

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

12) 望远镜光轴与载物台转轴垂直, 经过粗调和细调

13) 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合光分光, 正入射时光栅方程为 $d \sin \varphi_k = k \cdot \lambda$, 已知光栅常数 d , 测量衍射角 φ_k , 可计算波长 λ

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	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	θ_1	θ_2	θ'_1	θ'_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 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。

$$1. d\sin\theta=k\lambda \Rightarrow \lambda=\frac{d\sin\theta}{k}$$
$$d=\frac{1}{300}\text{ mm}\approx 3.333\times 10^{-6}\text{ m}$$
$$\theta=\frac{|\theta_1'-\theta_1|+|\theta_2'-\theta_2|}{4}$$

1) 绿光 $\lambda_0=546.1\text{ nm}$

级次	衍射角 θ	$\sin\theta$	测量波长 $\lambda(\text{nm})$
1	$9^{\circ}25.25'$	0.1636	545.3
2	$19^{\circ}6.75'$	0.3270	545.0
3	$29^{\circ}25.25'$	0.4915	546.1

$$\therefore \bar{\lambda}=\frac{545.3+545.0+546.1}{3}\approx 545.5\text{ nm}$$
$$E\approx \left|\frac{545.5-546.1}{546.1}\right|\times 100\%\approx 0.11\%$$

12) 黄光 1 $\lambda_0=577.0\text{ nm}$

级次	衍射角 θ	$\sin\theta$	测量波长 $\lambda(\text{nm})$
1	$9^{\circ}56.5'$	0.1726	575.3
2	$20^{\circ}13.5'$	0.3456	576.0
3	$31^{\circ}14.75'$	0.5183	575.9

$$\bar{\lambda}=\frac{575.3+576.0+575.9}{3}\approx 575.7\text{ nm}$$
$$E=\left|\frac{575.7-577.0}{577.0}\right|\times 100\%\approx 0.22\%$$

13) 黄光 2 $\lambda_0=579.1\text{ nm}$

级次	衍射角 θ	$\sin\theta$	测量波长 $\lambda(\text{nm})$
1	$10^{\circ}5.25'$	0.1750	583.3
2	$20^{\circ}25'$	0.3480	580.0
3	$31^{\circ}30'$	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. $D=\frac{k}{d\cos\theta}$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3. (1) 三棱镜顶角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) 绿光最小偏向角 δ_{\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) 三棱镜对绿光的折射率 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:

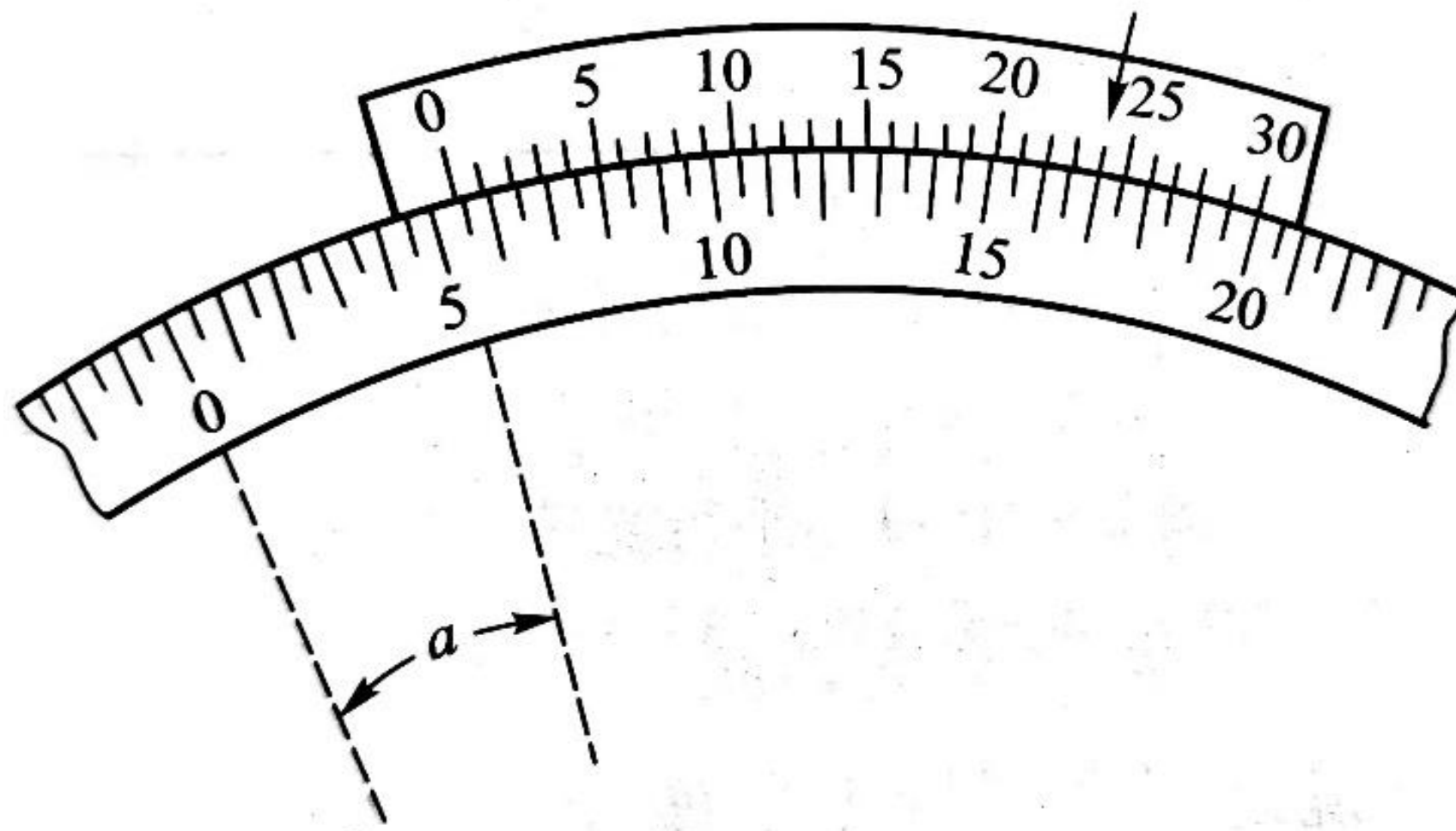
$$\frac{A + \delta_{\min}}{2} \approx 55^\circ 52.25', \sin 55^\circ 52.25' \approx 0.8275$$

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

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

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. $5^{\circ}5'$