

课程编号 1800440080

得分	教师签名	批改日期

深圳大学实验报告

课程名称：大学物理实验（一）

实验名称：几何光学综合实验

学 院：计算机与软件学院

指导教师：王光辉

报告人：何泽锋 组号：12

学号 2022150221 实验地点 204B

实验时间：2023 年 5 月 4 日

提交时间：2023 年 月 日

一、实验目的

1. 了解透镜作为光学元件在光学系统中的作用
2. 用位移法测凸透镜焦距
3. 自组望远镜并测量凹透镜焦距

二、实验原理

1. 物理原理

透镜是光学系统中很重要的光学元件，它能把光线会聚或者发散。它本身是由两个折射面包围一种透明介质所构成的元件。焦距则反映光学透镜特性的重要物理量，当透镜的厚度比其焦距小很多时，称为薄透镜。不同焦距的透镜和透镜组组成各种各样的光学仪器，为了使用光学仪器，对透镜焦距的测定是不可缺少的一个重要环节。测定透镜焦距的方法其原理都是建立在透镜成像规律的基础上

2. 薄透镜成像公式

在近轴光束的条件下，薄透镜的成像公式为：

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{V} \quad (1)$$

u 为物距， V 为像距， f 为焦距

物理模型如图 2-1 所示

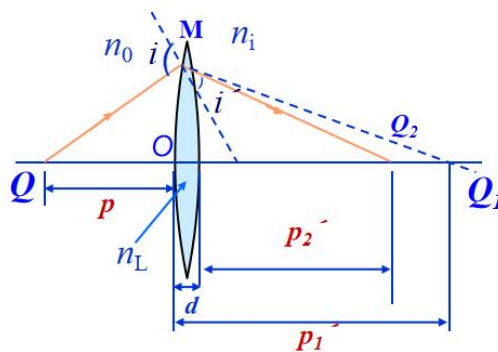


图 2-1 薄透镜成像模型

3. 不同透镜成像

①凹透镜成像

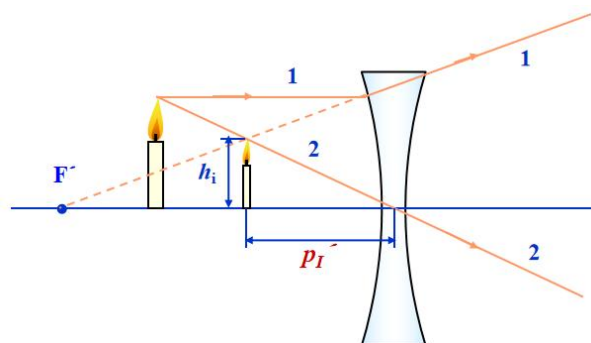


图 2-2 凹透镜成像图

②凸透镜成像

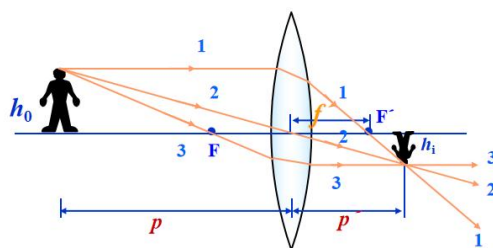


图 2-3 凸透镜成像图

4. 位移法测凸透镜焦距

物像公式法、自准法都因透镜的中心位置不易确定而在测量中引进误差，为避免这一缺点，可取物屏和像屏之间的距离 D 大于四倍焦距 ($4f$)，且保持不变，沿光轴方向移动透镜，则必能在像屏上观察到二次成像

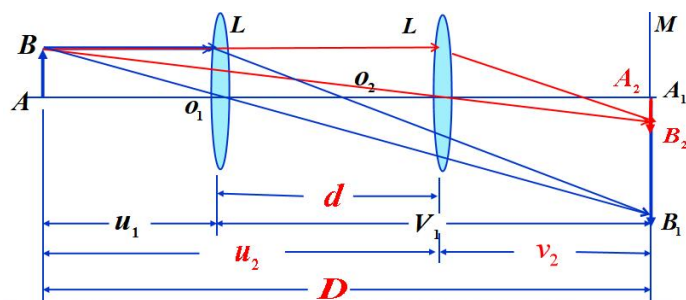


图 2-4 二次成像光路图

实验相关公式：

$$f = \frac{D^2 - d^2}{4D} \quad (2)$$

5. 物体视角放大器

开普勒式望远镜——共焦凸透镜

伽利略式望远镜——共焦凹透镜

三、实验仪器

主要实验器材：

导轨，LED 灯，凹透镜 ($f=-50\text{mm}$)，凸透镜 ($f=100\text{mm}$, $f=150\text{mm}$)，白屏，带 logo 物屏，带分划板目镜组

实验仪器图：

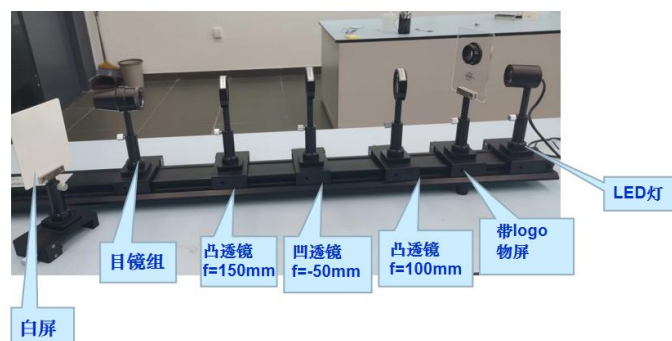


图 3-1 实验仪器实物图

四、实验内容与步骤

1. 位移法测凸透镜焦距

- (1) 物 AB 与像屏的间距 $D > 4f$ ($f=150$) 时;
- (2) 透镜在间移动时可在像屏上成两次像, 一次成放大的像 u_1 , 一次成缩小的像 u_2 , $d=u_2-u_1$,
- (3) 改变像屏位置即改变 D , 重复测量 6 次, 求平均值。

注: 首先进行共轴调节; 测量时记录的是位置, 而不是距离

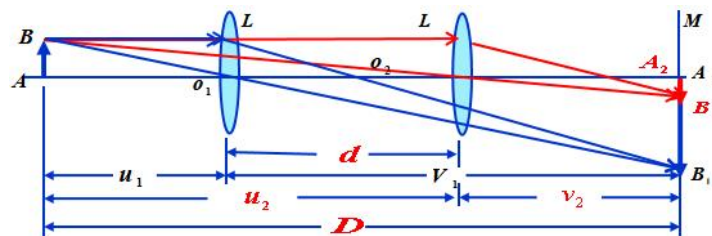


图 4-1 测量凸透镜焦距实验原理图

2. 自组望远镜并测量凹透镜焦距

- (1) 调整物屏与透镜 L_3 ($f=100$) 组距离为透镜的焦距, 使得物平光经过透镜后为平行光 (相当于透过透镜看物屏, 将物屏移至无穷远);
- (2) 透镜 L_1 ($f=150$) 与目镜组成望远镜, 通过望远镜观察物屏像 (物屏 logo), 调节 L_1 与目镜距离, 直到所观察的物屏像最清晰, 记下此时 L_1 与目镜距离 (两透镜共焦);
- (3) 用 L_3 ($f=100$) 成一缩小实像, 记下实像位置 a (近似成像与透镜 L_3 焦平面上); 如图放上凹透镜 L_2 , 调节 L_2 位置, 直至通过望远镜能观察到最清晰的物屏像, 记下此时 L_2 位置 b (L_3/L_2 共焦); 则 L_2 焦距数值为 $a-b$
- (4) 改变实像位置 a, 重复测量 6 次, 记录实验数据, 求平均值, 。

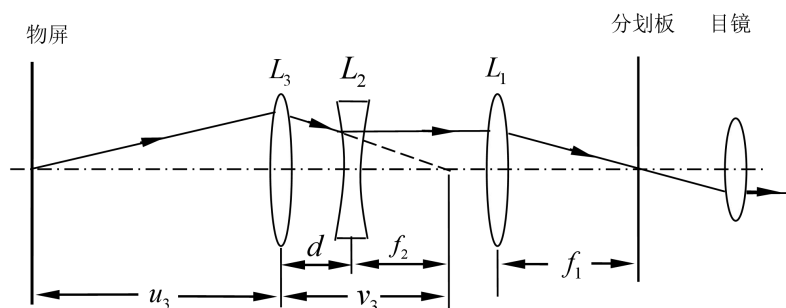


图 4-2 测量凹透镜焦距实验原理图

四、数据处理

1. 实验一：位移法测量凸透镜焦距

表 1 凸透镜数据测量记录表

单位: cm

序号	物屏	透镜位置 1	透镜位置 2	像屏	D	d	f
1	9.00	23.82	42.02	56.00	47.00	18.20	9.99
2	9.00	22.93	46.45	60.00	51.00	23.52	10.04
3	9.00	22.23	50.05	64.00	55.00	27.82	10.23
4	9.00	21.90	55.47	68.00	59.00	33.57	9.97
5	9.00	21.71	59.70	72.00	63.00	37.99	10.02

按照实验要求连接实物图后，通过位移法测量得到物屏、透镜位置 1、透镜位置 2 和像屏，如表 1 所示。通过计算可以得到 D、d、f。其中 D 为像屏与物屏的距离，d 为透镜位置 2 和透镜位置 1 的距离。f 由公式 (1) 得到

$$f = \frac{D^2 - d^2}{4D} \quad (1)$$

通过计算结果可知，此透镜的焦距大概为 10.05cm，与标定焦距 100mm 相差较小，故测试结果较精准。

2. 实验二：自组望远镜并测量凹透镜焦距

表 2 凹透镜测量数据记录表 单位：cm

L1 与目镜距离	实物位置 a	L2 位置 b	L2 焦距 (a-b)
18.79	68.00	63.20	4.80
18.79	64.00	58.97	5.03
18.79	60.00	54.95	5.05
18.79	56.00	50.92	5.08
18.79	52.00	46.83	5.17
18.79	72.00	66.89	5.11

按照实验要求，调节 L1 与目镜的距离，使得二者共焦距，即表中数据 18.79cm，实际位置分别为 81.21cm 和 100cm。再通过调节光屏与凸透镜的位置得到清晰像后测量凹透镜位置。计算得到焦距，计算公式为

$$f = a - b \quad (2)$$

通过计算结果可知，此凹透镜的焦距大概为 5.05cm，与标定焦距 50mm 相差较小，故测试结果较精准。

六、结果陈述

通过本次实验，学会了如何测试凸透镜和凹透镜，分别采用了位移法和自组望远镜法进行测量。本次实验需要注意的是，需要将透镜，物体等放置在统一高度的直线上，且成像需要在凸透镜的 4f 外，否则无法得到清楚的像。对于实验一，通过调整像屏与凸透镜的位置得到多组结果，求平均值后得到焦距。对于实验二，需要先确定好 L₁ 和目镜的距离，使得二者共焦距。再通过改变像屏和凸透镜的位置测量凹透镜位置，计算得到焦距。

七、思考题

(1) 利用位移法测凸透镜焦距有什么优点？

精确度较高，位移法通过对光线的位置移动量进行测量，可以得到较为精确的焦距值。位移法可以在实验室条件下进行，且对差别大小的透镜都适用，不受透镜直径和曲率半径的限制。

(2) 共轴调节的具体方法。

准备好一个光源和透镜，将透镜固定在透镜架上，并将透镜架放在光源前方使其能够接收到光线。取一块白屏，将其放置在透镜后方。调整白屏的位置和朝向，使其能够与透镜平行，且足够接收到透镜透过光线。调整白屏的位置和朝向，使得光线通过透镜后能够投影到纸张上，大致确定成像位置。

指导教师批阅意见

成绩评定

预习 (20 分)	操作及记录 (40 分)	数据处理与结果陈述 (30 分)	思考题 (10 分)	报告整体 印 象	总分

注：正文统一用 5 号字，标题可大一号，图表名可小一号；

原始数据记录表需单独起页（表格自拟，作为预习报告评分的一部分），提交报告时附在最后；