

五、中子引起人工放射

中子的发现，引起意大利的理论物理学家和几个从事实验物理的同事一起于 1934 年进行了系统地用中子轰击原子核的科学实验，从而引发了一系列的人工放射性。

费米 (Enrico Fermi, 1901—1954)，意大利原子物理学家，生于罗马。他的名字将永远留在科学技术史中。他除了在相对论学说史中有重要地位外，还首先预见到可能产生出比铀重的元素——超铀元素，并且参加建立世界上第一座原子反应堆（反应堆建立于 1942 年，以他的名字命名）的工作。反应堆给人类社会提供巨大的能源——原子能，开辟了人类历史的新纪元。

1934 年 1 月，F·约里奥—居里和 I·约里奥—居里用钋发射出的 α 粒子轰击铝、硼和镁，结果得到了 3 种人工放射性元素。费米在罗马也做了类似的研究。为了彻底弄清楚人工放射性这项重大发现，有必要对实验作些改进，即改用中子作为入射粒子。在约里奥—居里夫妇的最初实验中，他们每使用百万个 α 粒子轰击铝靶才得到一次蜕变。产率如此低的原因是：由于静电力的作用，铝原子核排斥着射来的 α 粒子，从而阻碍了这些粒子接近靶核。费米考虑到：要是使用中子作为轰击粒子就不会存在这些电性斥力，而使产率近于 1。这些极为简单的想法使费米想到用中子作为轰击粒子，这就开创了一条完全未能预料到的发展道路。

首先，费米用中子按照原子序数增加的次序辐射所有当时能得到的各种元素。他试了氢、锂、铍、硼、磷及氧都没有见效。但他坚持不懈，继续下去，最终在氟上显示出了放射性。

同年秋天，费米和他的同事们遇到一件极为意外的事。经过细致观察，从一个偶然的时机他们发现：通过石蜡过滤后的中子产生核反应比直接从（钷+铍）源所产生的核反应要有效得多。一经确证了这一事实之后，费米提出了惊人的解释：中子通过石蜡，由于弹性碰撞的缘故使之放慢了速度，在产生某种核反应上，慢中子比快中子要大得多。这就表示慢中子在靶核附近保持足够长久，增加了中子的吸收机会。而慢中子的发现是日后核能利用的关键。

费米和他的同事们用慢中子从各种轻的和重的元素中获得了约 60 种新的放射性元素，并且找到了一个规律，即：每种元素若只有一种同位素，则只找到一种有放射性的核；若是两种同位素的，就找到两种放射性的核。放射性核的品种是由同位素的数目决定的。他的解释是：中子碰到原子核后，就被原子核捕获变成了一个新的原子核。这个新的原子核不稳定，核中的一个中子放出一个电子蜕变为高一个原子序数的原子核。对于铀来说，进行一次 α 衰变增加了一个原子序数就会获得超铀元素。费米在他的 1938 年诺贝尔奖讲演中宣称他正在产生超铀元素，第 93 号元素称之为 ausonium，第 94 号元素 hesperium。其他一些科学家如哈恩和梅特娜又增加了超铀元素的数目，直到原子序数为 96 的元素。但是他们高兴得太早了。重元素钷只有一种同位素（232），铀只有两种同位素（235 和 238。同位素 234 太少了，可以不计）；但是实验结果表明从钷找到了一种以上的放射性物质，从铀找到了两种以上的放射性物质。反复的实验结果证明这些结果是对的，事实上放射性物质的品种还要更多。

这些结果引起了约里奥—居里夫人和哈恩等的注意。他们都重复了这些实验，并且进一步研究这些新物质的放射性质和化学性质。开始都把希望放

在得到原子序数更高的元素上，对铀来说就是希望得到超铀元素。但是实验结果出现了意外。最后约里奥—居里夫人和南斯拉夫的萨维奇（P.Savitch）合作，找到中子打击铀或钍可以产生同一种化学性质类似“镭”（第 57 号）的元素 $R_{3.5}$ ，它放出 γ 射线，半衰期为 3.5 小时。哈恩和斯特拉斯曼找到中子打击铀能产生化学性质类似“钡”（第 56 号）的元素，它也能放出 γ 射线。中子打击铀和钍可产生同样一种新同位素，这跟已知规律是不符的，而且镭与钡皆为周期表中部的元素，而非预期的超铀元素。这使当时的科学界（1935—1938）困惑。大家问是否超铀元素的化学性质预测得不准确？即令如此，从铀和钍何以得到同一放射物质？

当时为了解释实验结果，哈恩等曾设想，铀吸收中子后，不稳定，会放出两氦核（并无实验证明），自己变成了一个镭（88 号元素）的新同位素；这个新同位素又放出 γ 射线，衰变为锕（第 89 号元素）的新同位素。在这样设想下，镭与钡、锕与镭在化学性质上有相似的地方，因而可以用镭来解释类似钡的放射物，用锕来解释类似镭的放射物。这种设想虽与超铀元素的想法不尽相同，但在指导思想却异曲同工，即新元素应该是重元素附近的元素。