

实验十九 薄透镜焦距的测定

一、实验任务

1. 光具座上各元件的等高、共轴调节；
2. 用自准法和位移法测量凸透镜的焦距；
3. 用物距-像距法和自准法测量凹透镜的焦距；
4. 拓展内容 1：用视差法测量凸透镜的焦距；
5. 拓展内容 2：估算凹透镜材料的折射率。

二、操作要点

1. 光具座上各元件的等高、共轴调节
 - (1) 粗调：用目测法，将光学元件大致调到等高、共轴；
 - (2) 细调：固定物屏和像屏（二者之间的距离要大于凸透镜的四倍焦距），然后上下、左右调节凸透镜，直到大、小像中心重合为止。
2. 凸透镜焦距的测量
 - (1) 自准法：物屏不动，移动凸透镜，直至成像清晰为止。平面反射镜不要离透镜太远。重复测量时，只移动凸透镜。
 - (2) 位移法：物屏和像屏的位置固定，移动凸透镜进行多次测量。
3. 凹透镜焦距的测量
 - (1) 物距-像距法：为减小误差，凸透镜应成小像。凹透镜放入的位置要合适，并要进行大致的等高、共轴调节，不然会造成较大的测量误差。
 - (2) 自准法：为使成像清晰，光路不要过长。先轻轻扳动平面反射镜，以看到所成的像，然后再移动凹透镜，使像清晰。
4. 拓展内容(1)：用视差法测量凸透镜的焦距
 - (1) 用短焦凸透镜和叉丝组装目镜系统，调节短焦凸透镜（目镜）和叉丝之间的距离，使得通过目镜看到的叉丝最清晰。注意：掌握通过目镜看清叉丝的原理，观察时眼睛要尽量接近目镜。
 - (2) 调节待测凸透镜的位置，消除视差，记录物屏、凸透镜和叉丝的位置（均只测一次），得到物距和像距，计算待测凸透镜的焦距。注意：保持目镜和叉丝的位置不变，叉丝与物屏间距大于待测凸透镜的四倍焦距，可以把光源调暗至适合人眼观测。
5. 拓展内容(2)：估算凹透镜材料的折射率

观察凹透镜表面反射成像，测出凹透镜前后表面的曲率半径，用磨镜者公式计算凹透镜材料的折射率。

三、注意事项

1. 禁止用手直接触摸光学元件表面；
2. 先调节好物屏和光源的高低，以使物的亮度最大，实验过程中固定物屏和光源的位置不要再用。

四、报告要求

1. 将数据按教材上的表格整理到实验报告中。
2. 计算用自准法测凸透镜、凹透镜的焦距和相应的不确定度，并完整地表达测量结果；用其他方法的测量只计算出平均焦距即可；计算凹透镜材料的折射率。计算时仪器极限误差取 1 mm，且服从均匀分布。
3. 计算过程必须完整，应包括所用公式和代入实验数据后的表达式。

五、讨论题

教材第 1 题，第 2 题。

附录：

1. 用自准法测量凸透镜焦距 f 的不确定度 U 。

$$U = \sqrt{(U_{\bar{l}})^2 + (U_A)^2} ; U_{\bar{l}} = \sqrt{(S_{\bar{l}})^2 + u^2} , U_A = u ;$$

$$S_{\bar{l}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (l_{li} - \bar{l}_1)^2}{5 \times (5-1)}} , u = \frac{\Delta_{\text{仪}}}{\sqrt{3}} , \Delta_{\text{仪}} = 0.1(\text{cm}) .$$

结果表达形式： $f = \bar{f} \pm U$ ；

$$E = \left| \frac{U}{\bar{f}} \right| \times 100\% ;$$

$$P = 68.3\% .$$

2. 用自准法测量凹透镜焦距 f 的不确定度 U 。

$$U = \sqrt{(U_{B'})^2 + (U_{O'})^2} ; U_{B'} = \sqrt{(S_{B'})^2 + u^2} , U_{O'} = \sqrt{(S_{O'})^2 + u^2} ;$$

$$S_{B'} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (B'_i - \bar{B}')^2}{5 \times (5-1)}} , S_{O'} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (O'_i - \bar{O}')^2}{5 \times (5-1)}} , u = \frac{\Delta_{\text{仪}}}{\sqrt{3}} , \Delta_{\text{仪}} = 0.1(\text{cm}) .$$

结果表达形式： $f = \bar{f} \pm U$ ；

$$E = \left| \frac{U}{\bar{f}} \right| \times 100\% ;$$

$$P = 68.3\% .$$