

# 用比较法测量光波波长

夏湘芳, 李伦皋, 侯季平, 彭柯铭, 陈光伟

(湖南工业大学 理学院, 湖南 株洲 412008)

**摘要:** 探索了用比较法测量光波波长的原理, 利用光的干涉现象, 比较钠黄光的波长直接测算LED的波长, 拓展了传统的实验方法, 丰富了实验教学内容。

**关键词:** 牛顿环; 干涉; 曲率半径; 波长

中图分类号: O436.1

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2010)04-0082-02

## Measuring Wavelength of Light by Comparative Method

Xia Xiangfang, Li Lungao, Hou Jiping, Peng Keming, Chen Guangwei

(School of Science, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412008, China)

**Abstract:** Explores the principle of measuring wavelength of light with comparative method. Applies light interference phenomenon to compare the wavelength of Sodium yellow lights and directly calculates the wavelength of LED, expands the traditional experimental methods and enriches the contents of the experimental teaching.

**Keywords:** Newton's Rings; interference; radius of curvature; wavelength

在传统的大学物理实验中<sup>[1]</sup>, 利用光的干涉现象, 在已知干涉光波长的情况下, 可测量牛顿环平凸透镜的曲率半径; 或已知牛顿环平凸透镜的曲率半径, 可测量干涉光的波长。笔者在教学中发现, 学生对单调的实验内容感觉乏味, 缺乏兴趣。为丰富实验内容、培养学生创新意识、提高学生运用创新技法的能力, 笔者对牛顿环干涉实验进行了研究, 将实验内容进行拓展, 增加了用比较法测量光波波长的实验。

## 1 实验原理

如图1<sup>[2]</sup>所示, 平凸透镜的凸面AOB与平玻璃的上平面COD相切于O点, 形成一个从中心向四周逐渐增厚的空气隙。若用单色光垂直于AB面入射, 其中一部分光线在AOB正面上反射、另一部分光线在COD面上反射, 二者在AOB表面附近相遇而发生干涉, 形成明暗相间的干涉环——牛顿环。

根据薄膜干涉原理可知, 第 $m$ 级暗环的半径为:

$$r_m = \sqrt{mR\lambda}, \quad (1)$$

式中:  $R$  为凸面的曲率半径;

$\lambda$  为入射光波长。

由式(1)可知, 若已知 $\lambda$ , 测出各级暗环半径, 则可计算出曲率半径 $R$ ; 若已知 $R$ , 测出 $r_m$ 后, 可求出入射光波长。

实际观察牛顿环时发现, 牛顿环中心不是一点, 而是一个不甚清晰的暗或明的圆斑。这样, 在测 $r_m$ 时, 一方面中心点定不准, 另一方面暗环的绝对级次也不易定准。这都给测量带来误差。为此, 先取暗环直径

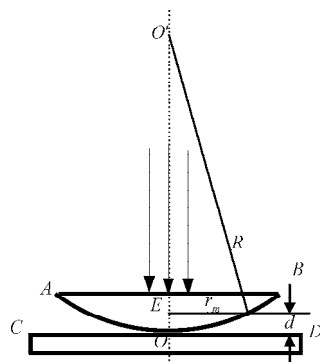


图1 牛顿环的干涉原理  
Fig.1 Interference principle of Newton's Ring

收稿日期: 2010-05-10

通信作者: 夏湘芳(1974-), 女, 湖南株洲人, 湖南工业大学实验师, 主要研究方向为实验技术, E-mail: xxfzhc@126.com

$D_m$  替代半径  $r_m$ , 得

$$D_m = 2\sqrt{mR\lambda}. \quad (2)$$

再用逐差法消除附加光程差带来的系统误差。若  $m$  与  $n$  级暗环直径分别为  $D_m$  与  $D_n$ , 由式 (2) 不难得出透镜的曲率半径为<sup>[1-3]</sup>

$$R = \frac{D_m^2 - D_n^2}{4(m-n)\lambda}. \quad (3)$$

若用同一个牛顿环测量一已知光波波长  $\lambda_0$  (如钠黄光) 和一未知光波波长  $\lambda_x$ , 则有:

$$R = \frac{D_{m0}^2 - D_{n0}^2}{4(m-n)\lambda_0} = \frac{D_{mx}^2 - D_{nx}^2}{4(m-n)\lambda_x}, \quad (4)$$

取  $m_0 - n_0 = m_x - n_x$ , 那么未知光波波长  $\lambda_x$  可由式 (5) 求得:

$$\lambda_x = \frac{D_{mx}^2 - D_{nx}^2}{D_{m0}^2 - D_{n0}^2} \lambda_0. \quad (5)$$

未知光波可选择相干性较好的单色光源, 如激光、不同颜色的高亮度高纯度 LED、单色仪产生的某一波长的光, 这里选择高亮度高纯度 LED。

## 2 实验数据与结果

首先用钠光灯 ( $\lambda_0 = 5893.0 \text{ \AA}$ ) 作为光源, 测出 11~20 级的暗环直径<sup>[4]</sup>, 然后采用 105XG2 型 LED (纯绿发光二极管) 作为未知光源, 再测出 11~20 级的暗环直径。2 次的测量结果分别见表 1 和表 2, 作为用逐差法<sup>[5]</sup>计算的数据。

表 1 用钠黄光测量的实验数据

Table 1 Experimental data measured with Sodium yellow light

环数	11	12	13	14	15
$d_{左}$	34.608	34.740	34.856	34.968	35.083
$d_{右}$	28.212	28.084	27.957	27.847	27.750
$D_{n0}$	6.396	6.656	6.899	7.121	7.333

环数	16	17	18	19	20
$d_{左}$	35.185	35.273	35.388	35.495	35.617
$d_{右}$	27.590	27.450	27.386	27.294	27.247
$D_{m0}$	7.595	7.823	8.002	8.201	8.370

表 2 用 LED 测量的实验数据

Table 2 Experimental data measured with LED

环数	11	12	13	14	15
$d_{左}$	34.688	34.811	34.938	34.997	35.086
$d_{右}$	28.395	28.220	28.104	28.032	27.949
$D_{nx}$	6.293	6.591	6.834	6.968	7.137

环数	16	17	18	19	20
$d_{左}$	35.203	35.366	35.453	35.511	35.605
$d_{右}$	27.817	27.737	27.617	27.547	27.494
$D_{mx}$	7.386	7.629	7.836	7.964	8.111

取  $m-n=5$ , 用逐差法计算出:

$$\overline{D_{m0}^2 - D_{n0}^2} = 16.588 \text{ mm}^2, \quad \overline{D_{mx}^2 - D_{nx}^2} = 14.835 \text{ mm}^2.$$

将结果代入式 (7), 求出未知光波波长  $\lambda_x = 5270.2 \text{ \AA}$ 。

根据厂家提供的技术指标, 105XG2 型发光二极管所发的绿光波长为  $5280.0 \text{ \AA}$ , 两者相比较, 实验误差为  $0.186\%$ 。可见实验结果较为准确。

## 3 结语

利用已知钠黄光的波长, 用比较法测量 LED 的波长, 拓展了传统的实验方法, 丰富了实验教学内容, 将 LED 这一新型光源应用到大学物理实验教学之中, 开阔了学生的视野, 有利于学生创新思维的培养。

### 参考文献:

- [1] 许锦培. 物理实验[M]. 长沙: 中南工业大学出版社, 1993. Xu Jinpei. Physics Experiment[M]. Changsha: Central South University Press, 1993: 156-157.
- [2] 钟读敏. 大学物理实验[M]. 合肥: 中国科技大学出版社, 1995: 201-203. Zhong Dumin. College Physics Experiment[M]. Hefei: University of Science and Technology of China Press, 1995: 201-203.
- [3] 陈守川. 大学物理实验教程[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 1995: 211-212. Chen Shouchuan. University Physics Experiment Course[M]. Hangzhou: Zhejiang University Press, 1995: 211-212.
- [4] 向东, 何毅. 牛顿环实验中暗环直径的正确测量[J]. 安庆师范学院学报: 自然科学版, 2004, 10(2): 5-6. Xiang Dong, He Yi. A Correct Measurement for the Diameters of Dark Rings in the Experiment of Newton's Rings[J]. Journal of Anqing Teachers College: Natural Science, 2004, 10(2): 5-6.
- [5] 杜珊, 包震, 方兴. 关于牛顿环实验数据的处理[J]. 保山师专学报, 2009, 28(2): 7-8. Du Shan, Bao Zhen, Fang Xing. Matlab Deal with Newton's Ring of Experimental Data[J]. Journal of Baoshan Teachers College, 2009, 28(2): 7-8.
- [6] 唐勤. 对牛顿环实验教学的思考与探索[J]. 实验技术与管理, 2007, 24(3): 35-36. Tang Qin. Thinking and Exploration of Newton's Ring Experiment and Teaching[J]. Experimental Technology and Management, 2007, 24(3): 35-36.
- [7] 陈洪叶. 由牛顿环实验展开的探究教学尝试[J]. 物理实验, 2005(6): 29-31. Chen Hongye. Attempt of Exploring Teaching Based on Newton Ring Experiments[J]. Physics Experimentation, 2005(6): 29-31.

(责任编辑: 邓光辉)