

薄透镜主焦距的测定 实验报告

物理二班 魏弘量

学号：320180934321

实验目的

- (1) 掌握薄透镜焦距测定的基本原理及其方法，学会在光具座上各光学元件的共轴调节。
- (2) 掌握透镜的成像性质

仪器用具

光具座、光具架、正透镜、负透镜、物屏、像屏、光栏、毛玻璃、小灯

实验原理

三、 实验原理

对薄透镜以光心 O 点为原点，在光轴上从 O 点起，用 s 表示物距， s' 表示像距， f 表示焦距，在近轴条件下透镜成像公式为

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \tag{1}$$

式中当物点与像点为实时， s 与 s' 为正，物点与像点为虚时， s 与 s' 为负，为了便于计算，(1) 式可以写为

$$f = \frac{ss'}{s + s'} \tag{2}$$

式 (2) 是一个 $s \sim s'$ 的二次曲线方程。对于正透镜，其函数曲线是两支分别以直线 $s=f$ 和 $s'=f$ 为渐近线的双曲线，且一定通过这样两个共轭点对，(1) $s=0, s'=0$ 的原点 O ，(2) $s=2f, s'=2f$ 的 O' 点，参看图 1.

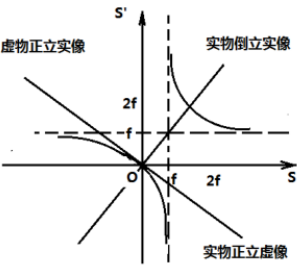


图 1

由图 1 所示的双曲线,可以求出物距 s 从 $-\infty \sim +\infty$ 任一位置所对应的共轭像位置 s' 的值。

像的放大率为 $\beta = \frac{-s'}{s}$ 。 $\beta > 0$ 像为正立, $\beta < 0$ 像为倒立。

为了确定像与物的笔直,我们可以在 $s \sim s'$ 坐标系中作两条 $s' = s$, $s' = -s$ 的直线,这两条斜率为 ± 1 的直线就表示 $|\beta| = 1$ 的极限位置,凡斜率的绝对值大于 1 的阴影区表示 $|\beta| > 1$ 的放大区。凡斜率的绝对值小于 1 的区域表示 $|\beta| < 1$ 的缩小区。

负透镜成像规律也可用上述方法得到。

薄透镜焦距的测定可根据成像基本公式及实验条件采用不同方法进行,我们选用了自准法、视差法、位移法和组合法。自准法和视差法在光学实验的调节中经常用到,位移法有其自身的优点,组合法可以加深对虚物概念的了解。

1. 正透镜焦距的测定

(1) 自准法

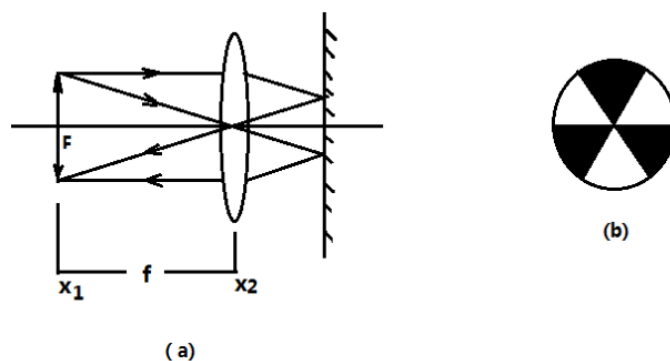


图 2

如图 2 (a) 所示,当物点处在凸透镜焦平面时,它发出的光线通过透镜后成为一束平行光,若用与主光轴垂直的平面镜将此平行光反射回去,反射光再次通过透镜后仍会聚于焦平面上,其会聚点将在光点相对于光轴对称的位置上。如图 2b 所示的物标,当反射回来的扇形像达到最清晰时,再调节平面镜的方向使扇形像与物构成一个圆,这时物标的位置就是焦平面的位置。分别读出物标与透镜的位置 x_1 及 x_2 ,即得焦距为

$$f = x_2 - x_1$$

(2) 位移法

如图 3 所示,若物屏与像屏的距离 A 保持不变,而且 $A > 4f$,移动透镜,当物距 s_1 时得一放大的实像,物距为 s_2 时得一缩小的实像,透镜两次成像所移动的距离为 L ,由于薄透镜的两个主点认为与光心重合,所以有 $s + s' = A$, $A - L = s_1 + s_2$,在此前提下可以证明求焦距的公式为

$$f = \frac{s's}{s' + s} = \frac{A^2 - L^2}{4A} \quad (3)$$

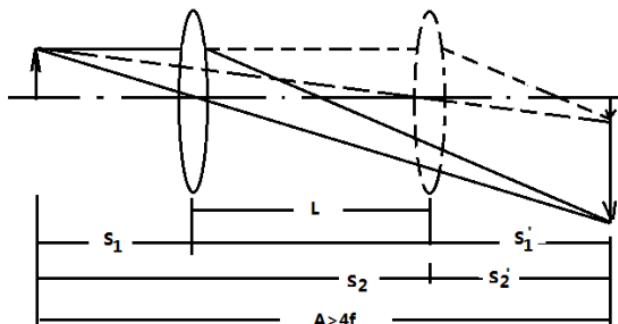


图 3

这个方法的优点是，把焦距的测量归纳为物像距 A 和透镜移动距离 L 测量，可避免透镜中心不在透镜架座读数标志线正上方所引入的系统误差。

2. 负透镜焦距的测量

(1) 视差法

根据视差原理（见光学实验基本知识），借助一标杆与一物标的虚像无视差时，此时标杆的位置就是虚像的位置，这样测得像距和物距，根据公式 2 求出凹透镜的焦距 f 。如图 4 所示。

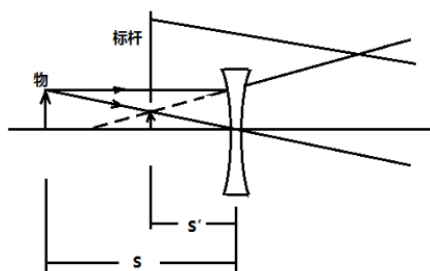


图 4

(2) 组合法

如图 5 所示，物 P 经凸透镜 L_1 成像于 P' ，在 P' 与 L_1 之间的适当位置放上待测凹透镜 L_2 ，使 L_2 将虚物 P' 成实像于 P'' 。分别测出 s 与 s' ，由公式 2 即可算出 f 。

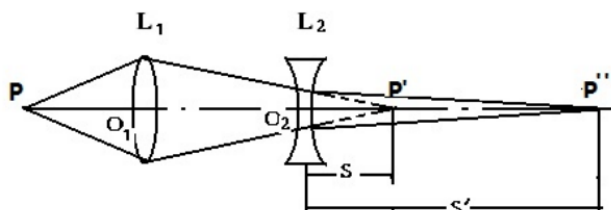


图 4

思考题：

对正透镜提供一个虚物，是否可得到一个虚像？

答：凸透镜一个虚物能成虚像，把虚物放到凸透镜的一倍焦距以内会呈一个正立的放大虚像。

用视差法可以测正透镜的焦距吗？

可以。采用视差法确定虚像的位置，并测量出像距，同样可以算出焦距。

用自准法可以测负透镜的焦距吗？

不能，因为自准法的原理是物在焦距上发出的光经过凸透镜后变成平行光；但是对于凹透镜，物发出的光经过透镜后并不变为平行光。

实验数据记录与数据处理

手写附在报告后。