

放电管内铷原子光电流特性及强度的径向分布

钟旭滨 刘炳模 刘金廷

(中国科学院武汉物理所)

王天眷

(中国科学院物理所)

Optogalvanic effect and its radial dependence of rubidium with RF discharge

Zhong Xubin, Liu Bingmo, Liu Jinting

(Wuhan Institute of Physics, Academia Sinica, Wuhan)

Wang Tianjuan

(Institute of Physics, Academia Sinica, Beijing)

Abstract: Optogalvanic effect and its radial dependence of rubidium with RF discharge are reported. The comparisons between pure rubidium cell, rubidium cell with buffer gas (argon) and pure neon cell indicate that the radial dependences of optogalvanic effect are different obviously. Qualitative explanation of the U-type radial dependence of optogalvanic effect of rubidium cell is given.

1. 用电参数来探测光的效应,不但简单、效率高,而且避免了光探测存在的散射光影响等问题,还非常适合于研究难气化、腐蚀性强及高激发位产品的性质,所以近十年来已经进行了大量理论和实验研究^[1~3]。在原子分子光谱、等离子体诊断、痕量元素分析、火焰燃烧等许多科学和技术领域,已经得到了广泛的应用。

对于多数碱原子的光电流效应,已经有了不少研究,唯独铷原子的光电流效应却缺少研究报道。我们用射频放电方法,成功地测量了纯铷放电泡的光电流效应^[4]。本文较详细地报告了铷原子光电流特性,比较了纯铷放电泡和充氩铷泡光电流行为。测量了光电流信号大小与激光光束入射位置的关系,并对纯氩泡、纯铷泡及充氩铷泡进行了比较,结果表明它们之间有明显差异。发现铷泡光电流信号的径向分布具有U字形的特殊分布。

2. 采用类似于文献[4]的射频放电技术,装置见图1。实验表明,采用较低阻值的镇流电阻(600Ω),用一般的可调直流电源(0~300V),可获得大范围变化的射频放电,并可由弱放电状态跃变到强放电状态,同时可以保持灵敏度很高的光电流信号。

纯铷泡在室温下很难起辉放电,以外部加热起

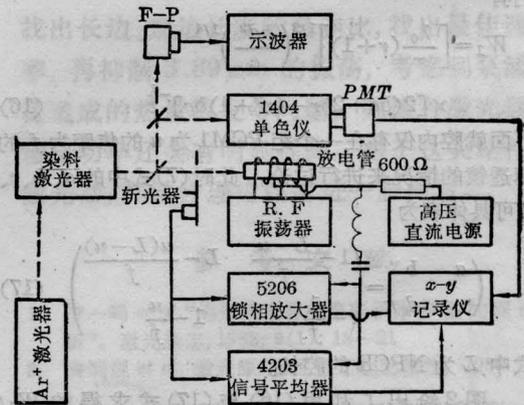


图1 光电流效应实验装置图

辉的方法,可以使纯铷泡在电源电流为100~200 mA 范围内维持稳定放电。充氩铷泡可以在高于60 mA 的情况下稳定工作。

光源采用美国光谱物理公司的171型氩离子激光器泵浦的380 Å 环形染料激光器及171型氩离子激光器泵浦的375型染料激光器。用单色仪粗测激光波长,再用自由谱宽为2 GHz 的法布里-珀罗干涉仪精密监测激光的波长,使激光频率保持在待测

表1 铷原子光电流信号大小(OX-1 染料)

谱线波长 (nm)	740.82	761.90	775.77	780.03
所涉及的跃迁	$5P_{3/2} \sim 7S_{1/2}$	$5P_{1/2} \sim 5d_{3/2}$	$5P_{3/2} \sim 5d_{5/2}$	$5S_{1/2} \sim 5P_{3/2}$
光电流信号 (mV)	2.5	4.0	3.0	30.0
谱线强度 ^[5]	150	200	300	90000

注: 采用 375 型染料激光器, 激光功率 170 mW。

表2 铷原子光电流信号大小(R6G 染料)

谱线波长 (nm)	564.78	565.37	572.41	572.46	607.08
所涉及的跃迁	$5P_{1/2} \sim 7d_{3/2}$	$5P_{3/2} \sim 9S_{1/2}$	$5P_{3/2} \sim 7d_{5/2}$	$5P_{3/2} \sim 7d_{3/2}$	$5P_{1/2} \sim 8S_{1/2}$
光电流信号 (mV)	28	12	55	6.5	7.0
谱线强度 ^[5]	40	20	60	3	75

注: 用 380 A 型环形染料激光器, 激光功率 300 mW。

的谱线中央 (± 100 MHz)。直径约为 4 mm 的激光束经斩光器 (约数百周) 入射到放电泡。光电流信号由镇流电阻经过隔直电容后送到 5206 型锁相放大器及 4203 型信号平均器进行测量。

3. 采用上述实验法, 测量了纯铷和充氩铷泡的射频放电光电流效应。在染料 R6G 及 OX-1 激光波长调谐范围内, 观察到了铷原子所有电偶极跃迁谱线的光电流信号。测量结果见表 1、2, 均为负电压效应, 与碰撞电离理论模型的预言一致。由于光

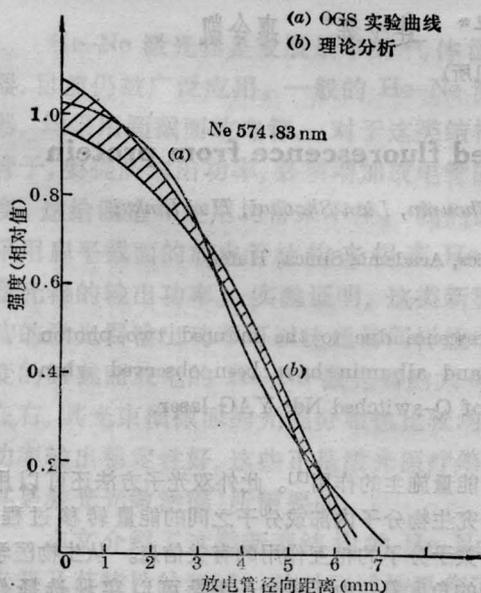


图2 氖泡光电流信号的径向分布

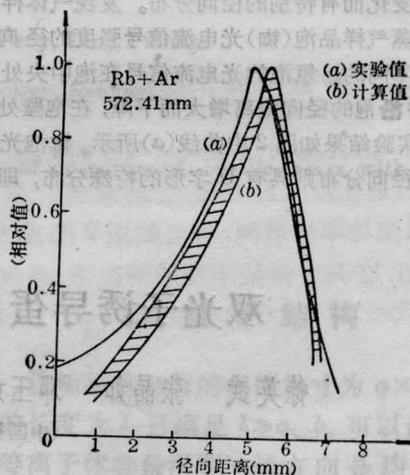


图3 纯铷泡光电流信号强度的径向分布

电流效应是很复杂的物理过程, 所以其信号大小并不与谱线强度成比例。由于 375 型染料激光器线宽约为 60 GHz, 775.94 与 775.76 nm 两条谱线无法分辨。380 A 型环形染料激光器线宽约为 60 MHz, 可以测出铷原子光电流谱线的线宽约为 800 MHz, 主要为多普勒加宽。

我们还测量了光电流信号与激光入射功率的关系, 结果表明在我们可得到的功率范围内, 具有很好的线性关系, 并未出现饱和现象。光电流信号强度与射频电源电流关系的测量表明, 纯铷泡在实验可以达到的电源电流范围内 (小于 200 mA), 光电流信号随电流增大而单调上升, 但充氩铷泡则有一个最佳电流, 约在 120 mA。

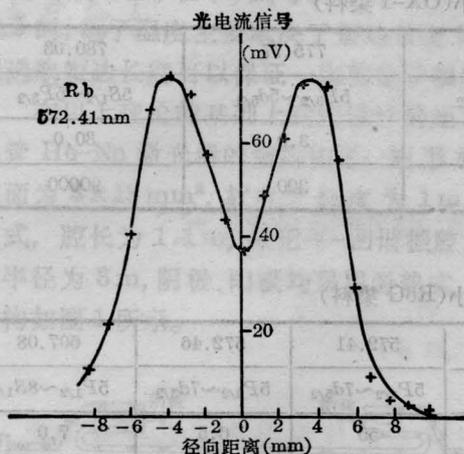


图4 充铷铯泡光电流信号强度的径向分布

我们测量了光电流信号强度随激光入射到泡的径向位置变化而有特别的径向分布。发现气体样品泡(氖)与蒸气样品泡(铷)光电流信号强度的径向分布是截然不同的。氖泡的光电流信号在泡中央处有一峰值,并沿泡的径向距离增大而下降,在泡壁处变得很弱。实验结果如图2中曲线(a)所示。铷泡光电流信号的径向分布则具有U字形的特殊分布,即光

电流信号在泡中央为最小值,随径向距离增大而上升,在泡壁附近达最大值,然后迅速下降,对纯铷泡和充铷铯泡的实验结果分别如图3及图4中曲线(a)所示。

纯铷泡光电流信号的径向分布有不同于充铷铯泡的特点,后者在泡中心处信号强度下降得更低,变化也陡峭得多。对于蒸汽样品放电泡光电流信号径向分布的进一步研究,可能提供一种测量放电泡中激发态原子密度的方法。

参 考 文 献

- 1 Goldsmith J E M, Law J E. *Contemp. Phys.*, 1981; **22**: 235
- 2 Miyaguki H, Scheiysaker H, Vidal C R. *Phys. Rev.*, 1983; **28**: 2229
- 3 Valentini H B. *Opt. Commun.*, 1985; **53**: 313
- 4 Zhong Xubin, Liu Jinting, Liu Bingmo. *Chinese Phys. Lett.*, 1986; **3**: 57
- 5 NBS of U. S., *Wavelength and Transition Probability for atoms and atomic ions*, n. p., U. S. Department of Commerce, 1980; 235

(收稿日期: 1987年3月3日)

双光子诱导蛋白质分子荧光的研究

徐英武 张晶如 邓玉妹 江寿平* 连少辉* 惠令凯

(中国科学院安徽光机所)

Study of two-photon absorption induced fluorescence from protein

Xu Yingwu, Zhang Jinru, Deng Yumei, Jiang Shoupin, Lian Shaohui, Hui Linkai

(Anhui Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica, Hefei)

Abstract: At room temperature, the UV fluorescence due to the induced two-photon absorption from trypsin, thyroglobulin, hemoglobin and albumin have been observed when they are excited with the radiation of second harmonic of Q-switched Nd: YAG laser.

引 言

从光谱的角度看,双光子研究可以获得关于单光子禁戒态的特性,而这些禁戒态在生物上可能具有重要作用。如 β -胡萝卜素的最低禁戒激发态 $\sigma\sigma^*$

起着能量施主的作用^[1]。此外双光子方法还可以用来研究生物分子内部或分子之间的能量转移过程,获得关于分子的相互作用的有关信息。从生物医学应用的角度看,由于多光子手段可以实现选择作

* 中国科学院上海生物化学研究所。