

# 测量薄透镜的焦距 实验报告

蔡丹杨

(北京大学化学与分子工程学院 1700011774)

## 1 数据处理

测定凸透镜焦距部分采用了位移法和自准直法。位移法测焦距利用的是物和像位置不变，变动凸透镜位置使物两次成像的规律。光路图如图 1 所示。根据位移法相关规律，凸透镜的焦距  $f$  可以表示为

$$f = \frac{A^2 - l^2}{4A}$$

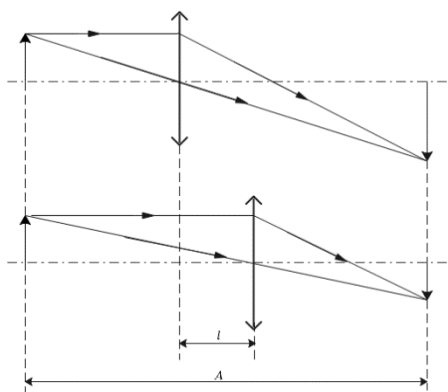


图 1 位移法测凸透镜焦距

其中  $A$  为物像距， $l$  为透镜移动的距离。据此及根据测量结果计算出凸透镜的焦距如表 1 所示。

次数	物 $x_1$	屏 $x_2$	$A =  x_2 - x_1 $	大像 $x_3$	小像 $x_4$	$l =  x_4 - x_3 $	$f$
1	29.20	96.49	67.29	50.93	74.68	23.75	14.73
2	23.63	87.28	63.65	46.68	64.08	17.40	14.72
3	34.42	108.84	74.42	54.68	88.51	33.83	14.76
平均	-	-	-	-	-	-	14.74



表 1 位移法测量焦距结果 (单位: cm)

使用自准直法测量凸透镜的焦距的光路图如图 2 所示，若物体到凸透镜的距离恰好为焦距，则在原位生成一个倒立等大的实像。只测一次，测量数据如表 2 所示。

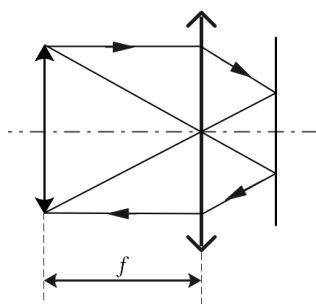


图 2 自准直法测凸透镜焦距光路图

物 $x_1$	透镜 $x_2$	平面镜 $x_3$	$f =  x_3 - x_4 $
38.87	53.66	67.79	14.79

表 2 自准直法测量焦距结果（单位：cm）

测定凹透镜焦距部分也采用了物像距法和自准直法，两种方法都采用凸透镜成虚物进行辅助。物像距法测定的光路图如图 3 所示，根据相关规律，物像距法测量的焦距公式为

$$f = \frac{pp'}{p + p'}$$

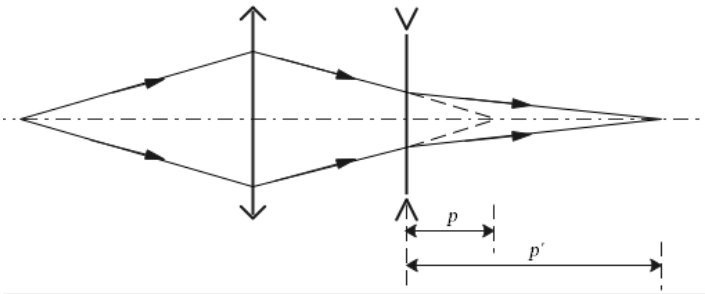


图 3 物像距法测凹透镜焦距光路图

次数	虚物 $z_D$	凹透镜 $z_O$	实像 $z_O'$	$p = - z_D - z_O $	$p' =  z_O' - z_O $	$f$
1	111.18	102.28	133.61	-8.90	22.43	-14.75
2	99.98	89.31	136.42	-10.67	36.44	-15.09
3	94.66	82.88	153.57	11.78	58.91	-14.72
平均	-	-	-	-	-	-14.85

表 3 物像距法测量焦距结果（单位：cm）

使用自准直法测量凹透镜的焦距的光路图如图 4 所示，若虚物到凹透镜的距离恰好为焦距，则在原位生成一个倒立等大的实像。只测一次，测量数据如表 4 所示。

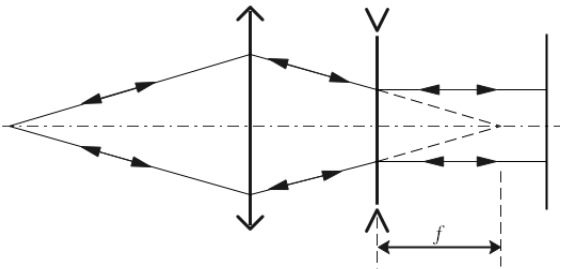


图 4 自准直法测凹透镜焦距光路图

虚物 $z_1$	凹透镜 $z_2$	平面镜 $z_3$	$f = - z_1 - z_2 $
88.12	73.23	81.38	-14.89

表 4 自准直法测量焦距结果（单位：cm）

## 2 分析与讨论

在实验过程中可以观察到，使用位移法测量焦距时相对比较好观察到清晰的成像，从而误差较小；而使用自准直法测量焦距时，在透镜移动的一个范围内，成像都比较清晰，并且清晰程度没有较大的差异，造成实验误差增大。自准直法相对其他方法的优势主要是快速，在共轴之后只需稍微移动凸透镜，读数即可，但

误差较大；位移法和物像距法稍慢，但是误差较小。

实验中最大的误差来源于对成像清晰程度的判断。各个元件在主光轴的一定范围内移动，观察到的成像都比较清晰，在自准直法中，这一范围较大（可达几个厘米）；在其他方法中，这一范围较小，但这一问题都或多或少存在。读数时所读的位置可能为这一范围内的任意值，因而产生了误差。其他的误差来源包括共轴调节不到位产生的误差、读数产生的随机误差、光学元件表面不光滑、有污损（被触摸）产生的误差等等，但最主要的误差来源仍然是对成像清晰程度的判断不明确造成的误差。

### 3 收获与感想

通过这一实验，我们掌握了测量薄透镜焦距的几种方法的原理、操作和注意事项，特别是学习了如何在光学实验中调节元件共轴，这为以后的光学实验打下基础。

感谢杨景老师对本次实验的指导。