

# 中间能级上分子的实际布居对其共振双光子线型的影响

严光耀 夏慧荣

(华东师范大学物理系)

本文从理论和实验二方面证明对确定的一个双光子跃迁来说,随着激光束功率密度逐渐增大,其洛仑兹型吸收尖峰与其所坐多普勒背景高度之比随之减小。在中间能级极近共振时( $\Delta \sim \Delta \nu_h \ll \nu_D$ , 正象在钠分子情形中所发现的),峰值比迅速减小到小于1。

对于分子共振双光子跃迁来说,二束反向行波的频率将同时落入联系这个几乎等间距的三能级系统的二个偶极跃迁的多普勒宽度内。因而,这二偶极跃迁会急剧地影响这些能级上的集居数。本文的理论部分导出作者用密度矩阵方程和六级微扰理论得到的终态集居数表式,理论计算表明在中心调谐位置激光功率密度增加时,正是初态和中间态之间的偶极跃迁使这些态上速度为 $\pm \Delta/k$ 的二组分子可观地饱和;这二组分子又恰恰是对峰值有主要贡献的分子。与此相反,此时对多普勒背景中心作贡献的速度为零的分子却很少在中间态上集居,这是引起峰值比随功率密度减小的一个原因。不仅如此,计算还指出:由于各态之间的相干,即动态斯塔克效应,中间能级上实际粒子布居会在中心调谐位置上产生一负的洛仑兹尖峰;这一负尖峰的大小正比于功率密度,并随 $\Delta$ 值减小而增大。这一效应对于具有极近共振中间能级的分子双光子跃迁来说,其贡献至关重要。

测量峰值比随光强变化的实验是通过染料激光器输出的线偏振单频激光,经分束后,反向穿过不锈钢十字形钠蒸气热管炉( $T \sim 300^\circ\text{C}$ )。当需要增加功率密度时,插入二片透镜以将激光束聚焦至热管炉中心。来自双光子吸收高态的紫外荧光信号,在热管炉垂直臂处经一组紫外滤光片后由光电倍增管(RCA-8850型)接收。线型对功率密度及 $\Delta$ 值依赖关系的理论计算结果和实验曲线定性一致。