



北京航空航天大学

实验报告

实验名称: 分光仪调整及其应用

学号:
姓名:
日期:
评分:

一. 实验重点.

1. 了解分光仪的构造及其主要部件作用.
2. 掌握分光仪的调整原理与调节方法.
3. 学会反射法测定三棱镜顶角.
4. 学会最小偏向法测定棱镜的折射率.
5. 用入射法测量棱镜的折射率.

二. 实验步骤及原理.

(一). 实验1. 分光仪的调整

(1) 分光仪结构:

目镜座, 刻度盘, 载物台, 自准直望远镜, 平行光管组成.

(2) 调整目标:

- ①. 平行光管射出平行光, 望远镜接收平行光, 且它们的光轴垂直仪器主轴.
- ②. (二个无限远) 望远镜和平行光管聚焦于无限远.
- ③. (三平面平行) 刻度盘平面, 观察平面, 待测光轴平面平行.

步骤: 1. 目测粗调: 目测使望远镜光轴与主轴垂直使平台大致与主轴垂直.

2. 望远镜的调整.

(1). 调望远镜聚焦于无限远 依据: 自准直原理.

- ① 将平面镜置于载物台上.
- ② 调节目镜焦距至叉丝清晰.
- ③ 调节物镜焦距至绿十字清晰.

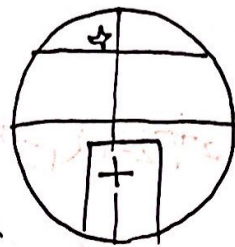
现象: 绿十字与叉丝无视差

(2) 调望远镜光轴垂直于主轴.

标志: 反射镜正反两面绿十字均与上叉丝重合.

方法: 半调法 (逐次逼近调节法)

注意: 调好后, 望远镜焦距卡扣切勿不再动



3. 平行光管的调整

(1). 调平行光管聚焦于无限远.

依据: 透镜成像原理.

标志: 狭缝成像与叉丝无视差.

方法: 调节平行光管物距.

(2). 调平行光管光轴垂直于主轴.

原理: 平行光管与望远镜共轴, 则其与主轴垂直.

标志: 狭缝像中点与中心叉丝重合.

方法: 调节平行光管俯仰螺钉.

4. 三棱镜的调整

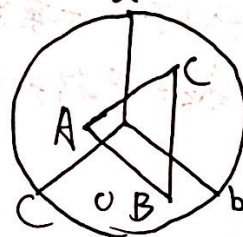
原理: 自准直原理.

标志: 两光学面的绿十字与上叉丝重合.

步骤: ①. 大国放置三棱镜, 保证两面与平台上经纬线平行.

②. 望远镜对准光学面 (AB), 调整与另一光学面 (AC) 平行路径下的螺钉 (c), 使绿十字与上叉丝重合.

③. 另一面同理.



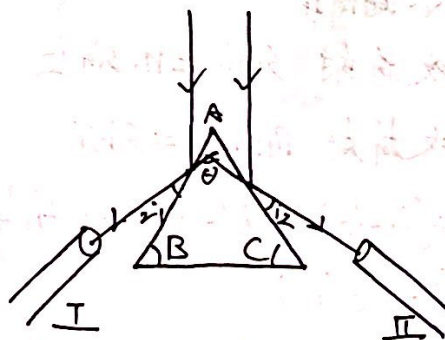
(二): 实验2. 三棱镜顶角测量

①. 反射法: 旋转载物台使顶角A对准平行光管, 使部分平行光从AB面反射, 部分平行光从AC面反射, 当望远镜在I、II位置到AB、AC面反射的狭缝像望远镜视场了 θ , 则几何关系如下:

$$\theta = A + i_1 + i_2$$

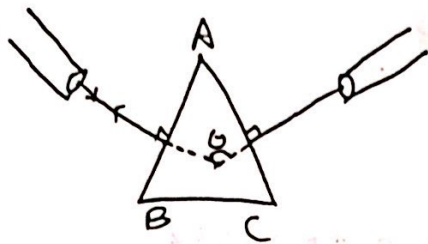
$$A = i_1 + i_2$$

$$\therefore A = \theta / 2$$



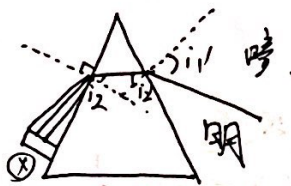
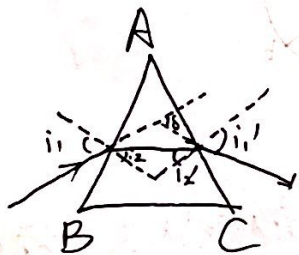


(2) 自准直法: 在两面镜三棱镜的AB、AC面与望远镜光轴垂直时, 当分别看到绿十字与上叉丝重合时, 望远镜转过角度为 θ , 则 $A = 180^\circ - \theta$.



(二) 实验3 棱镜折射率的测量

1. 偏向角: 单色平行光束入射到三棱镜AB面, 折射光线从AC面射出, 入射光入射的夹角为偏向角.
2. 寻找最小偏向角: 令光线从AB面射入, 用望远镜在AC面观察狭缝像, 缓慢改变入射角(转动物台)看到像开始转动, 然后突然折回, 此角为最小偏向角 θ_{min} .
3. 掠入射角: 单色扩展光源照射AB面, 从AC面出射的光线有明确范围, 对应 90° 入射, 此线与AC面法线夹角即为掠入射角.
4. 偏向角与掠入射角: 二者表征了棱镜对光线改变的两种极限情况.
5. 光源来源: 移开平行光管, A处近似平行于光轴, B处放一毛玻璃.



(1) 最小偏向角

第一次折射 $\sin i_1 = n_1 \sin i_2$

第二次折射 $n_1 \sin i_2 = \sin i_1'$

$$\delta = (i_1 - i_2) + (i_1' - i_2') = i_1 + i_1' - A$$

从而 $\delta = \delta(i_1)$

令 $\frac{d\delta}{di_1} = 0$, 有 $i_1 = i_1'$, $i_2 = i_2'$.

$$\therefore i_2' = \frac{A}{2}, \quad i_1 = \frac{1}{2}(\delta_{\min} + A)$$

$$\therefore n_1 = \sin \frac{\delta_{\min} + A}{2} / \sin \frac{A}{2}$$

(2) 射入射法

极限情况：入射角为 90° ，其他角光线经反射能久留于“明”范围射出：

$$\text{由 AB: } 1 = n_2 \sin i_2 \quad \text{AC: } n_2 \sin i_2' = \sin i_1' \quad A = i_2 + i_2'$$

$$\therefore n = \sqrt{\left(\frac{\cos A + \sin i_1' \sin i_2}{\sin A} \right)^2 + 1}$$

三. 数据分析及处理

实验二：反射法测三棱镜顶角

1. 原始数据

AB面		AC面	
α_1	β_1	α_2	β_2
$25^\circ 57'$	$76^\circ 57'$	$16^\circ 56'$	$196^\circ 56'$
$20^\circ 12'$	$26^\circ 10'$	$38^\circ 12'$	$146^\circ 10'$
$15^\circ 48'$	$33^\circ 48'$	$27^\circ 48'$	$95^\circ 48'$
$10^\circ 35'$	$28^\circ 36'$	$22^\circ 36'$	$43^\circ 34'$
$5^\circ 46'$	$23^\circ 47'$	$17^\circ 46'$	$35^\circ 41'$
$0^\circ 18'$	$18^\circ 17'$	$12^\circ 17'$	$30^\circ 17'$

2. 数据处理

因为 $\theta = \frac{1}{2}(\alpha_2 + \beta_2) - \frac{1}{2}(\alpha_1 + \beta_1)$ 若 $\theta < 0$ 则令 $\theta = \theta + 180^\circ$

$$A = \frac{\theta}{2}$$

所以 $A = \frac{1}{4}(\alpha_2 + \beta_2 - \alpha_1 - \beta_1)$ 若 $A < 0$ 则 $A = A + 90^\circ$

次数	1	2	3	4	5	6
A	$60^\circ 0'$	$60^\circ 0'$	$60^\circ 0'$	$60^\circ 0'$	$59^\circ 59'$	$59^\circ 59'$



北京航空航天大学 实验报告

学号: _____
 班级: _____
 姓名: _____
 同组者: _____
 日期: _____
 评分: _____

实验名称: _____

$$\therefore A = \frac{\sum_{i=1}^6 A_i}{6} = 60^\circ 0'$$

3. 计算不确定度

$$A \text{ 类不确定度 } u_a(A) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (A_i - A)^2}{6 \times 5}} = 0.24'$$

$$B \text{ 类不确定度 } u_b(A) = \frac{\Delta_{1x}}{\sqrt{3}} = 0.58'$$

$$u(A) = \sqrt{u_a^2(A) + u_b^2(A)} = 0.6'$$

$$\therefore A = (60^\circ 0' \pm 0.6')$$

实验三: ① 最小偏向角测棱镜折射率

1. 原始数据:

折射光		直射光	
α_1	β_1	α_2	β_2
$17^\circ 09'$	$35^\circ 06'$	$11^\circ 12'$	$29^\circ 10'$
$23^\circ 16'$	$54^\circ 12'$	$18^\circ 07'$	$3^\circ 15'$
$28^\circ 51'$	$101^\circ 54'$	$23^\circ 51'$	$50^\circ 49'$

2. 数据处理

$$\delta_m = \frac{1}{2}(\alpha_2 + \beta_2 - \alpha_1 - \beta_1), \text{ 若 } \delta_m < 0 \text{ 则 } \delta_m = 180^\circ + \delta_m$$

次数	1	2	3	平均
δ_m	$39^\circ 04'$	$38^\circ 57'$	$38^\circ 54'$	$38^\circ 58'$

$$\text{取 } A = 60^\circ 0'$$

$$n = \frac{\sin(\frac{\delta m + A}{2})}{\sin \frac{A}{2}} = 1.5204$$

3. 不确定度计算

$$A \text{ 类不确定度: } U_A(\delta m) = \sqrt{\frac{\sum (\delta m_i - \bar{\delta m})^2}{3 \times 2}} = 2.88'$$

$$B \text{ 类不确定度: } U_B(\delta m) = \frac{4'K}{\sqrt{3}} = 0.58'$$

$$\therefore \delta m \text{ 的不确定度 } U(\delta m) = \sqrt{U_A^2(\delta m) + U_B^2(\delta m)} = 2.88'$$

$$\therefore \delta m = 38^\circ 58' \pm 3'$$

$$\text{由 } n = \frac{\sin(\frac{\delta m + A}{2})}{\sin \frac{A}{2}} \text{ 得}$$

$$U(n) = \sqrt{\left(\frac{\partial n}{\partial \delta m} U(\delta m)\right)^2 + \left(\frac{\partial n}{\partial A} U(A)\right)^2}$$

$$\therefore \frac{\partial n}{\partial \delta m} = \frac{\cos(\frac{\delta m + A}{2})}{2 \sin \frac{A}{2}} = 0.64$$

$$\frac{\partial n}{\partial A} = \frac{\cos \frac{\delta m + A}{2} \sin \frac{A}{2} - \cos \frac{A}{2} \sin \frac{\delta m + A}{2}}{2 \sin^2(\frac{A}{2})} = -0.86$$

$$\therefore U(n) = 3 \times 10^{-4}$$

$$n = 1.5204 \pm 0.0003$$



北京航空航天大学 实验报告

实验名称: _____

学号: _____
 班级: _____
 姓名: _____
 同组者: _____
 日期: _____
 评分: _____

望远镜光轴主抽直: ✓ 马祥奎

平行光管光轴垂直轴: ✓ 马祥奎

α_1	β_1	α_2	β_2
22°25'	41°22'	101°53'	281°53'

256°57'	76°57'	16°56'	196°56'
---------	--------	--------	---------

206°12'	26°10'	326°12'	146°10'
---------	--------	---------	---------

155°48'	335°48'	275°48'	95°46'
---------	---------	---------	--------

103°35'	283°36'	223°36'	43°34'
---------	---------	---------	--------

56°46'	236°47'	176°46'	356°44'
--------	---------	---------	---------

5°01'	185°01'	175°21'	305°20'
------------------	--------------------	--------------------	--------------------

0°18'	180°17'	120°17'	300°17'
-------	---------	---------	---------

三棱镜:

115°62'	295°62'	8°62'	244°62'
--------------------	--------------------	------------------	--------------------

170°09'	350°06'	149°12'	299°10'
---------	---------	---------	---------

234°16'	54°12'	183°07'	3°15'
--------------------	-------------------	--------------------	------------------

234°16'	54°12'	183°07'	3°15'
---------	--------	---------	-------

281°57'	101°54'	230°54'	50°49'
---------	---------	---------	--------