

# 一. 实验目的

1. 掌握分光计的调整与使用
2. 学习利用衍射光栅测定光波波长及光栅常数

# 二. 实验器材

分光仪, 光栅, 平面反射镜, 汞灯

# 三. 实验原理

光栅是平行等宽、等间距的多狭缝, 垂直光栅表面入射的光栅方程:  $d \sin \theta = k \lambda$

经过光栅后不同波长的光在空间角方向上分开, 并按一定顺序排列, 这是光栅分光原理.

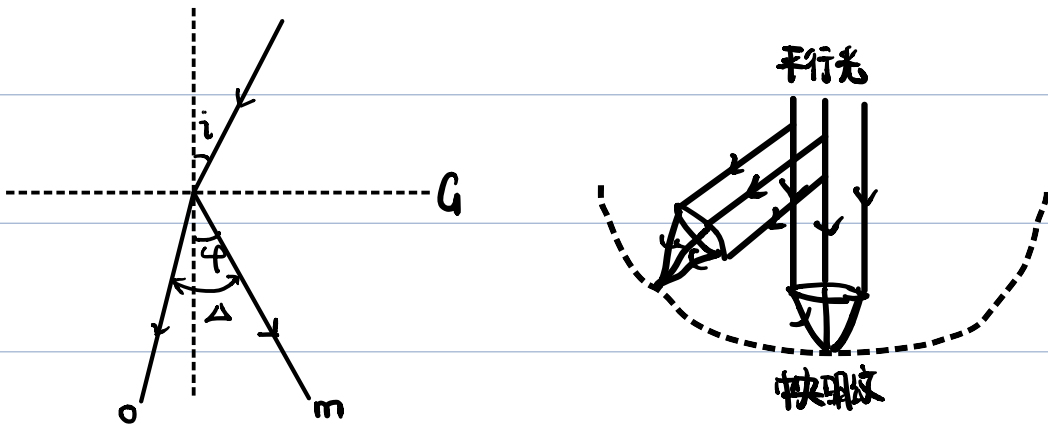
当入射光与光栅法线成角度  $\varphi$  时, 光栅两级衍射角为  $\theta_{\pm}$  光栅方程为

$$\sin \varphi - \sin \theta_{-} = -\frac{k \lambda}{d} \quad \sin \varphi + \sin \theta_{+} = \frac{k \lambda}{d}$$

将两方程相减得:  $\sin \frac{\theta_{+} + \theta_{-}}{2} = \frac{k \lambda}{d}$

光栅常数为:  $d = a + b$  ( $a$  为狭缝宽度,  $b$  为相邻狭缝间不透光宽度)

光栅角色散:  $\frac{d\theta}{d\lambda} = \frac{k}{d \cos \theta}$  (光栅角色散与光栅级数成正比, 与光栅常数和衍射角余弦值成反比)



## 四. 实验内容

### 1. 调节分光仪

- (1) 目测粗调：使望远镜和平行光管大致垂直仪器转轴
- (2) 利用自准直法将望远镜调焦于无限远处
- (3) 用各半调节法使望远镜光轴与仪器转轴垂直。
- (4) 调节平行光管使之出射平行光
- (5) 调节平行光管光轴与仪器转轴垂直。

### 2. 调节光栅：

(1) 平行光垂直入射光栅表面：

调节 $V_1$ ， $V_2$ 使光栅反射回的叉丝像与叉丝重合

(2) 光栅刻痕与仪器转轴、狭缝平行：

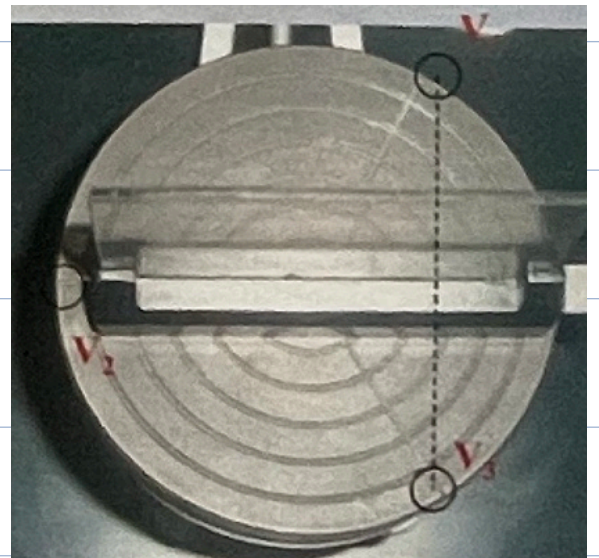
转动望远镜观察零级谱线两侧的一级二级谱线，并调节 $V_2$  旋转狭缝，使两级谱线均与叉丝中心

横线垂直，并上下对称

### 3. 测量光栅常数

### 4. 测量汞灯双黄线波长

## 五. 数据记录与处理



### 1. 光栅常数测量

波长 (nm)	级数	衍射角位置			角度 $\theta_+ + \theta_-$	无偏心差角度 $\frac{\theta_+ + \theta_-}{2}$	光栅 常数/nm
		游标号	+k级	-k级			
546.1	1	左	37°31'	56°20'	18°49'	9°24'30"	3340.7
		右	217°35'	236°24'	18°49'		
546.1	2	左	27°44'	65°58'	38°14'	19°6'30"	3336.4
		右	207°47'	245°59'	38°12'		

### 2. 汞双黄线的波长

汞黄线	级数	衍射角位置			角度 $\theta_+ + \theta_-$	无偏心差角度 $\frac{\theta_+ + \theta_-}{2}$	波长 (nm)
		游标号	+k级	-k级			
黄1	2	左	26°37'	67°5'	40°28'	20°13'30"	577.1
		右	206°40'	247°6'	40°26'		
黄2	2	左	26°30'	67°10'	40°40'	20°21'	580.5
		右	206°30'	247°14'	40°44'		

### 3. 汞黄线处角色散

$$\frac{d\theta}{d\lambda} = \frac{k}{d \cos\theta} = 6.4 \times 10^{-4} \text{ rad/nm}$$

### 4. 光栅常数和波长的绝对误差

由  $d = \frac{k\lambda}{\sin\theta}$  , 其中:  $\theta_0 = 9^\circ 25' \pm 1'$

$$\Delta_d = \sqrt{\sum_{k=1}^n \left( \frac{\partial d}{\partial \theta} \Delta_\theta \right)^2} \Big|_{\theta=\theta_0} \cdot \bar{d} = 5.85 \text{ nm}$$

即绝对误差为 5.85nm

$$\text{由 } \lambda = \frac{d \sin \theta}{k}, \text{ 其中 } \theta = 20^\circ 21' \pm 1'$$

$$\Delta \lambda = \sqrt{\left( \frac{\partial \lambda}{\partial \theta} \cdot \Delta \theta \Big|_{\theta = \theta_0} \right)^2} = 0.45 \text{ nm},$$

即绝对误差为 0.45 nm