

利用 HCD 灯测量 Cu 亚稳态寿命

殷立峰 景春阳 朱 雷 杨 援 张桂燕 宋秀冬 陈国斌 林福成

(中国科学院上海光机所, 201800)

Lifetime measurement of Cu metastable states by means of HCD lamp

Yin Lifeng, Jing Chunyang, Zhu Lei, Yang Yuan, Zhang Guiyan, Song Xiudong, Chen Guobing, Lin Fucheng

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica, Shanghai)

Abstract: The lifetime of Cu metastable states $^2D_{3/2}$ and $^2D_{5/2}$ are obtained by measuring the laser-induced fluorescence dependence of delay time on the narrow pulse discharge HCD lamps. This method is simple and has other advantages and great potential.

Key words: Cu atom, lifetime of metastable states, resonance excitation

铜原子能级中存在着两个亚稳态能级 ($4d^94s^2\ ^2D_{3/2}$ 和 $4d^94s^2\ ^2D_{5/2}$)。它们分别是铜蒸气激光器 578.2 nm 和 510.6 nm 激光跃迁的下能级。过去已经在 CuCl 正柱放电管中测量过这两个亚稳态能级的寿命, 在不同的条件下, 得到的结果也不尽相同, 大致在 10 到 100 μs 的范围内^[1~3]。利用 HCD 灯^[4, 5], 我们发展了一种新的利用窄脉冲放电激发 HCD 灯产生 Cu 亚稳态粒子并在放电结束后测量共振激光感生荧光强度随激光脉冲对放电脉冲延迟时间的衰减关系来测量亚稳态寿命的方法。这里的激光波长共振于下能级为亚稳态的跃迁, 即 510.6 nm。

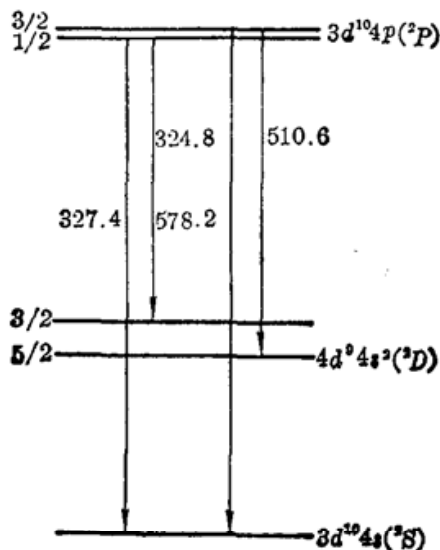


图1 Cu 原子测量亚稳态寿命所用的相关能级图

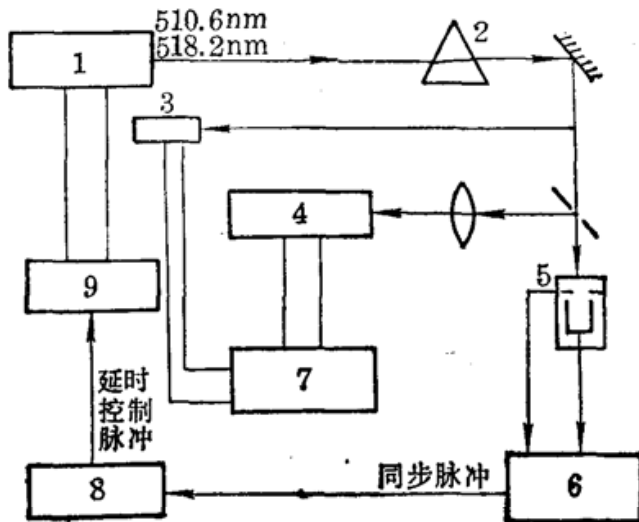


图2 实验装置图

1-CuCl 激光器; 2-分光棱镜; 3-光电二极管; 4-单色仪; 5-Cu HCD 灯; 6-高频脉冲放电电源; 7-4400-Boxcar 信号处理系统; 8-延时器; 9-激光电源

$4d^94s^2(^2D_{5/2}) \rightarrow 3d^{10}4p_{3/2}(^2P_{3/2})$ 和 578.2 nm ; $4d^94s^2(^2D_{3/2}) \rightarrow 3d^{10}4p_{1/2}(^2P_{1/2})$ 。测量的感生荧光分别为 324.8 nm ; $3d^{10}4p_{3/2}(^2P_{3/2}) \rightarrow 3d^{10}4s(^2S)$ 和 327.4 nm ; $3d^{10}4p_{1/2}(^2P_{1/2}) \rightarrow 3d^{10}4s(^2S)$ 。图 1 给出了相关的铜原子的能级关系。

实验装置见图 2。使用了商品 Ne-Cu HCD 灯。用一台高重复率(14 kC) 脉冲电源供电。放电脉宽约 500 ns , 峰值电流约为 2 A 。用一台 CuCl 激光器作为激发光源。对 HOD 灯脉冲电源和激光电源进行同步延时控制。为了克服 CuCl 激光器功率起伏的影响, 4400 型 Boxcar 信号处理系统对数据进行多次采样平均。此外并用同一系统对激光功率同时进行监测, 最后数据已对功率作了归一化处理。Cu HCD 灯由放电产生的自发辐射脉宽约 300 ns , 激光脉宽约 30 ns 。图 3 给出了它们的波形和激光感生荧光的波形。图 4 给出了放电自发辐射脉冲与感生荧光脉冲之间的延迟关系。为了比较碰撞和阴极壁的影响, 还分别用 578.2 nm 激光分别激发阴极孔内和阴极孔外的亚稳态原子进行了测量。对测量数据用最小二乘法进行了拟合, 从而得到了 Cu 二个亚稳态的寿命。

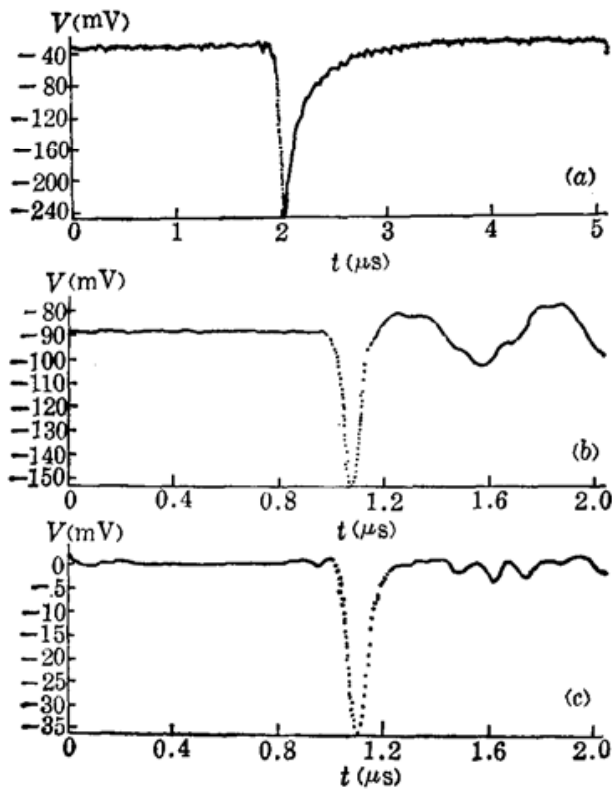


图 3 Cu HCD 灯脉冲放电产生的 324.8 nm 自发辐射波形(a)、 510.6 nm 激光波形(b)和 324.8 nm 激光感生荧光波形(c)

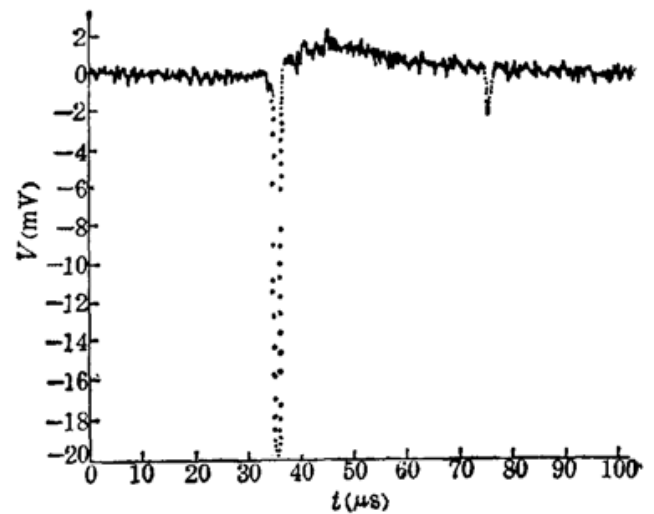


图 4 Cu HCD 灯 324.8 nm 放电产生的自发辐射脉冲与激光感生荧光之间的延迟关系。这时的延时 $t = 40.1 \mu\text{s}$ 。

这一实验给出了很好的结果。用 578.2 nm 激光激发, 在阴极孔外测得 $\text{Cu}^2D_{3/2}$ 亚稳态的寿命为 $36.5 \mu\text{s}$, 而在孔内为 $17.5 \mu\text{s}$ 。而用 510.6 nm 激光激发(在阴极孔外), 测得 $\text{Cu}^2D_{5/2}$ 亚稳态的寿命为 $29 \mu\text{s}$ 。这两个结果与过去文献所报道的结果相当一致。图 5 给出了实验结果和拟合的曲线。

实验结果显示了阴极孔外和阴极孔内亚稳态能级的表观寿命是不同的。我们认为, 一方面由于空心阴极孔的孔径只有 3 mm , 因而阴极壁的碰撞给予很大的影响; 另一方面, 孔内的 Cu 原子蒸气密度及衰减时间常数也与阴极孔外的不同, 因而影响到亚稳态的寿命。两者共同导致了 $\text{Cu}^2D_{3/2}$ 亚稳态表观寿命在阴极孔内比孔外小。

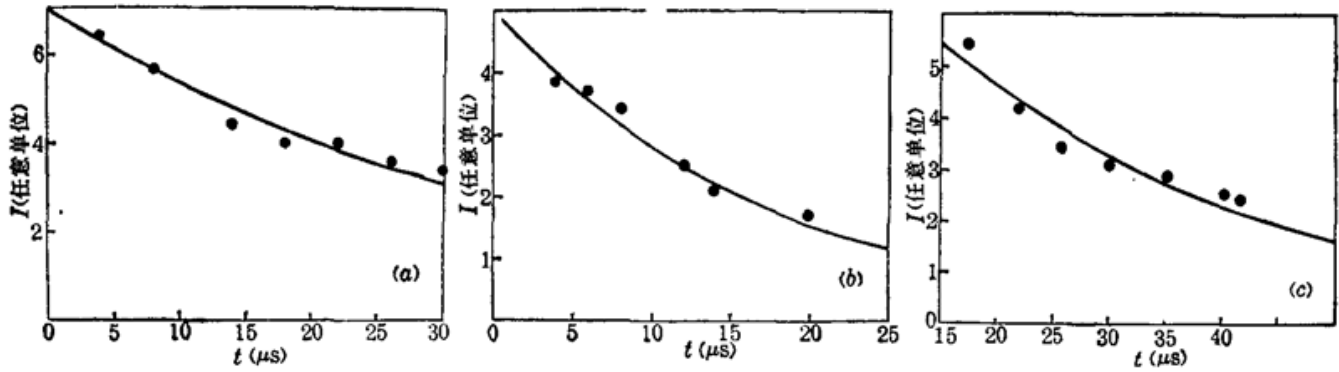


图 5 激光感生荧光与延迟时间的关系

“●”-实验点,实线为拟合曲线。(a) 572.2 nm 在阴极孔外激发, $\tau=36.5\mu\text{s}(\pm 10\%)$; (b) 578.2 nm 在阴极孔内激发, $\tau=17.5\mu\text{s}(\pm 10\%)$; (c) 510.6 nm 在阴极孔外激发, $\tau=29\mu\text{s}(\pm 10\%)$

实验结果表明,利用 HCD 灯作为原子蒸气源,采用窄脉冲放电获得亚稳态粒子并用脉冲激光延时激发测量亚稳态能级寿命是一种很有潜力的方法。其实验装置简单且容易操作。对目前的实验误差和系统误差进行估算,结果表明精度可达 $\pm 10\%$ 。进一步改进可望大大提高实测精度。应当指出,目前的结果是存在缓冲气体碰撞下的结果,进一步测量气压变化曲线可外推到亚稳态的实际寿命。此外通过与原子束装置测量结果比较,更可以获得有关碰撞影响的信息。

参 考 文 献

- 1 Noble M. Nerheim, *J. Appl. Phys.*, **48**, 3244(1977)
- 2 V. A. Kelman *et al.*, *Sov. J. Quant. Electr.*, **14**, 1460(1984)
- 3 A. A. Isaev *et al.*, *Sov. J. Quant. Electr.*, **16**, 1517(1986)
- 4 殷立峰,胡企铨 *et al.*, *光学学报*, **5**(7), 673(1985)
- 5 胡企铨,殷立峰 *et al.*, *中国激光* **13**(2), 91(1986)

(收稿日期: 1990 年 1 月 4 日)

He-Ne 激光照射对小白鼠抗体形成细胞的影响

高美华 邱世翠 李武修 刘爱荣

(山东滨州医学院免疫室, 256603)

Effects of He-Ne laser irradiation on antibody forming cell in mice

Guo Meihua, Qiu Shicui, Li Wuxiu, Liu Airong

(Department of Microbiology, Binzhou Medical College, Binzhou)

Abstract: QHS and SRFC were applied to observe the effects of He-Ne laser irradiation on AFC in mice. The results show the spleen region in mice irradiated by He-Ne laser at three different power levels can increase antibody forming cell activities. The laser irradiated group