



用牛顿环法测球面的曲率半径

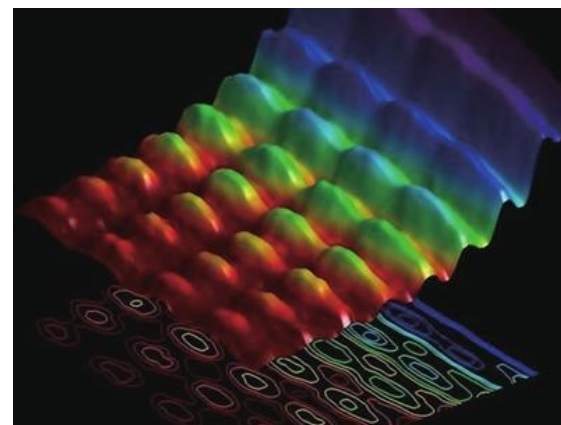
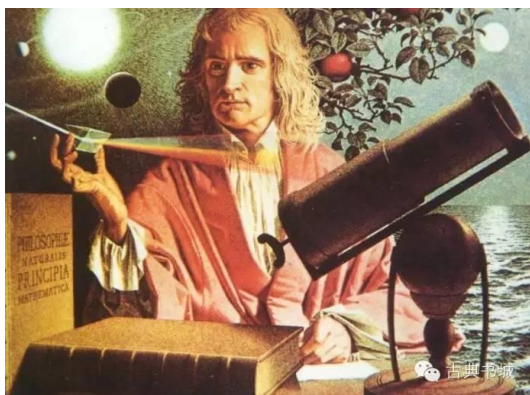
理学院物理实验中心
廖飞



背景简介



- **1675年**，**牛顿**(1643-1727)在制作天文望远镜时，偶然将一个望远镜物镜放在平玻璃上发现，并做了精确定量测定，因坚持光的微粒说，未能很好解释现象。
- **19世纪初**，英国科学家**托马斯.杨**(Thomas Young, 1773-1829)用光的波动说圆满的解释了牛顿环实验，并成为光的波动说的有力证据之一。
- **1905年**，**爱因斯坦**提出了光电效应的光量子解释。
- **1924年**，**德布罗意**提出“物质波”假说，认为一切物质都具有波粒二象性。
- **2015年**，瑞士**洛桑联邦理工学院**科学家成功拍摄出光同时表现波粒二象性的照片。



实验目的



1. 观察**等厚干涉**现象，加深对光的波动性的认识
2. 熟悉读数显微镜的调节和使用
3. 掌握用牛顿环**测球面曲率半径**的原理和方法

■ 预备知识：

■ **相干光**（实验室获得相干光的常用方法？）

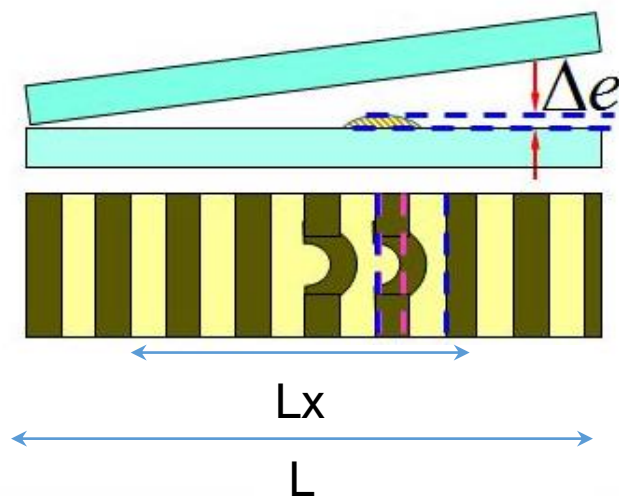
■ 薄膜干涉、等倾干涉、等厚干涉

1. 等厚干涉

■ 等厚干涉定义：

由同一光源所发出的平行光，入射到厚度变化均匀、折射率均匀的薄膜上，经上、下表面反射于表面附近形成干涉，**在厚度相同的地方有相同相位差，形成相同干涉光强度的同一干涉条纹**，所以称为（薄膜）**等厚干涉**。牛顿环和劈尖是产生等厚干涉的常见装置。

■ **条件**：入射光是平行光，薄膜厚度不均（最厚处不能超过最大相干长度）



光程差：

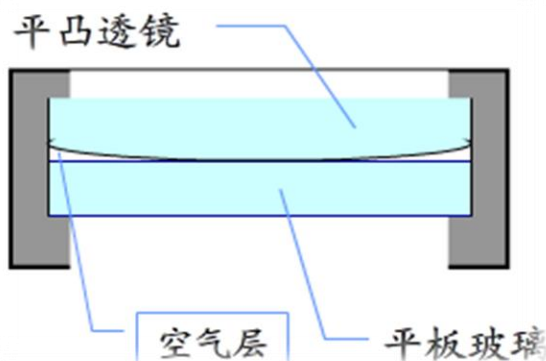
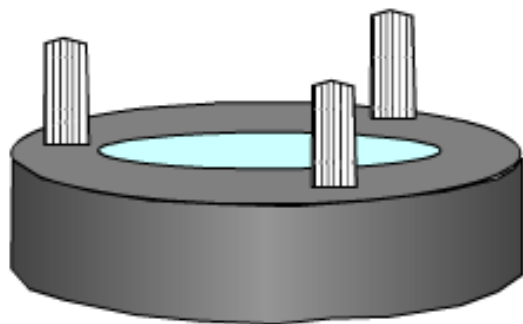
$$\delta = 2ne + \lambda/2$$

薄片厚度：

$$e = \lambda_x L / 2nL_x$$

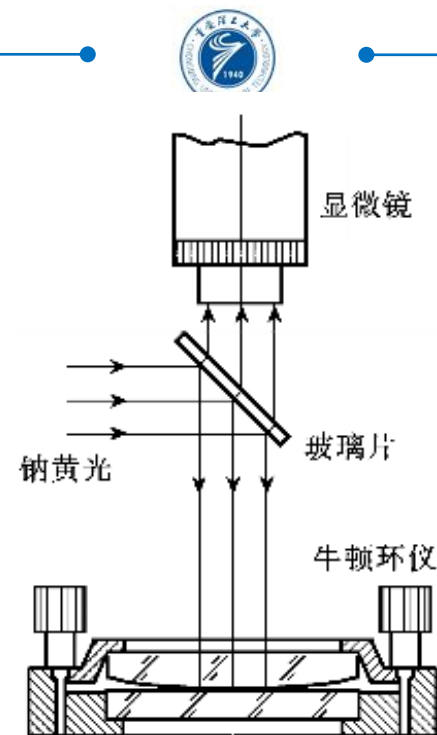
实验原理

2. 牛顿环现象

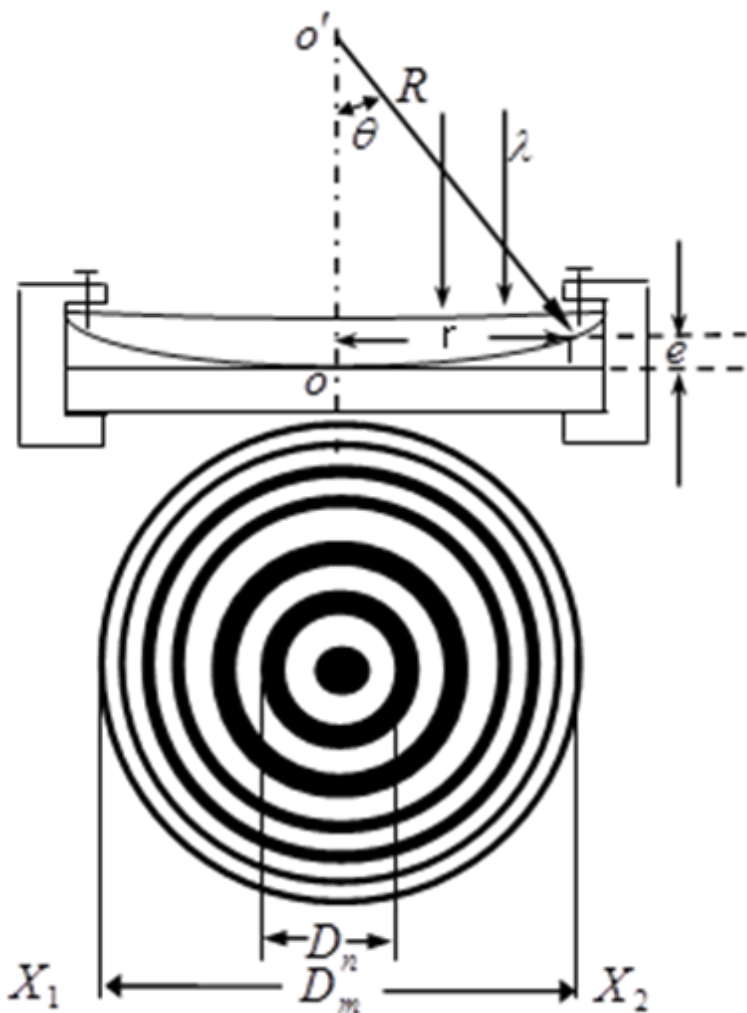


■ 干涉特点：
分振幅
明暗相间
级次由中间向边缘递增

■ 干涉现象：
条纹图样是**中心为暗斑的一系列明暗相间内疏外密的同心圆环**



3.测平凸透镜曲率半径



$$\delta = 2e + \lambda / 2 =$$

$$= k\lambda, k = 1, 2, 3 \dots \text{明条纹}$$

$$= (2k + 1) \frac{\lambda}{2}, k = 1, 2, 3 \dots \text{暗条纹}$$

$$r^2 = R^2 - (R - e)^2 = 2Re - e^2 \approx 2Re$$

$$r^2 = kR\lambda$$

■ 主要误差来源及相应处理办法：

(1) 中心定位误差——改测半径为直径

(2) 中心定级误差——改测单环为两环

$$R = \frac{D_m^2 - D_n^2}{4(m - n)\lambda}$$

实验仪器



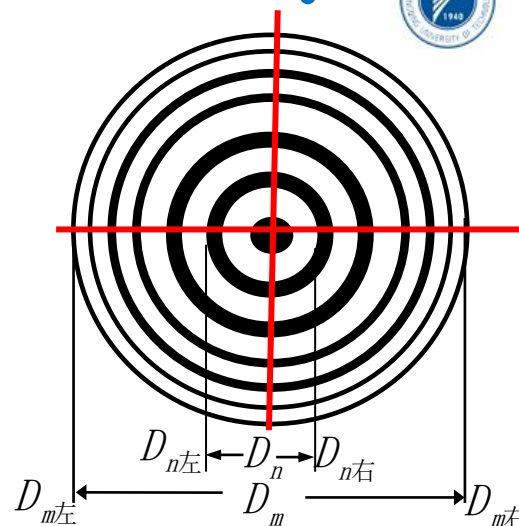
- 读数显微镜
- 牛顿环
- 光源



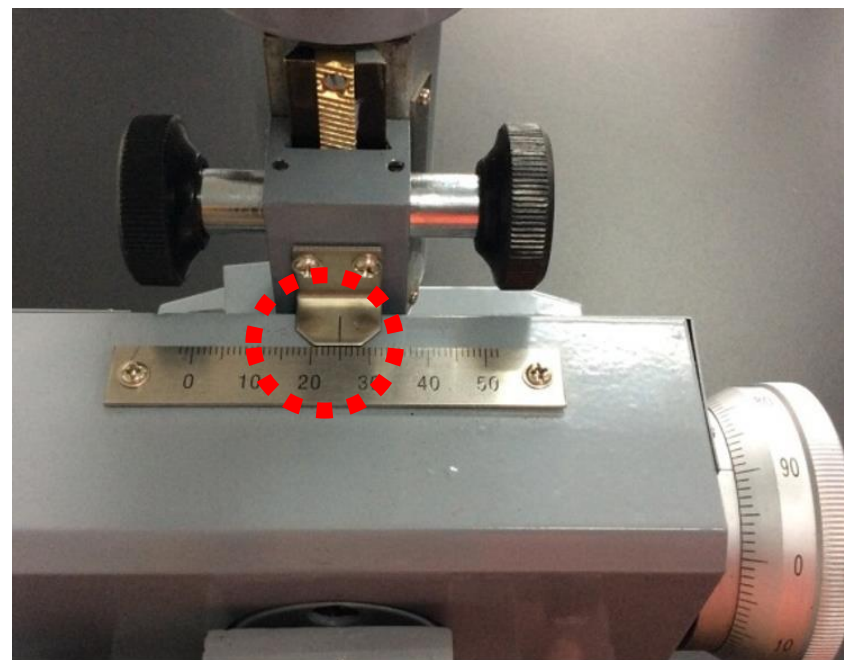
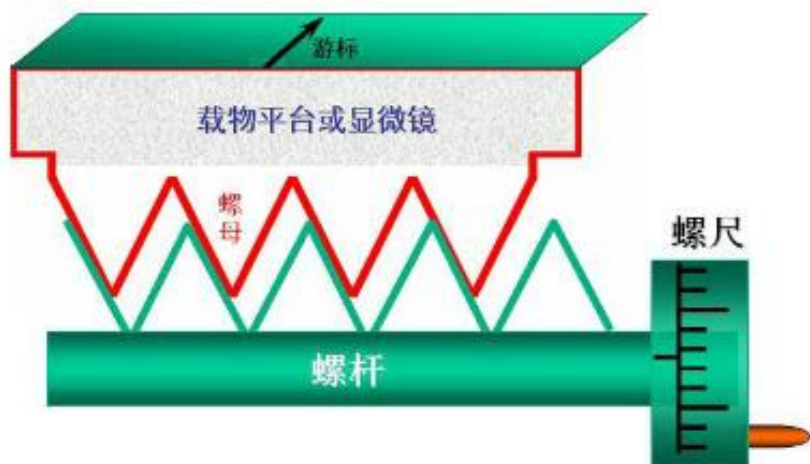
实验步骤

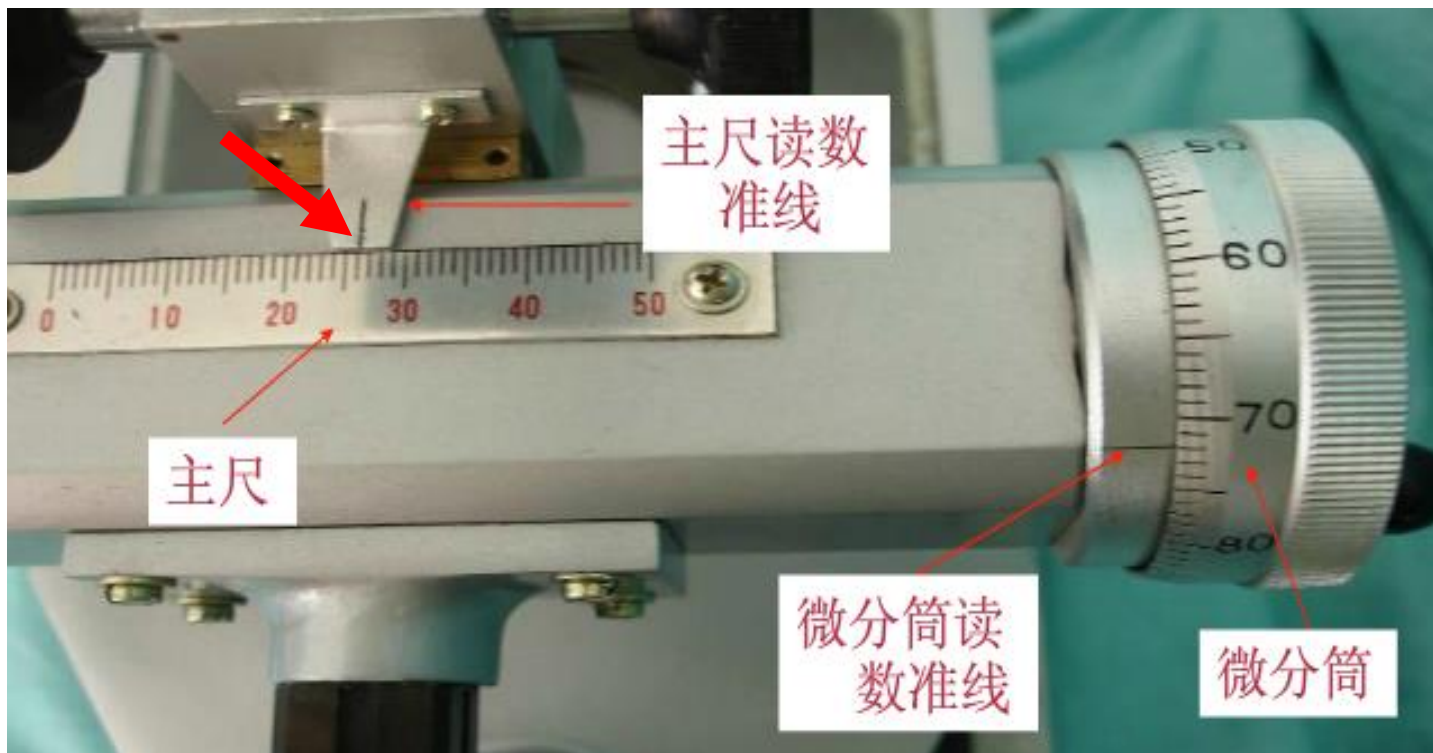


1. 摆放仪器装置
2. 粗调牛顿环
3. 精调牛顿环
4. 观察牛顿环
5. 测量读数



空程误差: 系统误差, 由螺母与螺杆间的间隙造成





$$\begin{aligned}\text{最终读数} &= \text{主尺读数} + \text{微分筒读数} \\ &= 26\text{mm} + 0.719\text{mm} \\ &= 26.719\text{mm}\end{aligned}$$

数据记录



表 2.9.1 测量牛顿环的直径

(单位: mm)

$D_{n\pm}$						
$D_{m\pm}$						
$D_n = D_{m\pm} - D_{n\pm}$						
\bar{D}_n						
$D_{m\pm}$						
$D_{n\pm}$						
$D_m = D_{m\pm} - D_{n\pm}$						
\bar{D}_m						

$$R = \bar{R} \pm \Delta R = \quad mm$$



$$R = \bar{R} \pm \Delta R$$

$$\bar{\varphi} = f(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}, \bar{q} \cdots)$$

$$\Delta_{\varphi} = \sqrt{\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x}\right)^2 \Delta_x^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y}\right)^2 \Delta_y^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z}\right)^2 \Delta_z^2 + \cdots}$$

1. 牛顿环干涉条纹各级**宽窄不同的原因**？
2. 若**中心是亮斑**，是何原因？比较透射牛顿环与反射的有何不同？
3. 有哪些因素会使等厚干涉条纹由直变弯？改变劈尖干涉的薄片在两玻璃片的位置，条纹将如何变化？
4. 如何利用牛顿环装置**测气体或液体的折射率**？
5. 白光干涉有什么应用？

说明：

**1-5题中选择2个讨论——做在讨论页
或按照自己的思路做讨论**