

95

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：王兆英

信 箱 号：20



【实验目的】

1. 了解分光计的结构
2. 学会正确的分光计调节和使用方法
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。用一束平行光入射到三棱镜的顶角，如图1所示，光线1经AB面反射，光线2经AC面反射，两反射光线的夹角为 α 。两反射光线的夹角为 α 。与顶角 $\angle A$ 的关系很容易从几何光学中求得：

$$\angle A = \frac{\alpha}{2}$$

设两读数窗为I窗和II窗，则当望远镜在右边时，读得两窗读数为： $\angle_{右I}$ 和 $\angle_{右II}$ ；同理，当望远镜在左边时，读得两窗读数为： $\angle_{左I}$ 和 $\angle_{左II}$ 。所以 $\alpha_1 = \angle_{右I} - \angle_{左I}$ ， $\alpha_2 = \angle_{右II} - \angle_{左II}$ ，为了消除仪器的偏心差，取 $\alpha = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}$ ，所以顶角 $\angle A$ 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。调节亮十字与物镜之间的距离（即调焦），如果亮十字恰好处于物镜的焦平面上，则亮十字上任意一点发出的光经物镜变为平行光，此平行光由反射镜反射回来，经物镜后成亮十字像应准确地处在亮十字所在平面上。所以在调焦过程中只要在亮十字所在平面上看到反射回来的清晰的亮十字像时，望远镜已调焦无穷远了。这个调焦方法叫做自准直法，光路如图2所示。

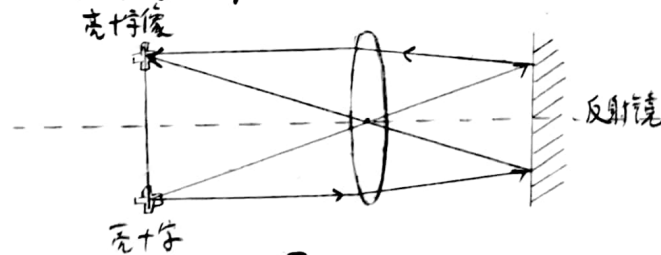


图 2

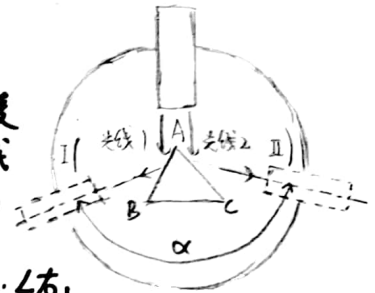


图 1



【实验内容】（重点说明）

1. 分光计的调整

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。

(1) 粗调。

通过目测法调节望远镜倾斜度调节螺钉，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平台下面三个倾斜度调节螺钉，使载物平台平面初步垂直于分光计中心轴。

(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。然后，调节目镜调节螺钉，直到清晰看到“+”形叉丝为止。接着，调节望远镜倾斜螺钉，同时微微地左右移动，直到找到亮十字像为止。最后，调节望远镜十字调焦螺钉，直到看到清晰的亮十字像，并再次调节望远镜倾斜螺钉，使得亮十字像与“+”形叉丝的上刻线重合。

(3) 调整望远镜光轴、载物平台面分别与分光计中心转轴垂直。

借助平面反射镜来调整载物平台平面与分光计中心转轴垂直。

(4) 调整平行光管光轴与分光计中心转轴垂直。

移走载物平台上的反射镜，利用已调好的望远镜，调节平行光管狭缝至透镜的距离，使在望远镜中能看到狭缝清晰的像，即像与“+”形叉丝无视差，这时平行光管已发射平行光。然后，转动狭缝器，使平行光水平射出，再调节平行光管倾斜度使平行光处于“+”形叉丝的下刻线上重合。最后，再转动狭缝器，将平行光呈立放置，并调节狭缝大小约目视 2mm。此时平行光管光轴与分光计转轴也垂直。

2. 测量三棱镜顶角

将三棱镜安放在载物平台上，三棱镜顶角对准平行光管的中心，使平行光分成两半，在 AB 和 AC 面上反射出去，并且三棱镜顶角应接近平台中心偏上一点点位置，否则望远镜中会看不见反射光。测量左右两反射光线的角位置，就可算得棱镜顶角大小。每次测量时稍微改变三棱镜顶角接近平台中心的位置，填入表中。

【实验器材及注意事项】

实验器材：

1. 分光计（由望远镜，平行光管，载物平台和读数装置组成）

2. 三棱镜

3. 平面反射镜

4. 汞灯光源

注意事项：

1. 为了保证测量的精度，减少测量误差，分光计在使用前必须进行调整；

2. 调节平行光管的狭缝时为保证后续测量误差较小，应将狭缝调小一些

3. 旋转望远镜时，应当握住镜筒下端的支撑部位，以免影响望远镜轴线平行度



【数据处理与结果】

由实验测得数据如图所示, 将数据代入计算分别填入表中, 当 $|\angle_{右1} - \angle_{右2}|$ 或 $|\angle_{左1} - \angle_{左2}| > 18^\circ$ 时, 要特别由于刻度盘转过一周, 所以在计算时应应用 360° 减去相应的角度, 故在下表中填入经过这样处理后的数据.

表 1 实验结果

实验次数	左		右		$ \angle_{左1} - \angle_{左2} $	$ \angle_{右1} - \angle_{右2} $	$\angle A$
	I窗	II窗	I窗	II窗			
1	$103^\circ 25'$	$283^\circ 25'$	$343^\circ 28'$	$163^\circ 24'$	$119^\circ 57'$	$120^\circ 1'$	$60^\circ 0'$ $119^\circ 59'$
2	$124^\circ 45'$	$304^\circ 45'$	$4^\circ 43'$	$184^\circ 45'$	$120^\circ 2'$	$120^\circ 0'$	$60^\circ 1'$ $120^\circ 1'$
3	$103^\circ 7'$	$283^\circ 8'$	$343^\circ 9'$	$163^\circ 7'$	$119^\circ 58'$	$120^\circ 1'$	$60^\circ 0'$ $120^\circ 0'$
4	$106^\circ 5'$	$286^\circ 5'$	$346^\circ 8'$	$166^\circ 5'$	$119^\circ 57'$	$120^\circ 0'$	$59^\circ 59'$ $119^\circ 59'$
5	$97^\circ 49'$	$277^\circ 50'$	$337^\circ 51'$	$157^\circ 49'$	$119^\circ 57'$	$120^\circ 1'$	$60^\circ 0'$ $119^\circ 59'$
6	$112^\circ 45'$	$292^\circ 47'$	$352^\circ 48'$	$172^\circ 45'$	$119^\circ 57'$	$120^\circ 2'$	$60^\circ 0'$ $120^\circ 0'$

$$B) \quad \bar{\angle A} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \angle A_i = \frac{119^\circ 59' + 120^\circ 0' + 60^\circ 0' + 60^\circ 1' + 60^\circ 0' + 59^\circ 59' + 60^\circ 0' + 60^\circ 0'}{6} = 60^\circ 0'$$

由多次测量得角A的A是不确定度为

$$\Delta u_A = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 0.25' \quad \text{记为 } 0.1'$$

由仪器产生的B是不确定度为

$$u_B = 1'$$

则由不确定度的合成公式得

$$u = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} = \sqrt{1'^2 + 1'^2} = 1.41' \quad \text{记为 } 2'$$

则法实验的结果为

$$\angle A = (\bar{\angle A} \pm u) = (60^\circ 0' \pm 0^\circ 2')$$



【误差分析】

由本次实验可得三棱镜的顶角 $A = (60^\circ \pm 2')$ ，可以看出仪器精确度较高，误差较小。

误差原因分析：

1. 反射光具有一定的宽度，肉眼在使它与中央叉丝对齐时可能会有偏差。
2. 分光计仪器的度量本身存在一定的仪器误差。
3. 在旋转分光计时，螺母之间可能存在空程差，以及分光计本身存在偏心差，消除方式进行不彻底。
4. 读数误差，人为读数时对准游标长尺时，由于个人的读数习惯而引入了误差。

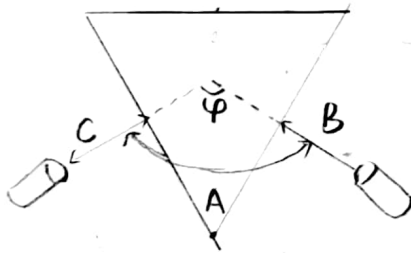
【实验心得及思考题】

实验心得：

通过本次实验，我们了解分光计的结构并学会了正确地进行分光计调节和使用方法，并用其测量了三棱镜的顶角。本次实验的测量步骤以及数据处理均较为简单，关键难点为分光计的调节。分光计调节的成功与否直接决定了我们测量的精度和能否找到所需的像。分光计作为一个光学仪器，调节的步骤非常多而且麻烦，仪器问题的出现点也很灵活，这就要求我们能够熟练地掌握调节的各个步骤并能进行综合运用。分光计在实验中还可以发挥其它的作用，比如测波长、折射率等等，因此熟练掌握分光计的操作是非常有必要的。

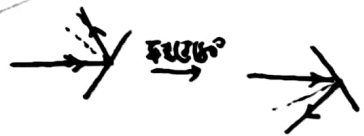
思考题：

1.



$$A + \varphi = \pi$$

2. 应该调节平台的倾斜度，因为若平台尚未调平，转过 180° 后，其反射角发生变化，则其像一定与原来的位置不同，参看光路图如右图所示。



3. 能够让反射光进入，偏离中心或左或右都会导致平行光不会照到三棱镜的两面上。偏离中心靠得太近，则刚从狭缝里透出的光平行度不够，没有达到平行光射入三棱镜，再者观察时望远镜转动的角度太大，不易观察。偏离中心离狭缝太远则会导致平面镜不绿，影响观察。



【数据记录及草表】

实验 次数	左		右		左 _I -右 _I	左 _{II} -右 _{II}	△L
	I窗	II窗	I窗	II窗			
1	103°25'	283°25'	343°28'	163°24'			
2	124°45'	304°45'	4°45'	184°45'			
3	103°7'	283°8'	343°9'	163°7'			
4	106°5'	286°5'	346°8'	166°5'			
5	97°49'	277°50'	337°52'	157°49'			
6	112°45'	292°47'	352°48'	172°45'			

教师签字：王恒英

