

^{64}Zn 光学势的性质。由于受到放射性束流强度和品质的限制,很难通过直接的弹性散射测量来抽取晕核体系的光学势。因此,采用转移反应作为间接的方法来对晕核体系的光学势进行研究。

实验在中国原子能科学研究院的 HI-13 串列加速器上完成,束流 ^7Li 的能量分别为 $E_{\text{lab}}(^7\text{Li}) = 12.67, 15.21, 16.33, 23.30, 27.30, 30.96$ MeV。测量得到的 $^{63}\text{Cu}(^7\text{Li}, ^6\text{He})^{64}\text{Zn}$ 转移反应角分布如图 1 所示。利用耦合道计算(CRC)和扭曲波玻恩近似(DWBA)分别对实验数据进行了拟合,以抽取光学势参数。CRC 和 DWBA 拟合结果分别如图 1 中实线和虚线所示。

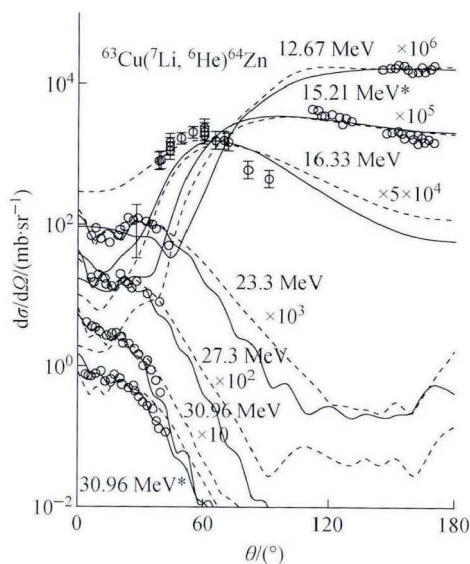
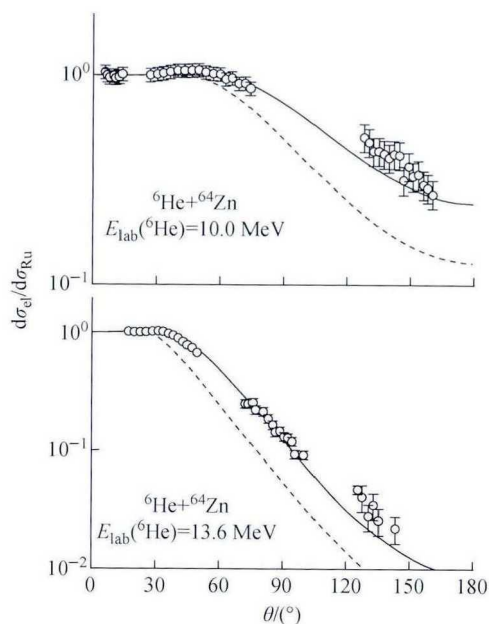


图 1 $^{63}\text{Cu}(^7\text{Li}, ^6\text{He})^{64}\text{Zn}$ 体系的转移反应角分布

为验证所抽取光学势参数的可靠性,将这套参数作为光学模型计算的输入参数,对 $^6\text{He} + ^{64}\text{Zn}$ 的弹性散射角分布进行计算,并与取自文献的实验数据进行比较,结果如图 2 所示。



空心圆为取自文献的实验数据,实线和虚线分别为由 CRC 和 DWBA 势参数计算的结果

图 2 $^6\text{He} + ^{64}\text{Zn}$ 体系的弹性散射角分布

可见,只有 CRC 方法得到的光学势参数能较好地重现实验数据。这是因为在 CRC 的计算中考虑了来自入射道的强烈的耦合效应。因此,当入射道体系存在强耦合效应时,相比于 DWBA 方法,CRC 方法能够得到更为准确的出射道光学势参数。

$T_z = -2$ 的丰质子核 ^{20}Mg β 衰变研究*

孙立杰¹,徐新星¹,林承键¹,王建松²,方德清³,王玉廷³,杨磊¹,马南茹¹,李智焕⁴,李晶⁴,王康³,臧宏亮⁴,王宏伟³,李琛³,施晨钟³,聂茂武³,李秀芳³,李贺³,马军兵²,马朋²,金仕纶²,黄美容²,白真²,杨峰¹,贾会明¹,张焕乔¹,刘祖华¹,王建国²,包鹏飞¹,王东玺¹,杨彦云²,周远杰²,马维虎²,陈杰²,马余刚³,张玉虎²,周小红²,徐珊珊²,肖国青²,詹文龙²

(1.核物理研究所;2.中国科学院近代物理研究所;3.中国科学院上海应用物理研究所;4.北京大学)

宇宙中爆发性氢燃烧核合成过程主要由高温 CNO 循环和快速质子(rp)俘获过程控制,发展路径处于非稳定核区, $^{15}\text{O}(\alpha, \gamma)^{19}\text{Ne}(p, \gamma)^{20}\text{Na}$ 反应是衔接高温 CNO 循环和 rp 过程的关键反应链

之一。计算 $^{19}\text{Ne}(p, \gamma)^{20}\text{Na}$ 反应率需 ^{20}Na 质子分离阈附近能级的自旋宇称、共振能量和宽度等信息,最关键的 ^{20}Na 质子阈上第一激发态激发能在 2 645 keV 左右,但其自旋宇称尚未确定。 ^{20}Mg 的

β 衰变可用来判定 ^{20}Na 质子阈上第一激发态 2 645 keV 态的自旋宇称 (1^+ 的 2 645 keV 态由容许跃迁布居, 而 3^+ 的 2 645 keV 则由二级禁戒跃迁布居), 得到其共振强度进而推算反应率。

我们于 2015 年 1 月在中国科学院近代物理研究所兰州放射性束流线上开展了丰质子核 ^{20}Mg β 衰变实验。将感兴趣核注入两块厚度分别为 150 μm 和 60 μm 的双面硅条探测器, 兼顾对带电粒子的低能探测阈值与高能探测效率, 达到优势互补。周围设置不同厚度的四分硅探测器实现各种重离子、轻粒子和电子等符合测量。管道外安装 5 个 Clover 型的高纯锗探测器测量 γ 射线。

实验得到了 ^{20}Mg 衰变的半衰期、带电粒子能谱、衰变分支比、 $\lg ft$ 与 Gamow-Teller 跃迁强度、 γ 射线谱与衰变纲图等。其中给出的 ^{20}Mg 半衰期结果为 $(90.0 \pm 0.6) \text{ ms}$, 这比以往文献数据更精确。根据质子- γ 射线符合鉴别各种衰变成分, 结合注入硅探测器的 ^{20}Mg 粒子总数给出相应的衰变分支比。如图 1 所示, 在带电粒子谱上观测到了一个新的衰变质子峰 px , 利用质子- γ 射线

符合指认了其对应的初末态能级, 也验证了之前文献观测到的镜像衰变存在不对称性。本次实验未能观测到 ^{20}Na 2 645 keV 的共振态的质子衰变与 γ 退激, 给出其衰变分支比上限为 0.24(3)%。

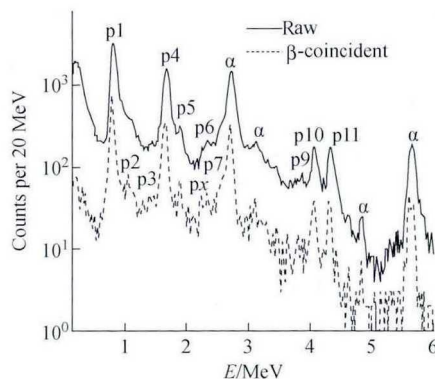


图 1 ^{20}Mg 衰变带电粒子能谱

* 国家自然科学基金资助项目 (11375268, 11475263, U1432246, U1432127, 11505293, 11635015); 国家重点基础研究发展计划资助项目 (2013CB834404)

对称能形式与轻粒子动力学发射各向异性的研究*

吴强华^{1,2}, 张英逊¹, 肖志刚³, 李祝霞¹, 王仁生³, 王 宁²

(1. 核物理研究所; 2. 广西师范大学 物理科学与技术学院; 3. 清华大学 物理学院)

非对称核物质状态方程是用来描写中子质子数不相等的核物质状态量, 比如密度、同位旋不对称度与每核子能量之间的关系等。它对于理解很多核物理现象, 如远离 β 稳定线的核结构、核反应及中子星的性质等都具有重要意义。大量的理论和实验研究表明, 非对称核物质状态方程中的对称能部分还存在较大的不确定性。因此, 如何确定对称能的密度依赖形式是目前核物理学家们关注的重要问题之一。到目前为止, 核物理学家们已经从多个方面做过很多尝试来约束对称能, 如重离子碰撞中的同位旋扩散、双中子质子产额比值、轻带电粒子流、 π^-/π^+ 、中子皮厚度、巨单极共振及矮单极共振、同位旋类似态核质量、 α 粒子衰变、中子星质量半径关系和复合过程中的中子双星引力波。到目前为止, 不同模型方法对于饱和密度点对应的对称能的因子

S_0 以及对称能斜率 L 给出了相应的约束, 这些约束在一定的区域发生重叠, 形成了初步的共识。但这些结果还存在两个主要问题: 1) 对称能斜率的范围还有待进一步缩小; 2) 如何理解这些模型方法计算所得结果的差异? 解决这一问题的一个思路就是提供更多的观测量来对模型进行多方面的约束和检验。这就促使核物理学家们提出更多的、足够敏感的且能进一步区分对称能硬度的观测量, 以便进一步理解丰中子重离子碰撞机制, 并利用多观测量约束对称能, 从而避免单观测量约束出现结果过大或过小的问题。

该工作中主要采用 ImQMD05 模型研究非对称系统 $^{10}\text{Ar} + ^{197}\text{Au}$ 的半擦边重离子碰撞的早期动力学发射, 分析了不同的人射能量、不同碰撞参数、不同对称势等对于出射轻粒子角分布的影响。