

【实验目的】

1. 了解分光计的结构
2. 掌握正确使用和调节分光计的方法
3. 利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. 反射法测量三棱镜顶角

三棱镜中相邻两个光学平面之间的夹角称为顶角。

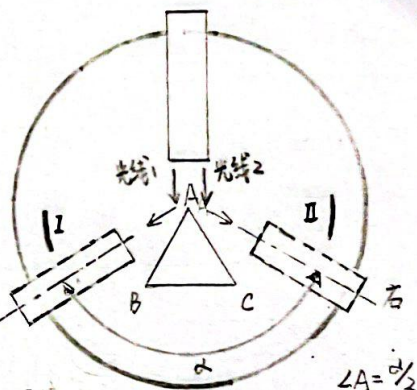
若用一束平行光入射到三棱镜的顶角，光线经 AB、AC 面反射，会形成一夹角 α 。通过关系式 $\angle A = \frac{\alpha}{2}$ 即可获得顶角角度大小。

设两读数窗为 I 窗和 II 窗，当望远镜在右边时，可得两窗读数 $\angle_{右I}$ 和 $\angle_{右II}$ 。同理，在左测观察时可得两窗读数 $\angle_{左I}$ 和 $\angle_{左II}$ 。则

$$\alpha_1 = \angle_{右II} - \angle_{左I}, \quad \alpha_2 = \angle_{右I} - \angle_{左II}$$

为消除仪器偏心差，取 $\alpha = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}$ 。则顶角 A 的计算公式为

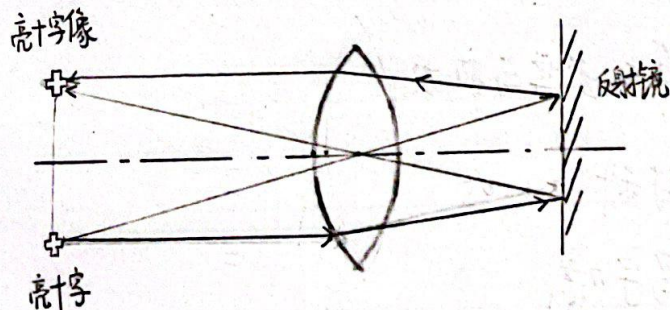
$$\angle A = \frac{|\angle_{右I} - \angle_{左I}| + |\angle_{右II} - \angle_{左II}|}{4}$$



2. 自准直法

在载物平台上放一镜面垂直于望远镜光轴的平面反射镜。调节焦距，如果亮十字恰好处于物镜的焦平面上，则亮十字上任意光线经物镜变为平行光，平行光经反射镜返回，经物镜后可准确成亮十字像在原亮十字所在平面。若所呈像已清晰，则望远镜已调焦至无穷远。

（成像图见左）



【实验内容】（重点说明）

1. 分光计的调整

分光计的使用要求：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。

① 粗调

通过目测法调节望远镜斜度调节螺钉，使望远镜光轴基本与分光计中心轴垂直。通过目测法调节载物台下三个斜度调节螺钉，使载物平台平面初步垂直与分光计中心轴。

② 望远镜调焦无穷远

将平面反射镜放置于载物平台上，反光面正对望远镜。调整目镜调节滚轮，直到清晰看到“ \neq ”形叉丝。接着调整望远镜倾斜螺钉，微微左右移动直至找到亮十字像。最后，调节望远镜十字调焦螺钉直至看到清晰的像。再调倾斜螺钉直至十字像与“ \neq ”形叉丝上刻线重合。

③ 调整望远镜光轴、载物平台分别与分光计中心轴垂直

挑选两只斜度调整螺钉，于垂直平分线两侧，将望远镜正对反射镜的一个反射面，调节螺钉直至找到十字

像，并且使十字像处于“ \neq ”形叉丝的上刻线偏上位置。将载物台转过 180° ，若不相垂直，则用相应方法分别处理偏上、偏下以及看不到情况。

再将反射镜改放在与①、②两部连线平行的平台面直径上，调节螺钉③，使亮十字像与“ \neq ”形叉丝的上刻线重合。调整结束后，不得再转动倾斜螺钉。

④ 调整平行光管光轴与分光计中心轴垂直

移走反射镜，利用望远镜调节平行光管狭缝至像与“ \neq ”形叉丝无视差。然后转动狭缝器，调节平行光管倾斜度使平行光处于“ \neq ”形叉丝的下刻线上重合，最后再转动狭缝器，将平行光竖直放置，并调节狭缝大小约目视 2mm 。

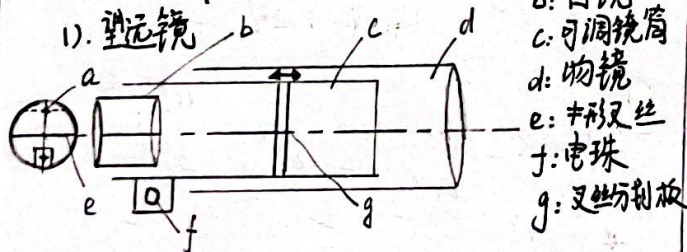
2. 测量三棱镜顶角

将三棱镜顶角对准平行光管的中心，使平行光分成两半，使光在AB和AC面上反射出去，测量左右两反射光线的角位置，就可算得棱镜顶角大小。

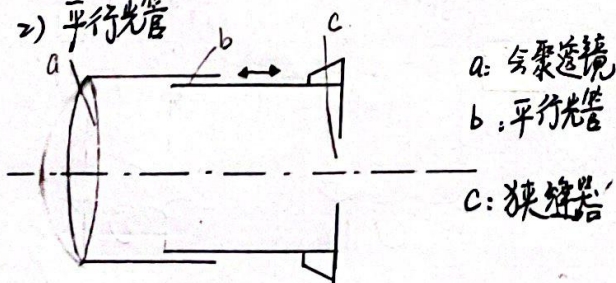
【实验器材及注意事项】

实验器材：

分光计主要由望远镜、平行光管、载物平台和读数装置四部分组成。

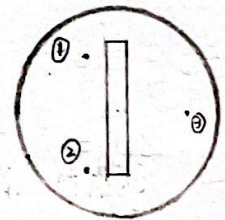
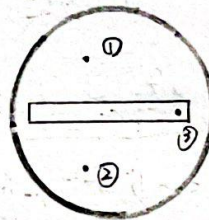


2) 平行光管



3) 载物平台

①、②、③为三个调节螺钉，用以改变平台的倾斜度。



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游标窗中读出，读数游标窗有I窗与II窗。

注意事项：

①中心轴可能存在偏心，可用平均值消除影响。

【数据处理与结果】

实验 次数	左		右		左I-右I	左II-右II	$\angle A$
	I窗	II窗	I窗	II窗			
1	165°14'	345°16'	45°18'	225°18'	119°56'	119°58'	59°58'
2	159°25'	329°23'	39°30'	219°30'	119°55'	119°53'	59°57'
3	160°30'	340°31'	40°33'	220°33'	119°57'	119°58'	59°58'
4	163°32'	343°33'	43°36'	223°33'	119°56'	120°00'	59°59'
5	159°38'	339°41'	39°58'	219°54'	119°40'	119°47'	59°51'
6	163°11'	343°12'	43°17'	223°14'	119°54'	120°03'	59°59'

可用 $\angle A = \frac{|左I-右I| + |左II-右II|}{4}$ 式计算 $\angle A$. ($\Delta \text{仪} = 1'$)

$$\bar{\angle A} = \frac{\sum_{i=1}^6 \angle A_i}{6} = 59^\circ 57'$$

不确定度 $U_A = \sqrt{\frac{1}{6 \times 5} \sum_{i=1}^6 (\angle A_i - \bar{\angle A})^2} \approx 1.3'$

$$U_B = \frac{\Delta \text{仪}}{\sqrt{3}} = 0.6'$$

合成标准不确定度 $U = \sqrt{U_A^2 + U_B^2} = 1.5'$

$$\therefore \angle A = 59^\circ 57' \pm 1.5'$$

可以看到, 第5组数据与其它数据相差相对较大, 若排除第5组数据

则 $\bar{\angle A} = 59^\circ 58'$

$$U_A = 0.4'$$

$$U_B = 0.6'$$

$$\therefore U = \sqrt{U_A^2 + U_B^2} = 0.7'$$

$$\therefore \angle A = 59^\circ 58' \pm 0.7' \text{ (精确度提升)}$$

【误差分析】

1. 偏心误差

因分光计调整熟练度与精度, 望远镜、平行光管的光轴, 不一定完全处于同一平面、同一直线上, 因而在实验操作过程中可能引入偏心误差, 使用左右侧两窗读数作差可较大程度减小其影响。

2. 读数误差

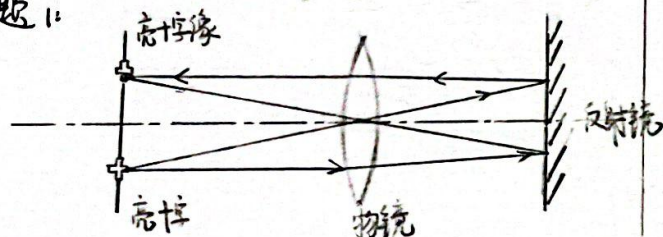
首先, 因仪器使用较久, 部分刻度存在锈迹, 影响精确读数。另外, 因读数类似于游标卡尺, 刻度线是否对齐的判断存在较大主观性, 因而可能引入误差。

3. 狭缝过宽使亮线过粗, 降低读数精确度; 仪器最小刻度为 $1'$, 影响读数精确度。

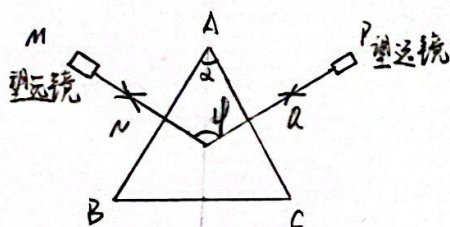
4. 存在一些偶然误差, 如记录表中第 5 次数据, 与其它数据相较, 精确度明显较低, 若在处理实验结果时排除此项, 可使不确定度降至 $0.7'$, 与因仪器造成的不确定度基本持平, 说明实验准确性较高。

【实验心得及思考题】

思考题 1



上图为自准直法调焦方法示意图

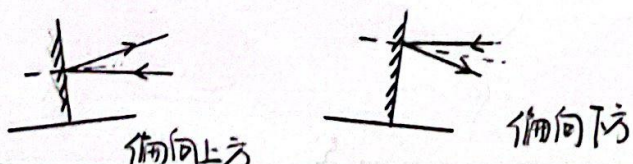


上图为自准直法光路图。

思考题 2

如果十字像经过 180° 平台旋转发生了上下移动, 则是由于平台倾斜度所致, 故只需调整平台倾斜度即可 (一般在不同方向只调节同一旋钮即可, 以一半的速度来回调节, 不断逼近正确位置)。

[示意图如下]



思考题 3

① 若三棱镜顶角过于靠前或靠后, 则望远镜于左窗与右窗中测量的夹角会过大或过小。过大会引起测量不便, 过小时则使读数相对误差放大。

② 如果三棱镜顶角处于过于靠左或靠右的位置, 使得平行光难以同时在两个光窗面上进行反射, 会造成实验效果下降及读数不便利。

实验心得:

她真的, 我哭死。郭老师上班太友好了。在对分光计的粗调进行教学时, 每教一步都留给我们时间自己操作一下, 对仪器有总体的调节感觉, 以至在下一步调整时可以完全进入状态。

讲解一完成, 我几乎直接进入测量数据阶段。这使我很快结束了实验, 可以抽出一些时间帮助身边的同学, 以此复习。因分光计的调整与使用知识。

实话说, 光学实验的难点还是需要细心与精确。因而在调节载物平台水平时, 我建议可以使用一些外部工具, 用尺子初步控制三个螺丝的统一高度; 另外, 槽一下装置太长, 一边看望远镜一边调节狭缝的位置真的很难做的。