

脉冲 CO₂ 激光诱导六氟化铀光敏反应

秦启宗 侯惠奇 鲍亦汉 李庭华

(复旦大学 原子核科学系)

本文以 SF₆ 为光敏剂,研究了由 TEA CO₂ 激光诱导的 UF₆ 红外光敏反应。用傅里叶红外光谱仪测定 UF₆ 的 $\nu_2 + \nu_3$ 合频 (1157 cm⁻¹) 的吸光度变化,计算出它的解离率。反应体系中加入 F 原子清扫剂(如 H₂ 或 CO)是很必要的。对不含清扫剂的 SF₆ (18 Torr) + UF₆ (15 Torr) 体系,用平均能量密度为 0.5 J/cm² 的脉冲激光辐照 1000 次,都未见有 UF₆ 明显的解离。

对 SF₆-UF₆-H₂ 体系,测定了激光频率,平均能量密度和 H₂ 分压对 UF₆ 解离率的影响。实验结果表明,在频率为 935 cm⁻¹ 的 CO₂ 10 P(30) 支的激光辐照下,解离率随激光能量密度的增加而线性增加。在能量密度分别为 0.44 和 0.18 J/cm² 时,解离率明显地随激光频率而变化。在频率大于 946 cm⁻¹ 时,UF₆ 解离不明显,之后是随着激光频率的减小而增大,在 935 cm⁻¹ 处呈极大值。上述体系中 H₂ 分压对解离率的影响是:在 p_{H_2} 为 0~10 Torr,解离率随氢分压增加而迅速增加,至 $p_{H_2} > 10$ Torr 以后保持不变。

对于 SF₆-UF₆-CO 体系,也测定了上述各种因素对 UF₆ 解离率的影响。但以 CO 为 F 原子清扫剂不及 H₂ 有效。从激光辐照后混合气体的红外光谱中出现的一些吸收峰,表明反应产物中有 COF₂ 化合物生成。

UF₆ 的激光红外光敏反应不能简单地认为是由气体混合物的激光加热效应所引起的,其主要根据如下:

(1)曾测定了与上述体系相应压力下 SF₆ 对不同频率 CO₂ 激光的能量吸收曲线,并与上述的 UF₆ 解离率对激光频率的关系曲线进行了比较,发现两条曲线不能很好地相应。

(2)SF₆-UF₆-H₂(18:15:30 Torr) 体系经 0.44 J/cm²、频率为 935 cm⁻¹ 的激光辐照后,温度可升高到 ~500 K,而这一温度远低于 UF₆ 的热解离温度 (1200 K) 和 SF₆ 的热解离温度 (1500 K)。

此外,我们还讨论了 SF₆-UF₆ 体系激光红外光敏反应的机理。