

上海应物所提出原子核Alpha团簇结构的新探针

文章来源：上海应用物理研究所

发布时间：2014-07-18

【字号：小 中 大】

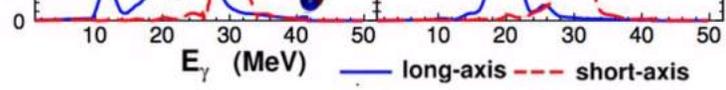
团簇现象广泛存在于各种物理领域，比如从星系结构至纳米层次，并且理论预言在费米尺度（ $1\text{ fm} = 10^{-15}\text{ m}$ ）的亚原子领域存在由中子-质子构成的alpha团簇结构及核分子态。最新的核理论预言团簇结构不仅存在于轻核激发态及远离 β 稳定线核中，甚至在轻核基态中也有团簇结构存在，比如 ^{12}C 基态附近可能存在三角形的 3α 奇异结构， ^{16}O 基态可能是 α 团簇组成的正四面体结构。轻核的团簇结构对原子核中的玻色-爱因斯坦凝聚、低密度核物质状态方程及核天体物理中元素合成过程具有重要影响。但是由于缺乏有效的实验观测手段，目前从实验上证实原子核中的 α 团簇结构及研究核中团簇的集体动力学行为还相当困难，因此亟须提出有关 α 团簇结构的新的有效实验探针。

最近，中国科学院上海应用物理研究所马余刚课题组提出了轻核 α 团簇构型的新探针，相关工作发表在《物理评论快报》(*Phys. Rev. Lett.* 113, 032506 (2014))上。该工作中，博士研究生何万兵在马余刚研究员与曹喜光博士指导下，与蔡翔舟、张国强合作，在扩展版的量子分子动力学框架下开展了对轻核 α 团簇的集体动力学研究，提出了提取轻核 α 团簇构型的新观测量——巨偶极共振（GDR）特征 γ 谱。

所谓巨偶极共振指的是由于原子核质子质心与中子质心分离导致的准周期集体运动，由于韧致辐射发射高能 γ 射线。通过对具有 α 团簇结构的 ^8Be 、 ^{12}C 及 ^{16}O GDR的计算，发现由于 α 团簇结构的存在，这些核的GDR谱劈裂成几个显著的峰。不同的 α 团簇结构对应各自相应的特征谱，这些GDR谱中峰的个数及中心能量可以利用 α 团簇构型的几何及动力学对称性给出很好的解释。30 MeV左右的GDR峰是 α 团簇的特征峰，可以用来诊断核中是否有 α 团簇自由度出现，而较低能量的峰可以用来区分不同的 α 构型。另外， ^{12}C 和 ^{16}O GDR谱中分别含有 ^8Be 和 ^{12}C GDR谱的子结构，这种子结构的存在可以更准确地区分 ^{12}C 和 ^{16}O 的不同团簇构型。因此，GDR可以作为轻核团簇构型强有力的实验探针，它对团簇物理的发展具有重要的推动作用。

利用此项工作提出的实验探针，可以在上海光源上未来建成的激光-电子 γ 源终端（SLEGS）以及美国Duke大学及Triangle大学的高强度伽马源（HI γ S）终端开展相关实验，提取 ^{12}C 和 ^{16}O 等核基态及激发态的 α 团簇构型。

该项研究得到了国家重点基础研究计划（“973”计划）、国家自然科学基金委重点基金及青年基金等共同资助。



^8Be , ^{12}C 及 ^{16}O 不同团簇结构对应的巨偶极共振的 γ 谱

打印本页

关闭本页