# 1061

## 1060213 自准直法测量透镜焦距

## 预习要点

① 什么是薄透镜？什么是近轴光线？透镜成像公式的使用条件是什么？

② 什么是自准直法？利用自准直法测透镜焦距时，如何消除透镜中心与支架刻线位置不重合造成的系统误差？

③ 什么是共轭法？用共轭法测透镜焦距有何优点？

④ 什么叫等高共轴调节？为什么要进行等高共轴调节？如何进行调节？

⑤ 什么是测读法？何处使用测读法？其目的是消除什么误差？

⑥ 什么是平行光管法？利用平行光管法测量透镜焦距最突出的优点是什么？

⑦ 利用平行光管法测量凸透镜焦距时，透镜与平行光管间的距离对结果有无影响？

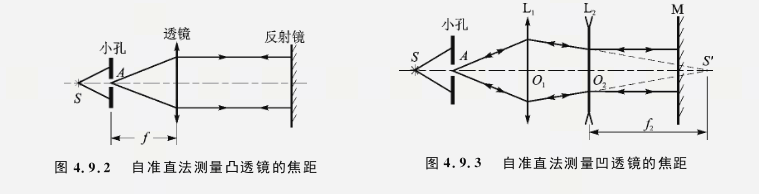
⑧ 什么是球面镜？球面镜的曲率半径与其焦距的关系是什么？

## 实验原理

（１）自准直法测量凸透镜的焦距

如图４．９．２所示，当小孔Ａ处于透镜Ｌ的前焦面时，光经过透镜成为平行光，若在此平行光经过的光路上放一个与透镜光轴垂直的平面反射镜 Ｍ，其反射光将沿原光路返回至小孔。

小孔的像与小孔反向等大，小孔与透镜的距离即为透镜焦距ｆ。这种利用调节装置本身使之产生平行光来实现调焦的方法称为“自准直”法。显然，在小孔上方的某点，在自准直时，其像应处于小孔下方的对称位置；反之亦然。



（２）自准直法测量凹透镜的焦距

因为凹透镜是发散透镜，所以要由它获得一束平行光，必须借助于一个凸透镜才能实现，如图４．９．３所示。先由凸透镜Ｌ１ 将小孔Ａ成像于Ｓ′处，然后将待测凹透镜Ｌ２ 和平面反射镜Ｍ置于凸透镜Ｌ１ 和小孔像Ｓ′之间。如果Ｌ１ 光心Ｏ１ 到Ｓ′之间的距离Ｏ１Ｓ′＞｜ｆ２｜，则当移动Ｌ２，使Ｌ２ 的光心Ｏ２ 到Ｓ′之间的距离Ｏ２Ｓ′＝｜ｆ２｜时，由小孔Ａ发出的光束经过Ｌ１、Ｌ２ 后变成平行光，通过平面反射镜Ｍ的反射，又在小孔处成一清晰的实像，于是确定了像点和凹透镜光心的位置就能测量出凹透镜的焦距ｆ２。

## 实验仪器

光具座、凸透镜、凹透镜、光源、屏、箭状孔、小孔、叉丝分划板、平行光管（含十字叉丝、玻罗分划板）、测微目镜、半导体激光器、凸面镜、凹面镜、平面反射镜。

## 实验内容

（１）物距像距法测量凸透镜的焦距请自行设计操作步骤。

注意：当物距分别为ｆ＜ｕ＜２ｆ、ｕ＝２ｆ、ｕ＞２ｆ的情况下，利用测读法分别测出相应的像距，按照成像公式（４．９．１）计算出焦距ｆ，测量的同时应观察成像的特点。

（２）物距像距法测量凹透镜的焦距

① 将物屏、辅助凸透镜Ｌ１ 和像屏放在光具座上，使物屏与像屏的间距略大于４ｆ１。

② 移动凸透镜的位置，使像屏上成一个清晰的像，固定凸透镜Ｌ１，并测读像屏位置。

③ 在Ｌ１ 和像屏之间插入待测凹透镜Ｌ２，移动像屏，直至屏上出现较清晰的像。调节凹透镜Ｌ２ 的上下、左右位置，使像的中心与原凸透镜第一次成像的中心重合。固定像屏，然后仔

图４．９．１２ 元件中心与支架刻线位置不重合的系统误差

细缓慢地前后移动凹透镜Ｌ２ 的位置，直至像屏上出现最清晰的像。记录此时凹透镜Ｌ２ 和像屏的位置。

④ 保持物屏、凸透镜Ｌ１ 的位置不变，再按照上述方法进行重复测量并记录原始数据，求出平均值，带入式（４．９．９）即可计算出凹透镜的焦距ｆ２。

提示：由于透镜中心与支架刻线位置不重合，上述方法测出的焦距将存在系统误差Δ（见图４．９．１２）。为减小该误差，采用对称测量法：将透镜反转１８０°，重复以上测量，然后取两者的平均值。

## 思考题

① 如图４．９．１３所示，一物ＡＢ，其中心已调在透镜的光轴上，并且已完成“自准直”的调节。试用作图法求出此时像的位置与大小。

图４．９．１３ 思考题①图

② 用自准直法测量凸透镜焦距时，平面镜与凸透镜之间的距离对成像位置和清晰度有什么影响？平面镜法线与光轴的夹角对成像位置有什么影响？（通过实验观察后，画出光路图进行分析说明。）

③ 在自准直法测量凸透镜焦距过程中，可能会发现有两个像，但只有其中一个才是我们需要的，如何判别？并分析另一个像的成因。

④ 用共轭法测量凸透镜焦距时，未作透镜反转１８０°的测量，那么透镜中心与支架刻线位置不重合是否会给实验结果带来误差？为什么？

⑤ 用实验中观察到的现象说明在用共轭法测量凸透镜焦距时，为什么取物屏距离要稍大于４ｆ，而不是甚大于４ｆ，更不能小于４ｆ？

⑥ 凹面镜和凸透镜都对光起会聚作用，那么奥运圣火的采集用的是前者还是后者？试举几个单球面镜在日常生活中的典型应用，并解释其原理。