



原子核质量精确测量揭示质子晕结构

文章来源： | 发布时间：2024-12-03 | 【打印】 【关闭】

近日，中国科学院近代物理研究所的科研人员精确测量了一批奇特原子核的质量，确定了铝、磷、硫和氩元素的质子滴线，并提出了一种基于原子核质量揭示质子晕结构的新方法。相关成果于11月27日发表于《物理评论快报》(*Physical Review Letters*)。

原子核是由质子和中子组成的量子多体系统，一般相邻原子核的半径都很接近。晕是弱束缚原子核中的奇异核结构，表现为一个或多个价核子在空间分布上出现很长的拖尾，使得该原子核的半径显著大于临近原子核。在此前的实验研究中，中子晕发现较多，而质子晕发现较少，这是因为库仑势垒的存在限制了质子晕结构的形成，使得在实验中指认质子晕核异常困难。

利用兰州重离子加速器冷却储存环，研究团队使用首创的“磁刚度识别等时性质谱术”，首次精确测量了硅-23、磷-26、硫-27和氩-31的质量，并将硫-28的质量精度提高了11倍。利用新的原子核质量数据，研究团队确定了铝、磷、硫和氩元素的质子滴线。

研究团队还基于新测质量提取了镜像能差，发现在一些（近）质子滴线核中出现了同位旋对称性破缺。研究认为，其物理原因是这些（近）质子滴线核中可能存在质子晕结构，该结论得到了相关理论计算的支持。

研究团队基于该方法的分析，支持磷-26、27，硫-27、28等质子晕候选核中存在质子晕，同时首次提出氩-31是一个双质子晕核，澄清了基态的铝-22不是一个质子晕核等，为未来开展质子晕核有关的实验和理论研究指明了方向。

该研究明确提出，仅与原子核质量相关的镜像能差可作为探测同位旋对称性破缺、揭示质子晕结构的灵敏探针，这将有望促进相关问题的进一步研究。

近代物理所博士研究生于越和邢元明副研究员是论文的共同第一作者，近代物理所张玉虎研究员、王猛研究员以及德国重离子研究中心GSI的Yury Litvinov教授为通讯作者。研究得到了中国科学院战略性先导科技专项（B类）、科技部重点研发计划、中国科学院稳定支持青年团队、国家自然科学基金委、甘肃省自然科学基金委等项目的支持。

文章链接：<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.133.222501>

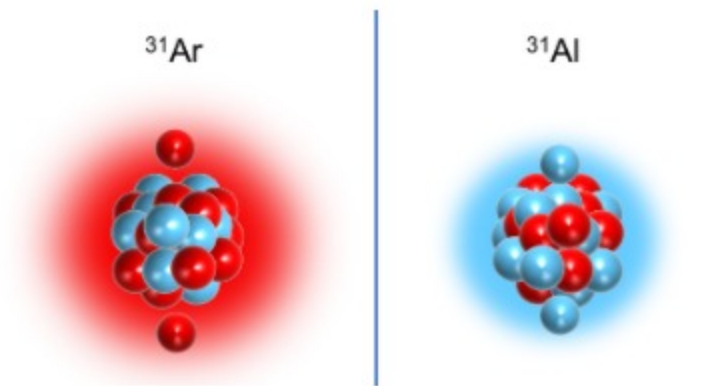


图1：镜像核氩-31和铝-31的核子分布示意图，左侧为弱束缚的丰质子核氩-31，预测其存在明显的晕结构，右侧为深束缚的丰中子核铝-31。

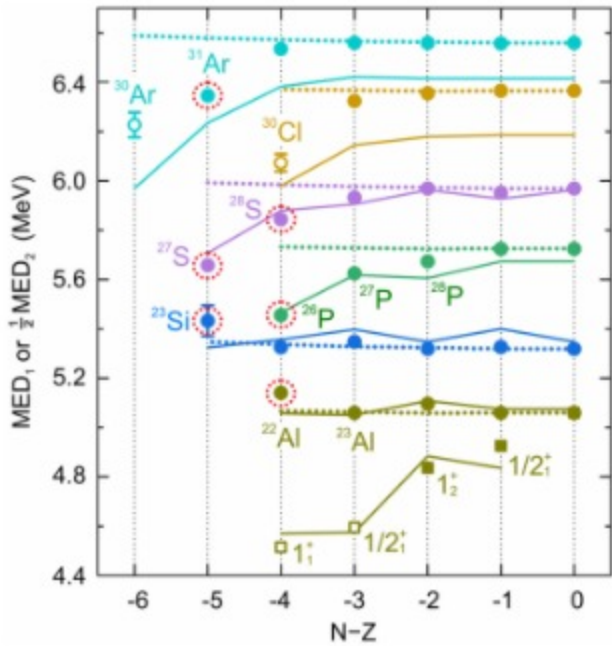


图2：镜像能差的计算结果。图中实心/空心点代表束缚/非束缚核的实验数据。虚线为库伦能公式计算结果，实线为理论计算结果。基于新测质量数据得到的实验点用红色圆圈标注。

（储存环核物理室 供稿）

