

# 可见光短波段氖光电流谱线的探讨

刘怡周 黄正东 陆杰 吴大元

(浙江大学物理系)

**摘要:** 利用香豆素 460 染料激光, 在 451~472 nm 波段内, 探测到氖光电流谱线 30 条, 所测定的波长误差不超过 0.02 nm。

## Investigation of Ne optogalvanic spectra in short wave length band of visible region

Liu Yezhou, Huang Zhengdong, Lu Jie, Wu Dayuan

(Department of Physics, Zhejiang University)

**Abstract:** Optogalvanic spectra of Ne has been investigated with a coumarin 460 dye laser, and up to 30 lines have been obtained in the wave band between 451 nm and 472 nm. The error of wavelength measurement is within 0.02 nm.

氖的光电流效应国内外已有多人研究, 但都集中在 500 nm 以上波段。本文利用香豆素 460 染料激光, 探讨了氖在 451~472 nm 波段的光电流谱线; 同时将氖光电流谱线的相对强度与发射光谱的相对强度作了粗浅的比较。

### 一、实验装置及方法

染料激光(香豆素 460)线宽约 0.03nm, 能量约 20~30 μJ/脉冲(470~450 nm)。由步进马达驱动谐振腔中的光栅, 来调谐激光波长。

空心阴极灯(Mn-Ne 或 Ni-Ne)的工作电流约 3mA。实验装置示意图见图 1。

由 YAG 泵浦的染料激光器输出的脉冲

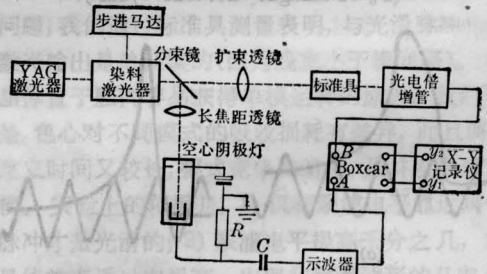


图 1 实验装置示意图

激光, 经分束镜分为两束, 一束射入空心阴极灯, 另一束经扩束透镜射入标准具。当激光波长变化时, 从 F-P 透射出来的干涉花样中心的信号, 强度发生周期性变化, 两个相邻最大值之间的波长范围就是自由光谱区。这个信号为测定光电流谱线的波长, 提供一个波长分度的标志。

收稿日期: 1985 年 2 月 23 日。

## 二、实验结果

图2是香豆素460染料激光入射到Mn-Ne空心阴极灯上,获得451~472 nm波段的氩光电流谱线(一部分)。我们在Ni-Ne空心阴极灯上也得到基本相同的谱线。谱线波长的测定方法是:选取一条光电流谱线为标识谱

线,用标准具自由光谱范围作为波长分度<sup>[1]</sup>,从而测定各谱线的波长(详细说明见附录)。

光电流谱线强度在5 mV以上者列于表1。表1第一栏中,光电流谱线相对强度是取 $\lambda_0 = 470.44$  nm谱线的强度为 $15 \times 10^3$ ,其他谱线的强度均相对于 $\lambda_0$ 而言,并且考虑了染料激光本身强度对波长分布的修正。第二栏波长计算值是从原子能级表相应跃迁计算出

表 1

氩光电流谱线		波长计算值			氩发射光谱	
波长(nm)	相对强度 ( $\times 10^3$ )	波长(nm)	跃迁能级		(放电管)	
			始态	末态	波长(nm)	相对强度
471.54	21	[471.536 471.527	2p <sub>9</sub>	6d' <sub>4</sub> 6d <sub>4</sub>	471.534	1500
471.43	2	471.436	2p <sub>9</sub>	6d <sub>3</sub>	471.434	70
471.21	10	[471.208 471.216 471.215	2p <sub>9</sub>	6d' <sub>1</sub> 6d'' <sub>1</sub>	471.206	1000
471.00	6	471.008	2p <sub>2</sub>	6s <sub>3</sub>		
470.89	12	470.887	2p <sub>10</sub>	5d <sub>6</sub>	470.885	1200
470.44	15	470.441	2p <sub>10</sub>	5d <sub>3</sub>	470.440	1500
468.77	3	[468.769 468.775	2p <sub>6</sub>	6s'' <sub>1</sub> 6s'' <sub>1</sub>	468.767	100
467.82	3	[467.824 467.829	2p <sub>6</sub>	7d' <sub>1</sub> 7d'' <sub>1</sub>	467.822	300
466.12	2				466.110	100
465.65	4				465.639	300
464.56	4	464.544	2p <sub>7</sub>	6s'' <sub>1</sub>	464.542	300
463.67	2	463.665	2p <sub>7</sub>	7d <sub>2</sub>	463.663	70
463.61	2	[463.614 463.599	2p <sub>7</sub>	7d' <sub>1</sub>	463.613	70
462.84	4	[462.833 462.837 462.849	2p <sub>3</sub>	8d <sub>4</sub>	462.831	150
461.78	2	461.786	2p <sub>4</sub>	7s'' <sub>1</sub>		
461.44	2	461.441	2p <sub>4</sub>	7s' <sub>1</sub>	461.784	70
460.99	2	[460.993 461.005	2p <sub>8</sub>	6s <sub>5</sub>	461.439	100
458.25	5	[458.247 458.258	2p <sub>5</sub>	6s'' <sub>4</sub>	460.991	150
458.21	4	[458.206 458.212 458.200	2p <sub>5</sub>	7s' <sub>1</sub>		
457.51	5	457.508	2p <sub>8</sub>	6s <sub>5</sub>	458.245	150
457.32	2	457.308	2p <sub>8</sub>	6s'' <sub>1</sub>		
456.69	2	456.684	2p <sub>8</sub>	6s' <sub>1</sub>	458.204	150
456.60	2	[456.591 456.594	2p <sub>8</sub>	6s'' <sub>1</sub>		
454.04	12	[454.040 454.034	2p <sub>2</sub>	7s <sub>2</sub>		
453.83	4	[453.832 453.837	2p <sub>3</sub>	7d <sub>4</sub>	457.506	300
453.78	11	[453.777 453.770	2p <sub>3</sub>	7d' <sub>1</sub>		
453.63	4	453.632	2p <sub>10</sub>	8d <sub>3</sub>	456.683	40
452.57	2	452.578	2p <sub>6</sub>	8d' <sub>1</sub>	456.589	60
451.78	2	[451.780 451.776 451.777	2p <sub>6</sub>	8d'' <sub>1</sub>	454.038	50
451.50	2	[451.494 451.490 451.506	2p <sub>3</sub>	7d <sub>4</sub>	453.813	300
			2p <sub>3</sub>	7d' <sub>1</sub>		
			2p <sub>10</sub>	5s'' <sub>1</sub>	453.775	1000
			2p <sub>10</sub>	5s'' <sub>1</sub>		
			2p <sub>1</sub>	5s' <sub>1</sub>	453.631	150
			2p <sub>4</sub>	8d'' <sub>1</sub>		
			2p <sub>4</sub>	8s'' <sub>1</sub>		
			2p <sub>4</sub>	8s' <sub>1</sub>		
			2p <sub>6</sub>	7s'' <sub>1</sub>		
			2p <sub>6</sub>	7s' <sub>1</sub>		

来<sup>[2,3]</sup>,其中考虑了该波段空气折射率对波长的影响<sup>[4]</sup>。跃迁能级采用帕邢符号。第三栏是相应氖发射光谱(放电管)及相对强度<sup>[5]</sup>。

### 三 结 论

在本文所讨论的波段内,共获得氖光电流谱线30条,氖发射光谱(放电管)中相对强度150以上的谱线基本上都观测到。所测得各谱线波长值,与从原子能级表得到的波长计算值相比较相差不超过0.02nm。我们认为误差主要来自标准具输出信号和光电流谱线的峰值位置的确定。

多数光电流谱线的相对强度,与发射光谱(放电管)的相对强度大体对应,但其中有几条相差较大。如454.04nm谱线在发射光谱中相对强度很小,而光电流谱线的相对强度却很大。光电流谱线与发射光谱的这种对

应关系,提供我们一个根据发射光谱来探索光电流谱线的依据。

此外,我们利用 Stilbene 420 染料激光(能量约20~30μJ/脉冲)入射到Cr-Ne空心阴极灯,对450nm以下波段的氖光电流效应也进行了探索,发现这波段的光电流谱线强度很弱,但若利用增强型光电流效应,可得到强得多的效果<sup>[6]</sup>。

### 附录: 波长测定方法

首先用单色仪对各谱线波长进行粗测,再从原子能级表辨认出21250.8cm<sup>-2</sup>(470.441nm)及22038.2cm<sup>-1</sup>(453.632nm)两条谱线,利用这两条谱线算出图2中标准具自由光谱范围Δν̄为4.9358cm<sup>-1</sup>,然后选取波数为21250.8cm<sup>-1</sup>谱线为标识谱线ν̄<sub>0</sub>,测定其他各谱线波数ν̄<sub>ω</sub>,如图3所示。

从图3可见:

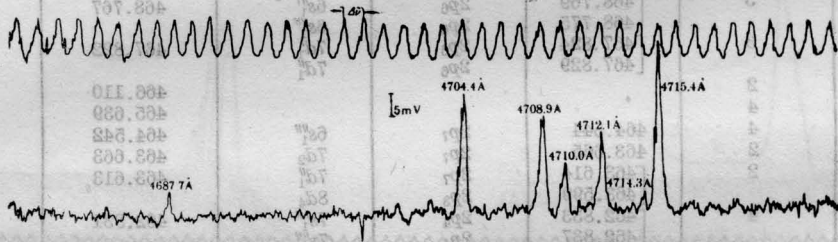


图2 451~472 nm 波段氖光电流谱线

上面曲线是标准具输出信号,它的自由光谱波数范围Δν̄=4.9358cm<sup>-1</sup>(λ=470.44nm时,Δλ=0.10924nm),下面曲线是氖光流谱线

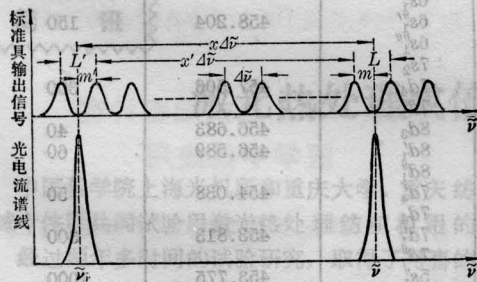


图3 波长测定示意图

$$\tilde{\nu}_\omega = \tilde{\nu}_0 + x\Delta\tilde{\nu}$$

式中  $x = x' + \frac{m}{L} + \frac{m'}{L}$ , 它表示  $\tilde{\nu}_\omega$  与  $\tilde{\nu}_0$  之间自由光谱范围的数目。

### 参 考 文 献

- [1] WuDa-Yuan *et al.*; *Rev. Sci. Instrum.*, 1984, **11**, No. 11, 1877.
- [2] C. E. Moore; "Atomic Energy Levels", Reprint of NBS Circular 467, 1981, **1**, 77.
- [3] S. Bashkin *et al.*; "Atomic Energy levels and Grotrian Diagrams", Vol. 1 North-Holland Publishing Company 1975.
- [4] 饭田修一等; "物理学常用数表"(中译本), 科学出版社, 115
- [5] 冶金部科技情报产品标准研究所编; "光谱线波长表", 中国工业出版社, 1971, 206
- [6] 黄正东等; <中国激光>, (待发表).
- [7] Richard A. Keller *et al.*; *Appl. Opt.*, 1980, **19**, No. 6, 836.