

钾原子混合双光子跃迁 $4P-7S$ 、 $4P-5D$ 共振电离光谱研究

董野王

丁大军 张在宣

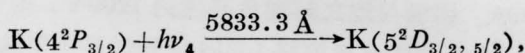
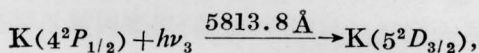
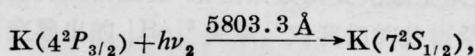
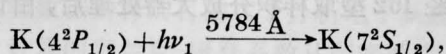
曹通王

(吉林大学物理系)

在稠密的原子蒸气中,通过分子-原子混合双光子跃迁而得到原子高激发态的布居,由于分子有丰富的能级结构,以及这种激发有两步激发过程的特点,在较弱的激光强度下激发就可以实现,可以用于研究高激发态性质。

利用闪光灯泵浦可调谐染料激光器激发热管炉中产生的钾蒸气(原子密度大约为 $10^{14} \sim 10^{18} \text{cm}^{-3}$),在激光输出峰值功率大约几千瓦(脉宽 $1 \mu\text{s}$)的情况下,通过装置在热管中央的钨探针探测,双通道工作的取样积分器(PAR M162 Boxcar 平均器,配有两个 M165 门积分器)进行信号处理,测量了在 $5780 \text{ \AA} \sim 5920 \text{ \AA}$ 波长范围内钾原子的激光共振电离光谱,其中较强的信号对应于 $4P-7S$ 和 $4P-5D$ 混合双光子跃迁,它们要比在同样实验条件下得到的双光子跃迁 $4S-nD$ ($n=10 \sim 16$)、 $4S-nS$ ($n=12 \sim 18$) 强得多。

这种来自 $4P$ 激发态的信号是分子-原子混合跃迁的结果。在碱金属蒸气中,往往存在密度为原子密度的 $10^{-3} \sim 10^{-2}$ 的碱金属双原子分子。当激光调谐到对应钾 $4P-7S$ 、 $4P-5D$ 跃迁之一时,基态钾分子可以吸收光子而激发到一个排斥态,排斥态分解成一个基态 $4S$ 原子和一个激发态 $4P$ 原子。 $4P$ 原子吸收光子共振跃迁



产生较高的 $\text{K}(5D)$ 或 $\text{K}(7S)$ 激发态。最后这些激发态的钾原子由于碰撞或吸收光子而被离化。

我们测量了混合双光子跃迁的离化信号强度在各种惰性气体、不同压力下随温度(即钾蒸气密度)变化情况。测量结果也可以看到在 $4^2P_{3/2}$ 和 $4^2P_{1/2}$ 之间碰撞混合效应对混合双光子跃迁离化信号的影响。

采用 F-P 标准具做标准谱的方法可以测量由于惰性气体原子碰撞引起的 $4P-7S$ 、 $4P-5D$ 跃迁谱线位移。这种测量的准确性受到激光线宽(3cm^{-1})的限制,只得到一般的规律,即, He 引起谱线蓝移, Ar 引起谱线红移;随惰性气体压力加大位移量增加。对谱线宽度的精确测量,使用了插入激光谐振腔内的 F-P 标准具压窄线宽,得到可以在较窄范围内($\sim 15 \text{cm}^{-1}$)连续调谐的、线宽为 0.15cm^{-1} 的激光输出。

此外,测量了由于惰性气体原子的碰撞引起的钾跃迁谱线轮廓变化。对于 He,碰撞展宽线轮廓有较好的对称性;对于 Ar,产生不对称的展宽谱线轮廓,其红翼要比蓝翼展宽大,这种不对称性随压力加大而显著。并对这些结果进行了讨论。