

## 实验测定 $^{183}\text{Os}$ 的 $Q_{\text{EC}}$ 值

徐树威 潘强岩 张天梅 袁双贵 张学谦

(中国科学院近代物理研究所, 兰州 730000)

石双惠 田家祺 黄文达

(中国科学院上海原子核研究所, 201800)

### 摘 要

用 39 MeV- $\alpha$  粒子轰击天然钨靶产生了 $^{183}\text{Os}$  测量了 $^{183}\text{Os}$  衰变的 $\gamma$ - $\beta$ 符合谱, 确定了 $\beta^+$ 能谱的端点能量. 最终提取出 $^{183}\text{Os}$  衰变的 $Q_{\text{EC}}$ 值: $Q_{\text{EC}} = 2.24 \pm 0.10$  MeV, 与系统学的估计值: $2.30 \pm 0.10$  MeV 在误差范围内相符.

我们用上海原子核研究所 1.2m 直径的可变能量回旋加速器引出流强约为 0.3 $\mu\text{A}$  的 39MeV 的  $\alpha$  粒子束穿过 6 $\mu\text{m}$  厚的镍窗连续轰击天然钨靶 12h. 靶厚约为 20mg/cm<sup>2</sup>, 并用 10 $\mu\text{m}$  厚的铝箔将钨粉包裹起来. 为防止由于束流轰击靶子使靶子发热导致产物 Os 氧化而挥发, 整个靶室内充满了一个氧压的氮气. 这样, 束流到达靶中心的平均能量为 37.8MeV. 根据 Newton<sup>[1]</sup> 的报道可知 37.8MeV  $\alpha$  束引起的 $^{183}\text{Os}$  的截面略大于 1b. 根据 $^{183}\text{Os}$  的衰变纲图, $^{183}\text{Os}$  经( $\beta^+$ +EC)衰变填充到 $^{183}\text{Re}$  的 496keV 能级. 再经级联 $\gamma$ 跃迁发射 382keV 和 114keV 的 $\gamma$ 射线而落到 $^{183}\text{Re}$  的基态<sup>[2]</sup>. 其衰变分支比接近 72%, 因此可观测到很强的 382keV 的 $\gamma$ 射线. 对于 $\beta$ - $\gamma$ 符合测量的不利条件是 $\beta^+$ /EC 的比值很小( $\sim 0.47\%$ ), 正电子强度相对来说很弱. 我们用一台 Ge(Li) $\gamma$ 探测器测量 $\gamma$ 射线, 用一台塑料闪烁体  $\Delta E$ - $E$  望远镜<sup>[3]</sup>来测量强 $\gamma$ 本底下的 $\beta^+$ 能谱.

靶子照射结束后, 冷却 5h 再开始测量样品. 图 1 是用 $\beta$ - $\gamma$ 符合方式测得的靶子中活性的衰变 $\gamma$ 能谱. 图中除了正负电子对湮没产生的 511keV 的 $\gamma$ 峰外, 主要成份是来自 $^{183}\text{Os}$ 和 $^{188}\text{W}$ 衰变的 $\gamma$ 射线. 还可以见到来自 $^{183\text{m}}\text{Os}$ 和 $^{182}\text{Re}$ 衰变的 $\gamma$ 射线. 其中 $^{183}\text{Os}$ 衰变的 382keV  $\gamma$ 峰非常清晰, 高能 $\gamma$ 射线的康普顿光子在该峰中造成的本底 $< 5\%$ . 这些干扰本底主要来自 511 keV  $\gamma$ ; 还可能有 $^{188}\text{Re}$ 衰变 $\gamma$ 的康普顿光子. 因此, 在 $\gamma$ - $\beta$ 符合的能谱中加上 382keV  $\gamma$ 峰开门得到的 $\beta$ 能谱主要应是 $^{183}\text{Os}$ 衰变的 $\beta^+$ 谱, 干扰的 $\beta^+$ ,  $\beta^-$ 成份可以忽略.

塑料闪烁体对 $\gamma$ 射线也是灵敏的, 尽管测量 $\gamma$ 射线的效率相对测量电子而言要低得多. 因此强 $\gamma$ 本底也会造成一些假 $\beta^+$ 事件. 我们在 $\beta$ 望远镜和样品之间放置一块厚度 0.2mm 的铝片, 把能量低于 0.8MeV 的电子全部阻挡住, 获得了模拟本底谱. 将测量 14h 获得的符合谱减去本底谱, 最终得到与 382keV  $\gamma$ 射线符合的 $\beta^+$ 能谱, 如图 2 所示.

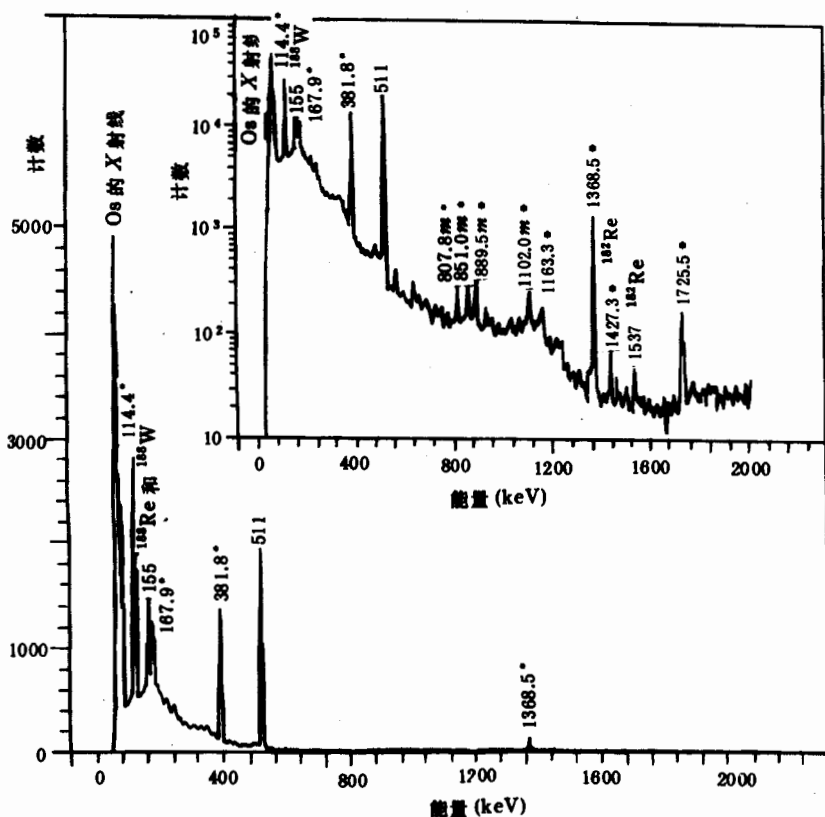


图1 37.8MeV  $\alpha$  粒子轰击天然钨靶反应产物的  $\beta$ - $\gamma$  符合的衰变  $\gamma$  能谱

图中右上部为对数形式. \* 标记的是  $^{183}\text{Os}$  和  $^{183\text{m}}\text{Os}$  的衰变  $\gamma$  峰.

实验测得的畸变的  $\beta^+$  谱经过塑料闪烁体响应函数的修正, 得到非畸变的  $\beta$  能谱. 再经费米-居里标绘, 并利用最小二乘法直线拟合, 得到的拟合直线与能量轴的交点就是  $\beta^+$  衰变的端点能量. 如图 2 的右上部所示. 按照 Wouters 等人的工作<sup>[4]</sup>, 我们选用了高斯型响应函数. 针对上述过程, 利用叠代法编制了一个对  $\beta$  能谱的分析程序<sup>[5]</sup>, 专门用于处理塑料闪烁体  $\Delta E$ - $E$  望远镜测得的  $\beta$  能谱. 最后得到  $^{183}\text{Os}$  衰变到  $^{183}\text{Re}$  的 496keV 能级的  $\beta^+$  能谱的端点能量为  $720 \pm 100\text{keV}$ . 依据已知的  $^{183}\text{Os}$  的衰变纲图, 最后提取出  $^{183}\text{Os}$  的 ( $\beta^+$  + EC) 衰变的  $Q_{\text{EC}}$  值为  $2.24 \pm 0.10\text{MeV}$ . 这与 A. H. Wapstra 等人<sup>[6]</sup>用系统学外推得到的预言值  $2.30 \pm$

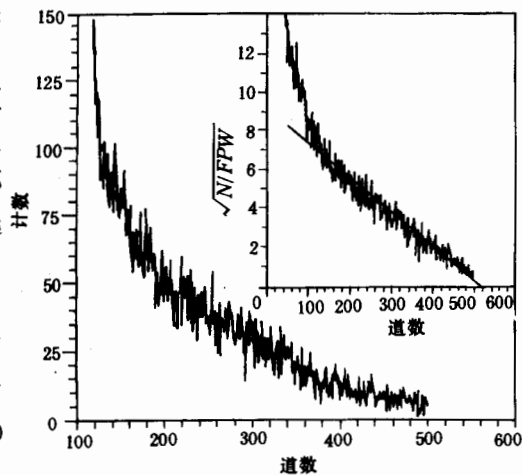


图2  $E_\gamma = 382\text{keV}$  开门的  $^{183}\text{Os}$  衰变的符合  $\beta^+$  谱  
右上图是该谱的费米-居里标绘.

0.10MeV 在误差范围内一致.

### 参 考 文 献

- [ 1 ] J. O. Newton, *Phys. Rev.*, **117**(1960), 1510.
- [ 2 ] R. B. Firestone, *Nucl. Data Sheets*, **52**(1987), 715.
- [ 3 ] 徐树威和刘满清, *核技术*, **13**(1990), 481.
- [ 4 ] J. M. Wouters, H. M. Thierens, J. Ayst, M. D. Cable, P. E. Hausteijn, R. F. Parry and J. Cerny, *Phys. Rev.*, **C27**(1983), 1745.
- [ 5 ] Pan Qiangyan, Xu Shuwei, Yuan Shuanggui and Zhang Xueqian, IMP Annual Report, (1991).
- [ 6 ] A. H. Wapstra and G. Audi, *Nucl. Phys.*, **A432**(1985), 1.

## Experimental Measurements for the $Q_{\text{EC}}$ -Value of $^{183}\text{Os}$ -Decay

XU SHUWEI PAN QIANGYAN ZHANG TIANMEI YUAN SHUANGGUI and ZHANG XUEQIAN

(*Institute of Modern Physics, Academia Sinica, Lanzhou 730000*)

SHI SHUANGHUI TIAN JIAQI HUANG WENDA

(*Institute of Nuclear Research, Academia Sinica, Shanghai 201800*)

### ABSTRACT

Activities of  $^{183}\text{Os}$  were produced by 39 MeV  $\alpha$  particles bombarding on a natural tungsten target.  $\beta^+$  spectrum with coincidence gate set on the strongest 382 keV  $\gamma$ -rays of  $^{183}\text{Os}$  decay was measured. The endpoint energy of the  $\beta^+$  spectrum was determined and the  $Q_{\text{EC}}$  value of  $^{183}\text{Os}$  decay was extracted to be  $2.24 \pm 0.10$  MeV which is in good agreement with the predicted value  $2.30 \pm 0.10$  MeV on the basis of mass systematics.