

# 误差

- 系统误差有规律性，可以通过实验方法或引入修正值方法进行修正
  - 分为已定系统误差与未定系统误差
- 随机误差是指每次测量值相对于真值都有一个无规律的涨落
  - 不可修正，但可以通过多次测量减小其影响
- 粗大误差：实验过程有毛病

- 精密度：每次测量的接近程度
- 准确度：测量的平均值与真值的接近程度
- 精密度：上述二者的综合

# 不确定度

## A类

$$u_A = \frac{s(x_i)}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

如果实验单次测量，则不存在A类不确定度

## B类

$$u_B = \frac{\Delta_{\text{仪}}}{\sqrt{3}}$$

# 合成

如果单次测量，没有给出仪器误差限：

1. 采用仪器的分辨率的一半（或其他数）
2. 若给出了等级与量程，不确定度为等级×量程。如10mA的电表，级数0.5，不确定度为 $10 \times 0.5\% = 0.05mA$

一般情况下，某个变量合成不确定度：

$$u = \sqrt{u_A^2 + u_B^2}$$

对于函数的不确定度，需要由公式获得。仿照合成不确定度的表达方式，将全微分的每一项取平方和：

$$\left(\frac{\partial Y}{\partial y} dy\right)^2 = \sum \left(\frac{\partial Y}{\partial x_i} dx_i\right)^2$$

用不确定度代替微元则有：

$$\left(\frac{\partial Y}{\partial y}u_y\right)^2 = \sum \left(\frac{\partial Y}{\partial x_i}u_{x_i}\right)^2$$

当Y的表达式为多个变量的乘积，可以先做变换，最后得出相对不确定度：

$$Y' = \ln Y$$

## 有效数字

---

一般准则：**四舍六入五凑偶**

函数值的有效位数：试探

科学表示法：最大用处在于避免了有效位数的改变

不确定度的有效数字：

1. 最左边第一位非0数字为1或者2，可以取两位有效数字；否则只能有一位有效数字
2. 欲保留的最低位后的一位为0：舍去；不为0则进位
3. 一旦测量不确定度的有效位数确定了，则用它的修约区间来修约测量结果

运算法则：

加减法：结果的最后一位要与操作数中最高的一位位数相同

乘除法：结果的有效数字位数为操作数中最小的有效数字位数

函数值：利用误差传递公式

## 四大方法

---

- 列表法
- 作图法
  - 一般来说，最小刻度可以和变量的有效位数的次末位对应
  - 参加运算的点的坐标要在图上标出
- 最小二乘法
- 逐差法
  - 测量量为等间隔读数

## 示波器

---

示波器的组成：

- 示波管
  - 电子枪
  - 偏转系统
  - 荧光屏
- 放大器
- 扫描与触发同步系统

- 电源

$T_x < T_y$  波形右移

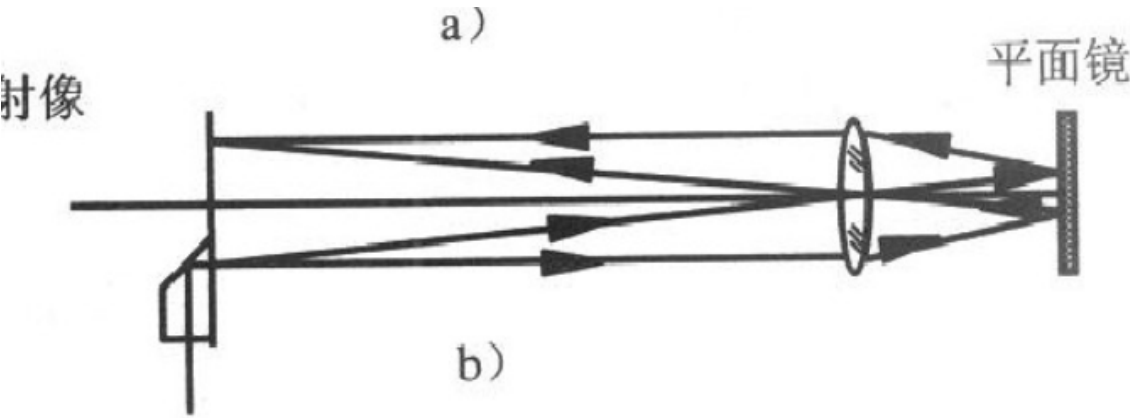
$T_x > T_y$  波形左移

李萨如图形：

$$f_y : f_x = N_x : N_y$$

# 分光计

自准直法调焦无穷远光路图：



此时的亮十字实际位于物镜的焦平面内

反射看到的亮十字像应该与分划板叉丝的上刻度线重合

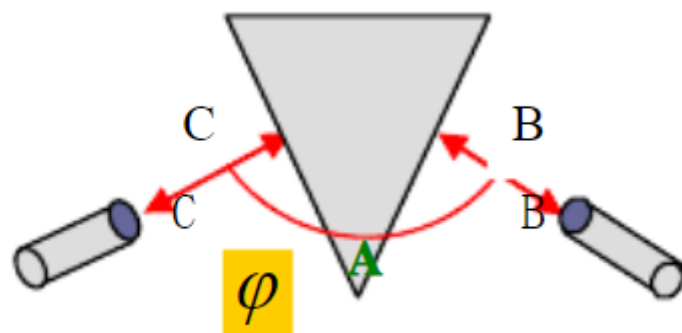
棱角计算公式：

$$\angle A = \frac{|\angle_{右1} - \angle_{左1}| + |\angle_{右2} - \angle_{左2}|}{4}$$

读数时从两个窗口读数再取平均值，可以消除中心轴可能存在的偏心差

读数与游标卡尺类似，不估读

自准直法测棱角：



$$T_2(\theta_1, \theta_2)$$

$$T_1(\theta_1, \theta_2)$$

$$\theta_1, \theta_2$$

图 11-1-2 自准直法测三棱镜顶角

反射法测棱角：

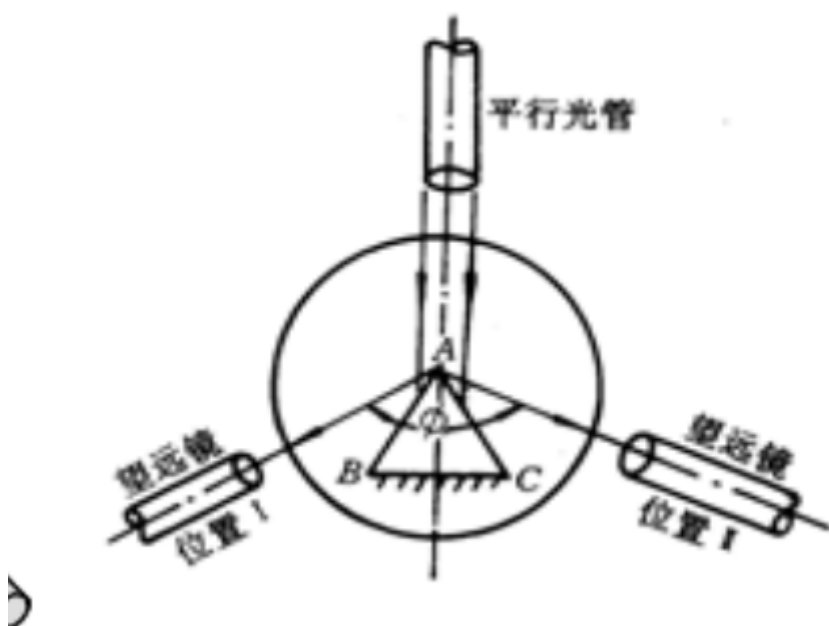


图 11-1-4 (b) 反射法测棱镜顶角

## 调整

目标：

- 入射光是平行光
- 望远镜接收平行光（调焦无穷远）

- 平行光管和望远镜的光轴，与分光计中心轴垂直

## 粗调

用眼睛粗调载物台的三个螺钉以及望远镜倾斜度调节螺钉

## 调焦无穷远

1. 调节目镜，直至能**清晰看见叉丝**
2. 调节望远镜倾斜度螺钉，左右移动，**找到亮十字像**
3. 调节十字调焦螺钉，直到**看到清晰的亮十字像**；再次调节倾斜螺钉，使得亮十字像与叉丝的上刻度线**重合**

## 望远镜光轴、载物平台面分别与分光计中心转轴垂直

1. 任选载物平台的两只螺钉，记为AB。
  - 先将反射镜面**垂直平分**AB放置，并将望远镜正对一个反射面，调节倾斜螺钉并略微左右移动望远镜，直到**找到亮十字像**。
  - 再调节倾斜螺钉，使得亮十字像位于**上刻度线偏上**位置。
  - 不断来回旋转载物台
    - 如果看不到像，则调节倾斜螺钉。判断为偏上出去：调倾斜螺钉；判断为偏下出去：调A或B
    - 比叉丝上刻度线偏上：调倾斜螺钉
    - 比叉丝上刻度线偏下：调A或B，利用二分之一调节法
    - **偏上动望远镜，偏下动载物台**
2. 将反射镜放在**平行于AB**的平台面直径上，只能调节载物平台剩余的螺钉C。
3. 此后，1+3个螺钉都不能动了

## 平行光管光轴与分光计中心转轴垂直

1. 移走反射镜，调节平行光管狭缝到透镜的距离，使得狭缝像与叉丝**没有视差**
2. 转动狭缝器，使平行光**水平射出**；再调节平行光管倾斜度使得平行光与叉丝**下刻度线**重合（唯一——次看下刻度线）
3. 转动狭缝器，使平行光**竖立放置**，狭缝大小约为目视2mm

# 光学

## 空程差

- 由螺母与螺杆之间的间隙造成
- 最基本的方法就是：一旦开始读数就不能反转手轮

消除方法：

- 消除起始位置法
- 同向转动测量法
- 正反双向求平均值法
- 异值处理法

## 视差

---

以分光计为例：

- 眼睛上移，如果亮十字像在叉丝上方，说明像在分划板和眼睛之外（书本用语：分划板后面），需要将目镜移进去
- 眼睛上移，如果亮十字线在叉丝下方，说明像在分划板和眼睛之间（书本用语：分划板前面），需要将目镜移出来

## 等高共轴

---

- 目测粗调
- 位移法细调
  - 如果两个像的中心不重合，则大像追小像