



南昌大学

2023~2024 学年秋季学期 《大学物理实验》

预习报告

得 分	评阅人

题 目： 实验四 光栅衍射

学 院： 先进制造学院

专业班级： 智能制造工程 221 班

学生姓名： 朱紫华

学 号： 59081220130

指导老师： 全祖赐老师

二〇二三年十月制

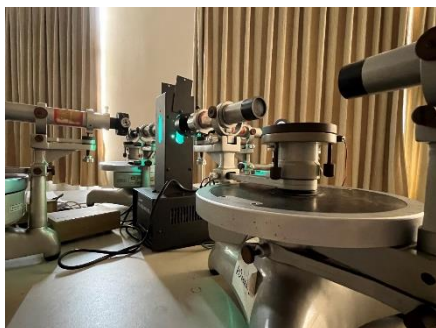
光栅衍射

一、 实验目的

- 1.掌握光栅的概念;
- 2.学会利用光栅测光波波长;
- 3.了解光栅的应用.

二、 实验仪器

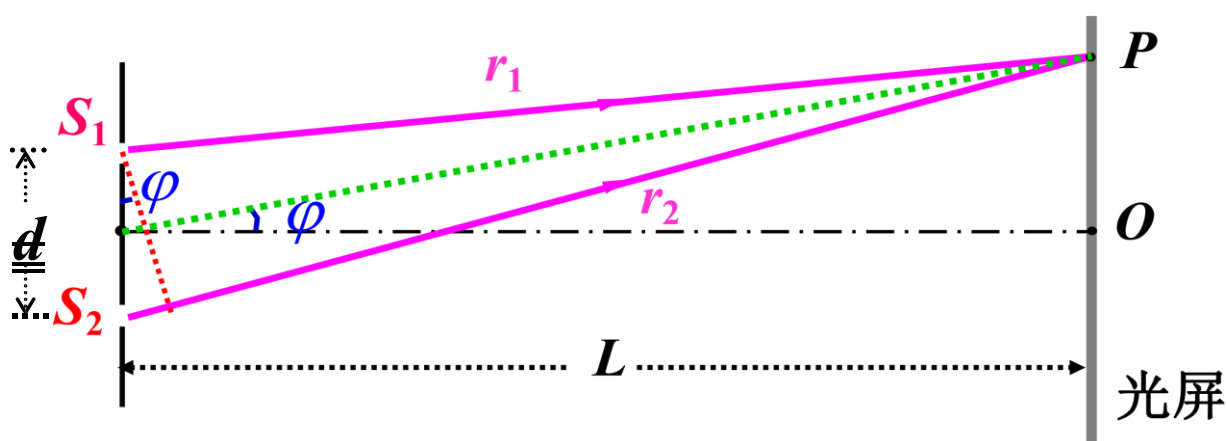
分光计、双面平面镜、 衍射光栅、汞光源.



三、 实验原理

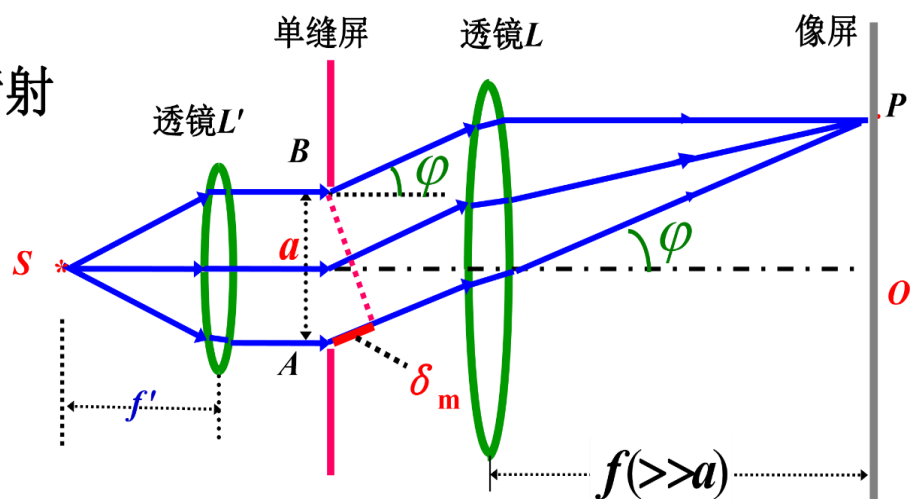
- 1.光栅的衍射条纹是光在每一条狭缝的衍射和不同 狭缝光波干涉的总的效果:

①双缝干涉



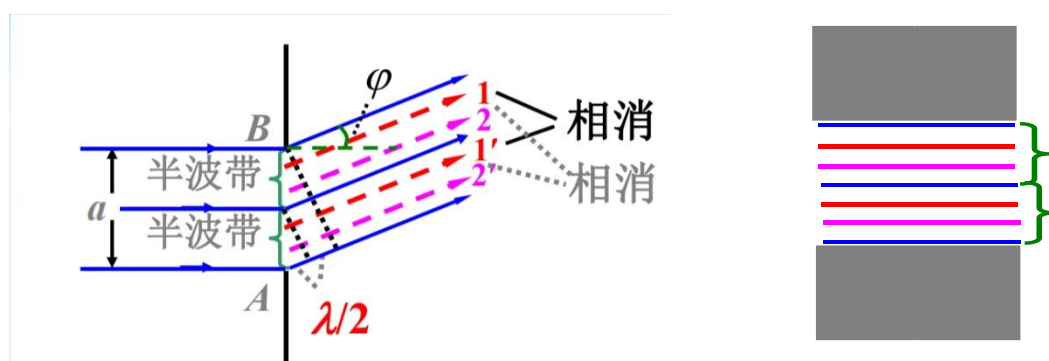
$$\delta = r_1 - r_2 \approx d \sin \varphi = \begin{cases} k\lambda (k = 0, 1, 2 \dots) \text{明} \\ (2k - 1)\lambda / 2 (k = 1, 2 \dots) \text{暗} \end{cases} \quad (1)$$

②单缝衍射



单缝边缘衍射角为 φ 的平行光线到达像屏具有最大光程差为

$$\delta_m = a \sin \varphi \begin{cases} 0 \text{ 中央亮度} \\ \pm k \lambda (k = 1, 2, \dots) \text{ 暗纹} \\ \pm (2k + 1) \lambda / 2 (k = 1, 2, \dots) \text{ 亮纹} \end{cases} \quad (2)$$



$$\delta_m = a \sin \varphi = \pm 2k \frac{\lambda}{2} (k = 1, 2, \dots) \quad (3)$$

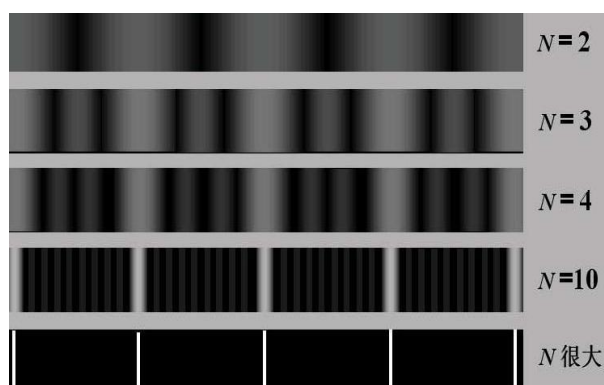
将缝分为 $2k$ 个“半波带”,偶数个“半波带”发出的光在光屏处干涉相消, 形成暗纹.

$$\delta_m = a \sin \varphi = \begin{cases} \pm k \lambda (k = 1, 2, \dots) \text{ 暗} \\ \pm (2k + 1) \lambda / 2 (k = 1, 2, \dots) \text{ 明} \end{cases} \quad (4)$$

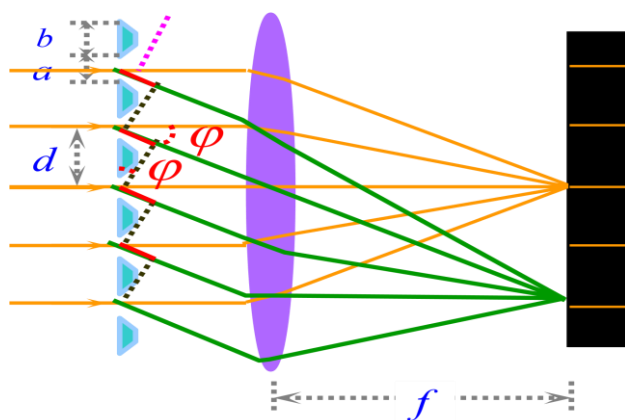
将缝分为 $2k+1$ 个“半波带”,偶数个“半波带”干涉相消,剩一个“半波带”发出的光在 P 点处叠加,形成亮纹, 亮度降低.

2.光栅衍射图样:

明条纹很亮很窄, 相邻两明条纹间有较暗较宽的背景; 且随光栅缝数增加, 明条纹越窄越亮, 明条纹间的暗背景也越暗.



(1)光栅方程(主明条纹条件)



①相邻两缝衍射角为 φ 的光线光程差满足

$$(a+b)\sin\varphi = \pm k\lambda \quad (k=0,1,2,\dots) \quad (5)$$

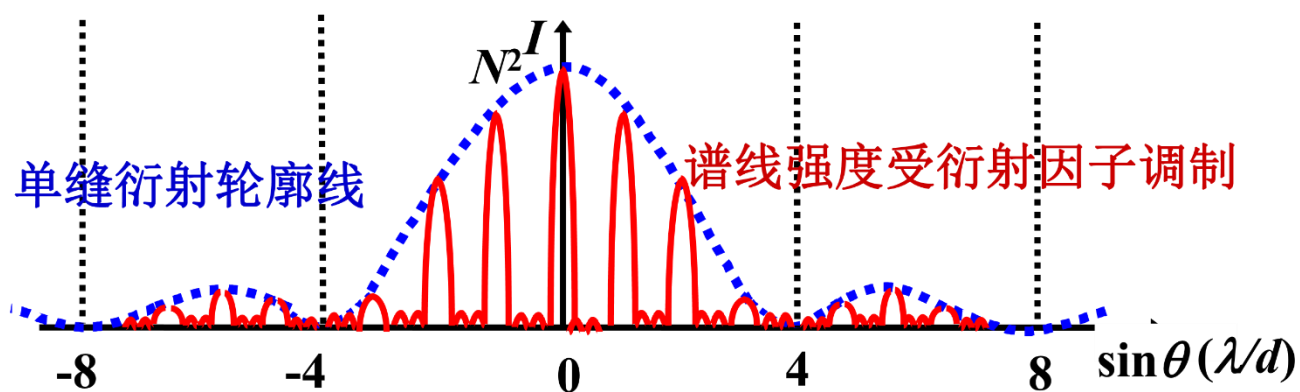
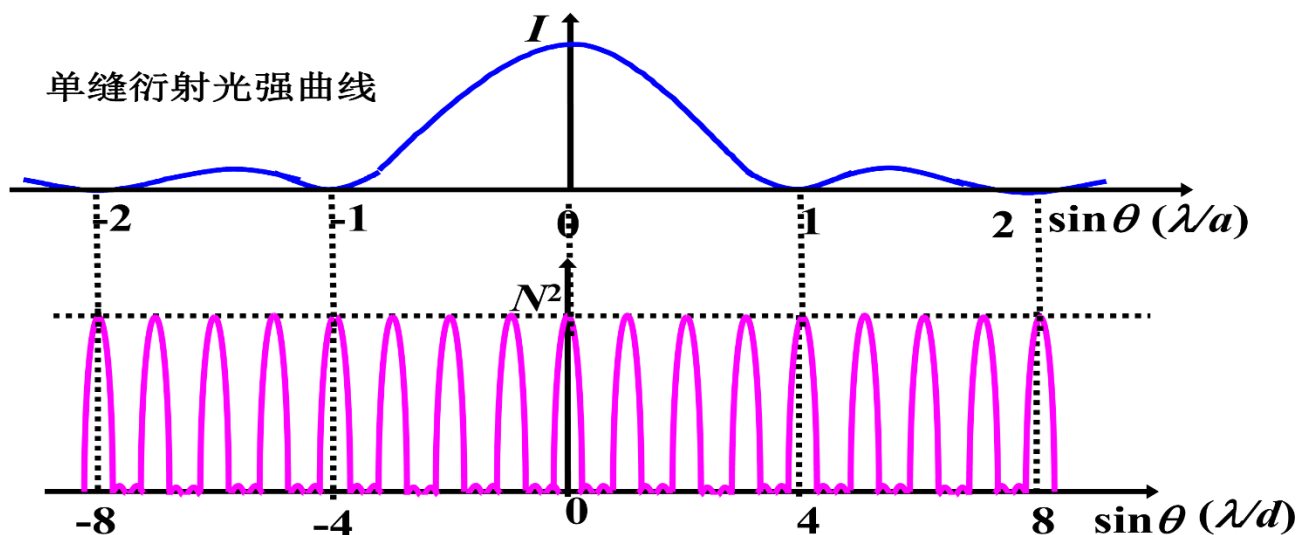
主极大的最高级数

$$a\sin\varphi = \pm k'\lambda \quad (k'=1,2,3,\dots) \quad (6)$$

(2)谱线的缺级

①光栅方程(主明纹), 同公式 (5)

②单缝衍射(暗纹)



$$a \sin \varphi = k' \lambda \quad (k' = 1, 2, 3 \cdots) \quad (7)$$

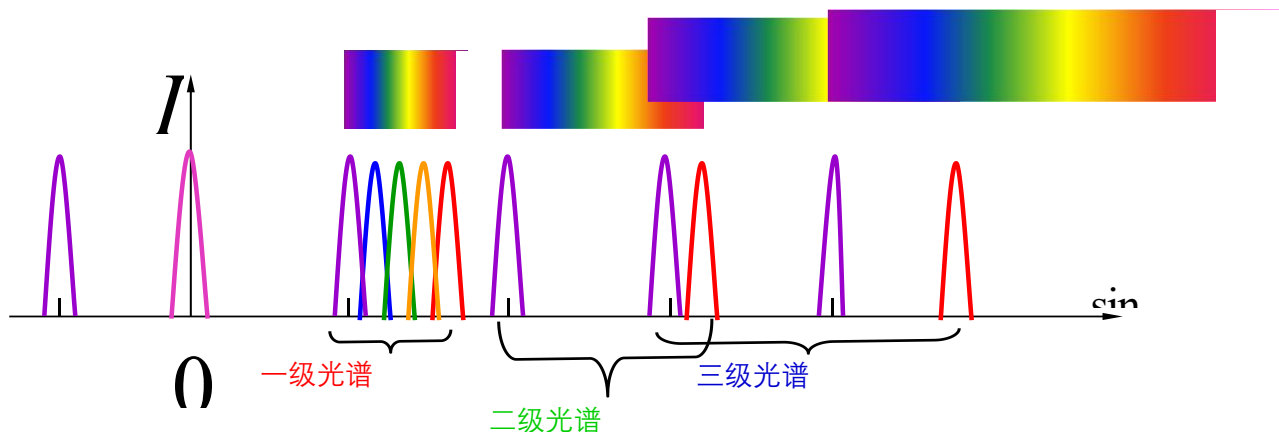
③合成结果为暗纹,称为谱线缺级.

$$k = \frac{a+b}{a} k' \quad (k' = 1, 2, 3 \cdots) \quad (8)$$

3.衍射光谱

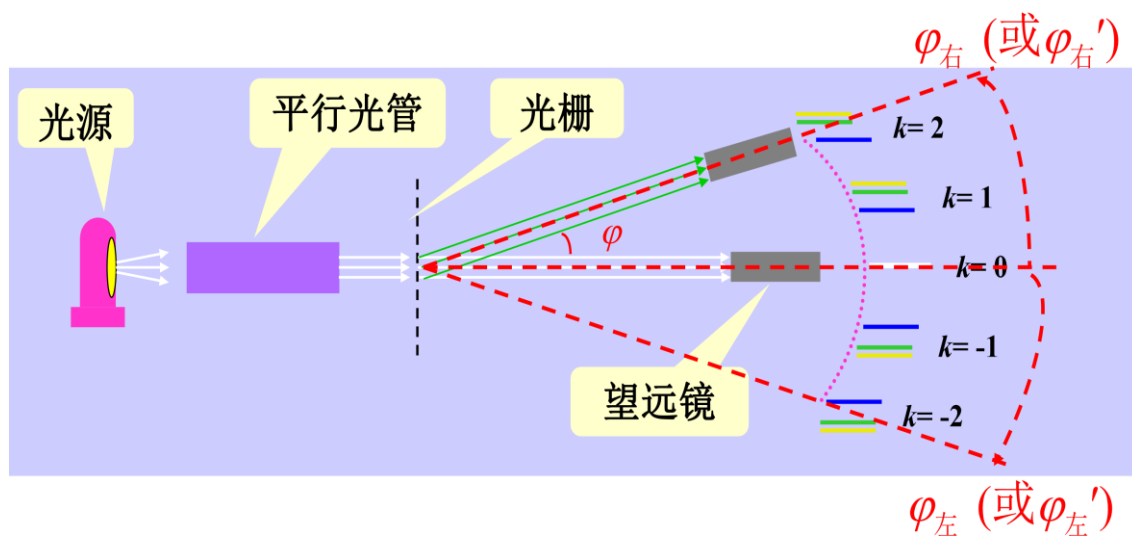
$$(a+b)\sin\varphi = \pm k\lambda (k=0,1,2,\dots)$$

白光入射时， λ 不同， φ_k 不同，按波长分开形成光谱。



4.衍射光谱实验观测示意图

$$(a+b)\sin\varphi = \pm k\lambda (k=0,1,2,\dots)$$

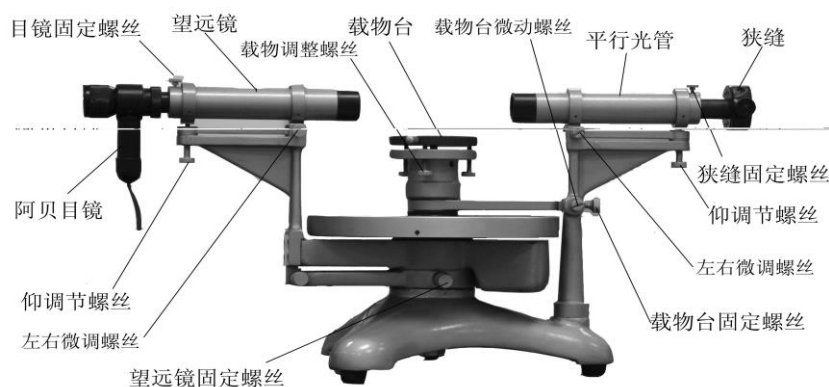


光谱的偏转角

$$\varphi = \frac{|\varphi_{\text{右}} - \varphi_{\text{左}}| + |\varphi'_{\text{右}} - \varphi'_{\text{左}}|}{4} \quad (9)$$

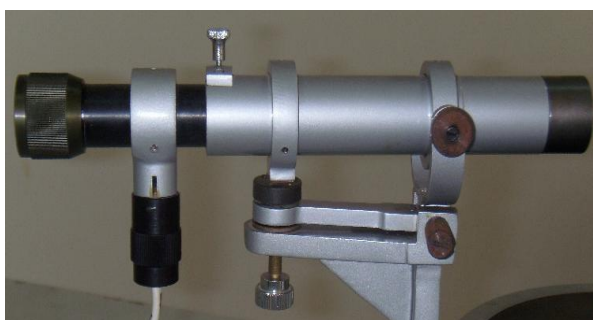
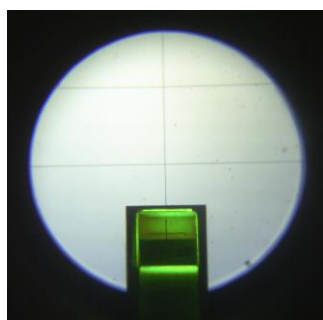
四、实验内容及步骤

1.分光计调节：三聚焦、三垂直望远镜聚焦到无穷远，望远镜的光轴对准仪器的中心转轴并与中心转轴垂直；平行光管出射平行光，且光轴与望远镜光轴共轴；待测光学元件的表面与中心转轴平行。



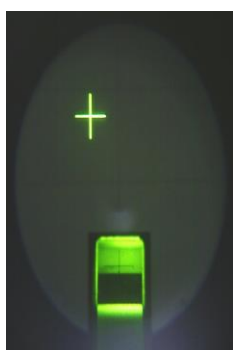
(1)目镜调焦：

通过调节目镜旋转手轮，使望远镜黑色分划板清晰成像。



(2)望远镜对无穷远调焦：

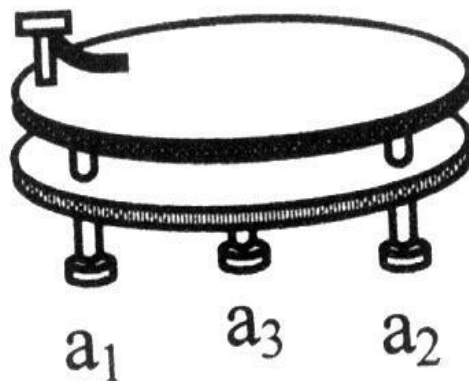
将双面反射镜紧贴望远镜筒，前后移动目镜装置，使绿“+”字像清晰成像在分划板上。



(3)调节望远镜光轴、载物台与分光计中心转轴垂直：

①将载物台的三个调平螺丝自然放松，使载物台成自然放置状态(即基本水平)；或根据需要把调平螺丝升起大致相同高度，使载物台基本水平.

*粗调到基本水平, 是后续细调(各调一半法)的基础，非常重要！

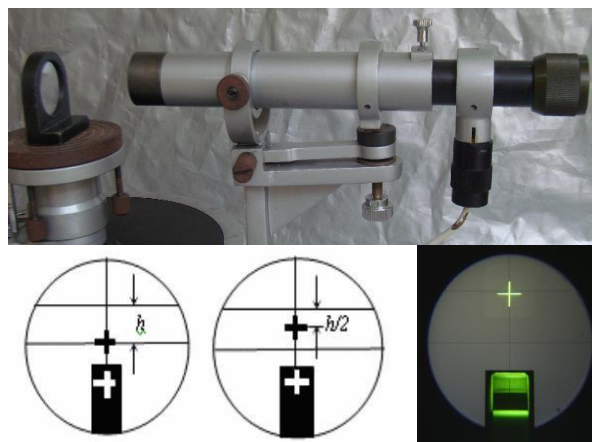
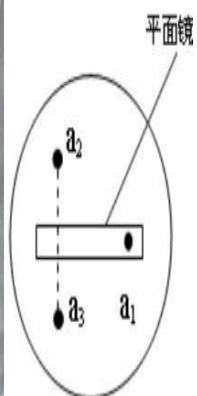


②目测粗调调节望远镜、平行光管的仰角螺丝，使望远镜、平行光管基本共轴；

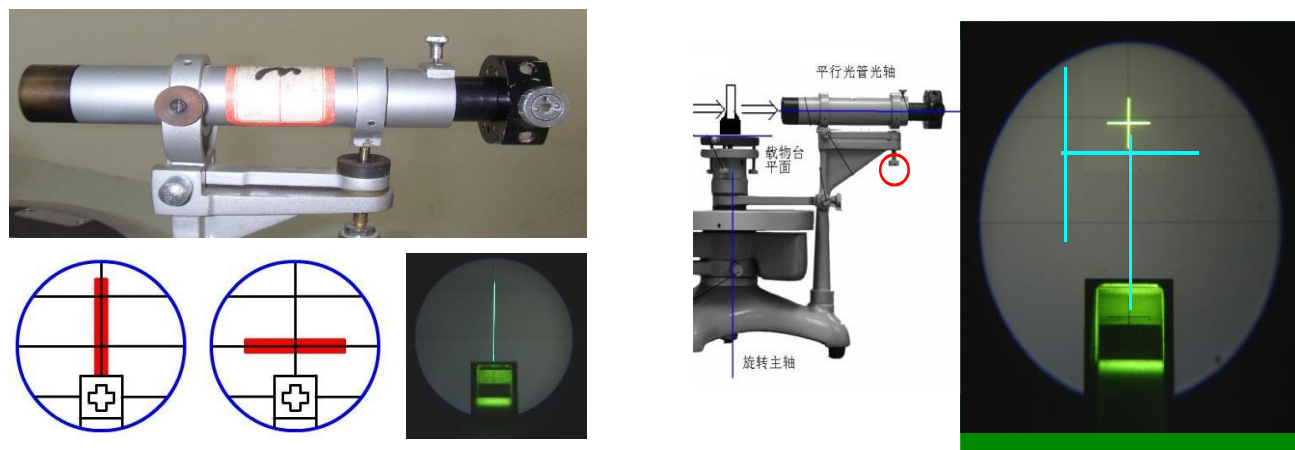


③将双面反光镜放上载物台，使其底边与载物台任意两调平螺丝的连线垂直.

④各调一半法，反复转动载物台，调节两调平螺丝使绿“+”字像到标准位置.



(4)平行光管聚焦，并使其与载物台转轴垂直。



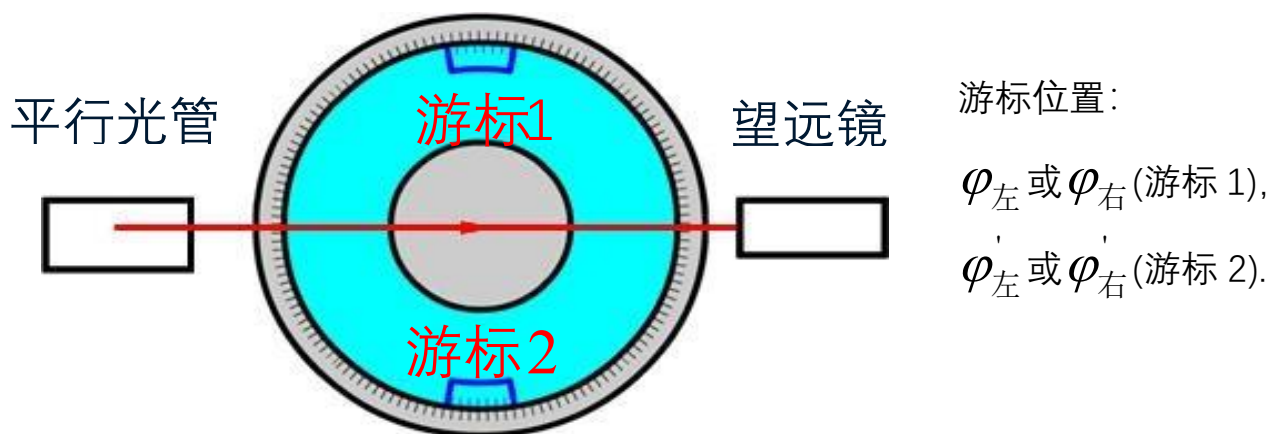
各主要步骤调整前、后的状态(三聚焦、三垂直)

	目镜	物镜	望远镜与载	平行光管	狭缝	平行光管与
	调焦	调焦	物台轴垂直	调焦	调宽	载物台轴垂直
调整前						
调整后						

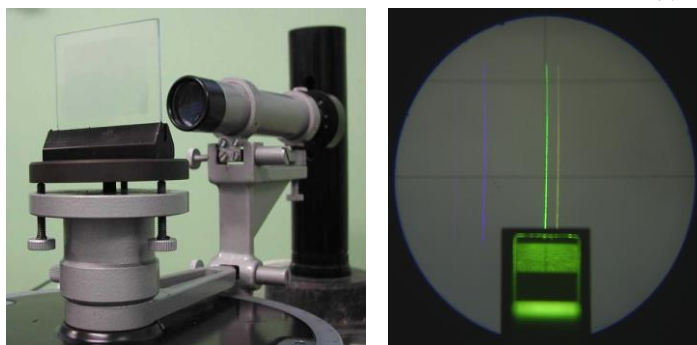
2.对标光栅常数

低压汞灯主要谱线

- 黄： 576.96 579.07 绿 546.07
- 青： 491.60 蓝:435.83
- 紫： 407.78 404.66



- ①竖准线先对准 $-k$ 级绿线光谱, 读出相应游标位置 $\varphi_{左}$ (游标 1)、 $\varphi'_{左}$ (游标 2);
 再对准 k 级绿线光谱, 读出相应游标位置 $\varphi_{右}$ (游标 1)、 $\varphi'_{右}$ (游标 2).



光谱的偏转角

$$\varphi = \frac{|\varphi_{右} - \varphi_{左}| + |\varphi'_{右} - \varphi'_{左}|}{4} \quad (9)$$

- ②根据光栅方程计算光栅常数.

$$d = k\lambda / \sin \varphi \quad (10)$$

3.光波波长测量 改测光栅衍射的蓝色、黄色 1 光谱, 确定其波长.

五、实验数据记录

色光	$\varphi_{\text{左}}$	$\varphi'_{\text{左}}$	$\varphi_{\text{右}}$	$\varphi'_{\text{右}}$
绿				
蓝				
黄 1				

色光	$ \varphi_{\text{右}} - \varphi_{\text{左}} $	$ \varphi'_{\text{右}} - \varphi'_{\text{左}} $	φ	$\sin \varphi$
绿				
蓝				
黄 1				