

玻璃微球在空气中光悬浮的初步观察*

蔡惟泉 陈洪新 李佛生 王育竹

(中国科学院上海光学精密机械研究所量子光学(联合)开放实验室, 上海 201800)

用激光束在空气中对玻璃微球施行稳定的光学悬浮在国外早有报道, 由于这项技术在物理学和技术领域有广泛的应用前景, 作者最近对其开展了实验研究。

光悬浮的实验装置如图1所示。不同于在液体中经常采用的上吸式悬浮, 在空气中采用了推举悬浮方式, 其基本原理是利用 TEM_{00} 模高斯激光束对球形透明介质的竖直向上的辐射压力及推向光束轴心的向心束缚力将球举起并稳定捕陷。选用的微球材料是折射率为 1.54 的光学玻璃, 直径在 $15 \sim 20 \mu\text{m}$ 之间。激光束来自国产 360 型连续氩激光器。不同于前人仅使用波长为 514 nm 的单线, 采用激光器的全线输出, 功率约 1 W, 输出光束经透镜变换使其光腰稍大于玻球, 利用压电陶瓷的短促机械共振振松玻球与玻板间的范德瓦键, 然后光束将玻球举起, 高度达到重力与辐射压力相平衡的位置。一旦玻球被举起和捕陷, 可通过前后左右移动透镜使玻球移到防风玻罩中的任何位置。图2为微球在光悬浮下的照片, 可以看出防

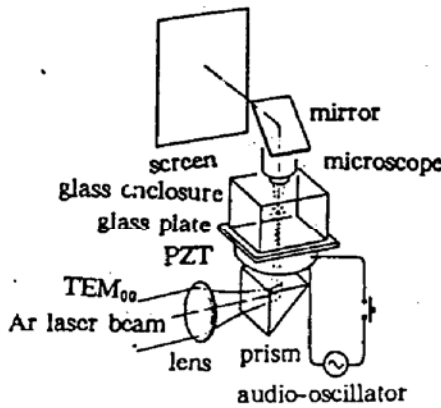


Fig. 1 Experimental setup for optical levitation

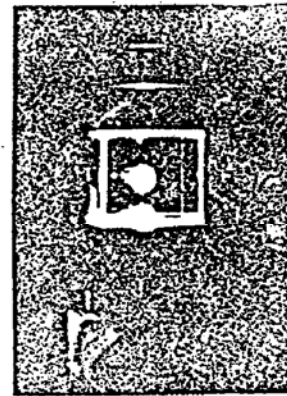


Fig. 2 Photograph of a $\sim 20 \mu\text{m}$ glass particle being levitated

风罩内的微球发出强烈的散射光。实验表明, 成功的悬浮对激光模斑质量的要求并不太高, 所用的激光输出虽为基横模, 但光斑的对称性和均匀性均较差, 这并未妨害长达数小时的稳定悬浮。实验初步观察了玻球对光束的米氏散射花样及玻球在光束中的运动现象, 发现玻球常常发生持续的旋转和上下振荡的运动, 这可能与玻球形状不完美及光束均匀性, 对称性不佳有关, 其中包含了丰富的物理内容有待研究。

* 国家自然科学基金资助课题。

收稿日期: 1994年12月15日