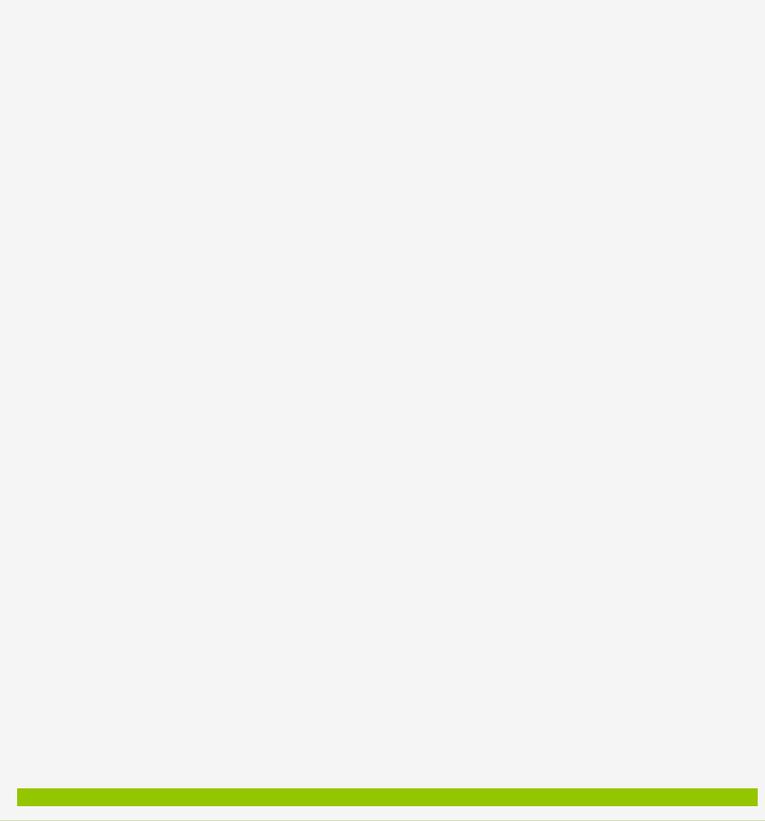


钠原子光谱



1. 实验原理

- 碱金属原子光谱，特指碱金属锂、钠、钾、铷、铯等元素的光谱。它们具有相似的结构，明显地分成几个线系。通常观察到的有主线系、第一辅线系(漫线系)、第二辅线系(锐线系)和伯格曼线系(基线系)。
- 氢原子光谱是最简单的碱金属光谱。
- 巴尔末总结出的可见光区氢光谱线的规律为：

$$\tilde{\nu} = 109678 \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \text{cm}^{-1}$$

- 由玻尔理论或量子力学得出的类氢离子光谱规律为：

$$\tilde{\nu}_A = R_A \left[\frac{1}{(n_1/z)^2} - \frac{1}{(n_2/z)^2} \right]$$

- 里德堡常数：
$$R_A = \frac{2\pi^2 m e^4}{(4\pi\epsilon_0)^2 c h^3 (1 + m/M_A)}$$

氢的特征谱

紫外部分： 赖曼系： $\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right), n = 2, 3, 4 \dots$

可见光部分： 巴尔末系： $\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right), n = 3, 4, 5 \dots$

红外部分： 帕邢系： $\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right), n = 4, 5, 6 \dots$

布喇开系： $\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right), n = 5, 6, 7 \dots$

蓬得系： $\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right), n = 6, 7, 8 \dots$

汉弗莱斯系： $\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{6^2} - \frac{1}{n^2} \right), n = 7, 8, 9 \dots$

2. 钠原子光谱

- 碱金属原子只有一个价电子，价电子在核和内层电子组成的原子实的中心力场中运动，和氢原子有些类似。若不考虑电子自旋和轨道运动的相互作用引起的能级分裂，可以把光谱项表示为：

$$T_{nl} = \frac{(Z_Q^*)^2 R}{n^2}$$

还可以把上式改写为：

$$T_{nl} = \frac{R}{(n/Z_Q^*)^2} = \frac{R}{n^*} = \frac{R}{(n - \Delta l)^2}$$

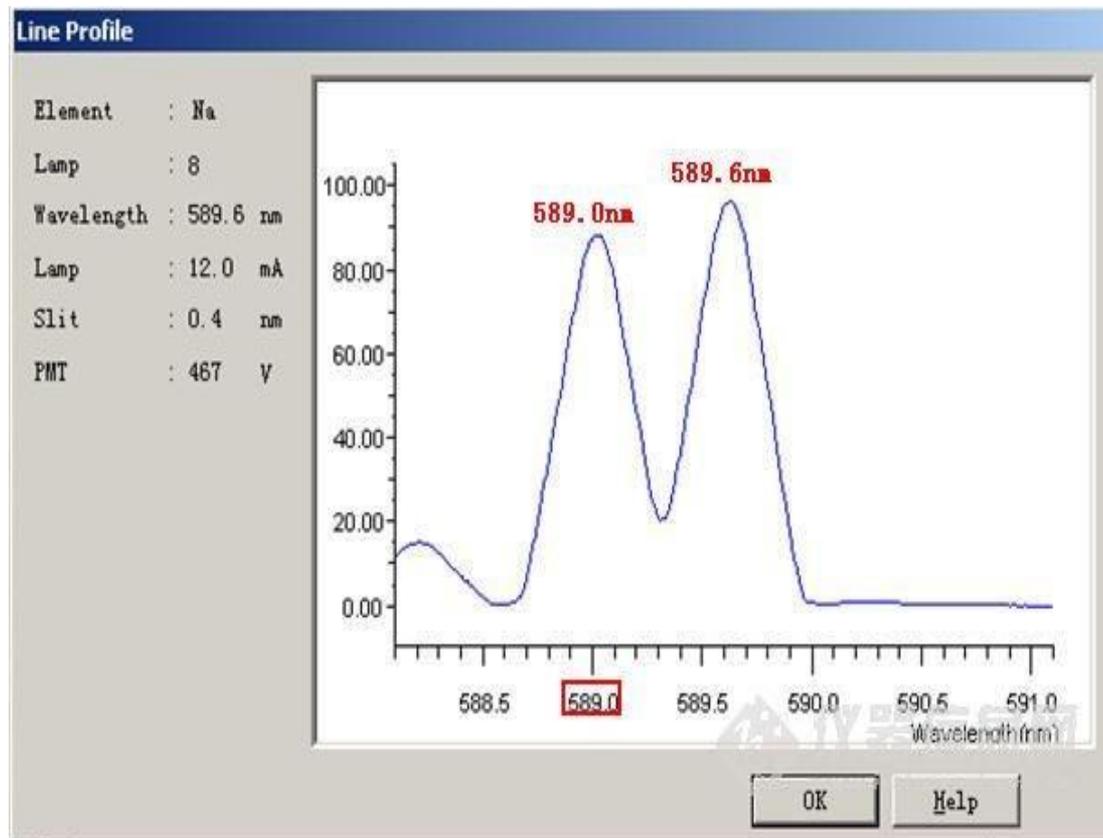
Δl 是一个与 n 和 l 都有关系的正的修正数，称为量子缺。

钠原子发射的光谱线的波数由下式决定：

$$\bar{\nu} = \frac{R}{(n' - \Delta'_l)^2} - \frac{R}{(n - \Delta_l)^2}$$

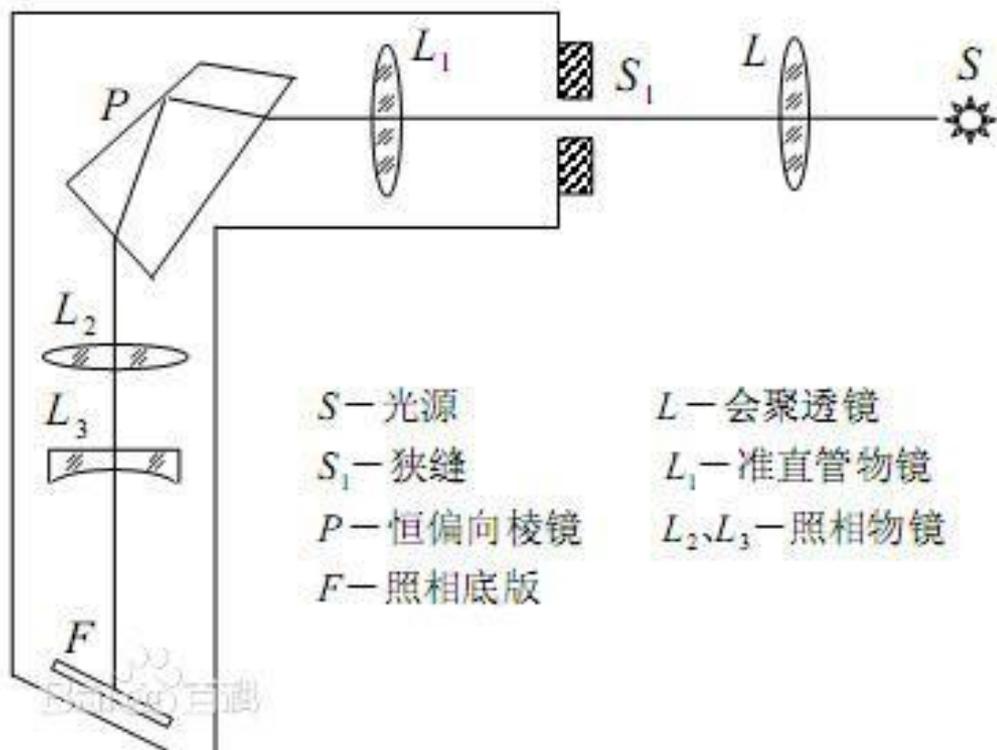
- 钠原子光谱有四个线系：
- 主线系（P线系）： $3S-nP$, $n=3,4,5,\dots$;
- 漫线系（D线系）： $3P-nD$, $n=3,4,5,\dots$;
- 锐线系（S线系）： $3P-nS$, $n=4,5,6,\dots$;
- 基线系（F线系）： $3P-nF$, $n=4,5,6,\dots$;
- 钠原子的主线系的第一组线（双线）为共振线，钠原子的共振线就是有名的黄双线（ 589.0nm 和 589.6nm ）。
- 其他三个线系，基线系在红外区域，漫线系和锐线系除第一组谱线在红外区域，其余都在可见区域。

- 因为钠原子光谱在可见光波段可观察到主线系、漫线系和锐线系的谱线，本实验主要研究钠原子光谱。



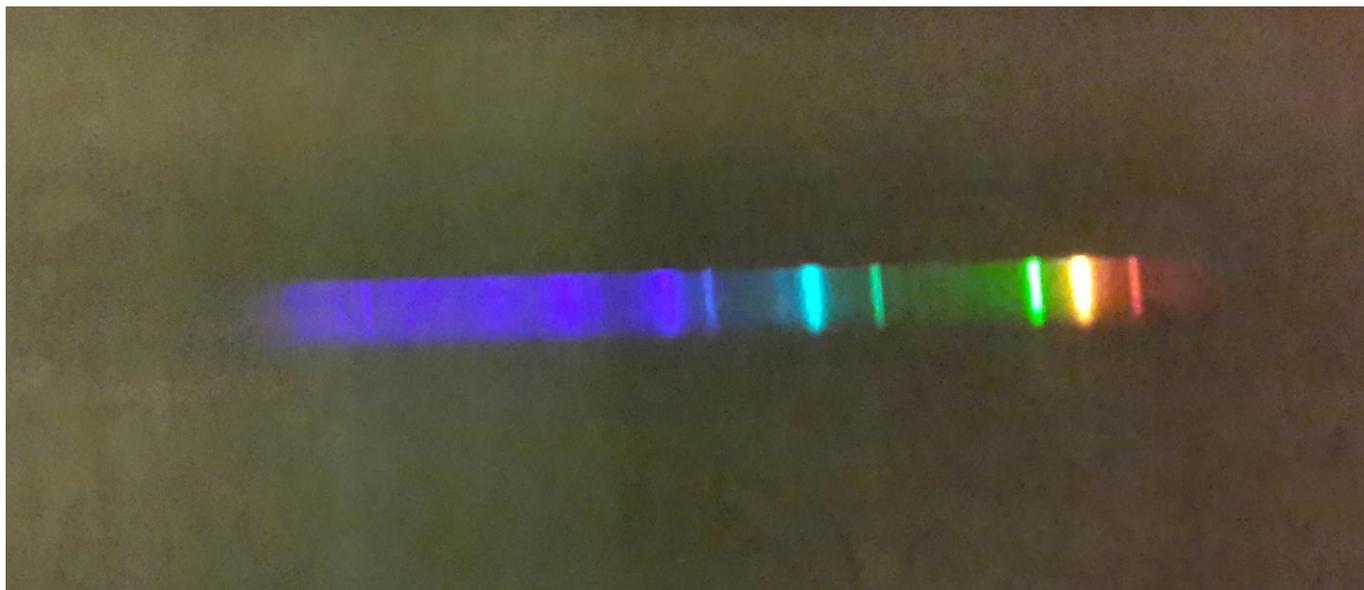
3. 实验要求

- (1) 用棱镜摄谱仪观察钠原子光谱线。
- 棱镜摄谱仪是以棱镜为色散元件的摄谱仪，它的结构包括机座、电弧（火花）电源、电极架、聚光镜、狭缝、缝宽调节鼓轮、入射光管、棱镜方位调节鼓轮、棱镜罩、出射光管、看谱目镜、摄谱暗箱等。



摄谱仪原来是采用摄影胶片拍摄光谱线，然后冲洗胶片进行分析的技术方法，但目前该技术已经被淘汰，故改用数码设备进行拍摄。

- (2) 根据钠原子光谱在可见光波段三个线系的性质特点，辨认所观察到谱线属于哪个线系。



(3) 用光栅光谱仪测量钠原子光谱，以测量到的锐线系谱线波长值计算对应的固定项和量子缺。

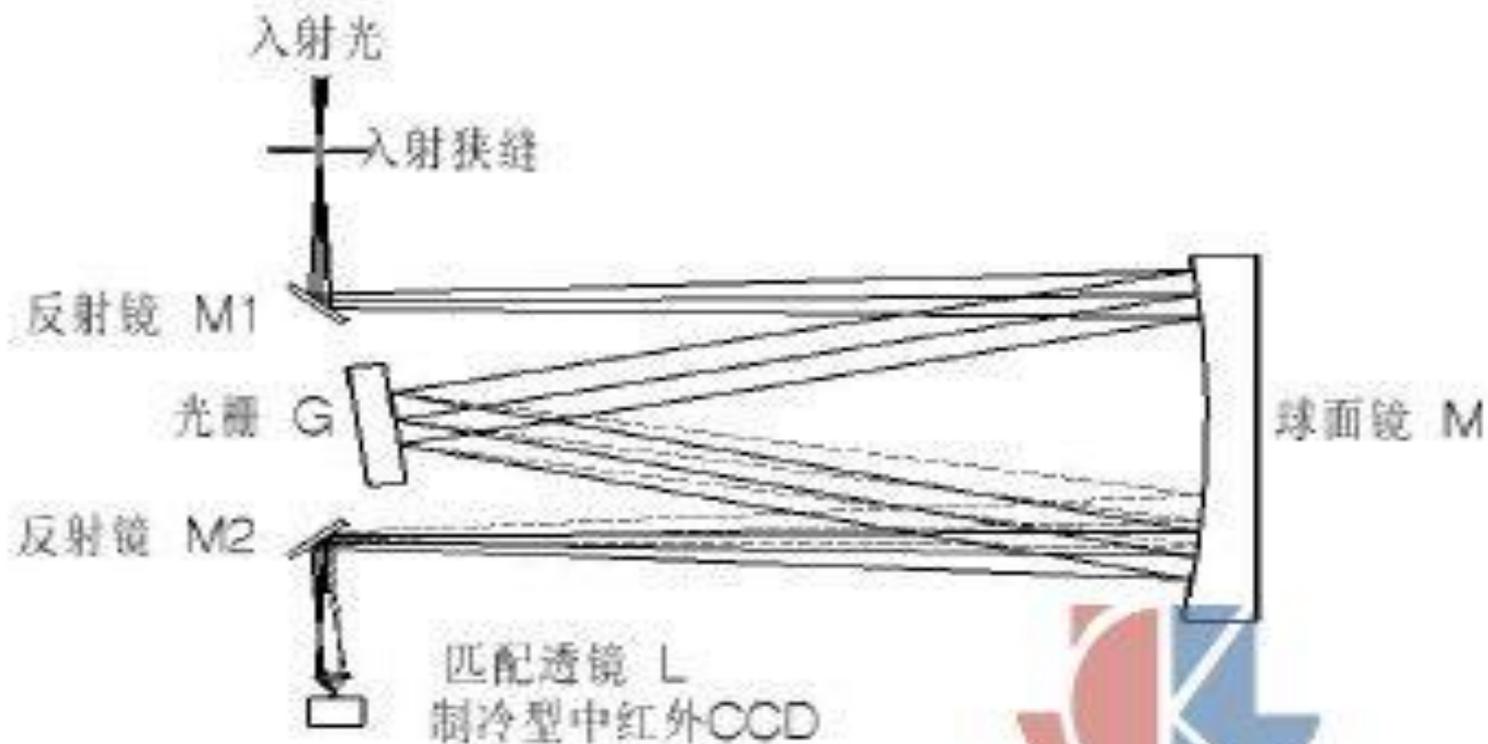


图 3 光栅光谱仪光路图



光栅光谱仪实物图



寻峰/谷窗口

号	波长 (nm)	峰值 (e)
1	466.60	103.5
2	474.90	38.3
3	498.00	580.0
4	498.30	582.7
5	515.40	160.0
6	561.50	896.7
7	568.10	996.3
8	588.00	996.3
9	615.50	503.3
10	616.10	938.0

模式
 检峰
 检谷

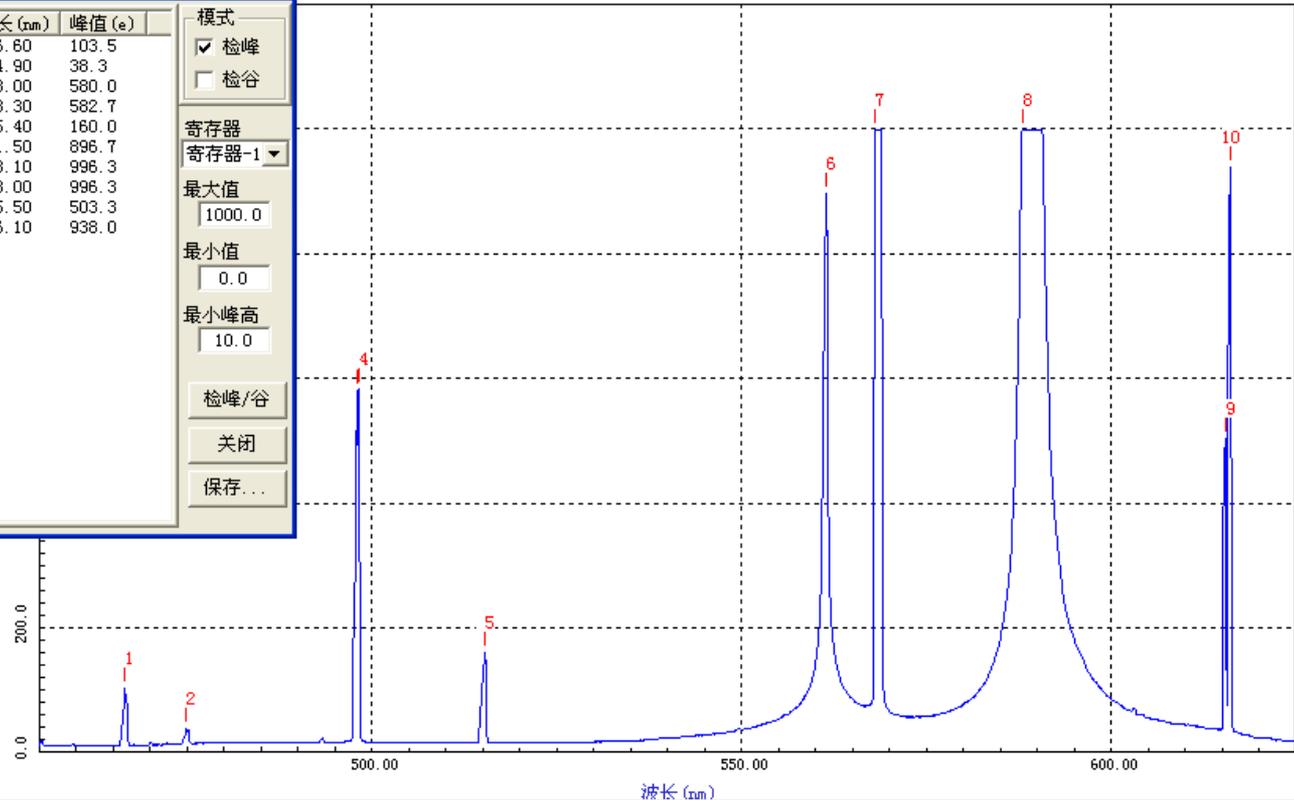
寄存器
 寄存器-1

最大值
 1000.0

最小值
 0.0

最小峰高
 10.0

检峰/谷
 关闭
 保存...



R	C	L	D	S
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

- (4) 根据所测量的锐线系谱线的波长，计算谱线的波数、量子缺和固定项。以谱线波数为单位，绘出钠原子光谱锐线系的能级图。