

设计激光波长测量实验,有效激发学生学习兴趣

龚华平, 徐 贲, 李书华

(中国计量学院 光学与电子科技学院, 杭州 310018)

摘 要: 本文探讨了一种测量激光波长的实验设计方法, 利用 CD 光盘片作为反射光栅来测定激光波长。这种方法操作简单实用, 而且利用精度为 1mm 的普通刻度尺可以对激光波长的测量达到 10nm 量级, 具有相对较高的测量精度。该实验设计方法新颖, 取材简单, 可以有效激发学生的学习兴趣。

关键词: 光盘; 反射光栅; 衍射; 激光波长

Design the Experiment of Laser Wavelength Measurement for Stimulating the Study Interesting of Students

GONG Hua ping, XU Ben, LI Shu hua

(College of Optical and Electronic Technology, China Jiliang University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: A kind of experiment teaching method on laser wavelength measurement is researched. The method is using a compact disc as a reflective grating to measure laser wavelength. And the 10nm accuracy of laser wavelength measurement is obtained by a normal ruler with 1mm accuracy, which has comparatively high accuracy of measurement. The method is novel and just use simple tool, so it can stimulate the study interesting of students.

Keywords: CD; reflection grating; diffraction; laser wavelength

随着激光技术的发展, 激光在生活中随处可见, 也在现代生活中发挥着越来越大的作用。实验教学中对于激光波长的测量, 通常都是利用光谱仪和迈克耳逊干涉仪等精密仪器, 可以很精确地得到其波长值。但是这些测量仪器昂贵, 操作复杂, 在普通的大学本科教学实验中受到限制, 并且该方法属于验证性实验内容, 无法充分调动学生思考的积极性, 难以激发学生的学习兴趣。因此, 笔者在实验教学中根据衍射原理, 将光盘近似当做一个反射光栅, 只需利用普通的毫米刻度尺就可以测量出激光波长, 得到了比较理想的结果。该实验方法新颖, 衍射效果明显, 图像清晰, 形象生动, 不仅使学生学习了光栅

和衍射的原理, 还很大程度上提高了学生的学习兴趣 and 积极性, 有利于培养学生的思考能力以及实际动手能力^[1,2]。

1 实验内容与步骤设计

设计性实验要求学生在掌握基本专业知识的基础上, 能够举一反三, 利用有限的实验条件, 拓宽学习宽度, 开设综合性设计性实验, 使学生加深对物理光学中衍射概念的全面理解和掌握, 使理论和实践在实验中得以结合运用。即给定学生一个任务, 采取任务驱动的教学手段, 使学生主动、积极地思考解决问题的方法, 从而训练学生的发散思维。对于本

基金项目: 中国计量学院教改项目

作者简介: 龚华平(1977), 男, 博士, 讲师, 主要从事光学测量和传感的研究与教学工作。

实验而言,我们的任务就是给学生一把直尺和一个光盘,以及若干辅助小工具,粗略地测量出激光的波长,精度小于 10% 即可。

光盘是以台面或坑槽的形式记录信息,信息轨道呈阿基米德螺线形排列,可看成同心圆环,如图 1 示。信道起源于中心位置,结束于光盘边缘^[3,4]。由于道间距非常小,所以在径向方向上可将光盘磁轨看作反射光栅^[5]。测量时利用激光照射光盘,光盘会发生明显的衍射现象。当激光垂直入射到光盘盘面上时,通常观察到明显的 ± 1 级衍射。然后用毫米刻度尺量出两个衍射点的间距,通过查找资料可以得到 CD 光盘的数据道间距为 $1.6\mu\text{m}$ ^[6],然后代入光栅衍射公式即可求得激光波长。

CD

DVD

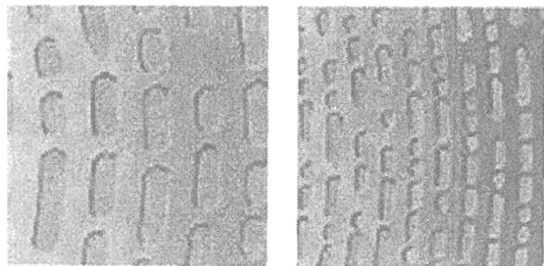


图 1 光盘结构图

以 HeNe 激光器波长测量为例,测量方法的实验步骤如下:

(1) 先将白屏和光盘装置在底座上,并将白屏固定。

(2) 在白屏后面安装 HeNe 激光器,使激光通过白屏中央的小孔垂直入射到光盘上。

(3) 调整光盘与白屏之间的距离,使衍射条纹清晰地显示在白屏上,且白屏中央小孔为零级衍射光斑,其他级数的衍射条纹分别对称的落在中央小孔的两边。

(4) 从底座上读取光盘与白屏之间的距离 L_1 ,同时用刻度尺测量 ± 1 衍射条纹之间的距离 h_1 。且分别反复测量读取 3 次取平均值。

(5) 通过查找资料,查得 VCD 光盘的数据道间隔 $d = 1.6\mu\text{m}$ 。

然后,由图 2 可知, $\tan\theta = h_1 / 2L_1 \rightarrow \theta = \arctan(h_1 / 2L_1)$, 则有: $\lambda = d \sin\theta$

在光盘衍射法中,测量 ± 1 衍射条纹之间的距离 h_1 时,由于刻度尺的精度为 1mm,限制了其距离测量的精确度,导致 h_1 的测量值存在误差。实验证

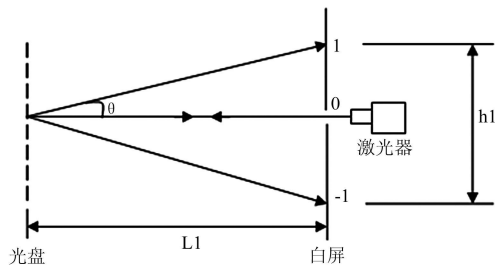


图 2 光盘衍射法实验装置示意图

明,我们利用精度为 1mm 的普通刻度尺可以对激光波长的测量达到 10nm 量级,相对误差小于 2.5%,具有较高的波长测量精度,方法简便易行,具有开展设计性实验的可行性。

2 几点做法

(1) 设计性实验强调的是学生的自行设计与探索,有大量的设计工作需要课外的时间完成。提供完善的设计场所和服务是保证设计性实验顺利开展的必要条件。本课题组以固定时间开放与网络预约开放相结合的形式全方位开放了各实验室,并免费提供了设计所需的器件。设计性实验注重的是设计,所以要引导学生自行设计实验方案和步骤,只有方案合理的学生才可以进行实验验证。在判断方案是否合理的时候可以引入学生自评的做法,对每个方案进行答辩,这样可以充分调动学生的积极性,使每位学生都受益。

(2) 学生在实验过程中,不可避免会遇到各种困难,如激光器出现故障,光路对准有困难,实验结果不合理,达不到预期设计值等。这时教师要积极引导和启发学生进行思考,分析问题并解决问题。本课题组采取小班化实验教,10 人一批,2 人一组。由于人数不多,确保了在辅导中能够根据实验及学生的具体情况区别对待,所有学生的实际动手能力都得到大幅提高。

(3) 设计性实验的考核标准与验证性实验不同,需要更多的侧重于实验方法和手段的合理性,对实验原理的掌握程度,以及实验误差分析是否到位。学生的实验报告不仅要求有实验原理和实验方法,还要记录实验中遇到的各种小问题和解决的办法,以及误差分析。鼓励学生提出其他创新性方案,对于提出新方案并进行验证,以及积极思索排除故障和解决问题的学生,可以适当加分。

(下转第 134 页)

知识点讲解素材、疑难解答素材、示范授课素材、动画素材、图形图像素材、典型例题素材、习题素材、实验教学素材、相关教学资料素材。媒体素材的形式多样,包括文本文稿、图形、图像、音频、视频、动画等。一期建设完成的素材总量达2万余条,涵盖了课程教学的多个环节,已能基本满足整体设计教学资源需要。

5 数字化教材

数字化教材能实现教学资源的高度融合,即将文字、图片、音视频、动画、网络等多种教学资源优化组合,以最有效的方式提供给学习者。同时,通过创造最理想的数字化学习环境,提高学习的兴趣和效率。随着网络的普及,以及“知识产权”、“阅读习惯”等现实状况的改变,数字化教材在我国也将成为教

材的一种重要的形式。

运用计算机技术、通讯技术和网络技术,教学资源的内容和形式都将发生重大的变化,教学资源的数字化将成为一种趋势,基于互联网的学习将成为未来重要的学习方式之一。在信息技术平台上,教学资源建设仅凭教师的努力已经很难完成,需要编辑和技术人员共同参与研发过程,此外,数字化教学资源还存在销售模式和售后服务等一系列问题。从国外的情况来看,数字化教学资源的研发、出版、服务等环节往往由出版社组织完成,出版社有专门的编辑、技术人员和教学服务人员,对教师提供的教学内容和资源进行二次研发和集成。国内具备这样的人力、技术和资源优势的出版社尚不多见,按照“整体设计”的思路研发的教学资源很少,商业模式还在探索中。

(上接第125页 龚华平等文)

3 结语

本文探讨了光盘衍射法测定激光波长的实验教学设计。通过测量激光波长的设计性实验,激发了学生的求知欲,培养了学生思考问题、解决问题的能力,使学生对光学专业实验产生兴趣,更重要的是培养学生的分析问题和解决问题的能力,从而能够较全面地提高学生的专业素质。

参考文献

[1] 叶莉华,崔一平,胡国华等.“光电子技术”课程教改探索[J].

南京:电气电子教学学报,2007,29(2):10-12

[2] 罗向东.电子电气学科学生的“大学物理”教学[J].南京:电气电子教学学报,2006,28(6):98-102

[3] 周淑琴.浅议光盘技术[J].北京:影视技术,1999(4):11-17

[4] 许斌,徐学雷.从CD到DVD光盘技术[J].北京:激光与红外,1998,28(6):33-35

[5] 黄振永,林学春,赖康等.光盘等效光栅常量和存储容量的测量[J].长春:物理实验,2008,28(1):5-8

[6] 杨保东,周海涛.光盘道间距及其信道轨迹长度的测量[J].北京:大学物理,2007,26(5):35-36