

巧妙设计双缝干涉实验测量光的波长

刘召新

(余姚市第四中学 浙江 宁波 315400)

(收稿日期:2016-06-15)

摘要:为了解决高中《物理·选修3-4》“实验:用双缝干涉测量光的波长”的教学重难点问题,创新设计了双缝干涉实验装置.不但实验现象非常明显直观,实验效果极佳,而且符合原有实验设计对该实验能力的考查要求.该实验设计可以作为演示实验和学生分组实验,是值得推广的实验方法.

关键词:双缝干涉 创新设计 光伏电池 数字电表 光的波长

1 设计背景

利用双缝干涉实验测量单色光的波长是《物理·选修3-4》的重点和难点教学内容,该实验属于学生分组实验,高考考纲属于d级要求,在高考实验考查中属于高频考点.该实验主要包含4个考点:光的干涉现象、实验原理、测量条纹间距的方法和读数并定量计算单色光的波长.

图1所示的是双缝干涉实验的传统实验装置,自左向右分别在光具座上安装白炽灯泡、单缝、双缝、遮光筒和测量头、目镜.实验效果不好有两个主要原因:一方面,所采用的白炽灯光源强度小,经过狭窄的单缝和双缝后透光更加微弱,因此形成的干涉条纹模糊;另一方面,通过目镜观察实验现象很不方便,而且一次只能一个人观察,交换观察实验现象时偶有不慎触碰到器材,实验装置需要重新调节,非常麻烦和浪费时间.为了解决以上两个方面的实验难题,创新设计了一套新型的双缝干涉实验装置.

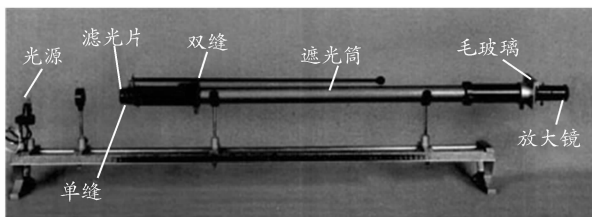


图1 双缝干涉的传统实验装置

2 装置的创新制作原理

如图2所示,用激光器作为被测光的光源,经凸

透镜扩束后通过双缝形成干涉线光源,产生的干涉条纹照射在光伏电池上.根据光伏电池对不同光照强度的敏感反映,转化为强弱不同的电信号输出在数字电表上.

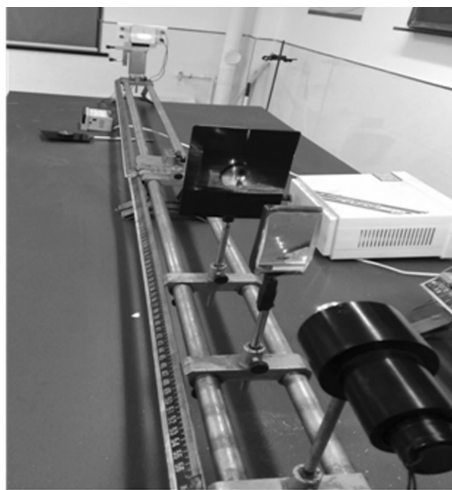


图2 双缝干涉实验的创新设计

把光伏电池与数字电表相结合,将干涉或者衍射光投射到遮光板表面,缓慢调节移动尺移动光伏电池,观察数字电表的屏显示数,选择其中的最大值或最小值,与之对应的是通过狭缝到达光伏电池上相应的明条纹或暗条纹.将数字电表示数从一个最大值或最小值到相邻的另一个最大值或最小值之间的距离用移动尺测量得出,就是相邻明条纹或暗条纹的间距;也可以测出多条明条纹或暗条纹的距离然后取平均值.

移动尺测出的相邻亮条纹的间距 Δx ,代入公式

$$\lambda = \frac{\Delta xd}{L} \quad (1)$$

计算出被测光的波长 λ 。

3 实验仪器的制作和功能简介

3.1 光伏电池组合移动尺

如图3所示,将光伏电池板用白色遮光板覆盖表面,用刀片在遮光板表面开一狭缝,干涉光可以通过该狭缝照射在光伏电池板表面,从而产生光伏电压。

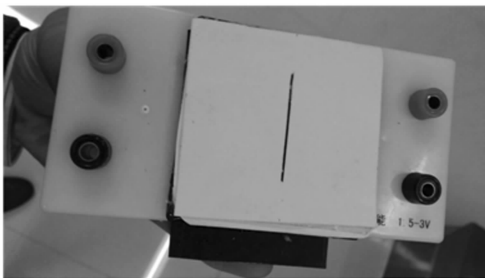


图3 光伏电池板

如图4所示,将改装好的光伏电池板固定在移动尺上,调节移动尺可以控制透光狭缝的横向和纵向位置。

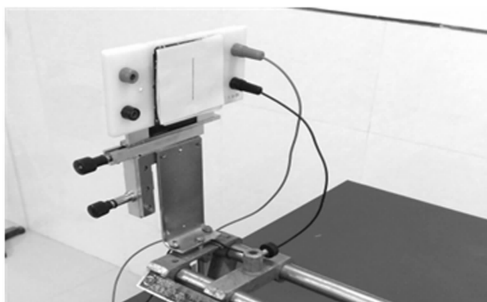


图4 移动尺组合光伏电池

3.2 数字电压表组合光伏电池

如图5和图6所示,把光伏电池的两个电极与数字电表相连接,透过遮光面板狭缝的光照在电池上,将不同光照强度产生的光伏电压直观显示出来,以便确定干涉条纹的中心。



图5 数字电压表

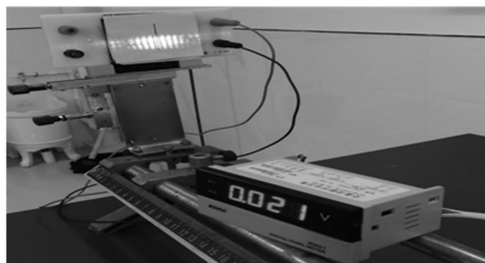


图6 数字电表组合光伏电池

3.3 激光器组合凸透镜

如图7和图8所示,采用激光器作为光源,由于激光的能量高,所以实验现象非常明显,不需要遮光筒,不受实验环境的制约影响.加上凸透镜可以将点光源扩束为近似线光源,使双缝干涉形成明暗相间的条纹。

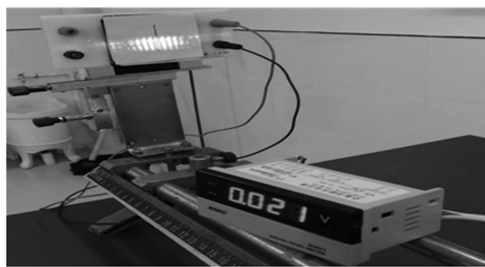


图7 激光器组合凸透镜

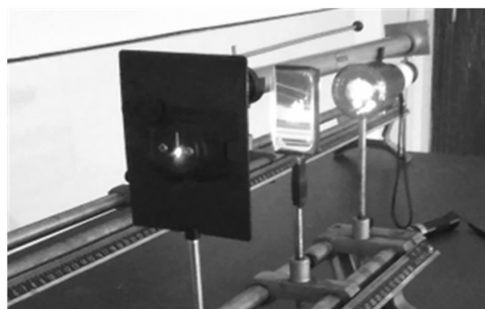
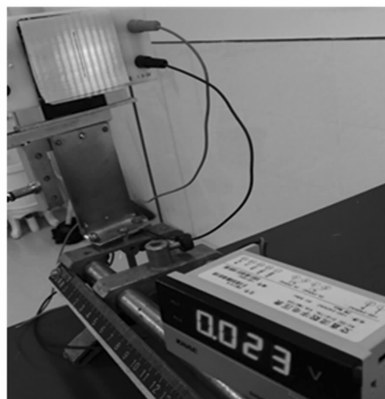


图8 凸透镜扩束激光

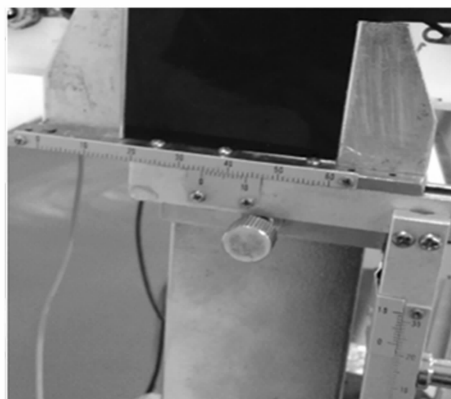
4 实际教学的探究过程

(1) 被测光源为激光器产生的红光,把改装好的器材依次安装在光具座上(图2),调节后使干涉条纹照射在白色光屏上,记下双缝的距离 $d = 0.6 \text{ mm}$ 和双缝到光屏的距离 $L = 1.75 \text{ m}$ 。

(2) 如图9所示,横向调节移动尺使左起第4条亮条纹透过狭缝照在光伏电池板上,微调移动尺至数字电表示数最大,为 0.023 V ,即为第4条亮条纹的中心照射到光伏电池上,记下移动尺的读数 $x_1 = 34.8 \text{ mm}$ 。



(a) 左起第4条亮纹



(b) 移动尺示数

图9 实验探究第4条亮纹

(3) 同理,如图10所示,再横向调节移动尺使左起第6条亮条纹透过狭缝照在光伏电池板上,微调移动尺至数字电表示数最大,为0.023 V,即为第6条亮条纹的中心照射到光伏电池上,记下移动尺的读数 $x_2 = 38.8 \text{ mm}$.

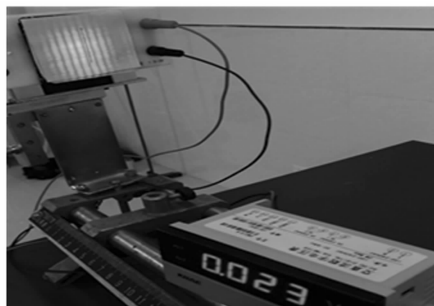
(4) 根据(2)、(3)测出的 x_1 和 x_2 计算

$$\Delta x = \frac{x_2 - x_1}{N} = 2.0 \text{ mm}$$

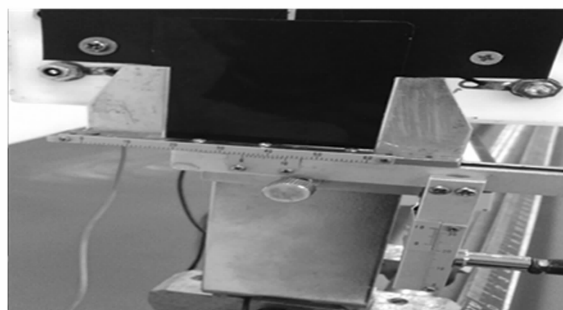
再把步骤(1)中双缝的距离 $d = 0.6 \text{ mm}$ 和双缝到

光屏的距离 $L = 1.75 \text{ m}$ 都代入关系式(1)中,计算得 $\lambda = 686 \text{ nm}$.

(5) 为了提高准确度可以多次测量,求波长 λ 的平均值. 更换其他单色光激光器,重复以上步骤测量其他单色光的波长.



(a) 左起第6条亮纹



(b) 移动尺示数

图10 实验探究第6条亮纹

5 该创新设计的特点

(1) 激光器与凸透镜组合使实验现象明显,效果良好,几乎不受实验环境的制约.

(2) 光伏电池和数字电表组合,干涉条纹的中心定位直观易得.

(3) 实验器材常规,制作简单,值得推广.

(4) 实验方法可以拓展研究单缝衍射、光栅等.

Ingenious Design to Measure the Wavelength of the Light Using the Double Slit Interference Experiment

Liu Zhaoxin

(Yuyao No. 4 Middle School of, Ningbo, Zhejiang 315400)

Abstract: In order to solve the difficult problem of the teaching of the high school physics elective 3 - 4 "experiment: the wavelength of the measurement light with double slit interference", the innovation design of the double slit interference experiment device. Not only the phenomenon is very obvious, the experimental effect is excellent; and in accordance with the requirements of the original experimental design on the ability of the experimental study. The experimental design can be as demonstration experiment and student group experiment, is worthy of promotion of experimental methods.

Key words: double slit interference; innovative design; photovoltaic cell; digital meter; wavelength of light