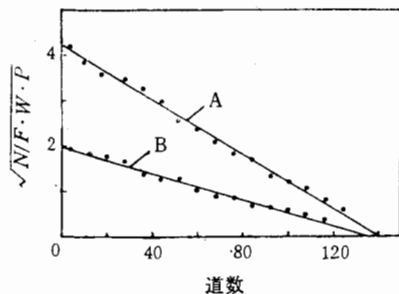


图 3 对于 ^{235}Th (A) 和 ^{235}Pa (B) 的 Fermi-Kurie 标绘

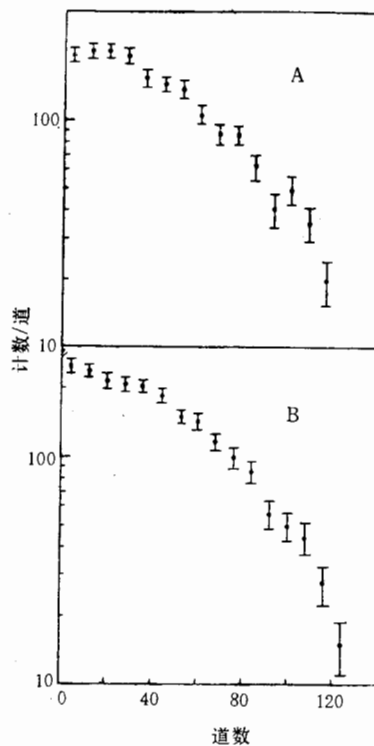


图 2 ^{235}Pa (A) 和 ^{235}Th (B) 的 β 谱.

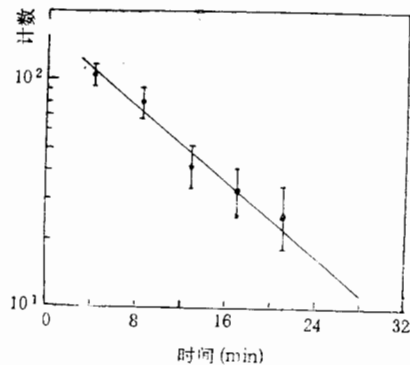


图 4 ^{235}Th 417keV γ 射线衰变曲线

析. 得到的 ^{235}Th 的半衰期为 $7.3 \pm 0.2\text{min}$ (图 4), 与从 β 测量得到的结果相符合. 进而得到了 417KeV γ 射线对跃迁到 ^{235}Th 子体基态区域的 γ 射线的分支比为 $2\% \pm 1\%$, 这一结论支持了由 S. Mirzadeh 等以其它方法给出的 ^{235}Th 的部分能级图^[1]. 根据这个衰变纲图, 确定了 ^{235}Th 的 $Q_\beta = 1.47 \pm 0.07\text{MeV}$. 这个结果与由 M. Asghar 等根据 Q_α 测

定值推出的 Q_β 值 ($1.44 \pm 0.08 \text{ MeV}$)^[6] 符合得很好, 证明先前采用的 Q_β 值 ($\approx 1.90 \text{ MeV}$)^[1,5] 偏大. 因为文章^[1,5] 没有给出测定该值的信息, 因此, 对二者之间差区的原因无法进行讨论.

参 考 文 献

- [1] S. Mirzadeh, Y. Y. Chu, S. Katcoff, L. K. Peker, *Phys. Rev.*, **C33**(1986), 2159.
- [2] 李伟生, 徐树威, 袁双贵, 张天梅, 递次衰变优化拟合程序, (未发表).
- [3] 戴光曦等, 核素图册, (1987).
- [4] 袁双贵, 徐树威, 多分支 β 谱分析程序, (未发表).
- [5] M. R. Schmorak, *Nucl. Data Sheets*, **40**(1983), 53.
- [6] M. Asghar et al., *Nucl. Phys.*, **A259**(1976), 429.

THE DETERMINATION OF ENDPOINT ENERGY FOR ^{235}Th β -DECAY

YUAN SHUANGUI ZHANG TIANMEI XU SHUWEI LI WENXIN ZHANG LI

LIU MANQING OU XIULAN LI WEISHENG

(*Institute of Modern Physics, Academia Sinica, Lanzhou*)

ABSTRACT

Sources of ^{235}Th were prepared by 14MeV neutron irradiation of Uranium and radiochemical separation. The β -spectra and γ -spectra were measured. The endpoint energy for ^{235}Th β -decay was obtained to be $1.44 \pm 0.04 \text{ MeV}$. Thus Q_β of ^{235}Th was determined to be $1.47 \pm 0.07 \text{ MeV}$.