

2020 年春季大学物理实验 (3) ——凸透镜焦距测量

专业班级: 电气 1908 班 学号: u201912072 姓名: 柯依娃 日期: 2020 年 7 月 24 日

实验名称: 凸透镜焦距测量

实验目的: 掌握一般光路的光学元件的共轴调节方法; 了解掌握共轭法或自准直法测凸透镜的原理与方法; 利用日常生活中材料完成实验, 锻炼动手能力、分析问题能力。

实验仪器材料: 光源: led 阵列 F 屏, 物屏: 白色平整屏, 透镜: 普通凸透镜

实验方案 (装置) 设计: 相关理论 (公式)、原理图、思路等

由于

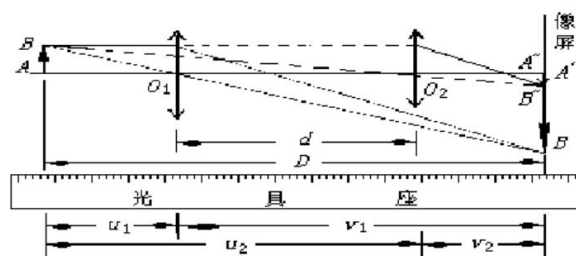
$$u_1 = \frac{D-d}{2} = v_2$$

$$u_2 = \frac{D+d}{2} = v_1$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u_1} + \frac{1}{v_1}$$

推导可得

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



实验过程: 实验步骤、实验现象观察、出现的问题及解决方法等

实验步骤:

1. 粗测凸透镜焦距: 通过头顶的灯光照射凸透镜, 在手上形成一个近似清晰的像, 焦距约为手掌与凸透镜的距离
2. 光学系统共轴调节: 依次摆放光源、物屏、凸透镜、像屏, 物屏与像屏间距离大于 4 倍粗测焦距。各仪器等高同轴调节 (使用自准直法), 各元件中心一条直线上, 测量物屏位置 L_1 , 与像屏位置 L_2 , $D = |L_2 - L_1|$;
3. 放大和缩小的清晰像: 凸透镜由靠近物屏端开始, 逐渐远离物屏, 记录物屏上成清晰倒立实像时凸透镜位置, 在大像处左右分布趋近, 测得左右趋近分别为 x_1 和 x_2 , 在小像处左右分布趋近, 测得左右趋近分别为 x_3 和 x_4 , $d = \left| \frac{x_1 + x_2}{2} - \frac{x_3 + x_4}{2} \right|$
4. 重复 10 次, 计算每次的焦距, 取焦距的平均值, 计算焦距。

数据分析处理: 数据记录 (表格)、计算过程及结果等

次数 n	物像距离 D	第一次清晰成像透镜位置	第二次清晰成像透镜位置	两次成像透镜间距 d	焦距 f	物屏距离 L1	像屏距离 L2	大像左 x1	大像右 x2	小像左 x3	小像右 x4
1	69.04	100.84	69.95	30.89	13.80478527	120.04	51	100.9	100.78	69.94	69.96
2	77.32	107.735	67.11	40.625	13.99376544	126.05	48.73	107.52	107.95	67.22	67
3	72	80.74	46.86	33.88	14.01439444	100	28	80.65	80.83	46.74	46.98
4	66.1	89.75	63.99	25.76	14.01525113	110	43.9	89.94	89.56	64.08	63.9
5	73.69	96.5	59.615	36.885	13.80686957	115	41.31	96.52	96.48	59.73	59.5
6	70.33	91.375	58.83	32.545	13.81747432	110.37	40.04	91.4	91.35	59.08	58.58
7	65.01	84.79	60.345	24.445	13.95455343	105.05	40.04	84.83	84.75	60.6	60.09
8	74.97	96.44	58.65	37.79	13.98031479	115	40.03	96.18	96.7	58.5	58.8
9	79.98	101.915	58.135	43.78	14.00385096	120.02	40.04	101.83	102	58.12	58.15
10	59.03	87.66	73.595	14.065	13.91968776	110.03	51	87.9	87.42	73.36	73.83
焦距情况					平均值	方差					
					13.93109471	0.007848982					

认为此凸透镜焦距为
13.9cm+-
0.1cm

实验小结：误差来源、实验收获等

误差来源：

底座不稳定，彼此底座不完全相同，底座圆心不一定完全共线，元件方向不一定完全准确（可能有偏角），测量误差，成像无法完全精准定位导致的误差

问题探究：

还可以怎样粗测凸透镜的焦距？共轭法测透镜焦距时成像有哪些特点？

1 在各种平行光源或者近似平行光源下正对成像，粗略测量

2 点光源经透镜得到近似平行光

3 直接套用公式 $\frac{1}{f} = \frac{1}{u_1} + \frac{1}{v_1}$ 测 u v 得到 f

4 使用凸透镜由近到远看汉字，在恰好无法放大变得模糊时认为距离为焦距

1 有大像有小像

2 大像小像位置对称

对于凸透镜中心位置没有测量要求，方便测量（比如黑盒子可测）

自准直法测透镜焦距时成像有哪些特点？如何判断物像重合？

（高中做过此实验，以此做完实验现象描述）

1 对共轴要求极高

2 大小相同方向颠倒成像

1 使用对称图案，将中心位置用黑笔标出，使得像中心与之对齐（共轴调节），使得像顶端与顶端对齐，底端与低端对齐，为方便观察形状可使用 F 型

凸透镜旋转 180° 后测得的焦距一样吗？为什么？

一样

1 因为光程是可逆的（光路可逆）（个人认为此为本质原因）

2 因为 $\frac{1}{f} = \frac{1}{u_1} + \frac{1}{v_1}$ 的 uv 是可逆的

3 因为根据折射定律是可颠倒（可逆的）

4 因为 $\frac{n'}{s'} + \frac{n}{s} = \frac{n' - n}{r}$ 是在空间可逆的

注：实验报告不超过 2 面。可手写（拍照上传）、也可电脑上完成。

实验装置及材料，拍照，单独上传。

实验数据可以手制表格记录（拍照上传）、也可软件截图上传。