

$^{14}\text{N} + ^{58}\text{Ni}$ 和 $^{14}\text{N} + ^{64}\text{Ni}$ 深部非弹性 反应产物同位素分布的差异

吴钟立 王琦 诸永泰 孙述明 殷旭 李松林 范国英 苗合宾 王晓明

(中国科学院近代物理研究所)

摘 要

实验测得 ^{14}N (93 兆电子伏) + ^{58}Ni 、 ^{64}Ni 深部非弹性反应产物同位素分布, 发现这两者存在系统性的差异。

重离子深部非弹性反应产物的同位素分布研究是一个广泛感兴趣的课题。这类研究工作不仅能给出关于重离子引起核反应的弛豫过程的有关知识, 而且能给出关于原子核的组成和结构对此类反应过程产生影响的信息。到目前为止, 多数工作是研究重的和中等的核反应系统, 有关较轻的核反应系统特别是很轻弹核的实验结果甚少。我们用 93 兆电子伏的 ^{14}N 离子分别轰击镍的同位素 ^{58}Ni 和 ^{64}Ni , 观测反应轻产物, 对两种靶子分别在几个实验室角度得到深部非弹性反应产物的同位素分布, 并分析其异同。

实验所用的 ^{14}N 离子束是由兰州近代物理研究所重离子回旋加速器提供的。束流强度 20—50 毫微安。 ^{58}Ni 和 ^{64}Ni 靶子是厚度分别为 1.04 mg/cm^2 和 0.86 mg/cm^2 的自衬金属靶。反应产物的测量与鉴别装置为高分辨的重离子飞行时间谱仪和 $\Delta E-E$ 望远镜组合的系统。飞行距离为 128 cm, 足以按核素精确地鉴别所有寿命足够长的反应轻产物。用法拉第筒收集束流作绝对测量, 从而可以定出绝对截面。实验数据按 ΔE 、 E 、 T 三维方式在线记录, 再离线处理。

对 $^{14}\text{N} + ^{58}\text{Ni}$ 、 ^{64}Ni 两种反应, 我们分别在 20° — 40° 之间的几个实验室角度得到了从锂到氟按核素区分的每种寿命足够长、截面足够大的反应轻产物的能谱。为了区分开准弹性转移反应和深部非弹性反应各自对每个能谱的贡献, 我们对每个能谱, 按两体反应考虑, 从反应道基态能量起, 每 4 兆电子伏激发能或更细一点, 等间隔分割, 然后按相同激发能间隔作出每个角度、每种产物元素的同位素分布和每种产物核素的角分布。在进行了细微的分析和对比后, 按能谱和角分布的特征, 基本上可以区分开准弹性反应和深部非弹性反应这两种机制的贡献。然后, 对每个核反应系统, 每个角度, 可以得到相应的准弹性反应部分和深部非弹性反应部分的产物元素的同位素分布。这些同位素分布都接近于高斯型。在每个角度对深部非弹性反应部分而言, 以弹核为中心, 从锂到氟总的形成一个宽峰分布。而对准弹性反应部分而言, 以弹核为中心, 总的分布较窄, 仅限于少数核子转

移, 单核子转移明显占优势。我们再比较在三个实验室角度测得的深部非弹性反应部分的同位素分布, 可以看出: 从擦边角附近的角(22°)到离擦边角较远的角(40°), 每种产物元素的同位素分布基本上不随角度变化。这表明在重离子引起的深部非弹性反应过程中, 系统的 N/Z 平衡在弛豫过程的初始阶段很快就达到了。对 $^{14}\text{N} + ^{58}\text{Ni}$ 和 $^{14}\text{N} + ^{64}\text{Ni}$ 反应的实验结果, 同样显示出上述这些特征, 这是它们的相同之处。但是, 比较在相同实验室角度对两种靶子所测得的深部非弹性反应部份的同位素分布, 则可以明显地看出系统性的差异(见图 1)。这是在实验室角度 26° 对两种靶子测得的结果。由图 1 可见: $^{14}\text{N} + ^{64}\text{Ni}$ 反应与 $^{14}\text{N} + ^{58}\text{Ni}$ 反应相比, 几乎相应的每种产物元素的同位素分布都向丰中子方向漂移。在我们的实验中, 这两个反应系统, 除靶子不同外, 其它条件几乎完全相同。因此, 一种可能的解释是: ^{64}Ni 靶子含更多的中子是导致 $^{14}\text{N} + ^{64}\text{Ni}$ 系统的深部非弹性反应轻产物中子丰度普遍比 $^{14}\text{N} + ^{58}\text{Ni}$ 系统要高的原因。

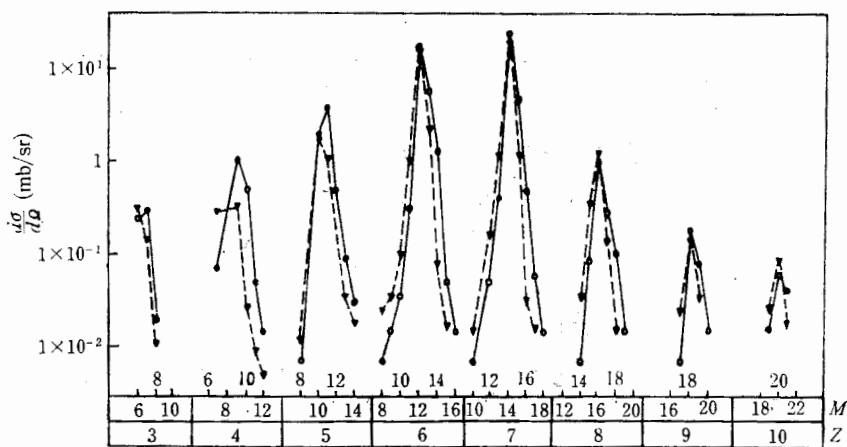


图 1 $E_L = 93\text{MeV}$, $\theta_L = 26^\circ$ ● $^{14}\text{N} + ^{64}\text{Ni}$, ▼ $^{14}\text{N} + ^{58}\text{Ni}$
 这是我们的实验得到的部分结果, 有待进一步分析研究。

DIFFERENCE OF THE ISOTOPE DISTRIBUTION OF DIC PRODUCTS BETWEEN $^{14}\text{N} + ^{58}\text{Ni}$ AND $^{14}\text{N} + ^{64}\text{Ni}$ REACTIONS

WU ZHONG-LI WANG QI ZHU YONG-TAI SUN SHU-MING YING XU
 LI SONG-LING FAN GUO-YING MIAO HE-BING WANG XIAO-MING
 (Institute of Modern Physics, Academia Sinica China)

ABSTRACT

The isotope distributions of products in DIC from $^{14}\text{N} + ^{58}\text{Ni}$ and $^{14}\text{N} + ^{64}\text{Ni}$ reactions at 93 MeV are obtained. A systematic difference of the distributions at the same angle for both reaction systems are found, the isotope distributions for latter reaction system drift towards neutron-enriched isotopes.