

14

# 浙 江 大 学

## 物 理 实 验 报 告

实验名称：金属材料杨氏模量的测定

指导教师：王业伍老师

信 箱 号：

专 业：工科信息

班 级：1011班

姓 名：姚宇诗

学 号：3100104430

实验日期：12月2日 星期五下午

### 【实验目的】

1. 学习包括光杠杆原理、应变电阻丝方法以及了解其他一些微小长度变化量的测量方法。
2. 学习用逐差法处理实验数据。
3. 熟悉误差分析、了解误差均分原理思想。

### 【实验原理】（电学、光学画出原理图）

1. 静力学拉伸法测量金属丝杨氏模量，采用光杠杆镜尺法测量微小长度的变化。

应力是指单位面积上所受到的力 ( $F/S$ )。应力与应变成正比，其比例系数为杨氏模量 ( $E$ )

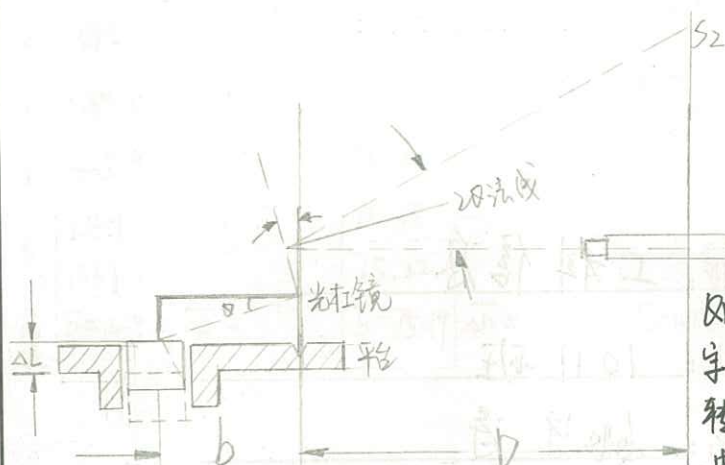
2. 胡克定律：在物体的弹性限度内，力

$$\frac{F}{S} = E \cdot \frac{\Delta L}{L} \Rightarrow E = \frac{F \cdot L}{S \cdot \Delta L}$$

$E$  (杨氏模量) 在数值上等于产生单位应变时的应力。其单位是与应力的单位相同。杨氏弹性模量是材料的属性，与外力及物体的形状无关。

3. 实验用光杠杆镜尺法测  $E$

光杠杆镜的3个足尖  $O_1, O_2, O_3$  构成一等腰三角形，顶点到底边的距离为  $b$ 。



$$\frac{\Delta S}{D} = \tan 2\alpha \approx 2\alpha$$

$$\frac{\Delta L}{b} = \tan \alpha \approx \alpha$$

$$\Rightarrow \Delta S = \frac{2D}{b} \cdot \Delta L$$

随着  $O_3$  下降  $\Delta L$ ，平面镜绕  $O_1, O_2$  转动。则望远镜中标尺的像也发生移动，十字线落在标尺的刻度为  $S_1$  处，由于平面镜转动  $\alpha$  角，进入望远镜的光线旋转  $2\alpha$ 。由于  $\frac{2D}{b} \gg 1$ ，望远镜中标尺的读数的变化  $\Delta S$  比钢丝实际伸长量  $\Delta L$  放大  $2D/b$  倍。

$2D/b$  为光杠杆常数。钢丝面积  $A = \frac{1}{4}\pi d^2$  ( $d$  为直径)。

$$E = \frac{8DFL}{\pi d^2 b \cdot \Delta S} \quad (F \text{ 是 } \Delta S \text{ 伸长量所对应的外力})$$

$$\text{不确定度 } E_r = \sqrt{\left(\frac{\Delta F}{F}\right)^2 + \left(\frac{\Delta L}{L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta D}{D}\right)^2 + \left(\frac{\Delta d}{d}\right)^2 + \left(\frac{\Delta b}{b}\right)^2 + \left(\frac{\Delta(\Delta S)}{\Delta S}\right)^2}$$

$L$  为钢丝长度的平均值， $\Delta L$  是钢丝长度多次测量的不确定度； $D$  是标尺与反射镜之间距离的平均值， $\Delta D$  是  $D$  多次测量的不确定度；其它各物理量依此分子为其不确定度分母为平均值。

$$\Delta E = E_r \cdot E, \quad E = \bar{E} \pm \Delta E \quad (\text{Pa 或 } \text{N/m}^2)$$



### 【实验内容】（重点说明）

调整杨氏模量测定仪；调节光杠杆镜及望远镜尺组；逐次增减砝码，记录实验数据；测量实验常数；逐差法处理数据，并根据公式  $E = \frac{8DFL}{\pi d^2 b \cdot \Delta S}$ ，求出杨氏模量，分析误差。

1. 调节望远镜。将望远镜置于距光镜1.5m左右处，松开望远镜固定螺钉，上下移动使得望远镜和光杠杆镜处于同等高度。调节望远镜直至从望远镜里可以看到清晰的标尺刻度为止。

2. 观测伸长变化。以钢丝下挂一定砝码使钢丝拉直时的读数作为开始拉伸的基数  $S_0$ ，然后每加上1kg砝码，读取一次数据，这样依次可以得到  $S_0, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7$ ，这是钢丝拉伸过程中的读数变化。紧接着再每次撤掉1kg砝码，读取一次数据，依次得到  $S_7', S_6', S_5', S_4', S_3', S_2', S_1', S_0'$ ，这是钢丝收缩过程中的读数变化。

3. 测量光杠杆前后脚距离  $b_0$ 。把光杠杆镜的三脚在白纸上压出凹痕，用尺画出两前脚的连线，再用游标卡尺读出后脚到该连线的垂直距离  $b$ 。

4. 测量钢丝直径。用螺旋测微计在钢丝不同部位测5至6次，取其平均值。测量时要注意螺旋测微计的零位误差。

### 【实验器材及注意事项】

#### 一. 实验器材

杨氏模量仪；螺旋测微器；游标尺；钢卷尺和米尺；望远镜（附标尺）。

#### 二. 注意事项

1. 选取初始位置时，实验中  $|S - S_0|$  最大值为10cm左右，所以适当移动标尺高度，使望远镜中看到标尺的起始刻度应低于10cm，以免实验过程中，测量数据超出标尺上端限度而无法继续下去。

2. 加减砝码时，应轻慢，避免金属丝较大振动，待平稳后再读数，光杠杆灵敏度较高，读数时切勿靠压桌子。

3. 金属丝直径用螺旋测微仪在不同部位测量，注意测量中和读数时防止金属被折，以免测量偏差和金属丝不直引起B类不确定度。



## 【数据处理与结果】

直接测量不确定度计算

$$\Delta X = \sqrt{u_A^2 + u_B^2}$$

$$u_A = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (\bar{X} - x_i)^2}$$

$$u_B \text{ 为: } u_{BF} = \pm 250 \text{ mg}; u_{BL} = \pm 0.2 \text{ mm}; u_{BD} = \pm 0.5 \text{ mm}$$

$$u_{Bb} = \pm 0.02 \text{ mm}; u_{Bd} = \pm 0.004 \text{ mm}; u_{BS} = \pm 0.1 \text{ mm}$$

$$E_r = \frac{\Delta E}{E} = \sqrt{\left(\frac{\Delta F}{F}\right)^2 + \left(\frac{\Delta L}{L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta D}{D}\right)^2 + \left(\frac{\Delta d}{d}\right)^2 + \left(\frac{\Delta b}{b}\right)^2 + \left(\frac{\Delta (\Delta S)}{\Delta S}\right)^2}$$

$$\textcircled{1} \Delta F = \frac{u_{BF}}{\sqrt{3}} = \pm 144 \text{ mg}$$

$$\textcircled{2} u_{AL} = \sqrt{\frac{1}{30} \sum_{i=1}^n (\bar{L} - L_i)^2} = \pm 0.07 \text{ mm} \quad \Delta L = \sqrt{u_{AL}^2 + u_{BL}^2} = \pm 0.212 \text{ mm}$$

$$\textcircled{3} u_{AD} = \sqrt{\frac{1}{30} \sum_{i=1}^n (\bar{D} - D_i)^2} = \pm 0.06 \text{ mm} \quad \Delta D = \sqrt{u_{AD}^2 + u_{BD}^2} = \pm 0.504 \text{ mm}$$

$$\textcircled{4} u_{Ab} = \sqrt{\frac{1}{30} \sum_{i=1}^n (\bar{b} - b_i)^2} = \pm 0.01 \text{ mm} \quad \Delta b = \sqrt{u_{Ab}^2 + u_{Bb}^2} = \pm 0.022 \text{ mm}$$

$$\textcircled{5} u_{Ad} = \sqrt{\frac{1}{30} \sum_{i=1}^n (\bar{d} - d_i)^2} = \pm 0.0012 \text{ mm} \quad \Delta d = \sqrt{u_{Ad}^2 + u_{Bd}^2} = \pm 0.00436 \text{ mm}$$

$$\textcircled{6} u_{AS} = \sqrt{\frac{1}{42} \sum_{i=1}^n (\bar{\Delta S} - \Delta S_i)^2} = \pm 0.017 \text{ mm} \quad \Delta (\Delta S) = \sqrt{u_{AS}^2 + u_{BS}^2} = \pm 0.101 \text{ mm}$$

$$\therefore E_r = 0.220$$

$$\bar{E} = \frac{8\bar{D} \cdot \bar{F} \cdot \bar{L}}{\pi \bar{d}^2 \bar{b} \cdot \bar{\Delta S}} = \frac{8 \times 1339.0 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \times 1024.6 \times 1}{\pi \times (10.719)^2 \times 10^{-6} \times 75.19 \times 10^{-3} \times 0.44 \times 10^{-3}} \approx 2.04 \times 10^{11} \text{ Pa}$$

$$\therefore \Delta E = \bar{E} \cdot E_r \approx 0.45 \times 10^{11} \text{ Pa}$$

$$\therefore E = (2.04 \pm 0.45) \times 10^{11} \text{ N/m}^2$$

## 【误差分析】

~~相对误差为~~

1. 吊坠与平台之间存在摩擦，有时会产生误差。
2. 测量D时，卷尺与水平面不平行。
3. 用直尺测量L时，直尺有一定程度的倾斜或弯曲，使测量长度大于实际长度。
4. 由E<sub>r</sub>的公式中得，由于  $\frac{\Delta L \Delta S}{\Delta S} \approx 0.23$ ，导致整体误差较大，由误差来源主要为第一个  $\Delta S$  与其他数据相差较大。其原因可能为金属丝的伸长延迟导致的；或是人为读数时产生了一些误差。

## 【实验心得及思考题】

## 一. 实验心得

物理中测一些微小的量大部分是采用放大法，如叠加法测一张纸的厚度。本实验采用了间接放大法，通过测另一个相对比较大量的量来求出微量。通过本次实验让我更加进一步了解了这些方法。

在实验中应该注意，在增减砝码时应尽可能轻拿轻放，以免产生简谐振动干扰读数产生误差。由于E的相关因素很多，所以一点点微小误差对最终的影响都会很大。

## 二. 思考题

1. D为标尺与反射镜的距离测量时用卷尺 估读0.1mm  
b为距离等腰底边到顶针的 用游标卡尺测 不估读  
L为钢丝长度 用米尺测量 估读到0.1mm  
d为钢丝直径 用螺旋测微仪测量 估读到0.001mm  
S为望远镜中标尺刻度的变化 用刻度尺测 估读到0.1mm
2. 看数据组成的数列是否近似于等差数列。
3. b减小过多会增大误差，增大D可适当减小相对误差。不可以无限增大D，因为望远镜能看到的标尺范围有限。
4. 逐差法是针对自变量等量变化，因变量也等量变化时，所得数据间相减后取平均得到结果。其优点：充分利用数据，具有数据取平均的结果，可及时发现差错，及时纠正或总结数据规律。



【数据记录及草表】

序号	作用力 $F_i = m_i g$	标尺读数 $S_i$ (mm)			荷重砝码相差 1kg 时的 读数差： $\Delta S_i = \frac{S_{i+4} - S_i}{4}$	$\Delta S$ 的绝对不确定度 $\Delta(\Delta S)$ mm	$\Delta S_i$
		增砝码时 $S_i$	减砝码时 $S_i'$	平均值 $\bar{S} = \frac{S_i + S_i'}{2}$			
1	0	0.00	0.10	0.05	$\Delta S_1 = 0.44$	$\Delta(\Delta S)_1 =$	0.36
2	1	0.41	0.41	0.41	$\Delta S_2 = 0.45$	$\Delta(\Delta S)_2 =$	0.44
3	2	0.81	0.88	0.85	$\Delta S_3 = 0.47$	$\Delta(\Delta S)_3 =$	0.45
4	3	1.29	1.31	1.30	$\Delta S_4 = 0.46$	$\Delta(\Delta S)_4 =$	0.49
5	4	1.80	1.78	1.79	$\Delta S = \frac{\Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3 + \Delta S_4}{4}$	$\Delta(\Delta S) =$	0.43
6	5	2.22	2.21	2.22			0.49
7	6	2.71	2.70	2.71			0.42
8	7	3.14	3.12	3.13			<del>0.44</del>

	$D$ (mm)	$\Delta D =  D_i - \bar{D} $ (mm)	$b$ (mm)	$\Delta b =  b_i - \bar{b} $ (mm)	$L$ (mm)	$\Delta L =  L_i - \bar{L} $ (mm)	$d$ (mm)	$\Delta d =  d_i - \bar{d} $ (mm)
1	1338.8		75.20		1024.4		0.722	
2	1339.1		75.22		1024.5		0.716	
3	1339.0		75.18		1024.4		0.714	
4	1338.9		75.16		1024.6		0.725	
5	1339.2		75.18		1024.7		0.716	
6	1339.1		75.22		1024.8		0.720	
平均值	$\bar{D} = 1339.0$	$\Delta \bar{D} =$	$\bar{b} = 75.19$	$\Delta \bar{b} =$	$\bar{L} = 1024.6$	$\Delta \bar{L} =$	$\bar{d} = 0.719$	$\Delta \bar{d} =$

误差差 = 0.00

教师签字：

# 浙 江 大 学

## 物 理 实 验 报 告

实验名称: 利用三线摆测刚体的转动惯量

指导教师: 陈水桥

信 箱 号: \_\_\_\_\_

专 业: 工科试验班(工学)

班 级: 1115

姓 名: 江俊军

学 号: 3110103293

实验日期: 09月29日 星期六 下午



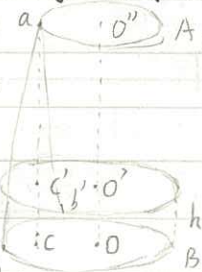
### 【实验目的】

1. 掌握三线摆的调整方法和多功能数字毫秒计的使用方法。
2. 掌握用三线摆测量物体转动惯量的方法原理。
3. 用三线摆验证平行轴定理。

### 【实验原理】（电学、光学画出原理图）

三线摆：可以通过摆动周期等参量。

测量刚体转动惯量的仪器。由启动盘、悬盘、沿圆周均匀分布的弦线，及支架组成。其摆动周期与摆盘的转动惯量有关。当放上待测物品后，根据摆动周期，摆动质量等参量，求出系统的转动惯量。



公式推导：由图可知  $h = ac - ac'$

$$= \frac{ac^2 - ac'^2}{ac + ac'}$$

$$\therefore ac^2 = l^2 - (R - r)^2$$

$$ac'^2 = l^2 - b'^2 c'^2$$

$$= l^2 - R^2 - r^2 + 2Rr \cos \alpha$$

( $\alpha$  为转过角度)

$$\therefore h = \frac{2Rr \cdot 2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}}{ac + ac'}$$

① 当  $\alpha$  很小时

$$\sin \frac{\alpha}{2} \approx \frac{\alpha}{2}$$

$$ac + ac' \approx 2ac = 2H$$

$$\therefore h = \frac{Rr \alpha^2}{2H}$$

由

对悬盘  $M_0$  进行分析：

$$E_k = \frac{1}{2} I_0 \left( \frac{d\alpha}{dt} \right)^2 + \frac{1}{2} M_0 \left( \frac{dh}{dt} \right)^2$$

转动动能      上下平动动能

$$E_p = M_0 g h$$

$$\therefore E_k + E_p = \text{const.}$$

②  $\therefore$  平动动能远小于转动动能

$\therefore$  可近似忽略

$$\therefore E_k + E_p = \text{const} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{2} I_0 \left( \frac{d\alpha}{dt} \right)^2 + \frac{1}{2} M_0 g h = \text{const}$$

两边关于  $t$  求导：

$$I_0 \left( \frac{d\alpha}{dt} \right) \frac{d^2 \alpha}{dt^2} + M_0 g \frac{dh}{dt} = 0$$

$$\therefore h = \frac{Rr \alpha^2}{2H}$$

$$\therefore \frac{dh}{dt} = \frac{Rr \alpha}{H} \frac{d\alpha}{dt}$$

$$\therefore \frac{d^2 \alpha}{dt^2} + \omega_0^2 \alpha = 0$$

$$\therefore \omega_0 = \sqrt{\frac{M_0 g R r}{H I_0}}$$

③ ④

$$\therefore T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$$

$$\therefore I_0 = \frac{M_0 g R r}{4\pi^2 H} T_0^2$$

即可求出  $I_0$



【实验内容】（重点说明）

1. 测量悬盘转动惯量

① 将圆形水准仪分别放到悬盘和启动盘上，调整底座螺丝使启动盘水平，调整弦线长使悬盘水平。

② 放置霍尔传感器在悬盘正下方12mm

③ 在多功能数字毫秒计上预置周期数

④ 拧松启动盘上的锁紧螺丝，将启动盘转过一个小角度再拧紧，使悬盘转动，当霍尔传感器在一周期内亮两次开始计数

⑤ 测量常数  $R, r, M, H$ 。

2. 用三线摆测量物体的转动惯量

将物体放置在悬盘上并使其质心与

中心重合轴上。实验得其总转动惯量，再计算物体的转动惯量： $I_M = I_1 - I_0$ 。

操作步骤同①。注意圆环的圆心与中心轴对齐，并测定圆环质量和内外径。

3. 用三线摆验证平行轴定理：

将两小圆柱放在悬盘上，用1中的操作来测定总的转动惯量。测定圆柱质量，直径，和其到中心轴距离。

$$I_2 = \frac{(M_0 + 2M_2)gRr}{4\pi^2 H} T_2^2$$

$$I_{M_2}' = \frac{1}{2} (I_2 - I_0)$$

$I_{M_2} = I_{M_2}' - M_2 D^2$  计算实验得转动惯量，并与理论值比较。

【实验器材及注意事项】

器材：三线摆，集成开关霍尔传感器，多功能数字毫秒计，圆形水准仪

注意：1. 保持启动盘，悬盘水平

2. 保证圆环圆心在中心轴上。

## 【数据处理与结果】

$$1. D_0 = 148.01 \pm 0.04 \text{ mm}$$

$$R_0 = 72.06 \pm 0.04 \text{ mm}$$

$$H = 410.3 \pm 0.3 \text{ mm}$$

$$\gamma = 38.54 \pm 0.08 \text{ mm}$$

$$T_0^2 = 1.536 \pm 0.001 \text{ (s}^2\text{)}$$

$$M_0 = 475 \text{ g}$$

$$g = 9.793 \text{ N/kg}$$

$$\therefore I_0 = 1.225 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$I_{0\text{理}} = 1.301 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$\therefore E_0 = \frac{|I_{0\text{理}} - I_0|}{I_{0\text{理}}} \times 100\% = 3.8\%$$

$$2. T_1^2 = 1.654 \pm 0.002 \text{ (s}^2\text{)}$$

$$M_1 = 202.0 \text{ g}$$

$$D_{\text{内}} = 112.8 \pm 0.1 \text{ mm}$$

$$D_{\text{外}} = 120.23 \pm 0.05 \text{ mm}$$

$$\therefore I_1 = 1.880 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \quad I_{M_1} = 6.351 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$I_{M_1\text{理}} = 6.864 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$\therefore E_1 = \frac{|I_{M_1} - I_{M_1\text{理}}|}{I_{M_1\text{理}}} \times 100\% = 4.6\%$$

$$3. T_2^2 = 1.4786 \pm 0.0015 \text{ s}^2$$

$$D_{\text{柱}} = 25.33 \pm 0.03 \text{ mm}$$

$$M_2 = 100.2 \text{ g}$$

$$D_{\text{槽}} = 119.71 \pm 0.03 \text{ mm}$$

$$\therefore I_2 = \frac{(M_0 + 2M_2)gR\gamma}{4\pi^2 l} T_2^2 = 1.677 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$I_{M_2} = \frac{1}{2}(I_2 - I_0) = 2.261 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$I_{M_2\text{理}} = \frac{1}{8}M_2 D_{\text{柱}}^2 + M_2 D^2 = 2.312 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$\therefore E_2 = \frac{|I_{M_2\text{理}} - I_{M_2}|}{I_{M_2\text{理}}} \times 100\% = 2.2\%$$

实验值与理论值偏差较小，验证了平行轴定理。



## 【误差分析】

由于本实验在计算过程中进行了较多近似处理, 所以得到 4%~6% 这样的误差也是在情理之中。误差来源主要有以下几点:

- ① 系统误差。包括测量中不可避免的上下平动造成的误差, 悬盘垂直轴轻微摆动的误差, 和计算方法中为对少量忽略带来的误差。
- ② 实验中的  $H$  为启动盘中心到悬盘重心间的距离, 而当加上圆柱和圆环后, 重心上移, 但这一点没有进行修正。
- ③ 可能有时时间上的测量误差。对平衡位置的把握判断有一点误差。其次, 在启动之初的时间测量误差较大, 这一点在增大第三次实验中得到修正。把每次的周期调至 60 后, 误差率下降较大幅度。

## 【实验心得及思考题】

思考题: ① 当启动盘或悬盘的不水平时, 摆动时两盘的重心移动较大, 上下平动影响太大, 若仍按原有公式计算, 误差会增大。

②  $R$  和  $\gamma$  都用游标卡尺间接测量而得。  $H$  的一部分用钢尺直接测量, 另一部分用游标卡尺间接测量得。  $M_0$  用电子天平测得。在可以用游标卡尺的情况下使用游标卡尺以提高精确度。电子天平的选用也是出于精确度的考量。

③ 由不确定度传递公式可得: 
$$\frac{\Delta I}{I} = \sqrt{\left(\frac{\Delta M_0}{M_0}\right)^2 + \left(\frac{\Delta R}{R}\right)^2 + \left(\frac{\Delta \gamma}{\gamma}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H}{H}\right)^2 + \left(\frac{\Delta T_0}{T_0}\right)^2}$$
 即所有不确定度与总值的比值的平方和即为总不确定度的平方。而二阶量如  $T^2$ , 则④为两倍平方和。

心得: ① 当面对大量数据需要处理时, excel 是一个很好的工具。

② 由思考题第三题中总结了积商形式的不确定度传递规则。

③ 在数据处理过程中对有效数字有了更多了解, 也发现了新的问题。

④ 实验过程中对式子的推导, 化简和忽略小量处理对我有很大启发。特别是这类验证性实验。

【数据记录及草表】

次数	悬盘直径 $D_0$ (mm)	H (mm)	a (mm)	b (mm)	$R = \frac{\sqrt{3}}{3} \bar{a}$	$r = \frac{\sqrt{3}}{3} \bar{b}$
1						
2						
3						
平均						

	1	2	3	4	5	平均
摆动周期数						
总时间						
周期 $T_0$						
$T_0^2$						

	1	2	3	平均		1	2	3	平均
圆环内径 $D_1$					圆柱直径 $D_2$				
圆环外径 $D_3$					圆槽直径 $D_4$				
					$2D = D_3 - D_1$				

教师签字:



⑦

92

# 浙 江 大 学

## 物 理 实 验 报 告

实验名称: 分光计的调整和使用

指导教师: 章林溪

信 箱 号: \_\_\_\_\_

专 业: 光电

班 级: 工信 1122

姓 名: 秦羽舒

学 号: 3110103989

实验日期: 10 月 22 日 星期 二 上/午

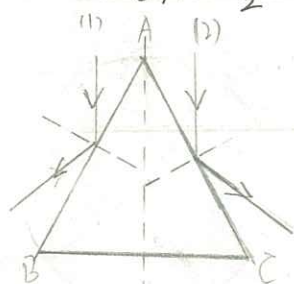
### 【实验目的】

1. 了解分光计的结构, 学会正确的调节和使用方法
2. 用分光计测量三棱镜的顶角

### 【实验原理】 (电学、光学画出原理图) 1. 测量三棱镜顶角

两光学平面之间的夹角称为二面角。三棱镜、直角棱镜中相邻两个光学平面之间的夹角称为顶角 (或二面角)

用一束平行光入射到三棱镜的顶角, 如图a, 光线(1)经AB反射, 光线(2)经AC反射, 二反射光线的夹角 $\alpha$ 。二反射光线的夹角 $\alpha$ 与顶角的关系容易从几何光学中求得:  $\angle A = \frac{\alpha}{2}$



### 2. 分光计的调整

借助平面镜调整时, 利用光的反射。当入射光和反射光重合时, 说明已调整好。



## 【实验内容】（重点说明）

### 1. 分光计的调整

- (1) 保证：入射光线是平行光；望远镜能接收平行光，平行光管和望远镜的光轴与分光计中心轴垂直。
- (2) 调整方法：①粗调 ②用自准直法细调 ③调整望远镜的光轴与分光计中心轴垂直，载物平台平面与分光计中心轴垂直。

调整时要根据观察到反射调的现象进行分析，针对原因进行调整。分二步进行：  
 a. 在载物台上倾斜度螺丝 a、b、c 中任选二只，例如 b、c，将反射镜面垂直平分 b、c 连线放置，并将望远镜正对反射镜的一个反射面，左右微动载物台，从目镜中找到叉丝反射像，然后将载物台转过  $180^\circ$ ，这时反射镜的另一反射面正对望远镜，同样找到叉丝反射像。若两个叉丝反射像相对于分划板的上边一条小横线的位置是一个偏上，一个偏下，则用二分之一调节法使其重合；若属均偏上（下），则调节望远镜的倾斜度螺丝使两面反射叉丝像均与分划板上边十字线的小横线重合。不断轻动载物台直至两反射像重合。

b. 若以上调节还不能使载物平台平面垂直于中心轴，还需将平面镜改放在与 b、c 平行的有边上，调节螺钉 a，使反射像与叉丝重合。

④ 使平行光管发出平行光，并使其光轴与分光计中心轴垂直。

2. 测量三棱镜棱角：棱镜安放如图，棱镜 A 对准平行光管中心，使平行光分成两半，在 AB 和 AC 面上反射出去，并且棱镜 A 应接近平台中心。测量左右两反射光线的角位置，稍微改变 A 接近平台中心的位置，反复测几次，算得使用。

## 【实验器材及注意事项】

1. 分光计：常用的分光计有 TG-01 型和 JY 型，其主要由望远镜、平行光管、载物台和读数装置组成。

① 望远镜用来观察和确定光线进行的方向，它由物镜、目镜、分划板组成。

② 平行光管用来产生平行光。

③ 载物台用来放置光学元件。

④ 读数装置：望远镜和载物台分别与刻度盘和角游标相连，它们的相对转动角度可从读数窗中读出。读数窗有 A、B 二个，它们相隔  $180^\circ$ ，从 A、B 两窗可分别读得望远镜转过的角度，然后取平均值，这样可消除中心轴可能存在的偏心。

## 【数据处理与结果】

次数	左		右		$ 左A - 右A $	$ 左B - 右B $	$\angle A = \frac{ 左A - 右A  +  左B - 右B }{4}$
	A	B	A	B			
一	338°33'	157°34'	218°36'	36°56'	119°57'	120°38'	60°9'
二	333°59'	153°58'	214°5'	34°8'	119°54'	119°50'	59°56'
三	342°29'	162°28'	222°18'	42°23'	120°11'	120°5'	60°4'
四	339°25'	159°24'	219°25'	39°28'	120°0'	119°56'	59°59'
五	344°3'	164°6'	224°6'	44°0'	119°57'	120°6'	60°1'

$$\bar{\angle A} = \frac{\sum_{i=1}^5 \angle A_i}{5} = 60^\circ 2'$$

$$\text{标准偏差 } S(\bar{x}) = \sqrt{\frac{1}{5 \times 4} \left[ \sum_{i=1}^5 (\angle A_i - \bar{\angle A})^2 \right]} = 0^\circ 2'$$

$$\therefore \angle A = 60^\circ 2' \pm 0^\circ 2'$$

$$\text{A类不确定度 } u_A = S(\bar{x}) = 0^\circ 2'$$

$$\text{B类不确定度 } u_B = 0^\circ 1'$$

$$\text{合成标准不确定度 } u = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} = 0^\circ 2'$$



## 【误差分析】

1. 仪器的系统误差。
2. 分光计调整时, 没有使平行光管和望远镜的光轴与分光计中心轴垂直, 那么在测量三棱镜棱角时, 反射光不是垂直方向的, 在测量角度时会产生误差。
3. 找到反射光后, 在读数时, 可能由于不小心操作, 使望远镜转动, 产生误差。
4. 在读数时, 可能产生误差。

## 【实验心得及思考题】

- 思考:
1. 因为此时望远镜光轴与分光计中心轴垂直, 载物台与分光计中心轴垂直。
  2. 若叉丝像一上一下, 调节平台的倾斜度。  
若叉丝像同在上或下, 调节望远镜。
  3. 目镜中的小灯发出的光经小棱镜反射后, 再经物镜投射到载物台上的反射镜, 反射回来的像应与分划板“ $\equiv$ ”形叉丝的上半交点相重合。
  4. 方便调节, 可以通过 b、c 判断出转过的角度是不是  $180^\circ$ 。  
两次放置反射镜要平行, 最好垂直。

心得: 本次实验耗时长, 调整过程需要反复同一操作, 是个需要耐心和细心的过程。要搞清楚在何种情况下调节什么装置, 调节多少, 只有如此, 完成实验才能快速、顺利。

仔细读数 认真记录

【数据记录及草表】

		左A		左B		右A		右B	
		338° 33'		157° 34'		218° 36'		36° 56'	
		333° 59"		153° 58"		214° 5'		34° 8"	
		342° 21'		162° 28'		222° 18'		42° 23'	
		339° 25'		159° 24'		219° 25'		39° 28'	
		344° 3'		164° 6'		224° 6'		44° 0'	
角度 次数		左		右		左A-右A	左B-右B	∠A = $\frac{ 左A-右A  +  左B-右B }{4}$	
		A端	B端	A端	B端				
一		259'				119° 57'	120° 38'		
二						119° 54'	119° 50'		
三						120° 11'	120° 5'		
四						120° 0'	119° 56'		
						119° 57'	120° 6'		

教师签字:

