

# 测量凹透镜焦距的一种方法

阿克木哈孜·马力克

凹透镜是一个发散透镜，在其前方的实物形不成实像，因此，在光具座上无法直接测量单个凹透镜的焦距。本文介绍的实验方法，使用两个焦距已知的凸透镜在光具座上辅助待测凹透镜形成实像，并应用薄透镜物像高斯公式以求得待测凹透镜的焦距，测出的实验数据运用电子表格 Excel 的基本功能进行处理。

## 1. 实验仪器

光具座，焦距已知的两个凸透镜，待测凹透镜，普通光源，物和光屏。

## 2. 工作原理

如图 1 所示，先将物点 A 固定在凸透镜  $L_0$  的主光轴焦点上，然后把焦距为  $f_1$  的凸透镜  $L_1$  安放在凸透镜  $L_0$  的后面，凸透镜  $L_0$  和凸透镜  $L_1$  之间插入待测的凹透镜 L，并使  $L_0$ 、 $L_1$ 、L 的光心  $O_0$ 、 $O_1$ 、O 在同一轴上。当  $L_1$  和 L 之间的距离为  $d$  时，物点 A 便会在  $L_1$  后面的主光轴上 B 点处形成一个实像，这是因为物点 A 放在  $L_0$  的焦点上，通过  $L_0$  的光线变成平行光线入射到 L 上，并在 L 后面的焦点 F 处形成虚像，所以，对凸透镜  $L_1$ ，物距为  $u=O_1F=O_1O+OF=d+f$ ；像距为  $v=O_1B$ 。

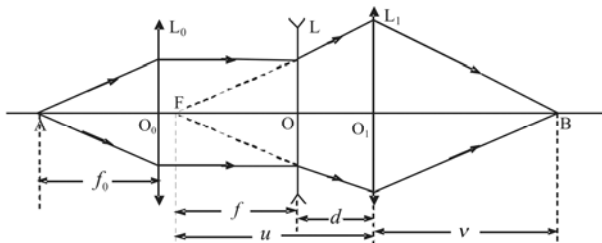


图 1

根据薄透镜成像高斯公式：

$$\frac{1}{d+f} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f_1} \quad (1)$$

可得：

$$f = \frac{vf_1}{v-f_1} - d \quad (2)$$

其中  $f$  是待测凹透镜焦距的绝对值。适当选择  $d$ ，使凸透镜  $L_1$  成像条件： $f+d > f_1$  得以满足，然后反复测量像距  $v$ ，便可由 (2) 式得到待测凹透镜焦距  $f$ 。

## 3. 实验数据处理

按照图 1 所示的光路图，在光具座上布置相应的光学元件，调节和调整主光轴线，在辅助的两个凸透镜 ( $L_0$  和  $L_1$ ) 的焦距分别为  $f_0 = 10 \text{ cm}$  和  $f_1 = 15 \text{ cm}$ ，并选择  $d = 10 \text{ cm}$  的情况下，测得像距  $v$  的一组实验数据如表 1 所示：

表 1 实验数据记录

测量序号	测量的像距 $v$ (cm)	
	左→右	右→左
1	30.02	30.10
2	30.01	30.15
3	30.00	30.10
4	30.05	30.00
5	30.03	30.05

在电子表格 Excel 中，打开一个新的工作表，即设置如表 2 有计算功能的，处理实验数据的小型模板。先在单元格 D5~D9 中写求像距平均值的公式，例如在单元格 D5 中写入 AVERAGE(B5:C5)；在单元格 E5~E9 中写求焦距绝对值的公式，例如在单元格 E5 中写入 D5\*D\$2/(D5-D\$2)-E\$2；在单元格 E10 中写求焦距  $f$  的平均值的公式：AVERAGE(E5:E9)；以及在单元格 F10 中写求相对误差公式：ABS(F6-E10)/F6，然后在底纹涂黑区域和单元格内分别填入测量得到的像距  $v$  的实验数据和已知的  $f_0$ 、 $f_1$  和  $d$  的数值，以及预知的待测凹透镜焦距  $f$  的理论值<sup>①</sup>： $f_{th} = 20 \text{ cm}$ ，便可分别在单元格 D5~D9 和 E5~E9 中得到像距  $v$  的平均值和焦距  $f$  的相应值，并在单元格 E10 中得到待测凹透镜焦距  $f$  的平均值，以及在单元格 F10 中得到相对误差  $E$  的值。至此，完成实验数据的处理。

表 2 实验数据处理

	A	B	C	D	E	F
1	选择不变的量		$f_0/\text{cm}$	$f_1/\text{cm}$	$d/\text{cm}$	焦距计算公式
2			10	15	10	$f = \frac{v f_1}{v - f_1} - d$
3	测量 序号	测量的像距 $v$ 单位: cm			计算的焦距 $f$	
4		左→右	右→左	平均值		
5	1	30.02	30.10	30.06	19.94	20
6	2	30.01	30.15	30.08	19.92	
7	3	30.00	30.10	30.05	19.95	相对误差 $E$
8	4	30.05	30.00	30.025	19.98	
9	5	30.04	30.02	30.03	19.97	0.24%
10	待测凹透镜焦距的平均值				19.95	

本实验方法操作方便、原理简单、实验数据处理灵便,而且具有测量结果精度较高、相对误差较低等优点。

(新疆伊犁师范学院 835000)

① 所谓凹透镜焦距  $f$  的理论值,指的是透镜出厂时厂方在说明书中给出的该凹透镜焦距的绝对值。表 2 中相对误差就是相对它而言的。

## 著名物理学家马大猷院士逝世

我国著名物理学家和教育家、国际著名声学家、中国现代声学的重要开创者和奠基人、中国科学院电子学研究所和声学研究所的创建者之一、中国民主同盟盟员、中国共产党党员、原全国政协常委、民盟中央名誉副主席、中国科学院资深院士、中国声学学会名誉理事长、全国声学标准化技术委员会名誉主任委员、国际声与振动学会荣誉会士、美国声学学会荣誉会士马大猷教授,因病于 2012 年 7 月 17 日 8 时 40 分在北京逝世,享年 97 岁。



马大猷教授长期从事声学研究工作,在物理声学、建筑声学、语言声学、大气声学、次声学、电声学、非线性声学等方面提出了多项重要理论。他提出的简正波理论,是当代建筑声学发展的里程碑;他创建的声学微穿孔板和小孔消声器理论,在国内外得到广泛应用,为噪声控制和环境科学做出了重要贡献。马大猷教授领导建立了中国第一个声学实验室,主持完成了北京人民大会堂的声学设计等重

要研究工作。马大猷教授一生发表科学论文百余篇、科普读物百余篇,著述颇丰,出版有《马大猷科学论文选》、《现代声学理论基础》、《声学手册》、《语言声学和语言信息》等专著十余部。

马大猷教授曾获 1978 年全国科学大会奖,1980 年中国科学院重大成果奖,1981 年国家自然科学奖,1997 年德国夫琅和费协会金质奖章及建筑物理研究所 ALFA 奖,1998 年何梁何利科学与技术进步奖。

马大猷教授曾任第四届全国人大代表,第二、三、五、六届全国政协委员,第七、八届全国政协常委,民盟第五、六、七届中央委员会副主席,民盟第八、九届中央委员会名誉副主席。

马大猷教授的逝世是科技界,特别是声学界和我国声学事业的重大损失,我们要化悲痛为力量,继承马大猷教授的遗志,不断推动中国声学事业的发展。