

牛顿环

注意事项:

1. 本告示牌供实验者阅读，所以不要在上面写字，更不能带出实验室。
2. 手不要触摸牛顿环仪透镜表面；不要拆卸牛顿环仪。
3. 如果牛顿环仪透镜表面受到污染，可用镜头纸轻轻擦拭。本学期做牛顿环实验内容：用不同的方法测量平凸（凹）透镜的曲率半径。（牛顿环仪由平面玻璃与透镜组成）



图 1 图标

实验前预习内容

1. 仔细阅读牛顿环讲义中实验原理。并把记录数据的表格画在实验报告纸上。
2. 阅读沈元华编基础物理实验书中 87 页读数显微镜部分内容。

实验内容

1. 打开钠光灯，预热 5 分钟左右，直到能看到钠光灯发出明亮的黄光。
2. 转动读数显微镜上的鼓轮，使镜筒处在主尺中间（主尺 25cm 附近）位置上。在读数显微镜平台上放上牛顿环仪。牛顿环仪尽量放在镜筒正下方。打开计算机，在屏上双击 ImageView 图标（如图 1）显示软件界面，如图 2。点击相机列表中的电子目镜 Novel-H2CJ（或其他型号），界面变成如图 3 所示的界面。色彩模式选灰度。上下调节镜筒，直到在显示屏上看到清晰的牛顿环的条纹。在调节物



图 2 牛顿环实验软件界面

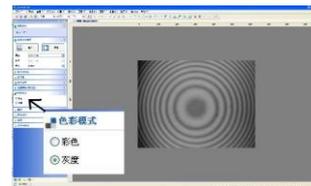


图 3 显示牛顿环界面



图 4 选取水平线段

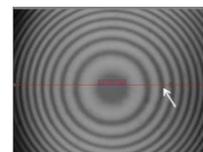


图 5 牛顿环图上画直线

镜筒时，注意镜筒由下往上调节。由上往下调节时动作尽量要慢，以免损坏牛顿环仪内的平凸透镜。

3. 转动鼓轮，移动镜筒，使牛顿环位于中间位置，并且左右两边显示的牛顿环数相同。轻轻左右移动钠灯使钠光均匀照在牛顿环上。
4. 在菜单中选取测量-线段-水平线段，如图 4。然后在牛顿环图上画一水平线段，双击确认，如图 5。画上十字线（水平线与垂直线，交点不一定要在中心上），转动鼓轮，通过读数显微镜上的读数分别测出第 2 环与第 7 环的弦长左右两端位置，用公式 8 计算出牛顿环曲率半径 R 。

表 1 牛顿环的各环弦长的测量(用公式计算 R) $X = |X_1 - X_2|$

S	$X_{1 \pm}$	$X_{2 \pm}$	X/mm	X^2/mm^2
2				
7				

注意：做完第 4 步骤（用读数显微镜测量），关闭 ImageView 软件界面。再重新打开软件界面。在牛顿环图上画一条水平线后。可以做以下第 5 步骤。

5. 在牛顿环图上画一水平线段，双击确认，在菜单中选取处理-剖面线。就会得到牛顿环各条纹光强变化(分布)图,如图 6。根据剖面线，上下调节一下镜筒，使牛顿环清晰。左右略微移动一下光源，使光照均匀。左右略微移动镜筒，使牛顿环两边环数相同。再点击菜单“捕获”，选择“捕获图像”。如图 8 这时原来显示活动的图像变成静止的牛顿环图片。点击图片上线段上方数字，又可以看到牛顿环光强变化图。或再画水平线段。
6. 在菜单中选取处理-去噪-双边滤波，如图 9。双边滤波选择最大滤波。得到滤波后的光强分布剖面图，如图 10。再点击剖面图上方菜单中“excel”图标。片刻后。计算机自动打开“excel”软件，生成数据。
7. 在生成的 4 列数据中选取第 1 列（灰度）。点击第一行“A”。并在菜单中选取插入-散点图作图，如图 11。图可以拉开放大。如果数据标记(点)太大可更改，方法是：点击剖面线图中波形线，再按右键选择数据系列格式-数据标记选项-内置更改类型（圆点）与大小（2）。

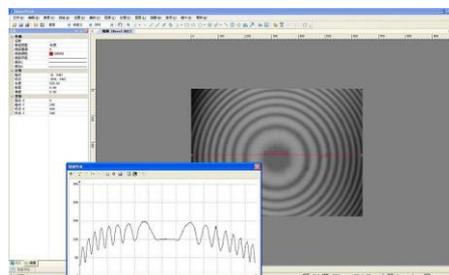


图 6 牛顿环各条纹光强变化图

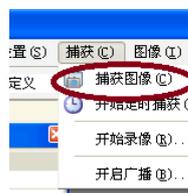


图 8 捕获图像

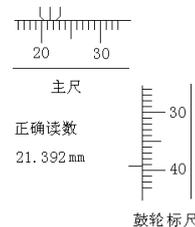


图 7 读数示意图

8. 在图上读取各环光强最小值对应 X 轴上坐标值记录下表中。注意表中 ΔX , X , X^2 数据在 excel 中计算后写上, 不要用计算器计算。 $X = \Delta X D$, 转换系数 D 值见电子目镜上的标贴。



图 9 去噪处理

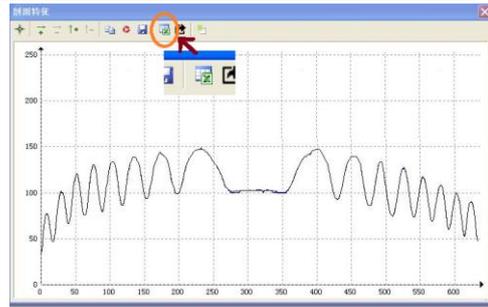


图 10 滤波后的牛顿环光强分布图

9. S , $X_{1左}$, $X_{2右}$ 的数值输入到 excel 表中, 选取 X^2 列, 并在菜单中选取插入-散点图作图。用鼠标器点击一下数据标记

(实验点), 按鼠标器的右键选择“添加趋势线”。在选择框中勾选“显示公式”与“ R ”平方(相关系数 r)。最后从

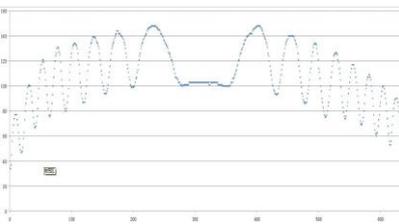


图 11 EXCEL 中的散点图

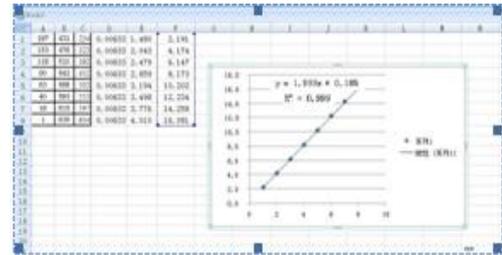


图 12 用 EXCEL 软件数据处理

图中显示的公式中得到斜率 K , 用 excel 软件通过公式 22 计算透镜曲率半径 R ,

用 Origin 软件得 K 的不确定度 $u(K)$ 。拟合直线公式, 相关系数 r , K 的不确定度 $u(K)$ 都要写在实验报告纸上。直线拟合图上坐标名称也可以更改。

表 2 牛顿环的各环弦长的测量(用作图方法计算 R , 表中 S 多少以看到多少个暗环为准)

S	$X_{1左}$	$X_{2右}$	ΔX	X/mm	X^2/mm^2	S	$X_{1左}$	$X_{2右}$	ΔX	X/mm	X^2/mm^2
1						5					
2						6					
3						7					
4											

实验室完成的内容:

离开实验室后的数据处理

不确定度计算公式(供参考)

1) 直线拟合方程?

1) 计算用读数显微镜测量得到 R 。

$u(\lambda) = 0.3\text{mm}$

2) 相关系数 $r = ?$

2) 计算用电子目镜与 ImageView 软件测量得到 R 与 R 不确定度。

$R = K/4\lambda$ 单位: mm

3) 斜率 k 的不确定度 $u(k)$?

3) 原 X, Y 直线拟合方程改成 x^2 与 S 直线拟合方程。

$R \pm u(R)$ 单位: mm

4) 曲率半径 $R = ?$ (不写公式)

$$|4) \frac{R_{\text{测}} - 860}{860} = \%$$

$$\frac{u^2(R)}{R^2} = \frac{u^2(\lambda)}{\lambda^2} + \frac{u^2(K)}{K^2}$$

Excel 数据处理简介: 记录完数据后, 不要用计算器计算, 可直接把各环的弦长 x 两端数据输入到 Excel 上运算。默认 Excel 表格中第 1 列的单无格编号为 S , 所以 S 可以不输入。选中 x^2 列数据, 在菜单栏中选“插入”>“图表”>“散点图”。在图上点击实验数据点, 然后按左键, 出现方框图, 选“添加趋势线”, 在“选项”列中选“显示公式”(直线拟合方程) 与“ R 平方”(相关系数)。相关系数以 Origin 数据处理后的结果为准。

Origin9 数据处理简介 (1 号, 2 号,

5 号计算机): 在 Excel 中分别选取 k 与 x 的 2 列数据依次复制粘贴到 origin 中。保存数据文件(在菜单栏中依次选择“file”→“save project”。在跳出的保存选择框中按“save”确认)。

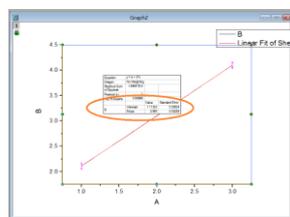


图 13 Origin 显示的数据

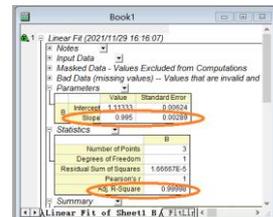


图 14 Origin 显示的数据

在 Origin 软件中打开原保存的文件。选中 2 列数据, 并点击左

下角“/”符号。则 origin 软件自动生成直线拟合图。在菜单栏中依次选“Analysis”→“fitting”→“Linear Fit”→“1<Last used>”后点击。Origin 最后以 2 种形式显示数据处理后的结果, 如图 13 与图 14。出现在表格中 Slope 一行中的第一列(Value)是斜率 K 值(Value), 第二列(Standard Error)是标准偏差, 也就是斜率 K 的不确定度 $u(K)$ 。还有相关系数(R-square)。如果相关系数为 1 时, 则相关系数的小数点后面写 6 个 9。origin 软件数据处理操作尽量在 3 分钟内完成。**Origin 数据处理操作最好在 3 分钟内完成。** 否则又要重新打开已保存的数据文件, 操作完后显示的数据处理结果不受时间限制。