

# 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. 手不要触摸十字分划板, 牛顿环仪透镜表面; 不要拆卸牛顿环仪。
3. 如果十字分划板, 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。



图 2 牛顿环实验软件界面

## 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。

拿起十字分划板边缘, 并把它放在读数显微镜平台上, 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, 界面变成如图 3 所示的界面。色彩模式选灰度, 如图 4。上下调节镜筒, 直到在显示屏上看到清晰的十字分划板刻度线。注意: 以清晰的竖直刻度线为准, 如图 4。摆正十字分划板的位置, 使分划板刻度处在水平位置。在菜单中选取测量-线段-水平线段, 画水平线, 两端与线段选取的长度对齐, 选取的线段的像素大小在线段

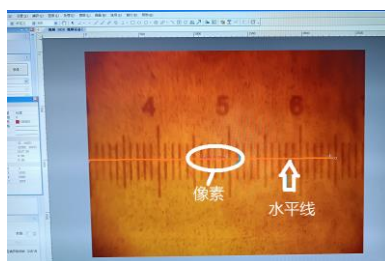


图 3 分划板刻度线在界面窗口中显示



图 4 灰度选取

上方的框中通过数字显示。根据分划板刻度读出选取的线段长度, 则可得到定标值  $D$  (转换系数  $D$ =线段长度/线段的像素)。也可以根据窗口的宽度与窗口的水平方向的像素(500 万电子目镜取 2592, 30 万电子目镜取 640)得到定标值  $D$ 。在调节物镜镜筒时, 注意镜筒由下往上调节。由上往下调节时动作尽量要慢, 以免损坏被测物。

表 1 定标

线段(或窗口宽度)像素/ $P$	线段(或窗口宽度)大小/mm	转换系数 $D$



图 5 选取水平线段

3. 取下十字分划板, 放上牛顿环仪。转动鼓轮, 移动镜筒, 使牛顿环位于显示屏上软件界面窗口中间位置, 并且左右两边显示的牛顿环数相同。轻轻左右移动钠光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, 然后在牛顿环图上画一水平线段, 双击确认, 如图 6。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图, 如图 7。根据剖面线, 上下调节一下镜筒, 使牛顿环清晰。左右略微移动一下钠灯光源, 使光照

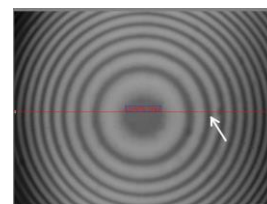


图 6 牛顿环图上画水平线段

均匀。左右略微移动镜筒, 使牛顿环两边环数相同。如图 8, 再点击菜单“捕获”, 选择“捕获图像”保存图片, 以做实验时间(周几)加姓名保存。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。

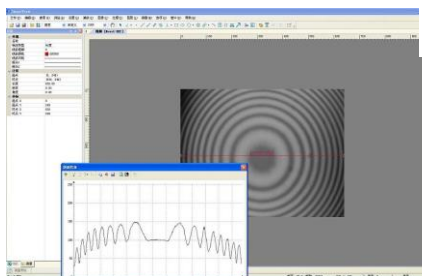


图 7 光强变化图

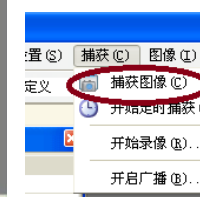


图 8 捕获图像

5. 在菜单中选取处理-去噪-双边滤波, 如图 9。双边滤波选择都取最大滤波(移动到最大位置)。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。



图 9 去噪处理

6. 在生成的 4 列数据中选取第 1 列(灰度)。即点击第一行“A”。如图 11, 在菜单中选取插入-散点图作图, 得到 excel 散点图, 如图 11。波形图可以拉开放大。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)。

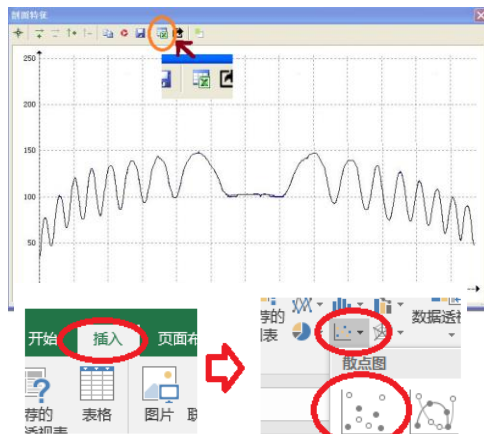


图 11 去噪处理

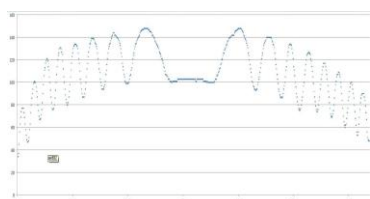


图 11 EXCEL 中的散点图

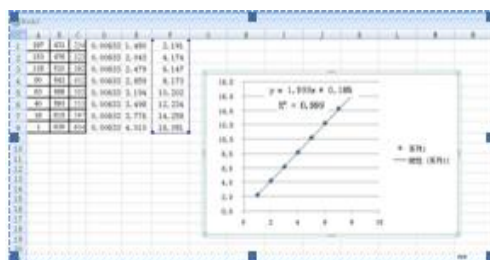


图 12 用 EXCEL 软件数据处理

7. 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  $\Delta X$ ,  $X$ ,  $X^2$  数据在 excel 中计算后写上, 不要用计算器计算。 $X = \Delta X D$ 。

8.  $S$ ,  $X_{1左}$ ,  $X_{2右}$  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	$X_{1左}$	$X_{2右}$	$\Delta X$	X/mm	$X^2/\text{mm}^2$	S	$X_{1左}$	$X_{2右}$	$\Delta X$	X/mm	$X^2/\text{mm}^2$
1						4					
2						5					
3					1	6					

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? 2) 相关系数 r=? 3) 斜率 k 的不确定度 u(k) 4) 曲率半径 R=? (不写计算公式)	1) 计算 R 与 R 不确定度。 2) 原 x,y 直线拟合方程改成 $x^2$ 与 S 直线拟合方程。 $\left  \frac{R_{测} - 860}{860} \right  = \%$ 3)	$u(\lambda) = 0.3nm$ $R = k/4 \lambda$ 单位: mm $\frac{u^2(R)}{R^2} = \frac{u^2(\lambda)}{\lambda^2} + \frac{u^2(K)}{K^2}$ $R \pm u(R)$ 单位: mm

**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:** 在 Excel 中选取  $x^2$  数据列复制粘贴到 origin 表格中第 2 列数据表格中。第 1 列由上而下依次输入 1, 2, 3... 选中第 1 列与第 2 列数据。点击软件窗口左下角“/”符号, 如图 13。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。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)。

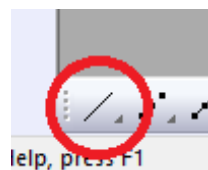


图 13 “/” 直线拟合键