

一种有机化合物双光子荧光现象的实验研究

宁 丹

(通化师范学院物理系 通化 134000)

郝 静

(东北师范大学外语学院电教室 长春 130022)

摘要 利用激光与有机化合物苯乙烯基并三苯溶液相互作用,我们得到了该化合物的单光子及双光子吸收荧光光谱,溶剂为二氧杂环己烷,在一定的波长范围内测量了双光子吸收的荧光偏振比率。实验结果证明了该有机化合物的激发态可通过单光子或双光子吸收获得,并指出激发态具有 A_g 对称性。

关键词 苯乙烯基并三苯 二氧杂环己烷 双光子吸收 荧光光谱 偏振比

在光物理学及光化学领域中,双光子吸收(TPA)技术有着重要的应用,诸如半导体领域中双光子吸收所导致的光学限制性效应的研究^[1,2]。液态分子的双光子吸收实验用于某些化合物能级结构,对称性的研究等^[3,4]。近年来利用非共振双光子吸收(NRTP)方法去控制光反应路径,从而给出不同于单光子光反应产物的实验也正在研究中^[5]。

本文报道了有机化合物苯乙烯基并三苯溶于二氧杂环己烷时的双光子吸收实验。

图1是该溶液的单光子吸收光谱,样品浓度为 $5.5 \times 10^{-5} \text{M/L}$ 。

由图可见单光子吸收峰出现在紫外区, $\lambda = 256 \text{nm}$,这一吸收特点与大部分芳香族有机化合物吸收光谱类似,在可见光区没有线性吸收现象发生。图1右上角为该化合物分子结构图。

为了对该化合物双光子吸收现象进行研究,我们采用非共振双光子吸收方法来获得双光子荧光光谱。图2给出了实验装置图,光源由调Q Nd:YAG $1.06 \mu\text{m}$ 光脉冲的三次谐波(355nm)泵浦光学参量振荡器(OPO)激光器获得。OPO输出光脉冲信号光范围 $400 \sim 640 \text{nm}$ 连续可调,输出脉冲宽度 $\sim 5 \text{ns}$,重复频率 10Hz ,最大能量 $\sim 30 \text{mJ/pulse}$ 。巴俾涅补偿器可用于获得不同偏振性质的偏振光。荧光光谱由微机控制下的单色仪,光电倍增管及光子计数器构成。

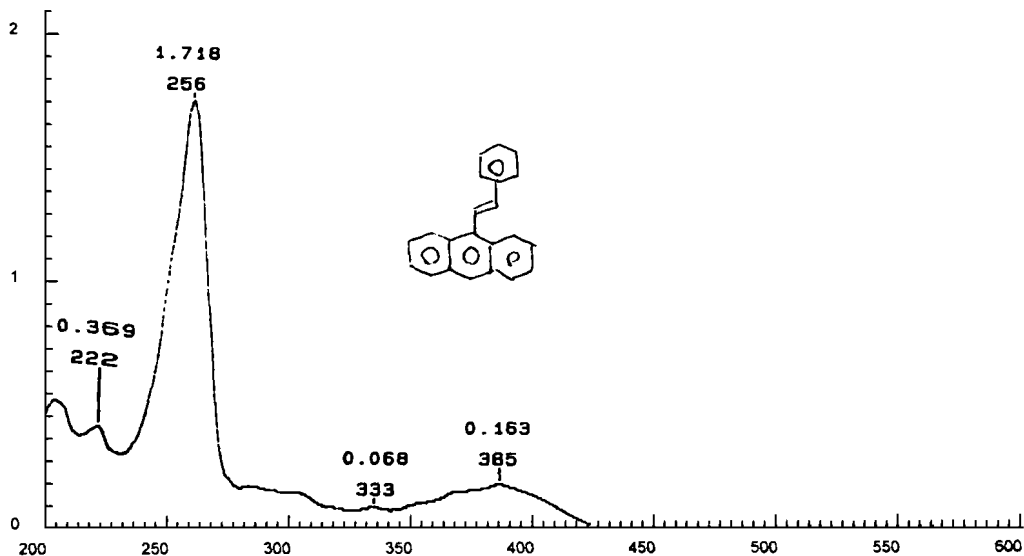


Fig. 1 Potential energy surfaces and the dual fluorescence mechanism

为了提高荧光强度, 作用于样品池中的入射光经 $f = 300\text{mm}$ 透镜聚焦, 并增加样品浓度到 $5.5 \times 10^{-4}\text{M/L}$ 。样品池通光方向长 50mm , 为避免高强度激光束作用下的离子化效应, 样品池位于透镜后 250mm 处。激发波长 620nm , 能量 $\sim 5\text{mJ/pulse}$ 。

图 3(a) 给予了实验所得到的非共振双光子荧光光谱。

可见荧光带位于 $430 \sim 530\text{nm}$ 范围内。同一样品的单光子荧光光谱见图 3(b) 所示。激发光脉冲由 OPO 输出 570nm 的光经 KDP 晶体倍频后所得到的二次谐波 285nm 提供, 由图 3(a) 与 (b) 比较可知两种条件下的荧光光谱十分相似。

为了在实验上证明图 3(a) 的结果确为双光子吸收而为, 我们测量了荧光强度与输入光脉冲能量之间的关系。如图 4 所示。

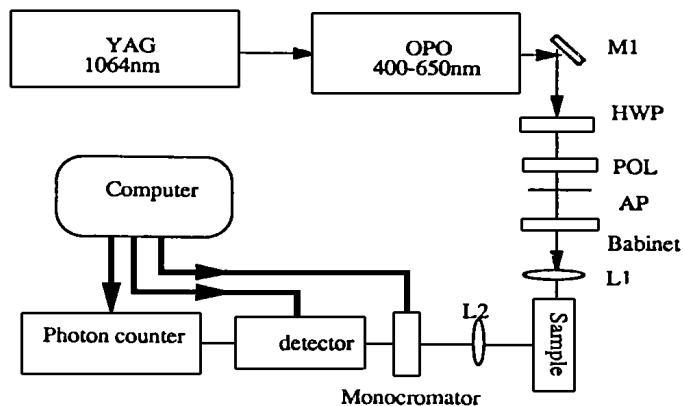


Fig. 2 The set-up of the experiment

HWP: half-wave plate, POL: polarizer, AP: aperture, L_1, L_2 : lenses

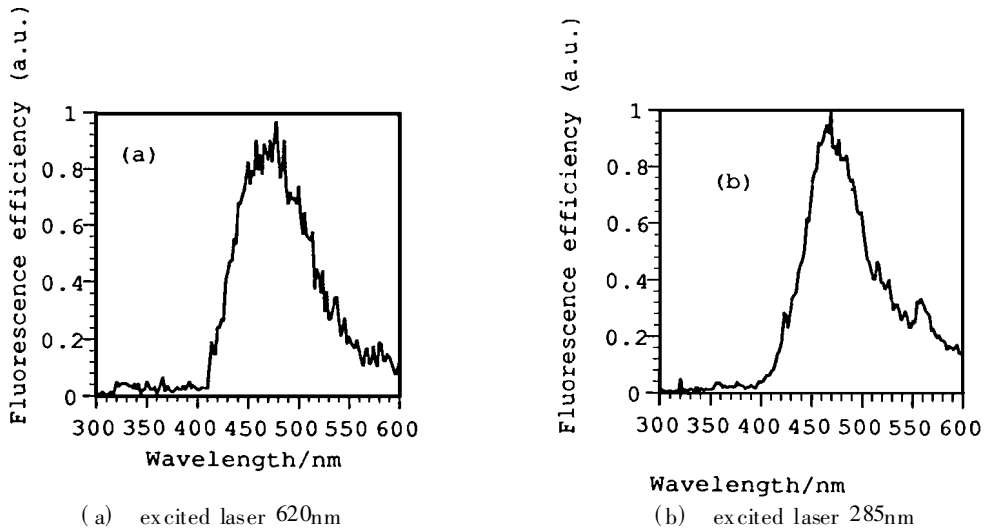


Fig. 3 The dual fluorescence spectra of styryl-anthracene excited by one-photon and two-photon absorption

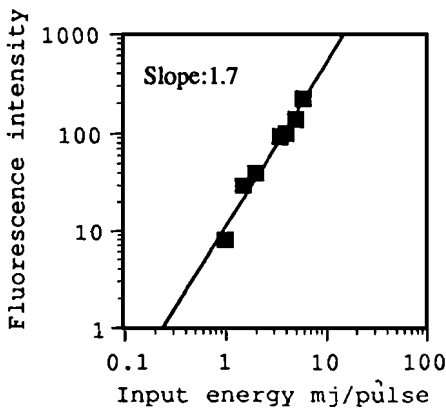


Fig. 4 Square dependence of the two-photon absorption on the incident laser 570nm

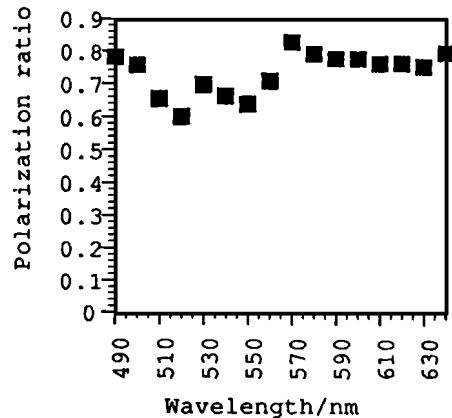


Fig. 5 The wavelength dependence of polarization ratio

由双光子吸收理论知荧光强度应与入射光强度平方成正比,这一理论刚好与图4的结果相吻合。

通过对巴俾涅补偿器的调整,我们完成了不同波长条件下圆偏振光与线偏振光所导致的荧光偏振比 Ω 。如图5所示。

实验上波长改变由 OPO 激光器完成,输出光脉冲能量保持在 $\sim 5\text{mJ/pulse}$,测量系统的单色仪固定在双光子荧光光谱峰值 $\lambda_1 = 470\text{nm}$ 处。

由图可知 Ω 值位于 0.8 附近,这一结果说明该化合物的平面结构属 C_{2h} 点群,激发态应具有 A_g 对称性。^[6]

采用 N RTP 方法, 我们在实验上完成了有机化合物苯乙稀基并三苯的双光子荧光光谱的测量, 由实验结果可知, 该化合物在单光子与双光子作用下荧光光谱十分相似, 这不仅说明激发态的获得可通过不同途径完成, 而且由偏振比的测量可对激发态的性质加以确认, 相关的研究正在进行中。

参 考 文 献

- 1 Chang Y C, Chiou A E, Khoshnevisan M. Linear and two-photon absorption of Si-Ge strained-layer superlattices. *J Appl Phys.* 1992, 71(3): 1349 ~ 1360
- 2 Hutchings D C, Van Stryland E W. Nondegenerate two-photon absorption in zinc blende semiconductors. *J Opt Soc Am B*, 1992, 9(11): 2065 ~ 2074
- 3 Anderson Richard J M, Holtom Gary R, McClain Wm M. Two-photon absorptivities of the all trans-diphenylpolyenes from stilbene to diphenyloctatetraenl via three wave mixing. *J Chem Phys*, 1979, 70(9): 4310 ~ 4315
- 4 Swofford R L, McClain W M. Two-photon absorption studies of diphenylbutadiene: the location of a Ag excited state. *J Chem Phys*, 1973, 59(10): 5740 ~ 5741
- 5 Kira M, Miyazawa T, Koshihara S, Segawa Y, Sakurai H. Selective isomerization of cis-stilbene by nonresonant two-photon excitation. *Chem Lett*, 1995, 3: 217 ~ 218
- 6 McClain W M. Excited state symmetry assignment through polarized two-photon absorption studies of fluides. *J Chem Phys*, 1971, 55(6): 2779 ~ 2796

Two-photon Absorption Induced Fluorescence in an Organic Compound

NING Dan

(Dept. of Physics, Tonghua Teacher's College, Tonghua 134000)

HAO Jing

(Institute of Foreign Language, Northeast Normal University, Changchun 130022)

Abstract

Using the laser interacting with the styryl-anthracene in the dioxance, we got the one-photon and two-photon absorption fluorescence. We also measured the polarization ratio Ω . The experimental results point out the excited state belonging to Ag symmetry. It is one-photon and two-photon allowed exciting state.

Key words: Styryl-anthracene, Dioxance, Two-photon absorption, Fluorescence spectrum, Polarization ratio

宁 丹 女, 40 岁。1977 年入通化师范学院物理系, 1979 年毕业。现在通化师范学院物理系工作, 从事物理实验教学。