

分步激发光电流谱测量 Ne 高激发态的寿命

殷立峰 胡企铨 舒海珍 林福成

(中国科学院上海光学精密机械研究所)

光电流谱已经广泛地应用于激光光谱学的研究中。本文报导了第一次利用分步激发的光电流谱进行原子能级寿命测量的研究。

测量是在商用 Ne-Au 空心阴极放电管上进行的。利用二台同步运转的 YAG 倍频泵浦短脉冲染料激光器(脉冲半宽度为 3ns) 作为激励源。脉冲光电流信号是用示波器测量的。我们对 Ne 的 $2p_2$ 和 $2p_6$ 能级的寿命进行了测量。首先利用第一台激光器(带宽为 1 \AA 左右)把 Ne 原子由亚稳态 $1s_5$ 能级激励到 $2p_2$ (或 $2p_6$)能级, 此时可观察到脉冲的光电流信号 ΔV_1 。然后用第二台激光器将 $2p_2$ 能级粒子激励到更高能态(如 $4s_1$ 能级), 在第一束激光不照射情况下, 可观察到光电流信号 ΔV_2 。由于高能态上集居数远少于亚稳态上的集居数, $\Delta V_2 \ll \Delta V_1$ 。当二束激光同时照射时, 可以观察到光电流信号 ΔV_3 , $\Delta V_3 \gg \Delta V_1$ 。这是由于分步激励作用将亚稳态分步激发到更高能态而引起的。通过光学延时系统对第二束激光进行延时, 测量不同延时条件下 ΔV_3 的变化由此可求得所测能级的寿命。对 Ne 的 $2p_2$ 、 $2p_6$ 能级寿命的实测结果分别为 $14.6 \pm 1.5\text{ ns}$ 和 $20.4 \pm 2\text{ ns}$; 与过去的测量结果 $2p_2$: $16.2 \pm 0.5\text{ ns}$ 和 $2p_6$: $19.3 \pm 0.6\text{ ns}$ 相当符合。

利用分步激发光电流谱测量原子能级寿命具有下列优点: (1) 用电信号的测量代替光信号的测量; (2) 空心阴极放电可以产生几乎任何种类的原子, 包括高熔点金属的原子谱线; (3) 用光学延时的方法可以测量短寿命的原子, 测量的下限只受激光器脉宽的限制, 用 ps 脉冲激光器时, 可测量比 1ns 更短的寿命; (4) 容易获得高激发态的数据。与其它方法比较, 这一方法具有简单和广泛应用的特点。