

应用光电流光谱进行波长定标

金巨广 金昌泰 王松岳

(中国科学院长春应用化学研究所)

提要: 本工作应用 CW 可调谐染料激光和空心阴极灯, 在 5740~6250 埃光谱波段上, 获得了氖、锂、钠、钙和镍的光电流光谱, 确认了氖的 43 条光谱线, 为波长定标提供了第一批光电流光谱数据, 讨论了产生光电流光谱的最佳条件和光电流光谱的特性。

Calibration of wavelengths by optogalvanic spectroscopy

Jin Juguang, Jin Changtai, Wang Songyue

(Changchun Institute of Applied Chemistry, Academia Sinica)

Abstract. Typical optogalvanic spectra of neon, lithium, sodium, calcium and nickel were obtained using hollow cathode lamps and a tunable CW dye laser in the 574-625 nm range. 43 spectral lines of neon were identified and the first optogalvanic spectroscopical data were provided for calibrating wavelengths. Optimum conditions for generating optogalvanic spectra and the characteristics of optogalvanic spectroscopy were discussed.

实 验

实验装置示于图 1。实验用 380 A 型若丹明 6G 环形染料激光器(美国光谱物理公司)作光源, 171 型氩离子激光泵浦(美国光谱物理公司)。泵浦功率单谱线 5145 埃 2 瓦, 染料激光功率单谱线约 50 毫瓦。输出激光用 800 赫切光器调制, 用分束镜平均分作两束, 用透镜分别聚焦在两个空心阴极放电管的阴极孔中。其中一个已知定标元素的氖放电管(上海电光器件厂)作为波长的标准, 另一个是可拆卸的待测元素空心阴极样品池, 激光辐照产生的光电流信号由放电管的

阳极引出, 耦合电容 C_4 微法, 阴极接地。为了提高稳定性, 空心阴极灯电源直流电压另加较大的镇流电阻 R_{300} 千欧, 获得的标准的

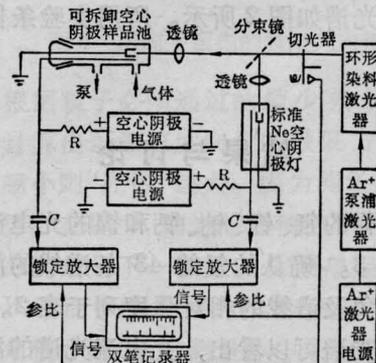


图 1 实验装置示意图

收稿日期: 1981 年 12 月 8 日。

表 1 实验条件

| 元 素 | 放电电流 (毫安) | 激光功率 (毫瓦) | 镇流电阻 (千欧) | 耦合电容 (微法) | 波长范围 (埃) | 确认的光谱线 (埃) |
|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|------------------|
| Ne | 12 | 27 | 30 | 4 | 5740~6250 | 43 条谱线, 见表 2 |
| Li | 9 | 27 | 15 | 4 | 5740~6250 | 6103.64 |
| Na | 12 | 27 | 30 | 4 | 5740~6250 | 5889.95, 5895.92 |
| Ca | 18 | 27 | 30 | 4 | 5740~6250 | 6169 |
| Ni | 11 | 27 | 30 | 4 | 5740~6250 | 6116.18 |

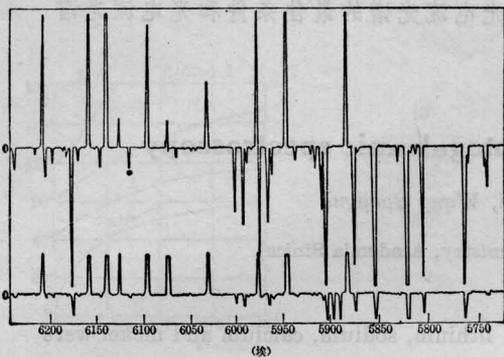


图 2 典型的光电流光谱图

上部是未知样品光谱; * 为 Ni 的谱线, 其它为 Ne 的谱线; 下部是已知氖的标准光谱(作标尺)

和未知的光电流信号分别送入两台 FS-J1 型锁定放大器中(南京长虹无线电厂)放大, 最后在一台双笔记录器上记录标准的和未知的光电流光谱图。激光调谐用马达驱动双折射滤光片进行波长的均匀扫描。获得的典型光电流光谱如图 2 所示。所用实验条件列于表 1。

结果与讨论

获得的氖、锂、钠、钙和镍的光电流光谱示于图 3。确认的氖的 43 条谱线的波长定标、正负及谱线的相对强度列于表 2。从观测到的光谱可以看出, 光电流光谱的波长特征与发射光谱相同。产生的负的光电流信号为激发态跃迁, 其总强度较弱; 正的光电流

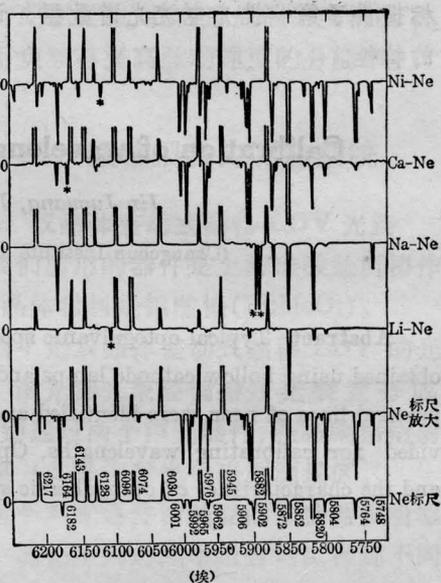


图 3 Ne, Li, Na, Ca, Ni 的光电流光谱图

* 分别为 Li, Na, Ca, Ni 的谱线, 其它为 Ne 的谱线

号为亚稳态跃迁, 其总强度较强。总的光电流光谱强度以亚稳态跃迁正信号为主, 与早期 Penning 的结果相符。

实验表明, 影响光电流信号的主要因素是激光的辐照功率和空心阴极放电电流。耦合电容也要匹配恰当, 我们在 0.01~30 微法间作了选择, 选用 4 微法。电容过大或过小信号都会降低。为了提高信号的稳定性, 空心阴极灯电源的镇流电阻在可能范围内越大越好。

图 4 示出了激光功率在 27 毫瓦以下对

表 2 氖的光电流光谱谱线定标结果

| 正 负 | 定标波长 (埃) | 光 电 流 信号强度 | 放 电 管 发光强度 | 正 负 | 定标波长 (埃) | 光 电 流 信号强度 | 放 电 管 发光强度 |
|-----|-------------|---------------|---------------|-----|-------------|---------------|---------------|
| - | 6246.73 | 90 | 100 | + | 5975.53 | 1000 | 600 |
| - | 6225.74 | 30 | 50 | - | 5974.63 | 500 | 500 |
| + | 6217.28 | 1000 | 1000 | - | 5965.47 | 300 | 500 |
| - | 6213.88 | 100 | 150 | - | 5961.63 | 100 | 70 |
| - | 6205.79 | 70 | 100 | + | 5944.83 | 1000 | 500 |
| - | 6193.08 | 10 | 50 | - | 5939.32 | 60 | 50 |
| - | 6189.08 | 40 | 70 | - | 5918.91 | 30 | 250 |
| - | 6182.15 | 600 | 150 | - | 5913.63 | 90 | 250 |
| - | 6175 | 60 | 80 | - | 5906.43 | 250 | 50 |
| + | 6163.59 | 1200 | 1000 | - | 5902.46 | 900 | 50 |
| - | 6155 | 10 | 80 | + | 5881.90 | 1000 | 1000 |
| - | 6150.30 | 80 | 100 | - | 5872.15 | 500 | 75 |
| + | 6143.06 | 1500 | 1000 | - | 5868.42 | 20 | 75 |
| + | 6128.45 | 100 | 100 | - | 5852.49 | 1200 | 2000 |
| + | 6096.16 | 500 | 300 | - | 5828.91 | 70 | 75 |
| + | 6074.34 | 100 | 1000 | - | 5820.15 | 1400 | 500 |
| - | 6064.55 | 50 | 50 | - | 5816.65 | 20 | 50 |
| - | 6046.16 | 10 | 50 | - | 5811.42 | 40 | 300 |
| + | 6030.00 | 250 | 1000 | - | 5804.45 | 600 | 500 |
| - | 6000.95 | 250 | 100 | - | 5764.42 | 1000 | 700 |
| - | 5991.68 | 300 | 75 | - | 5748.30 | 150 | 500 |
| - | 5987.91 | 70 | 150 | | | | |

光电流信号的影响。激光功率在毫瓦量级时，光电流信号随辐照激光功率的增加而增大。激光功率过大光电流信号将出现饱和，谱线线宽也会变宽。因此一般应控制激光功率在几十毫瓦以内。

光电流信号受空心阴极放电电流的影响较为复杂，对不同跃迁的影响也不同。在一般情况下，光电流信号随放电电流的增加而增大，有时在达到最大值之后反而变小，甚至会降到零或出现负信号。

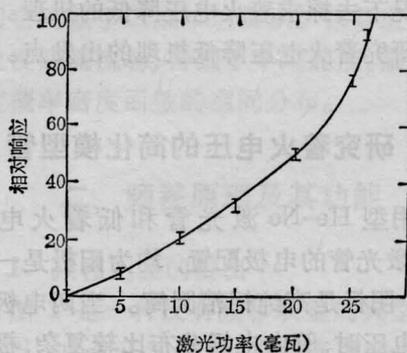


图 4 激光功率对光电流信号的影响