

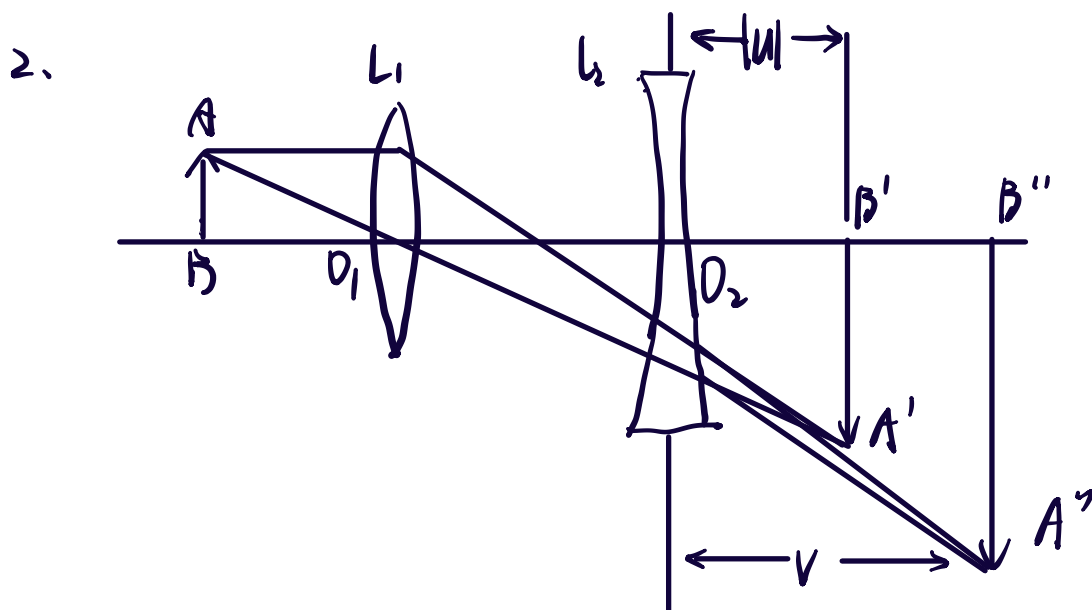
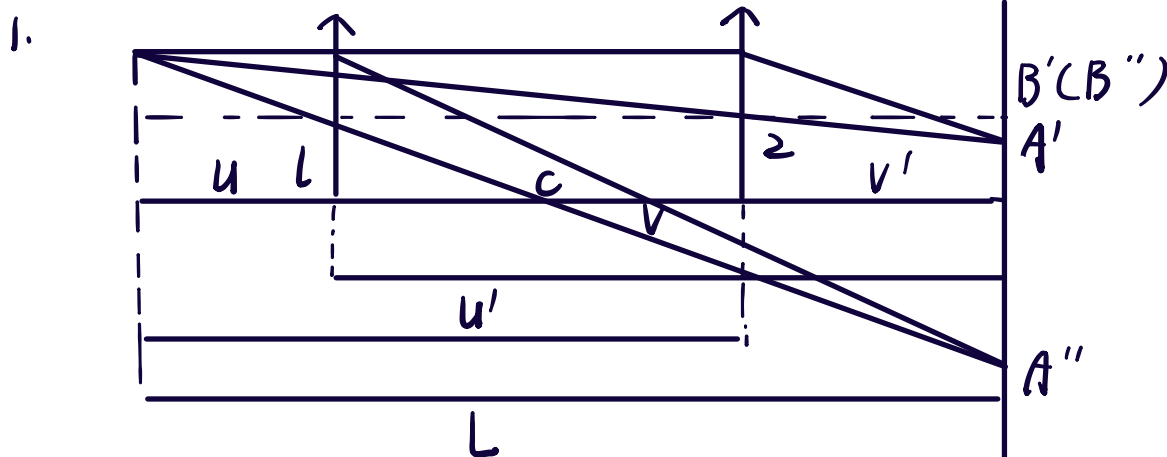
班级 计科5班 学号 220110515 姓名 金正达 教师签字 zyp
 实验日期 2023.12.8 预习成绩 2/2 总成绩 date 3/3

实验名称 薄透镜焦距的测定

一. 实验预习

请分别绘制以下薄透镜焦距测量方法的光路图

1. 用位移法（两次成像法、共轭法）测凸透镜的焦距；
2. 用物距—像距法测凹透镜的焦距。



二. 实验现象及原始数据记录

表 2-1 自准法测凸透镜焦距数据记录


次数	物屏位置读数 x_p (mm)	凸透镜位置读数 x_L (mm)		\bar{x}_L	$f = \bar{x}_L - x_p $
		左 → 右	右 → 左		
第 1 次	428	238	242	240	188
第 2 次	415	224	230	226	189
第 3 次	445	257	258	257.5	187.5
第 4 次	435	248	246	247	188
第 5 次	420	233	234	233.5	186.5

表 2-2 位移法测凸透镜焦距数据记录

次数	物屏位置 A_1 (mm)	像屏位置 A_2 (mm)	放大像 凸透镜的位置 l_1 (mm)	缩小像 凸透镜的位置 l_2 (mm)	$L = A_1 - A_2 $	$C = l_1 - l_2 $	$f = \frac{L^2 - C^2}{4L}$
1	445	-500	180	-245	945	425	188.5
2	430	-520	173	-254	950	427	189.5
3	420	-550	160	-295	970	455	189.1
4	435	-560	183	-308	995	491	188.2
5	425	-570	170	-319	995	489	188.7

表 2-3 物距—像距法测凹透镜焦距数据记录

次数	凸透镜单独成 像时像屏位置 x_{p2} (mm)	凹透镜的位置 x_{L2} (mm)	加入凹透镜 成清晰像时 像屏位置 x_{p2}' (mm)	$u = - x_{p2} - x_{L2} $	$v = x_{p2}' - x_{L2} $	$f = \frac{uv}{u+v}$
1	-450	-380	-592	-70	212	-104.5
2	-400	-339	-502	-61	163	-97.5
3	-420	-355	-559	-65	204	-95.4
4	-480	-419	-582	-61	163	-97.5
5	-500	-442	-588	-58	146	-96.2

教师	姓名
签字	

三. 数据处理

1. 平均值法

$$\bar{f} = \frac{1}{5}(188 + 189 + 187.5 + 188 + 186.5) = 187.8 \text{ mm}$$

$$u_A = \sqrt{\frac{1}{20}[(188 - 187.8)^2 + (189 - 187.8)^2 + (187.5 - 187.8)^2 + (188 - 187.8)^2 + (186.5 - 187.8)^2]}$$

$$= 0.41 \text{ mm}$$

$$u_B = u_A / \sqrt{3} = 0.24 \text{ mm}, \quad u = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} = 0.48 \text{ mm}$$

$$E = \frac{u}{\bar{f}} \times 100\% = 0.26\%, \quad \text{置信概率 } P = 0.683$$

$$f = (187.8 \pm 0.48) \text{ mm}, \quad E = 0.26\%$$

2. 位移法

$$\bar{f} = \frac{1}{5}(188.5 + 189.5 + 189.1 + 188.2 + 188.7) = 188.8$$

$$u_A = \sqrt{\frac{1}{20}[(188.5 - 188.8)^2 + (189.5 - 188.8)^2 + (189.1 - 188.8)^2 + (188.2 - 188.8)^2 + (188.7 - 188.8)^2]}$$

$$= 0.23 \text{ mm}$$

$$u_B = u_A / \sqrt{3} = 0.13 \text{ mm}, \quad u = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} = 0.27 \text{ mm}$$

$$E = \frac{u}{\bar{f}} \times 100\% = 0.14\%, \quad \text{置信概率 } P = 0.683$$

$$f = (188.8 \pm 0.27) \text{ mm}, \quad E = 0.14\%$$

3. 物距-像距法

$$\bar{f} = \frac{1}{5}(-104.5 - 97.5 - 95.4 - 97.5 - 96.2) = -98.2$$

$$u_A = \sqrt{\frac{1}{20}[(-104.5 + 98.2)^2 + (-97.5 + 98.2)^2 + (-95.4 + 98.2)^2 + (-97.5 + 98.2)^2 + (-96.2 + 98.2)^2]}$$

$$= 1.62 \text{ mm}$$

$$u_B = u_A / \sqrt{3} = 0.95 \text{ mm}, \quad u = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} = 1.89 \text{ mm}$$

$$E = \frac{u}{|\bar{f}|} = 1.92\%, \quad \text{置信概率 } P = 0.683$$

$$f = (-98.2 \pm 1.89) \text{ mm}, \quad E = 1.92\%$$

四. 实验结论及现象分析

(讨论焦距测量方法中误差的来源, 如何提高焦距的测量精度?)

误差来源: 人眼对所成像清晰程度的判别.

可以通过定像屏移动透镜、用光纤作为光源等方式来提高精度.

五. 讨论题

1. 用位移法(两次成像)测薄凸透镜焦距, 为什么必须使物屏与像屏距离大于4倍透镜焦距长度?
2. 从自准法测凸透镜的光路图可知物距、像距和焦距三者是相等的, 但这三个量显然不满足透镜成像公式, 请解释原因。

1. $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$, $f = \frac{uv}{u+v}$, $u+v \geq 2\sqrt{uv}$, $2f \leq \sqrt{uv}$.

即有 $l = u+v \geq 4f$

2. 自准法中所得像为凸透镜二次成像。第一次成像的物距、像距、焦距三者满足公式, 第二次也满足, 但第一次成像的物距和第二次成像的像距和焦距不满足公式。