



南开大学

作业纸

2212266

系别 工科试验班 班级 电光5班 姓名 张恒硕 第 1 页

且别座号: 63

日期: 3月31日, 星期五下午

光学实验报告: 衍射光栅研究

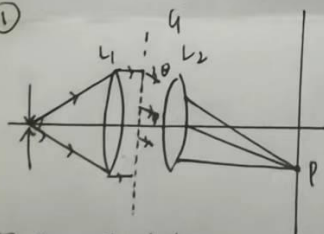
预习部分

目的要求: 了解光栅的分光特性
测量光栅常数

仪器用具: 分光仪, 平面透射光栅, 平面反射镜, 低压汞灯

原理: 利用栅状物的透过率对入射光振幅在空间上进行调制, 使倾斜斜照射的复色光中不同波长的光按顺序分开排列。

①



G : 衍射光栅

(N 个宽 a 的狭缝, 间距 b)

垂直入射: $(a+b) \sin \theta = k\lambda$ 级次

成角入射: $(a+b)(\sin \varphi \pm \sin \theta) = k\lambda$ 光栅常数 d
+ 同侧 - 两侧

② 汞灯谱线波长

波长(nm)	579.1	577.0	546.1	491.6	435.3	407.8	404.7
颜色	黄	绿	深绿	蓝	紫		
相对强度	强	强	强	弱	强	弱	强

③

$$\begin{aligned} \sin \varphi - \sin \theta_- &= -\frac{k\lambda}{a} \\ \sin \varphi + \sin \theta_+ &= \frac{k\lambda}{a} \end{aligned} \quad \text{其中 } |\theta_+ - \theta_-| = \varphi$$

$$\therefore \sin \frac{\theta_+ + \theta_-}{2} \cos \frac{\varphi}{2} = \frac{k\lambda}{a}$$

$$\varphi \text{ 很小, } \cos \frac{\varphi}{2} \approx 1$$

$$\text{即 } \sin \frac{\theta_+ + \theta_-}{2} = \frac{k\lambda}{a}$$

④ 定值误差: $\frac{|\lambda_{测} - \lambda_{真}|}{\lambda_{真}} \times 100\%$

⑤ 角色散 $D = \frac{|\varphi_1 - \varphi_2|}{2.1 \text{ nm}} = \frac{1\varphi_1 - \varphi_2}{2.1 \text{ nm}}$

实验部分

调节分光仪、光栅

$\lambda_{绿} = 546.1 \text{ nm}$, $k = 1$

读数窗	1级	-1级	2级	2级'	φ_k	$\sin \varphi_k$	d
一号	33°38'	35°31'	18°53'	18°54'	9°27'	0.164	3326
二号	159°40'	178°35'	183°5'			1868	

$$d = \frac{k \lambda_{绿}}{\sin \varphi_k} = \frac{1 \cdot 546.1}{0.1641868} \approx 3326$$

$\lambda_{黄1} = 577.0 \text{ nm}$ $\lambda_{黄2} = 579.1 \text{ nm}$

$k = 1$, $d = 3326$

黄光	读数窗	1级	-1级	2级	2级'	φ_k	$\sin \varphi_k$	λ
1	一号	33°4'	35°2'	19°32'	19°56'	9°32'	0.173	575.6 nm
	二号	159°40'	179°4'	193°4'			075	
2	一号	33°2'	35°2'	20°	20°	10°	0.173	577.6 nm
	二号	159°3'	179°5'	20°			643	

$$\lambda_{黄1}' = \frac{d \sin \varphi_1}{k} = \frac{3326 \cdot 0.173075}{1} \approx 575.6 \text{ nm}$$

$$\lambda_{黄2}' = \frac{d \sin \varphi_2}{k} = \frac{3326 \cdot 0.173643}{1} \approx 577.6 \text{ nm}$$

定值误差:

$$k_1 = \frac{|\lambda_{真1} - \lambda_{黄1}'|}{\lambda_{真1}} = \frac{|577.0 - 575.6|}{577.0} \approx 0.24\%$$

$$k_2 = \frac{|\lambda_{真2} - \lambda_{黄2}'|}{\lambda_{真2}} = \frac{|579.1 - 577.6|}{579.1} \approx 0.26\%$$

角色散:

$$D = \frac{|\varphi_1 - \varphi_2|}{2.1 \text{ nm}} = \frac{110^\circ - 9^\circ 53' 1'' \cdot \pi}{2.1} \approx 0.050 \text{ rad/nm}$$

考查题

1. 满足
 - 光栅平行光垂直照射光栅表面
 - 光栅刻痕与仪器转轴平行
 - 狭缝与光栅刻痕平行
2. 旋转刻度盘 180° 前后, ~~光栅~~ 叉丝像与叉丝重合
叉丝像清晰且没有视差
狭缝像上下对称于视场中心的水平叉丝
3. 使旋转刻度盘 180° 前后, 光栅位置不变
4. 不能, 不能再改变载物台的俯仰

思考题

1. 有影向, 可重新放置光栅于仪器转轴位置

$$2. \Delta x = L \cdot \lambda / d$$

$$\Delta x' = \frac{L(\lambda_1 - \lambda_2)}{d}$$

可提升 L , 即增大光栅到望远镜的距离

3. 略