

透镜焦距的测量

注意事项:

1. 本告示牌供实验者阅读参考, 所以不要在上面写字, 更不能带出实验室。
2. 不要用手直接接触透镜表面。
3. 不用的透镜请放在实验台上的透镜架座上, 不要直接放在实验台上。
4. 激光测距中使用的激光功率很低, 且照射在挡光片的黑胶布上, 十分安全。但实验时也要注意不要让激光照射在其他物体上, 防止引起的散射光。

实验步骤

<进入实验室, 请先根据告示牌上的表格画上实验数据表格>

1. 粗测凸透镜的焦距 (不计算不确定度)

- a) 将远处的物体 (如窗外景物或室内大于 5 米远的点亮的台灯) 清晰地成像在像屏, 前后移动透镜,
- b) 用钢尺测出凸透镜到像屏的距离, 此即为透镜的焦距。读到毫米。1 毫米以下不估读。

2. 用二次成像法测量凸透镜焦距 (估读 1/2 mm, 不计算不确定度)

- a) 光具座上放上物屏与像屏, 物屏与像屏之间距离大于 4 倍透镜焦距。
- b) 保持物屏与像屏之间距离不变, 移动凸透镜, 分别记录在像屏上清晰地成放大像与缩小像时所对应的凸透镜位置。
- c) 多次测量, 计算凸透镜的焦距。(实验完成后计算一下焦距, 并写在表格中, 不要计算过程)

3. 用自准直法测量凸透镜焦距 (人工读数: 不确定度限值 0.1mm, 估读 1/2 分度值 (mm); 激光测距: 不确定度限值 0.6mm, 最小示值 1mm, 没有估读)

- a) 在光具座上依次放上光源、物屏、凸透镜和反射镜。移动凸透镜直到在物屏上看到清晰的像。(如何判断这就是自准直像? 实验前物屏、凸透镜和反射镜距离多少如何决定) 记录物屏与凸透镜的位置。
- b) 将凸透镜绕支架旋转 180°, 重复上述测量。(为什么要旋转?)
- c) 计算凸透镜焦距与不确定度。(实验完成后计算一下焦距, 并写在表格中, 不要计算过程。不确定度离开实验室后回去计算)

4. 用测得的凸透镜焦距值测量凹透镜的焦距 (不计算不确定度)

- a) 放凸透镜, 移动像屏, 在像屏上看到清晰的缩小像。记录此时像屏的位置。
- b) 像屏放在光具座的另一(顶)端。在凸透镜与像屏之间放上凹透镜, 组成组合透镜。移动凹透镜, 直到在像屏上能够清晰地成像。记录此时像屏与凹透镜的位置。(移动凹透镜和移动像屏有何不同? 哪种方法更好些?)
- d) 多次测量(根据实验时间选择多次测量), 计算凹透镜的焦距(实验完成后计算一下焦距, 并写在表格中, 不要计算过程)

注意: 离开实验室后的数据处理除了完整不确定度计算过程外, 还要有二次成像法, 自准直法测凸透镜焦距, 组合透镜法测凹透镜焦距完整计算过程。(公式, 数值代入, 结果)

自准直法测量凸透镜焦距与不确定度计算公式 (供参考):

凸透镜绕支架旋转 180° 前

$$\bar{f}_1 = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 f_i \quad u_A(\bar{f}_1) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (f_{1i} - \bar{f}_1)^2}{5(5-1)}} \quad u_B(\bar{f}_1) = \frac{a}{\sqrt{3}} \quad u(\bar{f}_1) = \sqrt{u_A^2(\bar{f}_1) + u_B^2(\bar{f}_1)}$$

凸透镜绕支架旋转 180° 后

$$\bar{f}_2 = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 f_i \quad u_A(\bar{f}_2) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (f_{2i} - \bar{f}_2)^2}{5(5-1)}} \quad u_B(\bar{f}_2) = \frac{a}{\sqrt{3}} \quad u(\bar{f}_2) = \sqrt{u_A^2(\bar{f}_2) + u_B^2(\bar{f}_2)}$$

$$f = \frac{\bar{f}_1 + \bar{f}_2}{2} \quad u(f) = \frac{\sqrt{u^2(\bar{f}_1) + u^2(\bar{f}_2)}}{2} \quad \text{凸透镜焦距 } f \pm u(f) =$$

挡光片黑胶布面朝激光测距仪，并按图 2 所示嵌入调节架底座凹槽内。按住激光测距仪上“开”，如图 1，听到“嘟”声立刻放手。这时在面板上会显示温度与湿度，同时激光照射在挡光片上。再按“开”，测距仪就会测出激光测距仪到挡光片之间的距离。测距仪有自动关闭功能。

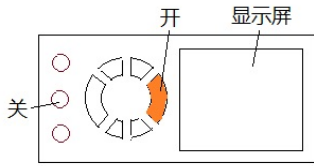


图 1 激光测距仪面板简图

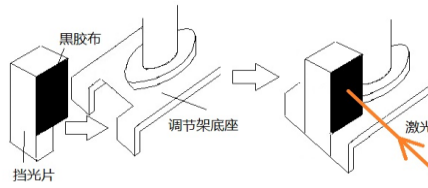


图 2 挡光片正确放法示意图

附：透镜焦距的测量记录（供参考）

1. 粗测凸透镜的焦距： $f = \underline{\hspace{2cm}}$ mm
2. 用二次成像法测量凸透镜的焦距

表 1-1 用二次成像法测量凸透镜的焦距

| 序号 | 透镜位置 d_1 /mm | 透镜位置 d_2 /mm | d /mm | d 平均值/mm | 焦距 f /mm |
|----|----------------|----------------|---------|-------------------------|--|
| 1 | ***** | ***** | ***** | ***** 5 个单次测量 平均值 | ***** 不要在告示牌上面 写字！数据记录在 实验报告纸上。 |
| 2 | ***** | ***** | ***** | | |
| 3 | ***** | ***** | ***** | | |
| 4 | ***** | ***** | ***** | | |
| 5 | ***** | ***** | ***** | | |

表 1-2 用二次成像法测量凸透镜的焦距

| 物屏位置 D_1 /mm | 像屏位置 D_2 /mm | 间距 D /mm |
|----------------|----------------|------------|
| ***** | ***** | ***** |

3. 用自准直法测量远视眼镜片（凸透镜）的焦距(计算不确定度)

表 2-1 自准直法测量凸透镜的焦距（凸透镜转 180° 前）

| 序号 | 物屏位置/mm | 透镜位置/mm | 物屏与透镜间距（焦距 f_1 ）/mm | f_1 /mm |
|----|--------------|---------|-----------------------|------------------|
| 1 | 不要在告示牌上记录数据！ | ***** | ***** | 多次测量平均值 ***** |
| 2 | | ***** | ***** | |
| 3 | | ***** | ***** | |
| 4 | | ***** | ***** | |
| 5 | | ***** | ***** | |

表 2-2 自准直法测量凸透镜的焦距（凸透镜转 180° 后）

| 序号 | 物屏位置/mm | 透镜位置/mm | 物屏与透镜间距（焦距 f_2 ）/mm | f_2 /mm |
|----|--------------|---------|-----------------------|------------------|
| 1 | 不要在告示牌上记录数据！ | ***** | ***** | 多次测量平均值 ***** |
| 2 | | ***** | ***** | |
| 3 | | ***** | ***** | |
| 4 | | ***** | ***** | |
| 5 | | ***** | ***** | |

4. 测量凹透镜的焦距

表 3 测量凹透镜焦距

| 序号 | 凹透镜位置/mm | 组合透镜成像位置/mm | 凸透镜成像位置/mm | S_1 /mm | S_2 /mm | 焦距 $f_{凹}$ /mm | 焦距平均值 $f_{凹}$ /mm |
|-----|----------|-------------|------------|-----------|-----------|----------------|-------------------|
| 1 | ***** | ***** | ***** | ***** | ***** | ***** | ***** |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | |

注意：1) 测得 S_1 与 S_2 的正负号，它们与什么有关？

2) 是否多次测量视实验时间而定