

实验报告

(10) 杨 2023.5.26
pmi.
10

课程名称: 实验名称: 分光计调整实验 实验日期: 2023 年 5 月 26 日 下午
班 级: 教学班级: 物理实验班 学 号:

一. 实验目的

- (1) 了解分光计的构造和工作原理
- (2) 掌握分光计的调整要求和调整方法
- (3) 学习用最小偏向角法测量三棱镜材料的折射率

二. 实验仪器

分光计, 平面镜, 光源, 三棱镜等

三. 实验原理

分光计是一种测量角度的精密仪器。它的基本原理是让光线通过狭缝和物镜形成一束平行光线, 平行光线经光学元件的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, 偏角 δ 的大小随入射角的变化而变化。当 $i_1 = i_1'$ 时, δ 称为最小偏向角, 记为 δ_{min} 。由图中可以看出, 这时 $i_1' = \frac{A}{2}$, $\frac{\delta_{min}}{2} = i_1 - i_1' = i_1 - \frac{A}{2}$, $i_1 = \frac{1}{2}(\delta_{min} + A)$, 设三棱镜材料的折射率为 n , 被测三棱镜折射率 n 与 δ_{min} 有下列关系:
$$n = \frac{\sin i_1}{\sin \frac{A}{2}} = \frac{\sin \frac{\delta_{min} + A}{2}}{\sin \frac{A}{2}} \quad (14-1)$$

四. 实验内容与步骤

1. 了解分光计构造

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

(1) 平行光管

平行光管是用于产生平行光的装置。

(2) 望远镜

望远镜由目镜、分划板和物镜组成

(3) 读数装置

分光计的读数装置由刻度盘和游标盘(最小分度为 $1'$) 组成。角游标读数方法与游标卡尺相似

2. 调整分光计

(1) 粗调: 通过眼睛的估测把望远镜的光轴、平行光管的光轴及载物台大致调

联系方式: _____

指导教师签字: _____

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: _____

成水平状态,基本与仪器主轴垂直

(2) 调整望远镜

打开照明小灯电源开关,调节目镜直到分划板上的十字叉丝刻线最为清晰。按图14-3放置平面反射镜左右转动载物台,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

采用“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或b,各调 $1/2$,反复转动载物台 180° ,直到反射镜面被观察到反射像的横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G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。并调节狭缝 $1\sim 2\text{mm}$,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。

(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所示,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的十字叉丝重合。然后转动载物台,使三棱镜的另一个光学面正对望远镜,调节方法同上,此时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。

3. 测量三棱镜的顶角A

测量系统如图14-6所示,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} ,三棱镜的顶角A为(14-2)式 $A = \frac{|\phi_{2L} - \phi_{1L}| + |\phi_{2R} - \phi_{1R}|}{4}$ (14-2)

4. 测三棱镜的最小偏向角

在望远镜中观察到汞灯的棱镜光谱如表14-1所示

波长/m	579.1	577.0	546.1	491.6	435.8	407.8	404.7
颜色	黄(I)	黄(II)	绿	青	蓝	紫(I)	紫(II)

联系方式: _____

指导教师签字: _____

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: _____

(1) 寻找谱线最小偏向角的位置的方法

首先按图14-7(a)的光路,用望远镜在左侧找到汞灯的棱镜光谱,转动载物台就是在改变入射光的入射角 i ,出射光偏向角 δ 的大小随入射角 i 的变化而变化,望远镜中可见的最小偏向角位置,将望远镜的叉丝对准该谱线,读出两侧标处的角位置坐标 θ_{1L} θ_{1R} ,按图14-7(b),重复上述步骤测出 θ_{2L} θ_{2R} 。以此类推,分别测出其他光谱线的最小偏向角的位置。

(2) 测量汞灯棱镜光谱谱线最小偏向角,转动望远镜来测量最小偏向角的角度。汞灯在可见光范围内有多条谱线,其中黄绿蓝紫四条谱线的最小偏向角

(3) 计算汞灯棱镜光谱的最小偏向角 δ_{min}

将测量得到的数据代入式(14-3),计算每条谱线的最小偏向角

$$\delta_{min} = \frac{|\theta_{2L} - \theta_{1L}| + |\theta_{2R} - \theta_{1R}|}{4} \quad (14-3)$$

5. 计算三棱镜材料的折射率

将汞灯各谱线的 δ_{min} 值和测得的棱镜顶角 A 代入式(14-1),计算三棱镜材料对各波长相对空气的折射率 n 。

注意:

(1) 调节缝宽及螺钉时动作一定要轻

(2) 平面镜、三棱镜的光学表面不能用手直接触摸。

联系方式: _____

指导教师签字: _____

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: _____

原始数据

ϕ_{1L}	ϕ_{1R}	ϕ_{2L}	ϕ_{2R}	$A = \frac{ \phi_{1L} - \phi_{2L} + \phi_{1R} - \phi_{2R} }{4}$
152°31'	332°36'	32°32'	212°32'	(60°0.75') 60°45"
152°30'	332°35'	32°33'	212°31'	(60°0.25') 60°15"
152°32'	332°34'	32°32'	212°33'	(60°0.25') 60°15"

$$\begin{pmatrix} 60.0125^\circ \\ 60.0042^\circ \\ 60.0042^\circ \end{pmatrix}$$

$$\begin{array}{r} 152^\circ 31' \\ - 32^\circ 32' \\ \hline 119^\circ 59' \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 332^\circ 36' \\ - 212^\circ 32' \\ \hline 120^\circ 04' \end{array}$$

$$119^\circ 51'$$

$$120^\circ$$

$$120^\circ 04'$$

$$\begin{array}{r} 119^\circ 59' \\ + 120^\circ 04' \\ \hline 240^\circ 03' \end{array}$$

$$A = \begin{pmatrix} 60^\circ 0.75' \\ 60^\circ 0.25' \\ 60^\circ 0.25' \end{pmatrix}$$

联系方式: _____

指导教师签字: _____

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: _____

数 据 处 理

$$A \text{ 类不确定度: } \bar{A} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_i = 60^\circ 25' = 60.0069^\circ$$

$$U_A = 1.32 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (A_i - \bar{A})^2}{n(n-1)}} = 0.004^\circ$$

$$B \text{ 类不确定度: } U_B = \frac{\Delta}{\sqrt{3}} = \frac{\frac{4}{60}}{\sqrt{3}} = 0.04^\circ$$

$$U_C = \sqrt{U_A^2 + U_B^2} = 0.04^\circ$$

$$\therefore A = (60.01 \pm 0.04)^\circ$$

思 考 题

1. 答: 不能说明望远镜还没有调好, 因为将平面镜取下后, 又放到载物台上, 这时平面镜已经不和仪器主轴平行了, 所以不能说明望远镜光轴还没有调好。
2. 答: ① 望远镜对无穷远聚焦。
② 平行光管和望远镜光轴与仪器转轴垂直。
③ 使平行光管发出水平光束。

联系方式: _____

指导教师签字: _____