

班级 自动化7班 学号 220320726 姓名 彭尚品

教师签字

赵恩贵

实验日期 2024/3/29

预习成绩 2.0

总成绩

分光计的调节及应用

一、预习

1. 分光计调节的主要步骤与要点;
2. 如何调整望远镜光轴与分光计的中心轴垂直, 何为“各半调节法(对半调节法)”?
3. 衍射光栅测定光的波长工作原理是什么?

答: 1. ① 调节望远镜目镜, 直至能看到分划板上清晰的基准线

② 调节望远镜物镜, 使望远镜聚焦到无穷远

③ 望远镜光轴与载物台转轴垂直(粗调)

④ 望远镜光轴与载物台转轴垂直(细调)

⑤ 调整平行光管与望远镜光轴同轴

2. 先粗调再细调

(1) 粗调: 放置双面反射镜, 使其与载物台上一条刻线重合, 镜面正对望远镜
调节望远镜俯仰螺钉和载物台的三颗螺钉, 直至双面反射镜两个反射面
反射回来的绿色十字像都能被观察到

(2) 细调: 第一步: 用“各半调节法”

第二步: 再将载物台连同双面反射镜转过 180° , 再利用“各半调节法”

“各半调节法”: 先调节望远镜俯仰角, 使十字像的水平线与上基准线高度差减小一半, 然后调整载物台下方靠近望远镜的螺钉, 直至水平线与上基准线对齐

3. 当光垂直入射到衍射光栅面上时, 根据单缝衍射和多光束干涉原理可知, 透过狭缝的光沿着衍射各方向传播, 经透镜会聚后发生多光束干涉, 并在焦平面上形成一系列明纹, 光栅方程为
$$\delta = d[\sin(\theta) - \sin(\theta_k)] = k\lambda$$
 ($k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$)

通过调节使 $\theta=0$, 即 $\delta = d\sin(\theta_k) = k\lambda$ ($k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$)

求得波长 $\lambda = \frac{d\sin\theta_k}{k}$

二、原始数据记录

表 1 用衍射光栅测定光的波长实验数据

颜色	衍射级次 k	+		-		标准波长 (nm)
		θ_1	θ_2	θ'_1	θ'_2	
绿	1	250°20'	70°18'	231°29'	51°27'	546.1
	2	259°59'	80°1'	221°3'	41°5'	
	3	270°7'	90°10'	211°21'	31°20'	
黄 1	1	250°50'	70°45'	230°45'	50°51'	577.0
	2	261°1'	81°2'	220°23'	40°28'	
	3	271°55'	91°41'	209°12'	29°10'	
黄 2	1	250°54'	70°52'	230°51'	50°52'	579.1
	2	261°7'	81°11'	220°29'	40°27'	
	3	272°54'	92°52'	210°1'	30°3'	

表 2 测三棱镜材料折射率实验数据

操作	θ_1	θ_2	θ'_1	θ'_2
测三棱镜顶角	168°38'	348°40'	48°57'	228°53'
测三棱镜最小偏向角	298°15'	118°9'	246°30'	66°28'

教师	姓名
签字	赵恩贵

29

三、数据处理

1. 分别计算相应三种颜色的光（绿光、黄光 1、黄光 2）在衍射级次 $k=1、2、3$ 时波长的测量值 λ_k ，并计算波长平均值 $\bar{\lambda}$ ，将 $\bar{\lambda}$ 与汞灯波长的标准值相比较，计算测量的相对误差。要求写出完整的计算过程，包括所用公式和代入实验数据后的表达式。
2. 计算衍射光栅对黄光 1 和黄光 2 在衍射级次 $k=1、2、3$ 时的角色散率 D_k 。
3. 计算三棱镜的顶角、绿光对应的最小偏向角，计算三棱镜材料对绿光的折射率，双黄光的折射率测量为选做内容。

答：

1、实验中为测衍射角，测量的是 $\pm k$ 级衍射条纹对应的角度数据，而且为了避免偏心差，每条衍射条纹对应的角度都从两个间隔 180 的游标各读取一个数值。分别计算每个游标两次读数之差，再取平均值，这样就得到去除偏心差后的 $\pm k$ 级衍射条纹之间的张角，将其再除以 2，就得到 $\pm k$ 级衍射条纹相对于中心明纹的衍射角。

计算结果如下，其中光栅常量 $d=1/300$ mm

颜色	衍射级次 k	$\psi_k = \frac{(\theta_1 - \theta_1') + (\theta_2 - \theta_2')}{4}$	$\lambda_k = \frac{d \sin(\psi_k)}{k}$ (nm)	波长平均值 $\bar{\lambda}$ (nm)	标准波长 (nm)	相对 误差
绿	1	9.425	545.854	548.911	546.1	0.515 %
	2	19.467	555.431			
	3	29.400	545.449			
黄 1	1	9.996	578.588	578.065	577.0	0.185 %
	2	20.300	578.226			
	3	31.308	577.382			
黄 2	1	10.013	579.543	579.406	579.1	0.053 %
	2	20.341	579.363			
	3	31.425	579.313			

2、衍射光栅对某波长为 λ 的光束在衍射级次 k 时的角色散率 D_k 由下式给出：

$$D_k = \frac{k}{d \cos \theta}$$

计算结果如下：

颜色	衍射级次 k	$\psi_k = \frac{(\theta_1 - \theta_1') + (\theta_2 - \theta_2')}{4}$	$D_k = \frac{k}{d \cos \theta}$ (mm^{-1})
黄 1	1	9.996	304.62
	2	20.300	639.73
	3	31.308	1053.39
黄 2	1	10.013	304.64
	2	20.341	639.91
	3	31.425	1054.69

3、计算三棱镜的顶角、绿光对应的最小偏向角，计算三棱镜材料对绿光的折射率

(1) 计算三棱镜顶角，公示如下：

$$A = \pi - \frac{|\theta_1 - \theta_1'| + |\theta_2 - \theta_2'|}{2}$$

操作	θ_1	θ_2	θ_1'	θ_2'	A
测三棱镜顶角	168°38'	348°40'	48°57'	228°53'	60°16'

即三棱镜顶角为 $A = 60^\circ 16'$

(2) 计算绿光对应的最小偏向角，公式如下：

$$\delta_{\min} = \frac{|\theta_1 - \theta_1'| + |\theta_2 - \theta_2'|}{2}$$

操作	θ_1	θ_2	θ_1'	θ_2'	A
测三棱镜最小偏向角	298°15'	118°9'	246°30'	66°28'	51°43'

即绿光对应的最小偏向角为 $\delta_{\min} = 51^\circ 43'$

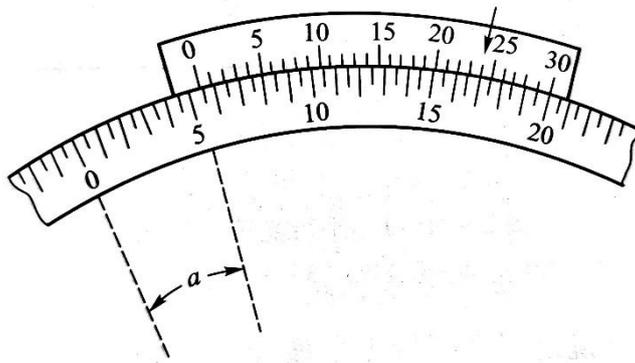
计算三棱镜材料对绿光的折射率，公式如下：

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\delta_{\min} + A}{2}\right)}{\sin\frac{A}{2}}$$

计算得到 $n = 1.651$

四、讨论题

1. 应用分光计进行测量之前，应调节到何种状态？
2. 按游标原理，读出下图中的角度数。



答：

1、

- (1) 望远镜聚焦于无穷远，能接收平行光；
- (2) 望远镜光轴与载物台转轴垂直；
- (3) 平行光管发射出平行光，并与望远镜光轴同轴。

2、5 大格+ 24 小格对齐， $5^{\circ}24'$