

^{232}U 的重离子放射性 ——自发放射 ^{24}Ne 的发现

卢 希 庭

(北京大学)

长期以来，人们熟知的放射性是指不稳定的原子核自发地放射出 α 、 β 和 γ 等轻粒子的现象。在不稳定的原子核中，是否还存在自发地放射比 α 粒子更重的重离子放射性呢？有人^[1-2]对此曾经作过预言。如[1]中指出，一些重核存在碳离子放射性的可能性，并且建议选择 ^{224}Ra 和 ^{228}Ra 作为研究对象也许是很有希望的。1984年，英国牛津大学的罗斯和琼斯首先发现 ^{223}Ra 自发放出 ^{14}C ^[3]，并且测得发射 ^{14}C 的分支比（相对发射 α 粒子）为 $(8.5 \pm 2.5) \times 10^{-10}$ 。随后，他们的结果被法国奥赛^[4]和美国贝克莱^[5]的研究组先后证实。美国小组还首次发现 ^{224}Ra 和 ^{222}Ra 的 ^{14}C 放射性，并且测得 ^{223}Ra 、 ^{224}Ra 和 ^{222}Ra 的 ^{14}C 分支比分别为 $(6.1 \pm 1.1) \times 10^{-10}$ ， $(7.4 \pm 1.67) \times 10^{-11}$ 和 $(3.7 \pm 0.5) \times 10^{-10}$ 。从此，揭开了实验研究重离子放射性的新篇章。

不久前，获悉美国小组发现 ^{232}U 自发放射出 ^{24}Ne ^[6]。他们用聚对苯二甲酸乙二醇酯薄膜（商名为Cronar）作为固体径迹探测器，它是一种阈探测器，只能记录 $Z > 6$ 的离子，因此对本底 α 粒子不会被记录。放射源的活度为 0.5 ± 0.05 微居，源表面覆盖一层 $100\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 的金层以防反冲核的逸出。源和探测器放在气压为0.01托的真空室内，源照射半球形布置的Cronar薄膜的时间为一个月。在此期间，子体 ^{228}Th 的生长对实验结果的影响可以忽略不计。被照射后的Cronar薄膜用6.25N的NaOH溶液在70℃条件下蚀刻八

小时。被扫描的探测器的表面积为 200cm^2 。找到了24条 ^{24}Ne 离子的径迹。另外，还从覆盖有 $15\mu\text{m}$ 吸收膜的 50cm^2 的Cronar中找到7条 ^{24}Ne 径迹。在未加吸收膜的Cronar中发现有少量自发放射径迹本底($\sim 20/\text{cm}^2$)。经分析，这是由制备金覆盖层时所用的被 ^{252}Cf 污染的蒸发所造成的。但从裂变径迹的短的射程和很高的电离率容易与 ^{24}Ne 的径迹区分开。 ^{24}Ne 径迹的鉴定是根据它的直径和长度，并与人工加速的 ^{20}Ne 和 ^{18}O 离子的径迹进行比较。由于 ^{232}U 发射 ^{24}Ne 的Q值要比发射其它氛同位素的Q值大得多，所以导致 ^{232}U 发射其它氛同位素的势垒穿透因子要比发射 ^{24}Ne 的穿透因子小十多个量级。

从 ^{24}Ne 径迹的平均射程可以计算得到 ^{24}Ne 的平均能量，与从Q值算得的动能(55.85 MeV)相比，只差0.6 MeV。实验测得的 ^{24}Ne 发射相对 α 衰变的分支比为 $(1.00 \pm 0.25) \times 10^{-12}$ ，其误差包括计数的统计误差和源活度的误差。

重离子放射性的理论处理遇到了计算核内预形成几率的困难。因此有人^[7-8]把这种新型衰变过程当作一种裂变来处理。通过可调参数的选择，似乎还能较好地说明实验所测得的为数不多的几个分支比。但是，这种新型的重离子发射究竟是放射性衰变还是自发放射？两者有无本质区别？这些问题只有依靠更多的实验事实和理论研究才能逐步加以澄清。

参考文献

- [1] 卢希庭主编, 原子核物理, p.92, 原子能出版社, 1981年
- [2] A. Sandulescu et al., Sov. J. Part. Nucl. 11, 528 (1980)
- [3] H. J. Rose and G. A. Jones, Nature 307, 245 (1984)
- [4] S. Gales et al., Phys. Rev. Lett. 53,

759 (1984)

- [5] P. B. Price et al., Phys. Rev. Lett. Vol. 54 No. 4, 297 (1985)
- [6] S. W. Barwick et al., Phys. Rev. Lett. 将发表
- [7] D. N. Poenaru et al., J. Phys. G: Nucl. Phys. 10, L 183 (1984)
- [8] Y. J. Shi and W. J. Swiatecki, Preprint LBL-18349 (1984)