

班级

学号

姓名

教师签字

实验日期 2025.11.23

预习成绩

1.7

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?

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, 经过粗调和细调

(3) 平行光管发射出平行光, 并与望远镜光轴同轴

2. 粗调: 调节望远镜俯仰和载物台螺钉, 确保双面镜两反射面均能反射绿十字像.

细调: 各半调节法

若绿十字像与分划板基准线有高度差, 先调望远镜俯仰减小一半高度差, 再调载物台螺钉补齐, 反复翻转双面镜直至两面反射像均对齐.

3. 光栅通过多缝干涉和单缝衍射使复色光分光, 正入射时光栅方程为  $d \sin \psi_k = k \cdot \lambda$ ,

已知光栅常数  $d$ , 测量衍射角  $\psi_k$ , 可计算波长  $\lambda$

## 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 <i>k</i>	+		-		标准波长 (nm)
		$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta'_1$	$\theta''_2$	
绿	1	300°20'	120°21'	319°11'	139°11'	546.1
	2	290°42'	110°41'	328°55'	148°55'	
	3	280°22'	100°22'	339°13'	159°12'	
黄 1	1	299°52'	119°52'	319°44'	139°46'	577.0
	2	289°33'	109°35'	330°1'	150°1'	
	3	278°30'	98°31'	341°0'	161°0'	
黄 2	1	299°41'	119°41'	319°51'	139°52'	579.1
	2	289°25'	109°26'	330°10'	150°11'	
	3	278°20'	98°20'	341°13'	161°13'	

表 2 测三棱镜材料折射率实验数据

操作	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta'_1$	$\theta''_2$
测三棱镜顶角	298°0'	118°0'	178°0'	358°0'
测三棱镜最小 偏向角	349°43'	169°43'	297°58'	117°59'

教师	姓名
签字	

## 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  $\lambda_k$ , 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。

$$1. d \sin \theta = k \lambda \Rightarrow \lambda = \frac{d \sin \theta}{k}$$

$$d = \frac{1}{300} \text{ mm} \approx 3.333 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$\theta = \frac{|\theta_1 - \theta_0| + |\theta_2 - \theta_0|}{4}$$

$$(1) \text{ 绿光 } \lambda_0 = 546.1 \text{ nm}$$

级次	衍射角θ	$\sin \theta$	测量波长λ(nm)
1	9°25.25'	0.1636	545.3
2	19°6.75'	0.3270	545.0
3	29°25.25'	0.4915	546.1

$$\therefore \bar{\lambda} = \frac{545.3 + 545.0 + 546.1}{3} \approx 545.5 \text{ nm}$$

$$E \approx \left| \frac{545.5 - 546.1}{546.1} \right| \times 100\% \approx 0.11\%$$

$$(2) \text{ 黄光1 } \lambda_0 = 577.0 \text{ nm}$$

级次	衍射角θ	$\sin \theta$	测量波长λ(nm)
1	9°56.5'	0.1726	575.3
2	20°13.5'	0.3456	576.0
3	31°14.75'	0.5183	575.9

$$\bar{\lambda} = \frac{575.3 + 576.0 + 575.9}{3} \approx 575.7 \text{ nm}$$

$$E \approx \left| \frac{575.7 - 577.0}{577.0} \right| \times 100\% \approx 0.22\%$$

$$(3) \text{ 黄光2 } \lambda_0 = 579.1 \text{ nm}$$

级次	衍射角θ	$\sin \theta$	测量波长λ(nm)
1	10°5.25'	0.1750	583.3
2	20°25'	0.3480	580.0
3	31°30'	0.5225	580.6

$$\bar{\lambda} = \frac{583.3 + 580.0 + 580.6}{3} \approx 581.3 \text{ nm}$$

$$E = \left| \frac{581.3 - 579.1}{579.1} \right| \times 100\% \approx 0.38\%$$

$$2. D = \frac{k}{d \cos \theta}$$

$$k=1 : \text{黄光1: } \theta = 9^{\circ}56.5', \cos \theta \approx 0.9850$$

$$D_1 = \frac{1}{3.333 \times 10^{-6} \times 0.9850} \approx 3.04 \times 10^5 \text{ rad/m}$$

$$\text{黄光2: } \theta = 10^{\circ}5.25', \cos \theta \approx 0.9845$$

$$D_1 = \frac{1}{3.333 \times 10^{-6} \times 0.9845} \approx 3.04 \times 10^5 \text{ rad/m}$$

$$k=2 : \text{黄光1: } \theta = 20^{\circ}13.5', \cos \theta \approx 0.9387$$

$$D_2 = \frac{2}{3.333 \times 10^{-6} \times 0.9387} \approx 6.37 \times 10^5 \text{ rad/m}$$

$$\text{黄光2: } \theta = 20^{\circ}22.5', \cos \theta \approx 0.9370$$

$$D_2 = \frac{2}{3.333 \times 10^{-6} \times 0.9370} \approx 6.40 \times 10^5 \text{ rad/m}$$

$$k=3 : \text{黄光1: } \theta = 31^{\circ}14.75', \cos \theta \approx 0.8555$$

$$D_3 = \frac{3}{3.333 \times 10^{-6} \times 0.8555} \approx 1.05 \times 10^6 \text{ rad/m}$$

$$\text{黄光2: } \theta = 31^{\circ}26.5', \cos \theta \approx 0.8535$$

$$D_3 = \frac{3}{3.333 \times 10^{-6} \times 0.8535} \approx 1.06 \times 10^6 \text{ rad/m}$$

3. (1) 三棱鏡頂角 A:

$$A = 180^\circ - \frac{|\theta_1 - \theta'_1| + |\theta_2 - \theta'_2|}{2}$$

$$|\theta_1 - \theta'_1| = |298^\circ 0' - 178^\circ 0'| = 120^\circ$$

$$|\theta_2 - \theta'_2| = |118^\circ 0' - 358^\circ 0'| = 120^\circ$$

$$\therefore A = 180^\circ - 120^\circ = 60^\circ$$

(2) 緑光最小偏折角  $\delta_{\min}$ :

$$\delta_{\min} = \frac{|\theta_1 - \theta'_1| + |\theta_2 - \theta'_2|}{2}$$

$$|\theta_1 - \theta'_1| = |349^\circ 43' - 297^\circ 58'| = 51^\circ 45'$$

$$|\theta_2 - \theta'_2| = |169^\circ 43' - 117^\circ 59'| = 51^\circ 44'$$

$$\therefore \delta_{\min} \approx 51^\circ 44.5'$$

(3) 三棱鏡對綠光的折射率 n

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

把  $A = 60^\circ$ ,  $\delta_{\min} = 51^\circ 44.5'$  代入得:

$$\frac{A + \delta_{\min}}{2} \approx 55^\circ 52.25', \sin 55^\circ 52.25' \approx 0.8275$$

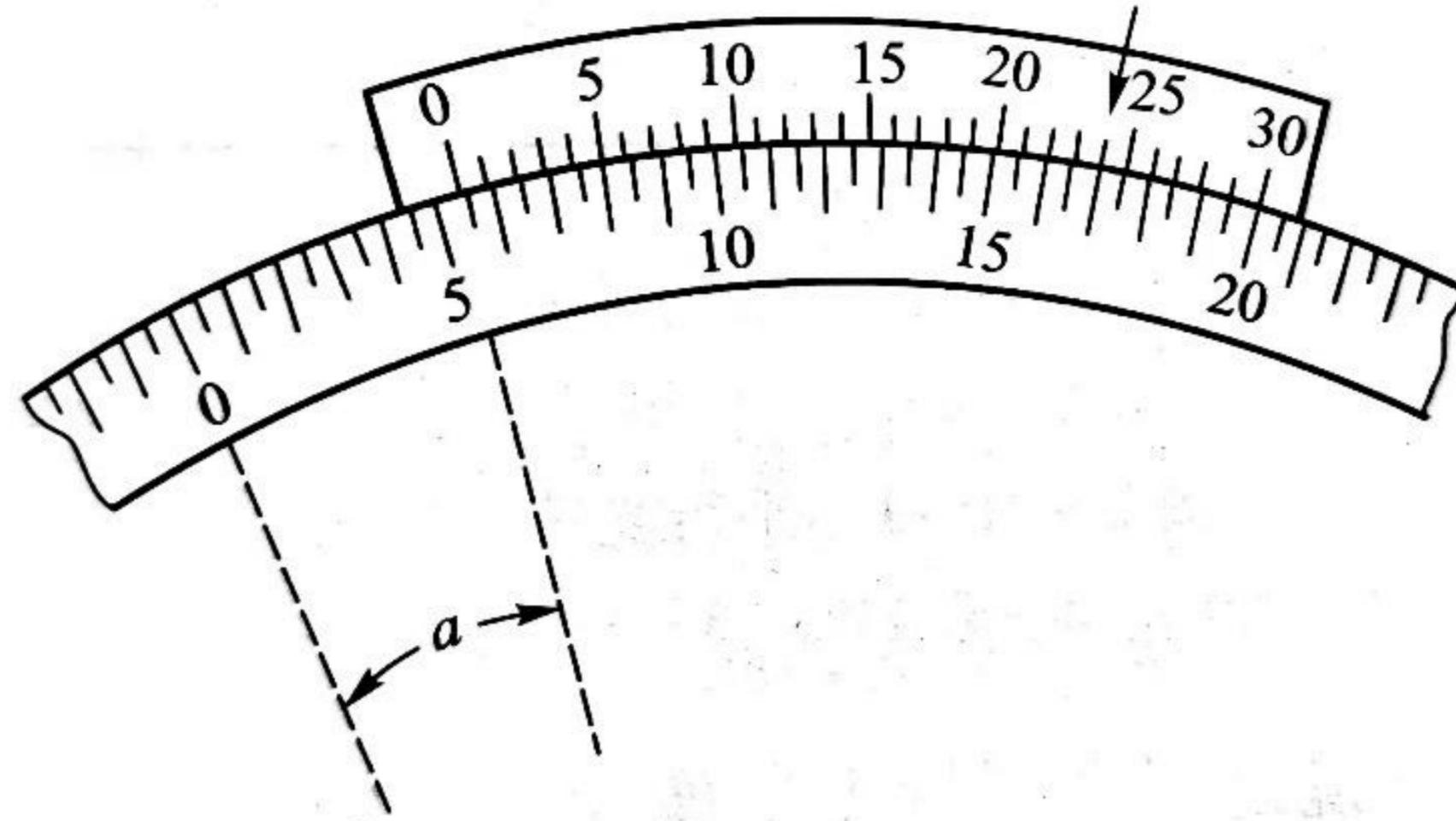
$$\sin 30^\circ = \frac{1}{2} = 0.5$$

$$\therefore n \approx \frac{0.8275}{0.5} = 1.655$$

#### 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。



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) 平行光管发射平行光，且与望远镜光轴同轴。

2.  $5^{\circ} 5'$