

## 用等离子体电极产生紫外激光发射

**Abstract:** UV laser emission has been obtained by metal piece discharge generated plasma as preionization source and main discharge cathode.

我们研制了一种新颖的放电泵浦形式,即采用金属片间的放电产生等离子体即作为预电离又作为主放电电极。在  $N_2$  气中获得了均匀放电。

装置结构和电原理图如图 1 所示。金属片均采用 1mm 厚的铜片,制成锯齿形,每片长约 1cm。两金属片放电间距为 5mm。装配时,根据需要金属片数量可多可少,纵向金属片间距可密可疏。储能电容  $C_0$  为 64.8nF (2700 pF × 24) 陶瓷电容器。每对金属片配一个电容量为 780 pF 的小陶瓷电容器  $C_1$ 。主放电电极间距为 2cm。当球隙导通时,主储能电容  $C_0$  放电,上电极和金属片间产生电压差,由于每对金属片配有一个电容器  $C_1$ ,因此,在主放电回路导通之前,金属片之间首先放电对  $C_1$  充电。金属片的放电为主放电提供了良好的预电离条件,此时金属片间的等离子体与上电极导通开始主放电。在工作电压 32 kV、 $N_2$  气压力为 150 Torr 时,用 Gen Tec ED-200 型能量计测得  $N_2$  激光输出能量为 2mJ。

这种结构的特点是采用金属片放电,而不是介质表面的爬电产生等离子体。因而可以避免介质热解污染工作气体,相应地可有助于改善激光性能。因此,研制这种装置具有一定的优越性。

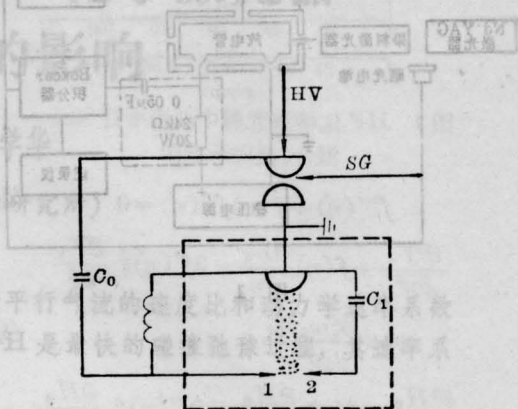


图 1 实验装置结构图(1.2 为金属片)

在我们的实验中,由于金属片是自制的锯齿形,工艺上没有严格的要求,齿长短不一。因而在放电过程中,存在每片的锯齿不完全放电现象。显然会对激光的输出带来不利。我们认为,对于这种结构,如果金属片取材合适的话,制造一种结构简单,造价低廉,实用化的紫外激光装置是有可能的。

(中国科学院安徽光机所  
姚永邦 李承奇\* 马树森  
1984年10月12日收稿)

## Cs 原子高激发态的光电流光谱

**Abstract.** Spectrum of higher states, excited from  $6P_{1/2}$  to S and D states in Cs atoms by optogalvanic spectroscopy are measured and the experimental results are compared with the calculated ones.

### 一、引言

1976年,Green<sup>[1]</sup>提出了光电流光谱的检测技术。紧接着 Bridges<sup>[2]</sup>在 R6G 染料波段对 Cs 等原子的光电流光谱进行了观测。他和 Roesch<sup>[3]</sup>曾经观测了  $\lambda > 565$  nm 的 Cs 原子的光电流光谱。

高激发态的能位、碰撞以及和外场的相互作用

等,一直是人们很感兴趣的。我们用光电流光谱法在 505~496 nm 波段测得了 Cs 原子第一激发态  $6P_{1/2}$  到 S 态和 D 态两个系列的高激发态跃迁谱线,并将实验结果与考虑了量子亏损后的计算值进行比

\* 华中工学院 80 届毕业实习生。

较。

## 二、实验装置

实验装置如图1所示。我们用的铯纯度为99.98%。将放电管固定在加热炉中,加热到230°C,得到压强为200 mTorr的Cs蒸汽。

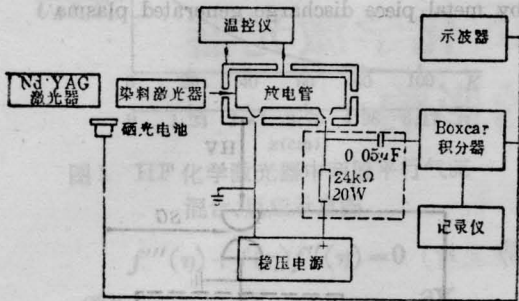


图 1

光源为Nd:YAG 3倍频调Q激光器泵浦的可调谐染料激光器,使用LD 490染料。调谐范围为510~475 nm,脉冲能量为0.3 mJ,脉冲宽度为15 ns,输出线宽<0.01 nm。激光感生的放电管上的交变信号,通过隔直电容C耦合到Boxcar积分器。积分器的输出接到x-y记录仪,用晒光电池接收散射的泵浦激光辐射,对示波器或Boxcar积分器进行同步触发。

我们先用手动方式改变激光波长,在示波器上粗略地观测光电流信号,其幅度在1~4 V之间。当激光器以0.05 nm/min的速度扫描时,记录的光电流光谱如图2所示。

## 三、实验结果

我们在505~496 nm(19802.0 cm<sup>-1</sup>~20181.3 cm<sup>-1</sup>)波段进行了多次测量,共得到40条谱线(见图2)。我们参照NBS的原子能位表<sup>[4]</sup>对所得谱

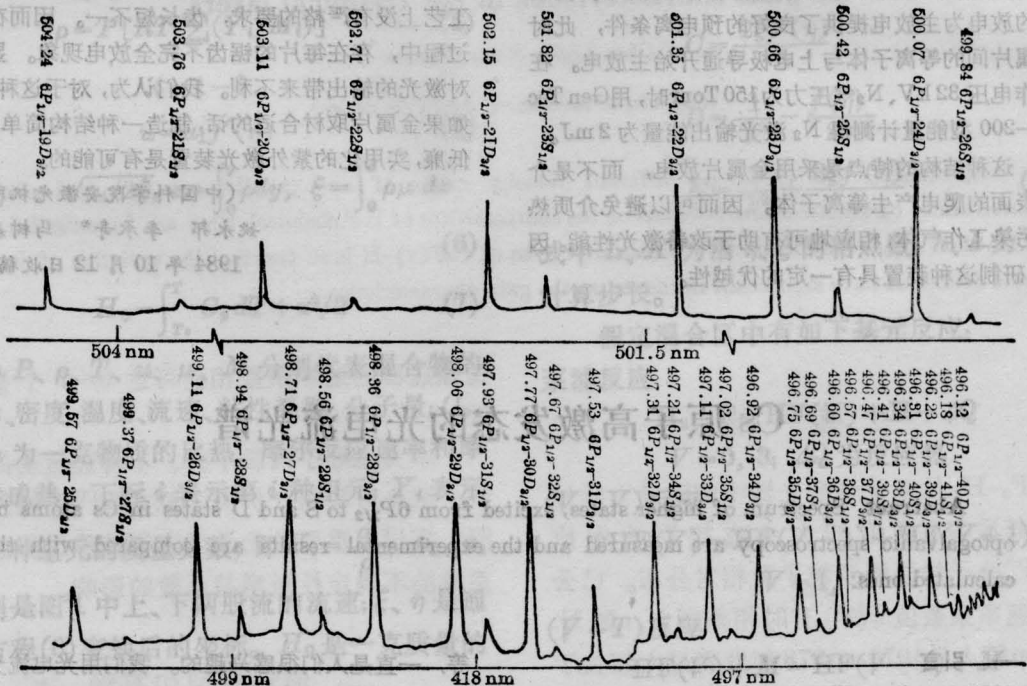


图 2

表 1

$n$	7	8	9	10	11	12	$n$	17	18	19	20
$\Delta_{ns}$	4.08	4.07	4.06	4.06	4.06	4.06	$\Delta_{nd}$	2.47	2.47	2.47	2.47

表 2

$n$	21	22	23	24	25	26	27
$\nu_{ns}(\text{cm}^{-1})$	31024.3	31065.8	31100.8	31130.7	31156.5	31178.4	31198.2
$\nu_{nd}(\text{cm}^{-1})$	31087.1	31119.0	31146.4	31170.0	31190.5	31208.5	31224.3
$n$	28	29	30	31	32	33	34
$\nu_{ns}(\text{cm}^{-1})$	31215.2	31230.3	31243.6	31255.5	31266.1	31275.7	31284.3
$\nu_{nd}(\text{cm}^{-1})$	31238.4	31250.8	31261.9	31271.9	31280.9	31289.0	31296.3
$n$	35	36	37	38	39	40	41
$\nu_{ns}(\text{cm}^{-1})$	31292.1	31299.1	31305.6	31311.5	31316.8	31321.8	31326.3
$\nu_{nd}(\text{cm}^{-1})$	31303.0	31309.1	31314.7	31319.8	31324.5	31328.8	

表 3

$\lambda(\text{nm})$	$\lambda'(\text{nm})$	相应跃迁	$\lambda(\text{nm})$	$\lambda'(\text{nm})$	相应跃迁
504.38	504.37	$6P_{\frac{1}{2}}-19D_{\frac{3}{2}}$	497.91	497.92	$6P_{\frac{1}{2}}-30D_{\frac{3}{2}}$
503.9	503.88	$6P_{\frac{1}{2}}-21S_{\frac{1}{2}}$	497.81	497.81	$6P_{\frac{1}{2}}-32S_{\frac{1}{2}}$
503.25	503.24	$6P_{\frac{1}{2}}-20D_{\frac{3}{2}}$	497.67	497.67	$6P_{\frac{1}{2}}-31D_{\frac{3}{2}}$
502.85	502.83	$6P_{\frac{1}{2}}-22S_{\frac{1}{2}}$	497.47	497.45	$6P_{\frac{1}{2}}-32D_{\frac{3}{2}}$
502.29	502.29	$6P_{\frac{1}{2}}-21D_{\frac{3}{2}}$	497.35	497.36	$6P_{\frac{1}{2}}-34S_{\frac{1}{2}}$
501.96	501.94	$6P_{\frac{1}{2}}-23S_{\frac{1}{2}}$	497.25	497.25	$6P_{\frac{1}{2}}-33D_{\frac{3}{2}}$
501.49	501.49	$6P_{\frac{1}{2}}-22D_{\frac{3}{2}}$	497.16	497.17	$6P_{\frac{1}{2}}-35S_{\frac{1}{2}}$
500.8	500.8	$6P_{\frac{1}{2}}-23D_{\frac{3}{2}}$	497.06	497.07	$6P_{\frac{1}{2}}-34D_{\frac{3}{2}}$
500.56	500.54	$6P_{\frac{1}{2}}-25S_{\frac{1}{2}}$	496.99	497.0	$6P_{\frac{1}{2}}-36S_{\frac{1}{2}}$
500.21	500.21	$6P_{\frac{1}{2}}-24D_{\frac{3}{2}}$	496.89	496.9	$6P_{\frac{1}{2}}-35D_{\frac{3}{2}}$
499.98	499.99	$6P_{\frac{1}{2}}-26S_{\frac{1}{2}}$	496.83	496.84	$6P_{\frac{1}{2}}-37S_{\frac{1}{2}}$
499.71	499.7	$6P_{\frac{1}{2}}-25D_{\frac{3}{2}}$	496.74	496.75	$6P_{\frac{1}{2}}-36D_{\frac{3}{2}}$
499.51	499.5	$6P_{\frac{1}{2}}-27S_{\frac{1}{2}}$	496.71	496.69	$6P_{\frac{1}{2}}-38S_{\frac{1}{2}}$
490.25	499.24	$6P_{\frac{1}{2}}-26D_{\frac{3}{2}}$	496.61	496.61	$6P_{\frac{1}{2}}-37D_{\frac{3}{2}}$
499.08	499.07	$6P_{\frac{1}{2}}-28S_{\frac{1}{2}}$	496.55	496.56	$6P_{\frac{1}{2}}-39S_{\frac{1}{2}}$
498.85	498.85	$6P_{\frac{1}{2}}-27D_{\frac{3}{2}}$	496.48	496.49	$6P_{\frac{1}{2}}-38D_{\frac{3}{2}}$
498.7	498.7	$6P_{\frac{1}{2}}-29S_{\frac{1}{2}}$	496.45	496.44	$6P_{\frac{1}{2}}-40S_{\frac{1}{2}}$
498.5	498.5	$6P_{\frac{1}{2}}-28D_{\frac{3}{2}}$	496.37	496.37	$6P_{\frac{1}{2}}-39D_{\frac{3}{2}}$
498.2	498.19	$6P_{\frac{1}{2}}-29D_{\frac{3}{2}}$	496.32	496.33	$6P_{\frac{1}{2}}-41S_{\frac{1}{2}}$
498.0	498.08	$6P_{\frac{1}{2}}-31S_{\frac{1}{2}}$	496.26	496.26	$6P_{\frac{1}{2}}-40D_{\frac{3}{2}}$

线进行了判断。由  $6P_{\frac{3}{2}}$  ( $11732.35 \text{ cm}^{-1}$ ) 到电离限 ( $31406.71 \text{ cm}^{-1}$ ) 的间距为  $19674.36 \text{ cm}^{-1}$ , 小于  $19802.0 \text{ cm}^{-1}$ , 所以跃迁始能级不可能是  $6P_{\frac{3}{2}}$  或比它更高的能级。而由基态  $6S_{\frac{1}{2}}$  到  $6P_{\frac{3}{2}}$  ( $11178.24 \text{ cm}^{-1}$ ) 和  $7P_{\frac{1}{2}}$  ( $21765.65 \text{ cm}^{-1}$ ) 的间距也排除了基态跃迁的可能性。于是, 我们推断全部谱线来自以  $6P_{\frac{1}{2}}$  为始能级的跃迁, 即来自  $6P_{\frac{1}{2}}-nS_{\frac{1}{2}}$  和  $6P_{\frac{1}{2}}-nD_{\frac{3}{2}}$  两个系列。

对于  $6P_{\frac{1}{2}}-nD_{\frac{3}{2}}$  系列, 当  $n=19, 20, 21$  时, 恰好对应我们测量结果中波长最长的几条线。NBS 能位表只给出  $n \leq 21$  的 D 能级和  $n \leq 12$  的 s 能级的数据。为了对全部谱线进行标定, 我们用外推法, 对考虑了量子亏损后的 Cs 原子高激发态能级进行了计算。对类氢原子有

$$\nu_{nlj} = \frac{R_{\text{Cs}}}{(n - \Delta_{nlj})^2} + \Delta\nu_{nlj} \quad (1)$$

式中  $\Delta_{nlj}$  为量子亏损,  $R_{\text{Cs}} = 1.09736859 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$  为 Cs 原子的里德堡常数,  $\Delta\nu_{nlj}$  为电子自旋与轨道作用的附加能量。

对 S 能级  $l=0$ , 故  $\Delta\nu_{nlj}=0$ 。由 NBS 表得知, 当  $n \geq 17$  时, 对 D 能级也有  $\nu_{nlj} = \nu_{nl}$ , 即  $\Delta\nu_{nlj}=0$ , 公式(1)变为

$$\nu_{nlj} = \nu_{nl} = \frac{R_{\text{Cs}}}{(n - \Delta_{nl})^2} \quad (2)$$

将 NBS 能位表中已知的  $nS_{\frac{1}{2}}$  以及  $nD_{\frac{3}{2}}$  ( $n \geq 17$ ) 能级的能位值代入(2)式, 算得相应的量子亏损  $\Delta_{nl}$ , 列在表 1 中。

由计算结果得知, 当  $n$  比较大时, 在我们要求的有效数字范围内,  $\Delta_{nl}$  趋向于和  $n$  无关, 于是我们得到  $\Delta_{n_s} = 4.06$ ,  $\Delta_{n_d} = 2.47$ 。代入(2)式后, 算出  $n \geq 21$  的 D 能级和 s 能级的能位, 列在表 2 中。

我们计算了由  $6P_{\frac{1}{2}}$  到表 2 中各能级之间跃迁的波长  $\lambda$ , 并把  $\lambda$  和实验测得的波长  $\lambda'$  (考虑了空气中的波长修正  $\Delta\lambda = 1.39^{[6]}$ ) 加以对比 (见表 3)。可以看出,  $\lambda$  和  $\lambda'$  在误差范围内基本相符。由此可见, 我们测得的谱线就是 Cs 原子  $6P_{\frac{1}{2}}-nD_{\frac{3}{2}}$  ( $n=19, \dots, 40$ ), 和  $6P_{\frac{1}{2}}-nS_{\frac{1}{2}}$  ( $n=21, \dots, 41$ ) 两个系列的高激发态跃迁谱线。

吴连民同志帮助做了大量实验工作, 王清文师傅吹制放电管, 吴景凯同志帮助使用激光器, 在此表示感谢。

## 参 考 文 献

- [1] R. B. Green *et al.*; *Appl. Phys. Lett.*, 1976, **29**, 727.
- [2] W. B. Bridges; *J. Opt. Soc. Am.*, 1978, **68**, 325.
- [3] L. Ph. Roesch; *Opt. Comm.*, 1983, **44**, 259.
- [4] NSRDS-NBS 35; "Atomic Energy Levels", 1980.
- [5] 冶金工业部科技情报产品标准研究所编译;《光谱线波长表》, 中国工业出版社, 北京, 1971 年版, p. 809.

(吉林大学物理系)

王薇 杨玉琨 蒋占魁 骆兴业

1985 年 3 月 22 日收稿)

## 氦-氩激光对人心脏功能的影响

**Abstract.** Variation of some medical parameters of the human heart function before and after He-Ne laser irradiation is reported. It shows that LVEF of the patients with coronary heart disease and non-coronary heart disease has been increased obviously ( $P < 0.05$ ) after the points are irradiated. Though LVEF has been increased a little bit but not very clearly ( $P > 0.05$ ) after some parts are irradiated.

氦-氩激光穴位照射对组织器官具有调整刺激作用, 国内、外已有报道<sup>[1-3]</sup>。近年来, 国内有人用 B 型超声波观察胆囊收缩变化情况, 发现氦-氩激光照射胆囊穴对于胆囊收缩功能有明显作用<sup>[4]</sup>。但对人心

脏功能影响的报道至今尚未见到。为此, 我们采用  $\gamma$ -心功能仪观察记录了氦-氩激光照射前、后冠心病人与非冠心病人的左室射血分数(LVEF)、高峰充盈时间(TPFR)、高峰充盈率(PFR)及心率(HR)