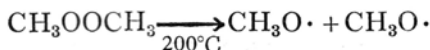


元件与技术

通过二甲基过氧化物热分解进行化学抽运

J. R. Henderson, M. Muramoto

CH_3OOCH_3 热分解时, 伴随着分解反应有亮蓝色的化学荧光产生, 这是由于在体系中有电子激发态的 H_2CO^* 粒子生成:



化学荧光的光谱研究表明: 所观察到的荧光是甲醛的 $^1\text{A}_2 \rightarrow ^1\text{A}_1$ 电子振动 (vibronic) 跃迁所致, 而双重禁戒的 $^3\text{A}_2 \rightarrow ^1\text{A}_1$ 跃迁则未曾观察到。这样可以设想: 如果在化学反应中所生成的 $\text{H}_2\text{CO}^*(^1\text{A}_2)$ 经无辐射弛豫过程到 $^3\text{A}_2$ 态, 那末由于 $^3\text{A}_2 \rightarrow ^1\text{A}_1$ 跃迁过程是被禁戒的, 便可望在 $^3\text{A}_2$ 与 $^1\text{A}_1$ 态之间呈现粒子集居数分布反转状态, 从而也有可能构成激光体系。

本文作者在由共焦谐振腔及反应管构成的实验装置中对这一可能性进行了实验考查。 CH_3OOCH_3 分解在 200°C 时进行。在一些实验中, 曾同时采用交流放电或射频放电强化分解反应。并考察了在各种条件下的荧光光谱。实验结果表明这一体系并不能够产生足以达到粒子集居数反转分布的 $^1\text{A}_2$ 态粒子浓度。但作者认为: 利用这种反应所生成的激发态粒子通过碰撞能传递而激励他种粒子, 从而构成新的化学激光体系是可能的。

原载 *Appl. Opt.*, 1966, 5, №5, 831~834 (郭 础摘)

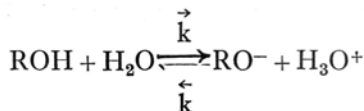
某些有机物的负吸收现象

Л. Д. Деркачева

直到目前为止, 所有关于液态激光器的研制工作均集中在以稀土金属盐类或其络合物的溶液作为工作物质的激光体系方面。某些具有发光能力的有机物溶液, 由于其光谱谱线不清晰, 激发态粒子寿命短促而不利于获得足够大的集居数反转程度, 不适用于激光体系。然而, 对某些有机物的溶液来说, 有机分子在激发态时的解离常数和基态时相比有很大的差别。本文将讨论利用这种溶液获得粒子集居数反转的可能性。

早在 1950 年, 福斯特(Th. Förster)^[1]即已发现某些具有发光能力的有机分子, 例如萘酚、吖啶等, 其解离常数在激发后有变化。在韦勒(A. Weller)等以及我们自己的^[2-4]的实验中, 曾定量地确定了其改变的程度, 并且也测出了在激发态时进行解离反应的速度数值。例如, 对萘酚来说, 在基态及激发态时, 其解离常数相差可达七个数量级以上。

上述各种化合物在水溶液中可发生下述类型的反应:



式中, \vec{k} 及 \overleftarrow{k} 分别代表正向及逆向反应的速度常数。

设在基态有 N 个 ROH 分子, 而在激发态时 ROH 的数目是 N 的一部分, 令等于 αN ; 以 τ 表示 RO^- 离子在激发态时的寿命; k 和 k^* 分别表示在基态及激发态时的反应速度常数; c 代表 H_3O^+ 的浓度。这样, RO^- 离子在激发态的浓度 N_2 和在基态的浓度 N_1 随时间变化的情况将如下式所示:

$$\frac{dN_2}{dt} = \alpha N \overleftarrow{k}^* - N_2 \overleftarrow{k} c - N_2/\tau$$

$$\frac{dN_1}{dt} = N \vec{k} - N_1 \overleftarrow{k} c + N_2/\tau$$

在稳定态条件下, 不同能态 RO^- 粒子集居数之差由上式可得:

$$N_2 - N_1 = N \left[\frac{\alpha \tau \overleftarrow{k}^*}{1 + \tau \overleftarrow{k}^* c} (1 - 1/\tau \overleftarrow{k} c) - \frac{\vec{k}}{\overleftarrow{k} c} \right] \quad (1)$$

由此可以明显地看出, 实现粒子集居数反转 $N_2 - N_1 > 0$ 的必要条件将是: 1) 要求 $\tau \overleftarrow{k} c > 1$; 和 2) 足够强的激发以保证一定的 α 值。

对于 β 萘酚这一具体的对象来说, 已知其 $\vec{k} = 10^7 \text{秒}^{-1}$; $\overleftarrow{k}^* c = 10^9 \text{秒}^{-1}$; $\vec{k} = 1 \text{秒}^{-1}$; $\overleftarrow{k} c = 10^9 \text{秒}^{-1}$; $\tau = 10^{-8} \text{秒}$ 。这样, 为了实现粒子集居数反转, 必须 $\alpha > 10^{-7}$, 也就是说, ROH 分子总数的千万分之一以上被激励至高能态时, 体系在 RO^- 离子间可以获得粒子集居数反转。

如果负吸收系数足够大, 那末这一呈现反转分布的体系可用以产生激光辐射。 β 萘酚离子的负吸收系数可以用公式 $\chi = \lambda^2(N_2 - N_1)/8\pi\Delta\nu \cdot \tau$ 估算^[5]。式中各参数的数值如下: 辐射最强的波长 $\lambda = 4,200$ 埃; 发光谱线的线宽 $\Delta\nu = 10^{14} 1/\text{秒}$; 辐射跃迁几率 $1/\tau = 10^8 1/\text{秒}$ 。计算结果表明, 当集居数差 $N_2 - N_1$ 为每毫升 2×10^{14} 个离子时, 每厘米光程的增益将等于 0.01。这一增益在产生激光方面是现实可用的。

当 ROH 浓度 $N = 10^{19}$ 分子/毫升时, 为了获得上述集居数差值, 必须将 2×10^{16} 分子/毫升的分子激励到激发态(参考公式(1))。这要求在激发态粒子寿命期间, 即 10^{-8} 秒时间间隔内供给体系 0.01 焦耳的能量。现有的脉冲闪光灯可在 10^{-8} 秒的时间内供应 0.1 焦耳

的能量,由此可见,选择其光谱能量分布能与 ROH 吸收光谱很好地匹配的激励光源,便可以获得为实现激光辐射所必要的集居数分布。

除上述条件外,为了获得足够高的粒子集居数反转,另一个重要的条件是激发态粒子不吸收激光辐射。对于 β 萘酚的离子来说,产生这种吸收相应于将处于第一电子激发态的离子激励到第三电子激发态的振动能级上去。普拉特(J. R. Platt)^[6]和我们自己的实验^[7]表明:萘(及其衍生物)在第三电子激发态的对称性和它在第一电子激发态的对称性相似,这就使得第一和第三电子激发态之间的跃迁成为“禁戒跃迁”。可以预期:由于吸收而显著地减少第一电子激发态的粒子集居数是不可能的。

参 考 文 献

- [1] Th Förster, *Zs. Elektrochem.*, **54**, 42, 531 (1950).
- [2] A. Weller, *Zs. Phys. chem.*, **3**, 238 (1955).
- [3] Л. Д. Деркачева, *Опт. и спектр.*, **9**, 209 (1966).
- [4] Н. Kokubun, *Zs. Elektrchim.*, **62**, 599 (1958).
- [5] В. Горди, С. Смит, Р. Тром баруло, *Радиоспектроскопия ТИТЛ-М* (1955).
- [6] R. Platt, *J. chem. Phys.*, **17**, 484 (1949).
- [7] Л. Д. Деркачева, *Опт. и спектр.*, **12**, 329 (1961).

原载 *Оптика и спектроскопия*, 1963, 15, №1, 138 (郭 础译)

双光子激光器理论

А. В. Успенский

目前很多杂志都在广泛讨论双光子激光器的制作问题^[1-4]。这种激光器会获得很短的巨脉冲^[1,3],也能在毫米波段及亚毫米波段造成高效率振荡系统^[2,4]。

在理论上,一般都把脉冲状态下工作的双光子激光器作为研究对象,但事实上应把兴趣放在连续状态下工作的此种激光器上才对。

双光子激光器的方程式具有下面的形式:

$$\begin{aligned} dN_B/dt &= \nu_1 N_0 - \nu_1 N_B - B_1 S_C S_A N_B, \\ dS_C/dt &= B_1 S_C S_A N_B - \nu B_C, \\ dS_A/dt &= B_1 S_C S_A N_B - \nu S_A, \end{aligned} \quad (1)$$

这里, N_B ——两实际能级间集居数的差; N_0 ——共振腔中的起始粒子数 ($\nu_1 N_0$ 象征照明); S_C ——频率为 ν_C 时的光子数; S_A ——频率为 ν_A 时的光子数。我们把 ν_A 看作近似甚至等于 ν_C 。 B_1 ——常数(它的定义及数值可参阅文献[1]); ν ——共振腔损耗恒量。

和文献[2]的不同之处是(1)式的第一方程式中引入了 $\nu_1 N_B$ 。这实质上是一个自发辐射。如果引入一些新的变量:

$$x = N_B/N_B^{CT}; \quad y_1 = S_C/S_C^{CT}; \quad x_0 = N_0/N_B^{CT}; \quad y_2 = S_A/S_A^{CT};$$