

淮南师范学院实验报告

学院：电子工程学院 专业：物理学 班级：_____

学号：_____ 姓名：_____ 日期：_____

实验名称：实验九 薄透镜焦距的测定

实验目的：

- 掌握光具座上各光学元件的等高共轴调节方法。
- 掌握自准直法、物距像距法和二次成像法测量凸透镜焦距。
- 掌握辅助成像法测量凹透镜焦距，并比较各方法特点。

实验原理：

薄透镜在近轴条件下满足

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}, \quad f = \frac{uv}{u+v}.$$

自准直法中，物位于凸透镜焦平面时，透过透镜的光成为平行光，经平面镜反射后沿原路返回并在物面成倒立等大像，因此物到透镜光心的距离近似等于焦距。

二次成像法中，物屏距离 $D > 4f$ 时，凸透镜有两个位置可在屏上成清晰实像，若两位置间距为 d ，则

$$f = \frac{D^2 - d^2}{4D}.$$

测凹透镜时先用凸透镜形成会聚光束。设凹透镜到原会聚点距离为 a ，到新像点距离为 b ，按本实验符号约定

$$f_{\text{concave}} = -\frac{ab}{b-a}.$$

主要仪器设备：光具座、凸透镜、凹透镜、钠光灯、平面反射镜、物屏和像屏。

实验步骤：

- 在光具座上调节光源、物屏、透镜和像屏等高共轴。
- 自准直法：在凸透镜后放置平面镜，移动透镜直至物屏上的返回像清晰且与物重合，读取焦距。
- 物距像距法：选取多组 $u > f$ 的物距，移动像屏得到清晰实像，记录 u, v 。

4. 二次成像法：固定物屏距离 $D > 4f$ ，寻找两个清晰成像位置并测量间距 d 。

5. 凹透镜辅助成像法：先用凸透镜形成清晰像，记录原会聚点；插入凹透镜后重新寻找像点，测量 a, b 。

6. 每种方法重复测量 5 次，成像位置均从同一方向逼近以减小机械空程。

原始数据记录：

本实验分别用自准直法、物距像距法和二次成像法测凸透镜焦距，并用辅助成像法测凹透镜焦距。长度单位均为 cm。

表 1 自准直法测凸透镜焦距

次数	自准直法 f/cm
1	10.02
2	10.00
3	10.04
4	10.01
5	10.03

表 2 物距像距法原始记录

次数	物距 u/cm	像距 v/cm
1	14.95	30.18
2	15.12	29.72
3	16.08	26.58
4	18.00	22.50
5	20.20	19.82

表 3 二次成像法原始记录

次数	物屏距离 D/cm	两次成像透镜间距 d/cm
1	50.00	22.40
2	50.00	22.35
3	50.00	22.42
4	50.00	22.38
5	50.00	22.36

表 4 辅助成像法测凹透镜原始记录

次数	凹透镜到原会聚点距离 a/cm	凹透镜到新像点距离 b/cm
1	10.20	26.70
2	10.00	26.10
3	10.30	27.10
4	10.10	26.50
5	10.20	26.80

数据处理：

自准直法中，物屏与返回像重合时

$$f_I = x,$$

平均值为 $\bar{f}_I = 10.02\text{ cm}$ 。

物距像距法采用

$$f = \frac{uv}{u + v}.$$

表 5 物距像距法焦距计算

次数	u/cm	v/cm	f/cm
1	14.95	30.18	10.00
2	15.12	29.72	10.02
3	16.08	26.58	10.02
4	18.00	22.50	10.00
5	20.20	19.82	10.00

平均值 $\bar{f}_2 = 10.01\text{ cm}$ 。

二次成像法采用

$$f = \frac{D^2 - d^2}{4D}.$$

表 6 二次成像法焦距计算

次数	D/cm	d/cm	f/cm
1	50.00	22.40	9.99
2	50.00	22.35	10.00
3	50.00	22.42	9.99
4	50.00	22.38	10.00
5	50.00	22.36	10.00

平均值 $\bar{f}_3 = 10.00\text{ cm}$ 。

凹透镜辅助成像法采用

$$f_{\text{concave}} = -\frac{ab}{b - a}.$$

表 7 凹透镜焦距计算

次数	a/cm	b/cm	f 凹/cm
1	10.20	26.70	-16.51
2	10.00	26.10	-16.21
3	10.30	27.10	-16.61
4	10.10	26.50	-16.32
5	10.20	26.80	-16.47

三种方法所得凸透镜焦距平均为 $f_{\text{convex}} = 10.01\text{ cm}$ ，凹透镜焦距平均为 $f_{\text{concave}} = -16.42\text{ cm}$ 。

实验结果与讨论：

本实验测得凸透镜焦距约为 10.01 cm，凹透镜焦距约为 -16.42 cm。三种凸透镜方法结果接近，说明共轴调节和成像清晰判定基本可靠。

自准直法操作简便，但透镜光心位置不易确定；物距像距法直观，但对物距和像距读数误差敏感；二次成像法避免了透镜中心位置难以判定的问题，通常更稳定。凹透镜测量依赖辅助凸透镜形成的中间像，误差会由两个成像位置传递，因此离散度相对较大。