

短 文 选 译

气体光激射器 6402.84 埃的反常情况

A. D. 怀 特

除了一个例外外，在氮-氦气体光激射器中 $3s_2 \rightarrow 2p$ 可见激射光跃迁的功率输出是近似地与等离子体区放电长度的增减成线性关系(正好高于阈值的情况下)^[1]。这唯一的例外也曾有人注意过^[2]，它是氮的 $3s_2$ 与 $2p_2$ 能级之间跃迁的 6402.84 埃激射光。这个跃迁，特别是在小口径微波激射管内等离子体长度超过一米，氮、氦比率大时，它显示出随等离子体长度增加而输出功率减小。

这一讨论的目的使人联想起氮在 6404.02 埃处($1s_5 \rightarrow 2p_0$)有一个强吸收线存在(由于 $1s_5$ 亚稳态的粒子数分佈大^[3])，吸收线的中心离光激射跃迁大约为多普勒宽度的 60 倍，或大约等于 9×10^3 自然谱线宽度。

附加的因素是，由于 3.39 微米处的 $3s_2 \rightarrow 3p_4$ 的超发光，而使处于 $3s_2$ 态的粒子数减少。这种超发光效应是最容易在等离子体柱的每端用分光计检定其边光来断定^[4]。在等离子体柱内存在的均匀减弱(与沿等离子体柱轴向的每单位长度的增益分佈一起随等离子体总长度 L 的增加而减小)，可以由 $3s_2 \rightarrow 2p_2$ 跃迁单次通过的增益 $G(L)$ 表示出来。增益最初随长度的增加而增加，然后减小。

实验上， $L \approx 1$ 米时，发现 $G(L)$ 大得足够使九条允许的 $3s_2 \rightarrow 2p$ 跃迁中的八条光激射线振荡，而 $3s_2 \rightarrow 2p_2$ 跃迁例外，并且，观察到随 L 增大(直到等离子体最大的有用长度约为 2 米为止)而增大。对于 $3s_2 \rightarrow 2p_2$ 跃迁，当 $L > 1$ 米时，观察到 $G(L)$ 随 L 而减小。

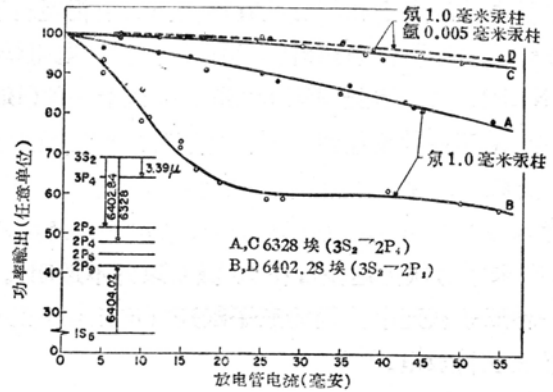
为了证明存在 $3s_2 \rightarrow 2p_2$ 跃迁的选择吸收系数，实验按如下进行：接近一米长，内径 1.5 厘米的布儒斯特窗式直流激发气体放电室和 1.2 米长的氮-氦光激射器管放在光学共振腔内同一直线上。共振腔的每一端放置反射散色稜镜，以选择各种 $3s_2 \rightarrow 2p$ 跃迁。在室内充纯氮， $3s_2 \rightarrow 2p_2$ ， $3s_2 \rightarrow 2p_4$ 和 $3s_2 \rightarrow 2p_0$ 跃迁的输出功率是所测量的放电室内放电电流的函数。

这些数据如图一所示。 $3s_2 \rightarrow 2p_2$ 和 $3s_2 \rightarrow 2p_4$ 的跃迁解释如下：当增加放电室内放电电流，在 6328 埃($3s_2 \rightarrow 2p_4$)处输出功率接近于线性地渐渐减少(曲线 A)，反映在纯氮放电管中 $2p_4$ 态的粒子数增加，多数由于电子从 $1s$ 态激发，减少了光激射器单次通过的增益。在 6402.84 埃($3s_2 \rightarrow 2p_2$)处的功率最初很快地减少(曲线 B)，此后当放电电流 > 40 毫安，又逐渐地减小，这就相当于 $1s_5$ 亚稳态的粒子数增多，并达到饱和，且导致 9402.84 埃辐射的消失。同时 $2p_2$ 能态的粒子数也有所增加，因此光激射的增益减小。类似的亚稳态饱和情况，在氮 $2'S$ 亚稳态的情况中也观察到过^[5]。

应用拉登伯格(Ladenburg)提到的寿命($5.7 \times 10^7 \text{秒}^{-1}$)⁻¹以及亚稳态的密度($\approx 10^{12}$ /厘米³)的结果,可以估计在6404.02埃($1s_5 \rightarrow 2p_4$)处跃迁的吸收近似值为等离子体长是100厘米,6402.84埃辐射的0.25%。这种减少的总数和观察到的减少是一致的。

此外,上面的说法曾由用少量氩(小于0.5%)加到氦放电管的实验结果而得到支持。对于氦的 $1s_5$ 亚稳态能级的去激发,众所周知,氩就具有大的截面[6]。对同一放电电流区域,于氦-氩放电管中观察到二种跃迁几乎全部透过的(曲线C和D),这就表明,氩由于减少了 $1s_5$ 能级的粒子数,而减少了 $1s_5 \rightarrow 2p_9$ 的吸收,同时也减少了 $2p$ 能级的粒子数。

应该注意到上面的测量是在激光光束中心和相对于氦放电管的轴向进行的。轴外各点,由于 $1s_5$ 亚稳态粒子数有梯度存在,而6402.84埃存在折射率的梯度。当激光光束不适当地集中一点时,透镜效应会引起激光光束偏离,这种偏离(在本实验中是 10^{-4} 弧度数量级)通常将是不调制光学共振腔,并将减少输出功率,但在某些情况中,它可以补偿反射镜排成一行不够好的情况,因此可增加输出功率。



图一: 对纯氦和氦氩混合情况下,功率输出在6328埃($3S_2 \rightarrow 2P_4$)^{*}与气体放电室放电电流关系图。
*原著为 $3S_2 \rightarrow 2P_6$ 。译者认为是($3S_2 \rightarrow 2P_4$)之误。

参 考 文 献

- [1] A. D. White, E. I. Gordon and J. D. Rigden, "Output Power of the 6328 Å gas maser" Appl. Phys. Letters, Vol. 2, p.p 91-93; March, 1963.
- [2] A. L. Bloom and R. N. Zitter; Private communication.
- [3] R. Ladenburg "Dispersion in Electrically Excited Gases" Rev. Mod. Phys. Vol. 5, p.p. 243-256; October 1933.
- [4] A. D. White and J. D. Rigden "The effect of the He-Ne maser" Appl. Phys. Letters, Vol. 2, p.p. 211-212; June, 1963.
- [5] A. D. White and E. I. Gordon "Excitation mechanisms and current dependence of population inversion in He-Ne Lasers" Appl. Phys. Letters, Vol. 3, p.p. 197-199; December, 1963.
- [6] See, for example, G. Francis, Handbuch der Physik, Springer-Verlag, Berlin, Germany, Vol. 22, p. 85; 1956.

译自 Proc. IEEE, Vol. 52, No 6 (1964) p. 721)

(李逸峯译, 沃新能校)

在氦放电中高至133微米的光激光作用

C. K. N. 佩特耳 w. L. 福斯特

P. A. 麦克法伦 C. G. B. 加里特

我们用纯氦放电获得了波长高达133微米(0.133毫米)的连续波光激光作用。这里报导