

实验 21 分光计的调整及棱镜顶角的测定

引言

分光计是一种分光和精确测量角度的光学仪器。可用来测量三棱镜的顶角、最小偏向角、光栅的衍射角等，并通过角度的测量来测定其他一些光学量，如棱镜玻璃的折射率、光栅常数、光波的波长等。分光计也是摄谱仪、单色仪等光谱分析仪器的基础。

分光计比较精密，结构较为复杂，使用时必须严格按照一定的步骤进行调整，才能得到较高精度的测量结果。分光计的调整原理、方法和技巧，在光学仪器中具有一定的代表性。

实验目的

- 1、了解分光计的结构、各部分的作用及工作原理。
- 2、掌握分光计的调节要求和调节方法。
- 3、学会测量棱镜的顶角。

实验原理

1. 分光计的基本原理及调整技术

分光计在测量前，必须经过仔细调整，要求达到：望远镜调焦无穷远；望远镜和平行光管共轴，并均与分光计中心轴垂直，平行光管出射平行光。

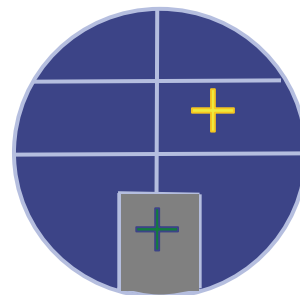
(1) 目测粗调

用眼睛估测调节望远镜的仰角调节螺丝和载物平台下的三个调节螺丝，使望远镜和平台基本水平。

调节要求：

1>将双面反射镜放在载物平台上，与望远镜筒垂直，视场中能看到十字叉丝光标和它经平面镜反射回来的光斑（叉丝像）。

2>将平台转过 180° ，视场中仍能看到十字叉丝反射回来的叉丝像。



注意：望远镜的仰角调节螺丝和载物平台下的三个调节螺丝都应为后面细调预留调节余度，即不能将它们拧到极限位置。

(2) 望远镜的调节

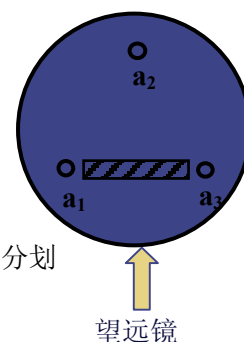
1>目镜调焦：其目的是使眼睛通过目镜能清晰地看到分划板上的十字刻线和十字叉丝光标。方法：转动目镜调焦手轮。

2>调整分划板十字刻线的方向。使十字刻线水平或竖直。方法：松开目镜套筒锁定螺丝，旋转目镜套筒。

3>物镜调焦：其目的是将分划板上十字叉丝调整到焦平面上，即望远镜对无穷远聚焦。方法：前后移动目镜套筒，使绿十字叉丝成像清晰，然后拧紧锁定螺丝。

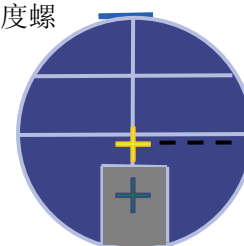
(3) 望远镜轴线及平台面与中心转轴垂直

1>将双面反射镜放在载物台上，使镜面处于任意两个载物台调平螺丝的连线上。并使之正对望远镜。



2>用各半法调节螺丝 a_2 和望远镜的仰角螺丝，使十字叉丝通过反射镜成的像与分划板的上十字线重合。

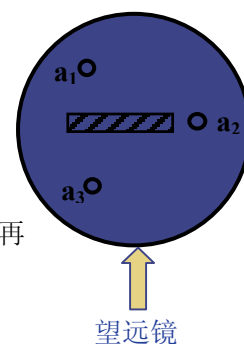
3>使载物台（连同底座）转动 180° ，同样用各半法调节螺丝 a_2 和望远镜的倾斜度螺丝，使十字叉丝通过反射镜另一面成的像也与分划板的上十字线重合。



4>重复 3，直至双面反射镜的任一面都能使十字叉丝像调节到位。至此以后，不再碰动螺丝 a_2 和望远镜的仰角螺丝。

5>将反射镜放在螺丝 a_1 和螺丝 a_3 连线之中垂线上，将载物台（连同底座）旋转 90° ，使平面镜正对望远镜。

6>调节螺丝 a_1 和螺丝 a_3 ，使十字光标像与分划板的上十字线重合。



7>使载物台（连同底座）转动 180° ，重复 6。

8>重复 7，直至双面反射镜的任一面都能使十字光标像调节到位。至此以后，不再碰动螺丝 a_1 和螺丝 a_3 。

(4) 平行光管轴线与中心转轴垂直

1>取走反射镜，将已调节好的望远镜正对着平行光管，打开钠灯，照亮狭缝。

2>松开狭缝套筒锁定螺丝，调节狭缝套筒前后位置，使望远镜视场中能看到清晰的狭缝像（白色）。

3>旋转狭缝套筒调节狭缝方向，使狭缝像与望远镜分划板水平叉丝平行。调节平行光管仰角螺丝，

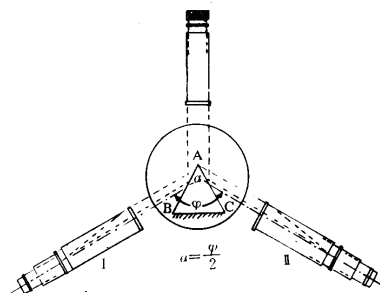
使狭缝像与分划板中间水平叉丝重合。至此以后，不再碰动平行光管仰角螺丝。

4>调节狭缝的粗细调节旋钮，使缝宽适当。一般狭缝较细测量才能准确。

2 三棱镜顶角的测定

(1) 反射法

如右图。使棱镜顶角 A 对准平行光管，则平行光管射出的光束照在棱镜的两个反射面 AB、AC 上，被分成两束平行光。将望远镜转至 I 处观测，使叉丝对准狭缝像，从两游标读数；再将望远镜转至 II 观测，又从两个游标读数。



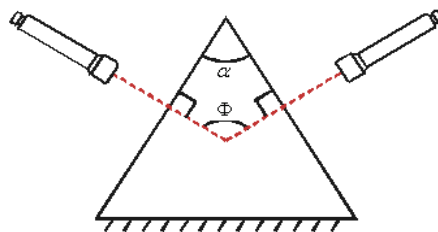
由图可得顶角 A 为

$$a = \frac{\varphi}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{|\varphi_2 - \varphi_1| + |\varphi'_2 - \varphi'_1|}{2} \right) = \frac{1}{4} (|\varphi_2 - \varphi_1| + |\varphi'_2 - \varphi'_1|)$$

稍微变动载物台的位置，重复测量多次，求出顶角的平均值。

(2) 自准直法

右图为自准直法测量三棱镜顶角的示意图。让望远镜对准三棱镜的一个光学面，当小十字叉丝的反射像和上叉丝重合时，从刻度盘上记录两游标的读数 φ_1 和 φ_2 ；转动望远镜（或载物台），让三棱镜的另外一个光学面对准望远镜，当小十字叉丝的反射像和上叉丝重合时，再次记录两游标的读数 φ'_1 和 φ'_2 。由图可知，三棱镜的顶角为

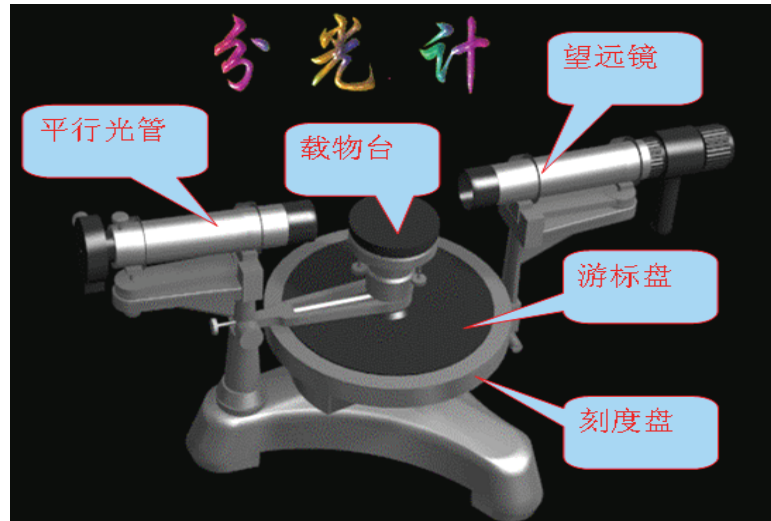


$$\alpha = 180^\circ - \Phi$$

$$\text{其中 } \Phi = \frac{1}{2} [(\varphi'_1 - \varphi_1) + (\varphi'_2 - \varphi_2)]$$

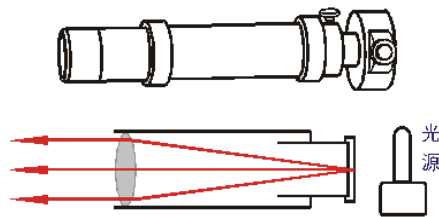
实验仪器

分光计主要由四部分组成：望远镜、平行光管、载物台和读数装置。



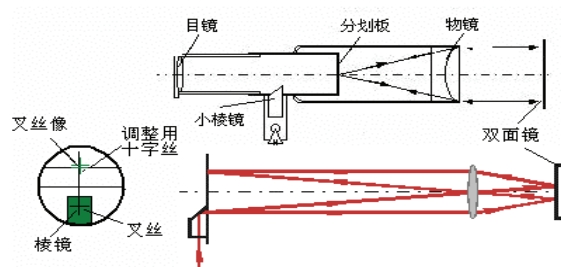
1. 平行光管

平行光管的作用是产生平行光。管的一端装有一个可沿管前后移动的套筒，套筒末端有一宽度可调的狭缝；管的另一端装有会聚透镜。沿管前后移动狭缝装置，当狭缝恰位于透镜的焦平面上时，照射在狭缝上的光经过透镜后成为平行光。



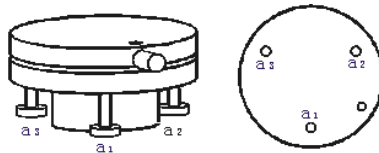
2. 望远镜

望远镜用于观察、确定被测光线方向。它由目镜、分划板和物镜组成。照明小灯泡的光自望远镜筒下侧进入，经小三棱镜反射后照亮分划板下半部的十字刻度线（十字叉丝）。目镜、分划板及物镜间的距离均可调节，当调节分划板位于物镜的焦平面时，十字叉丝发出的光经物镜后成为平行光。该平行光经双面反射镜反射后，再经物镜聚焦在分划板平面，形成十字叉丝的像（绿色）。



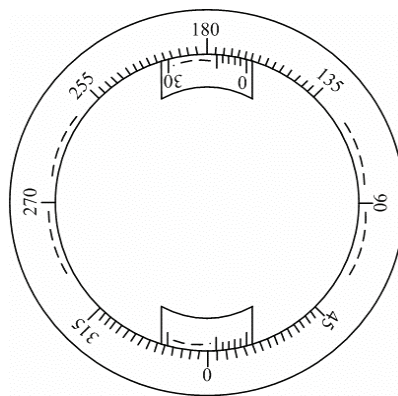
3. 载物台

载物台用于放置待测物体。台下有三个螺钉用于调整平台水平。



4. 读数装置

读数装置由刻度圆盘和沿圆盘边相隔 180° 对称安置的两个游标组成。刻度圆盘分成 360° ，最小分度为 0.5° ($30'$)，小于 0.5° 的利用游标读出。游标上有 30 格读数单位为 $1'$ 。两个游标对称放置，是为了消除刻度盘中心与分光计中心轴线之间的偏心差，测量时，要同时记下两游标所示的读数。



实验内容

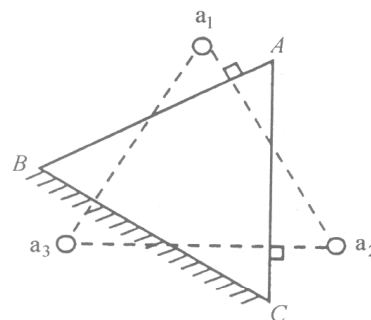
1. 调节分光计为可工作状态

调整好的分光计只能测量与刻度盘相平行平面内的角度，所以测量时必须对待测光学元件进行调节，使经光学元件（棱镜、光栅）反射、折射和衍射的光线确定的平面与刻度盘面平行。

注意：这时只能调节载物台，不能再调节望远镜、平行光管调倾螺钉。

2. 三棱镜的调节及顶角测量

(1) 将三棱镜如图示放置在载物台上，望远镜分别正对 AB、AC 光学面，分别调节载物台下螺钉 a_1 和 a_3 ，使两光学面反射的十字叉丝像均与上十字叉丝重合。



(2) 用反射法测棱镜的顶角。

要求重复多次测量（可通过变换载物台的位置来进行），求出顶角的平均值。

(3) *用自准法测棱镜的顶角。也做多次测量。

思考题

1、调节光学仪器的要领一般先粗调后细调，本实验是如何体现这一点的？

2、用双面镜调节望远镜光轴与仪器中心轴垂直时，为什么要转动载物台使双面镜两个面反射的叉丝像都要与调整用叉丝重合？

注意事项

- 1、在调节好望远镜光轴与仪器中心轴垂直后，不能再拧望远镜下方调倾螺钉。
- 2、测量角度时，同一游标两次读数的差值为望远镜筒转过的角度，不要将两游标读数弄混。
- 3、测量角度时，转动望远镜（游标盘），要注意游标是否经过了刻度盘的 0° 或 360° 刻度线。若越过，则对旋转角度的计算公式应予以修正（思考如何修正）。
- 4、刻度盘上最小刻度为 $30'$ ，测量时看清游标零刻度线是否越过刻度盘上 $30'$ 刻度线。