

用激光增强电离光谱 (LEIS) 方法进行原子的灵敏检测

晏于模 丁大军 彭慰先 张在宣

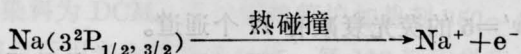
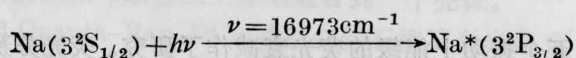
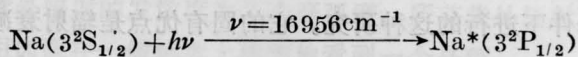
(吉林大学物理系、原子分子物理所)

邢贵德 金 硕 金钦汉

(吉林大学 化学系)

用可调谐染料激光器通过一步或多步的选择性激励, 使在火焰中的原子处于激发态、高激发态。这些受激的原子与周围的原子、分子碰撞而离化, 产生电子-离子对, 通过加在火焰间的外电场使激光共振电离信号进一步增强, 得到激光增强电离光谱 (LEIS) 信号, 它类似于光电流光谱 (OGS), 所不同的是前者产生于火焰中 (开放腔), 后者产生在空心阴极灯或放电管中 (封闭腔)。

以钠原子为例, 其原子过程如下:



用脉冲可调谐染料激光器、倍频激光器 CMX-4 作为激发光源, 分别调谐到钠、锂、镓等原子的共振激发波长附近, 线性扫描速度为 $0.2\text{cm}^{-1}/\text{sec}$, 脉冲重复频率为 10cps。采用原子吸收光谱仪用的火焰燃烧头, 使用乙炔-空气火焰。在燃烧头上装有钼片做成的平行平板电极作为阴极, 与负高压稳压电源相联。将火焰喷口与底座 (接地) 用聚四氟乙稀薄片隔离作为阳极, 阴极与阳极之间的间距约 10mm。阴极与地之间加负高压约 1200V, 阳极通过一个 $30\text{k}\Omega$ 的电阻接地。阳极的另一端通过一个 $0.001\mu\text{f}$ 电容将 LEIS 信号送到宽带脉冲示波器或 PAR M165 门积分器和 M162 平均器组成的 Boxcar 处理。信号用记录仪描出。

研究了在火焰中 Na、Li、Ga 等原子的 LEIS 信号的形成过程和特性。对不同的工作电压, 不同的激发位置, 不同的激光强度, 不同的乙炔-空气混合比以及盐酸、硫酸、硝酸的浓度对信号的影响进行了实验研究, 还研究了易电离原子对信号的影响。测定了不同原子浓度的 LEIS 信号, 制做了工作曲线并进行了讨论。用高纯度水配制了 Na、Li、Ga 等标准样品, 实测了各原子的检测限, 钠原子的检测限为 $10^{-11}\text{g}/\text{ml}$ 。这种方法与激光共振荧光光谱、原子吸收光谱、原子发射光谱相比具有较高的信噪比, 4π 的收集角, 信号转换率高等优点, 因此可以检测少数原子。