

3

实验报告

课程名称: 物理实验B 实验名称: 分光计调整 实验日期: 2024 年 3 月 21 日
班 级: 63012318 教学班级: _____ 学 号: 1120232535 姓 名: 汪隼宁

一. 实验目的

- (1) 了解分光计的结构和工作原理
- (2) 掌握分光计的调整要求和方法
- (3) 学习用最小偏向角法测三棱镜材料折射率

二. 实验仪器

分光计, 平面镜(双面反射镜), 光源(汞灯), 三棱镜等

三. 实验原理

分光计是一种测量角度的精密仪器。其基本原理是让光线通过狭缝和物镜形成一束平行光线, 平行光经光学元件反射或折射进入望远镜, 成像在望远镜的焦平面上。最小偏向角法是测量三棱镜折射率的方法之一, 一束单色光以角 i_1 入射到棱镜 AB 面上, 如图 14-1 所示, 偏向角 δ 随入射角变化而变化。当 $i_1 = i_1'$ 时, δ 称为最小偏向角, 记 δ_{min} 。此时:

$$i_1' = \frac{A}{2} \quad \frac{\delta_{min}}{2} = i_1 - i_1' = i_1 - \frac{A}{2} \quad i_1 = \frac{1}{2}(\delta_{min} + A).$$

设三棱镜材料折射率为 n , n 与 δ_{min} 有下列关系: $n = \frac{\sin i_1}{\sin \frac{A}{2}} = \frac{\sin \frac{\delta_{min} + A}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$

四. 实验内容与步骤

1. 了解分光计结构

分光计主要由平行光管、望远镜、载物台、读数装置、底座组成。外形如图 14-2 所示。

(1) 平行光管: 产生平行光的装置

联系方式: _____

指导教师签字: _____

北京理工大学良乡校区管理处监制 电话: 81382088



夸克扫描王

极速扫描, 就是高效



实验报告

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日
班 级: _____ 教学班级: _____ 学 号: _____ 姓 名: _____

(2) 望远镜: 由目镜、分划板(透光十字窗)、物镜组成

(3) 读数装置: 由刻度盘和游标盘(最小分度 $1'$)组成。游标读数方法与游标卡尺相似。

2. 调整分光计

(1) 粗调: 通过目测把望远镜的光轴、平行光管的光轴及载物台大致调成水平状态, 基本垂直于仪器主轴

(2) 调整望远镜:

打开照明小灯电源, 调节目镜直到分划板上的十字叉丝刻线最清晰。按图14-3. 放置平面反射镜, 主转动载物台, 直至在望远镜目镜中能看到绿十字像, 再调节望远镜物镜, 使其最为清晰。

(3) 调整望远镜光轴与仪器主轴垂直

用“各调一半”法, 即通过调节望远镜下的仰角螺钉和载物台上反射镜面对望远镜下的螺钉a和b, 各调 $\frac{1}{2}$, 反复转动载物台 180° , 直到反射镜两面被观察到反射像(绿十字像)的横向线正好与分划板上方的水平刻线重合, 说明望远镜与仪器主轴垂直。此时望远镜的仰角调节螺钉b不应再动。

(4) 调节平行光管

点燃汞灯, 先调节平行光管上的狭缝成像于望远镜分划板上, 并能看到最清晰的狭缝像, 说明平行光管已发出平行光。调节狭缝 $1-2\text{ mm}$, 以望远镜为准, 调节平行光管的光轴与仪器主轴垂直, 并把狭缝的像调到分划板中心的水平刻线上, 如图14-4。

联系方式: _____

指导教师签字: _____

北京理工大学良乡校区管理处监制

电话: 81382088



夸克扫描王

极速扫描, 就是高效



实验报告

课程名称: _____ 实验名称: _____ 实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日
班 级: _____ 教学班级: _____ 学 号: _____ 姓 名: _____

(5) 调整载物台, 使三棱镜主截面与仪器主轴垂直

三棱镜放置如图14-5(顶角A应尽量放在载物台中心位置), 调节载物台下与棱镜AC面对应的A角和C角下的垂直螺钉, 使十字叉丝反射像与分划板上方的十字叉丝重合。然后转动载物台, 使三棱镜另一光学面(AB面)正对望远镜, 调节方法同上, 调节载物台下与棱镜AB面对应的A角和B角下的垂直螺钉。

反复调整这两个面, 直到两个光学面反射像都与分划板上十字叉丝重合。
此后棱镜、螺钉绝不能再动。

3. 测三棱镜顶角A

测量系统如图14-6, 观察反射光并测出其角位置, 当望远镜位于1和2时, 此时望远镜和仪器的刻度盘一起转动, 角游标固定不动, 两游标读数分别为 ϕ_{1L} 、 ϕ_{1R} 、 ϕ_{2L} 、 ϕ_{2R} , 三棱镜顶角A为(14-2)式:

$$A = \frac{|\phi_{2L} - \phi_{1L}| + |\phi_{2R} - \phi_{1R}|}{4} \quad (14-2)$$

联系方式: _____

指导教师签字: _____

北京理工大学良乡校区管理处监制 电话: 8138208



实验九 分光计调整与折射率的测定

吴

1. 测三棱镜的顶角 A

(数据处理见背面)

	望远镜在位置 1 观测		望远镜在位置 2 观测		A	\bar{A}
	左游标 ϕ_{1L}	右游标 ϕ_{1R}	左游标 ϕ_{2L}	右游标 ϕ_{2R}		
1	151°8'	331°10'	31°20'	211°20'	59°54'	59°58'
2	151°10'	331°14'	31°19'	211°19'	59°56'	
3	151°13'	331°13'	31°3'	211°1'	60°5'	

2. 测三棱镜的最小偏向角 δ_{\min}

光谱	望远镜在位置 1 观测		望远镜在位置 2 观测		δ_{\min}
	左游标 θ_{1L}	右游标 θ_{1R}	左游标 θ_{2L}	右游标 θ_{2R}	
黄 光					
绿 光					
蓝 光					
紫 光					

3. 计算三棱镜材料的折射率 n

光谱	\bar{A}	δ_{\min}	折射率 n	$n(u)$
黄 光				
绿 光				
蓝 光				
紫 光				

折射率 n 的不确定度表达式:

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

其中 $u(A)$ 和 $u(\delta_{\min})$ 分别是棱镜顶角“ A ”和最小偏向角“ δ_{\min} ”的 B 类不确定度。根据实验中测量的具体情况,分光计测量“ A ”和测量“ δ_{\min} ”时的仪器误差限估计值取: $\Delta A = \Delta(\delta_{\min}) = 4' = 0.0012\text{rad}$



数据处理:

计算顶角A的不确定度:

$$(1) \bar{A} = 59^{\circ}58'$$

$$(2) A \text{类不确定度 } u_A = t_{vp} \sigma_{\bar{u}} = 1.32 \cdot \sqrt{\frac{(59^{\circ}58' - 59^{\circ}54')^2 + (59^{\circ}58' - 59^{\circ}56')^2 + 0}{3 \times 2}}$$

$$= 4.476'$$

$$B \text{类不确定度 } u_B = \frac{\Delta}{\sqrt{3}} = \frac{1'}{\sqrt{3}} = 0.577'$$

$$(3) \text{顶角A不确定度 } u = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} = 4.513' \approx 5'$$

$$(4) A = 59^{\circ}58' (5')$$



思考题

1. 已调好望远镜光轴垂直仪器主轴, 若将平面镜取下又放回载物台, (放的位置与取下前位置不同), 发现两镜面又不垂直望远镜光轴了, 即反射像的位置又不正确了, 为什么? 是否说明望远镜光轴还没调好?

因为将平面镜取下后又放回, 位置发生改变, 平面镜已不与仪器主轴平行, 反射像位置因而改变。由于先前已调好, 故现在反射像位置改变不能说明望远镜光轴没调好, 可能是载物台不水平导致的变化。

2. 分光计调整要求:

- ①粗调: 望远镜光轴、平行光管光轴及载物台调成水平, 且垂直于仪器主轴
- ②细调: 望远镜聚焦于无穷远
平行光管发出平行光
平行光管和望远镜的在望远镜中的狭缝宽度为 $1 \sim 2\text{mm}$

