

奇特核的质量

奇特核是指丰质子数的核,和中子数远比稳定核同位素要多得多的核;这些核极不稳定,会有一些特殊性质,人们称它们为奇特核。可以从原子核的结合能和质量来解释原子核的这些不稳定性。人们常常用半经验的公式来估计核的结合能或质量。其中 Garvey-Kelson 关系用得最广泛。人们企图寻找远离狭窄的稳定带的原子核的质量或结合能来检验结合能公式。但是这些核的寿命很短,需要有精密的实验技术。

洛斯阿拉莫斯介子工厂 (LAMPF) 的 Seth 小组,通过精密的实验,测量了奇特核素 ^{18}C 的质量。 ^{18}C 的中子数 N 为质子数 Z 的两倍。是一种 $N = Z + 6$ 的核。这种核似乎在轻核的稳定区上有一明显的值得注意的边界,如果 N 和 Z 都是奇数;那么它是发射粒子的不稳定的核。如果 N 和 Z 都是偶数,这些核则是稳定的。

虽然能用重离子碰撞或重核的蜕变来产生 ^{18}C ,但这些强烈的过程完全不适于精密的质量测量。Seth 小组用双电荷交换反应 $^{18}\text{O}(\pi^-, \pi^+)^{18}\text{C}$ 产生 ^{18}C 核。他们在 LAMPF 上使用高能 π 介子谱仪,测量了入射 π^- 和出射 π^+ 的能量,由此即可得到 ^{18}C 的结合能。早期,人们从 Garvey-Kelson 关系预言它的结合能要低些;但是用最近测得的 ^{17}C 和 ^{19}N 的结果,重新计算 Garvey-Kelson 关系对 ^{18}C 的预言。得到它的质量盈余为 $25.04 \pm 0.10 \text{ MeV}$ 和 Seth 等得到的 $24.91 \pm 0.15 \text{ MeV}$ 的结果很一致。

π 引起的双电荷交换反应 (π^-, π^+) 的截面是很小的,且传统的看法认为:当剩余核末态和靶核初态是同位旋相似态时,反应截面大;若初态和末态不是同位旋相似态时,截面小。但是 1977 年 Freedom 小组测得初态和末态是同位旋相似态的反应 $^{18}\text{O}(\pi^+, \pi^-)^{18}\text{Ne}$ 的截面值大约是 $^{16}\text{O}(\pi^+, \pi^-)^{16}\text{Ne}$ 的二倍。后一反应的初态和末态不是同位旋相似态。Freedom 小组的结果大大地鼓舞了 (π^-, π^+) 反应的研究。因为 (π^-, π^+) 反应中剩余核的末态和靶核的初态必定不是同位旋相似态。现在似乎没有理由假定 (π^-, π^+) 截面是非常之小。这样 Seth 小组计划测量几个更极端的丰中子核的质量,包括通过 $^{48}\text{Ca}(\pi^-, \pi^+)^{48}\text{Ar}$ 来测定 $Z = 18$, $N = 30$ 的 ^{48}Ar 核的质量。人们期待着不久的将来能看到这些测量的结果。

(程国均供稿,李扬国改)

译自《Nature》277, 1979, 519)