

物理光学本科教学体会

黄元申, 李柏承, 徐邦联, 张大伟, 倪争技

(上海理工大学 光电信息与计算机工程学院, 上海 200093)

摘要: 在深入调研历届、应届本科生和硕士研究生物理光学的学习情况后, 总结了上海理工大学光电信息与计算机工程学院工程光学 A (2) (波动光学) 本科教学经验, 提出了五点改进教学的方法, 即: 提高学生的学习兴趣、明确物理定律的来龙去脉、实行多媒体与传统黑板的结合、加强物理概念和定律的理解以及保证习题练习的质量。通过实践应用发挥了学生的创新能力, 取得了比较满意的效果。

关键词: 物理光学; 课程教学; 教学实践

中图分类号: H 319.2

文献标志码: A

文章编号: 1009-895X(2014)03-0293-04

DOI: 10.13256/j.cnki.jusst.sse.2014.03.019

The Teaching Experience of Undergraduate Course Physical Optics

Huang Yuanshen, Li Baicheng, Xu Banglian, Zhang Dawei, Ni Zhengji

(School of Optical-Electrical and Computer Engineering, University of
Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: After a profound investigation into many undergraduates' study of Physical Optics, some teaching experiences of Engineering Optics A (2) (Wave Optics) in School of Optical-Electrical and Computer Engineering, University of Shanghai for Science & Technology, are summarized. Five ways to improve the teaching method are proposed as follows: First, increasing students' interest in learning; second, explaining the cause and effect of physical law; third, combining multi-media teaching with traditional board writing; fourth, integrating daily-life observations into classroom experiments and then strengthen the comprehension of physical conception and law; finally, consolidating knowledge by doing appropriate exercises. Satisfactory effects are obtained through their practical applications to developing students' innovation ability.

Key words: *physical optics; cause teaching; teaching practice*

物理光学和几何光学是工程光学的两大部分, 是光学工程专业学生的专业基础课程。学好物理光学对学生们进一步学习和理解其他光学专业课程内容十分重要。物理光学涉及光的电磁场理论、光的干涉和衍射、光偏振与晶体光学、傅里叶光学和金属光学等等。根据大纲对于本科学生的要求, 教学

内容压缩为四个章节, 分别为光的电磁理论、光的干涉和干涉仪、光的衍射和光的偏振与晶体光学基础, 总学时为 32 学时。教学目标: 使学生掌握波动光学的基本原理以及波动光学技术的应用, 了解和掌握有关物理仪器的原理和相关测试技术的方法, 为从事专业工作或进一步学习相关课程打下基

收稿日期: 2013-07-22

作者简介: 黄元申 (1963-), 男, 副教授。研究方向: 光栅的制作及应用。E-mail: hyshyq@sina.com

础。虽然大纲仅要求讲解四部分内容,但在有限的32学时里讲清楚各个物理原理,并进行实例分析和习题训练,授课时间还是偏少。此外,大二学生刚刚开始接受专业课程的学习,还不适应,尤其是面对大量枯燥的公式,抽象的物理概念,普遍反映很难,不理解。因而,如何深入浅出地讲好物理光学这门课是教师需要深思的问题。

从已毕业的本科生或硕士研究生反馈的信息可知,学生在学校学习时往往因不知道所学课程有何实际应用价值而调动不起学习的积极性,也没有热情去主动学会它掌握它,只是比葫芦画瓢应付考试。等到工作之后需要用这些知识的时候才会意识到它们的重要性,然而此时却是追悔莫及。针对这种情况,课程组进行了一些探索,取得比较满意的效果。

一、教学方法和手段

(一) 提高学生的学习兴趣

光学的发展本身就是人类科学发展中的重要组成部分,是人类认识宇宙,改造自然必须掌握的工具。一方面,正是由于光的存在才会使我们拥有五彩缤纷的世界,另一方面,我们若想更好地了解世界、发现自然界的规律,又必须要借助光学的手段。尤其是在我们现在生活的年代,大到对宇宙、空间、时间的探索,再到航空航天、导弹卫星、生物医学等高科技领域的研究,小到照明装饰、成像显示、太阳能等与每个人生活息息相关的领域,都是属于光学的研究范畴。通过在课程的初期向学生传递光学研究的重大现实意义,并向他们展示一些利用光学手段取得的重要研究成果,如向学生们展示利用哈勃望远镜和开普勒望远镜拍摄的星系照片,从而让他们认识到光学在人类了解宇宙的过程中的特殊贡献。当学生们意识到光学的重要性后,学习物理光学的兴趣便会自然地得到提高。

其次,通过讲解光学发展史,即从牛顿的粒子说到惠更斯的波动说,再到麦克斯韦的电磁场理论,最后是光的波粒二象性及量子光学,阐明虽然光的本性在于原子内部发生的事件,经典力学和光的电磁场理论都无法成功的解释清楚,需要运用量子理论加以说明,但是光的波动理论在光的传播方面仍然是观察、分析、解释自然光现象的理论基础。量子光学理论并没有使光的电磁场理论和技术

失去作用,只不过是揭示了它们的能力限度。同时,通过回顾光的发展历史,也可以向同学们解释科学与实验的关系。科学就是人们每天看见的东西的一种特别解释。它起源于一个问题的出现和人们的好奇心。有些东西科学家不能用通常的理论解释,就需要更努力的思考或更仔细的观察也许能够解决问题。如果仍然不行,就会激发科学家的想象力,是不是需要以一种完全不同的方式来看待这个问题?科学家们永远在寻找更好的解释。任何一种新的解释不仅仅要讲清楚新的问题,还需要与以前所有仍然有效的各种解释相容。任何一种新的科学理论,除了必须成功地解释科学家们已经观察到的各种现象以外,还必须能够正确预言没有做过的试验的结果。正是这种对新科学思想的严格检验,推动了自然科学的不断发展。

麦克斯韦把电磁场的普遍规律总结为麦克斯韦方程组并以此预言光是一种电磁波的过程就是一个很好的例子。通过复习电场和磁场的高斯定律,尤其是安培环路定律和法拉第电磁感应定律,进一步阐述麦克斯韦引入的位移电流和涡旋电场的概念,从而进一步说明了导体中的感应电动势只是电场作用的表现,即使没有任何导体存在,只要磁场在变化,这种电场总是存在;同样变化的电场(位移电流)与稳恒电流一样,也能产生磁场。麦克斯韦以此新理论为依据预言光是一种电磁波。1888年赫兹通过一系列的实验证实这个预言,于是诞生了光的电磁场理论。麦克斯韦方程组是一种新的与过去理论相容的理论,并且正确地预言了未被实验证实的结果,以后实验证明了它的正确性,这样的理论才是具有科学性的。

(二) 明确物理定律的来龙去脉

教学实践证明32个学时要讲清楚四个章节的内容有难度。教材^[1]在某些内容上进行了简化,有些定律是直接给出的,这导致大多数学生反映听不懂,搞不明白。针对这种情况,采取的方法是推荐两本参考书^[2-3],并预先通知学生进行预习,在讲课时避免大量的公式推演,扼要讲解基本定律或公式的由来,使学生不会感到非常突兀,使讲授的内容更具有连续性和系统性,便于学生的理解和接受。例如要学生理解1/4玻片的偏振特性和偏振光的干涉现象仅仅通过实验演示或者定性分析单轴晶体的双折射现象和原理,学生很难很快接受。必须讲清楚菲涅耳方程的由来(不需要详细的推导)和由麦克

斯韦方程组得出的波矢量 $\mathbf{k}$ 、坡印廷矢量 $\mathbf{s}$ 、两个电感强度 D_o 、 D_e 和两个电场强度 E_o 、 E_e 所构成的两组右手法则,再继续说明单轴晶体菲涅耳方程解的两个折射率 n_o 和 n_e 在晶体中存在的不同物理意义,最后结合惠更斯作图法解释清楚在入射光垂直于晶体表面,而同时光轴又平行于晶体表面时,在晶体中产生的双折射现象的特点,从而让学生理解1/4玻片的传播特性,进一步能够理解光的偏振干涉。

(三) 实行多媒体与传统板书的结合

多媒体技术正在逐步变革着教师的教学方式、学生的学习方式、教学内容的呈现方式和师生的互动方式,也促使课程组对教学过程进行新的认识和思考。教师运用教学课件、互联网络、录音录像、视频展示等现代教育技术进行教学,由于其形象直观的表现形式,丰富多彩的课堂信息量,充分调动了教师的积极性和学生的学习热情。在制作教学课件时,教师不仅仅局限于PPT幻灯片的播放,针对物理光学课程的特点,还添加了Flash动画,模拟光线的传输,动态地解析物理过程。例如,在杨氏双缝干涉中,让光动态地逐步穿过单缝和双缝到达观察屏,以有区别的颜色表示相长和相消的光线,在观察屏上显示出明暗相间的条纹,而且通过改变双缝距离、观察屏和双缝的距离以及光的波长(以光线颜色表示),来直观形象地说明三者分别对干涉条纹的影响。通过这样的动画演示,既可非常清楚地把要说明的问题反映出来,帮助学生深刻理解较抽象和较复杂的教材内容,又能使学生在轻松愉快的教学氛围中学习,收到很好的效果。

此外,利用多媒体教学虽然授课的信息量大了,但是在进行公式推导时,运用多媒体课件,鼠标一点就会有一个一个的公式出来,一个公式还未看清,下一个公式就蹦出来了,让学生来不及思考,有一种囫圇吞枣的感觉,教师也感觉没达到好的教学效果。为此,要根据实际情况认真研究,对于不同的授课内容研究如何将这种全新的教学手段与传统的板书教学手段有机结合,相得益彰,各自发挥其优势,使课堂教学得到事半功倍的效果。在重要公式推导上以板书为主,而对于物理现象的结果则以演示为主帮助理解。

(四) 加强物理概念和定律的理解

许多文章都阐述了课堂演示实验的重要性^[4]。物理光学是一门应用十分广泛的学科。因此实验是

授课中必不可少的内容。如各种光学零件的表面粗糙度、平面度、以及长度、角度的测量,至今最精密的方法仍然是光的干涉法。各种光学干涉仪器是光学仪器中最为精密的测量仪器之一。以光学衍射原理制成的光栅光谱仪,在分析物质的微结构和化学成分等方面起着十分重要的作用。此外,许多的自然现象都可以用物理光学的原理加以解释。由于这些特点,在授课时要结合生活中观察到的现象来帮助学生理解物理光学中的一些内容,以此来提高学生的学习的兴趣,更重要的是让学生知道这些知识具有实际应用价值。这些现象可以是多媒体演示,也可以是实验演示。例如在讲解光的干涉时可以用学生小时候玩过的肥皂泡和生活中经常看见的油膜形成的彩色条纹加以解释,也可以用水中两个振荡源产生的干涉图案形象生动的说明光的干涉现象。在讲解光的散射时可以用自然现象加深理解,如晴朗的天空是蓝色的,多云的天空是白色的等。实验是学生用于验证科学定律,理解并发挥创造力的很好办法。例如应用光学样板和平面干涉仪检测光学零件的表面质量,搭建全息光栅曝光系统,通过曝光显影蒸镀反射膜等工艺,加工出反射全息光栅,来验证光的干涉(光栅条纹的形成)和光的衍射现象等。

(五) 保证习题练习的质量

习题是帮助学生进一步理解和应用物理定律的过程。有选择的选取相关题目进行练习对巩固学到的知识十分必要。但是更为重要的是让学生将学到的知识应用到实践中去,只有这样才能反映学生对知识的实际掌握程度,提高学习的热情和兴趣,培养学生的创新能力。课程组建议在每次讲课后布置适量的练习题。在讲完一个章节后,布置一道实践题。这个题目可以由学生们自己选择的,也可以是老师统一布置的;可以是生活中现象的再显,也可以是实验室里进行的科学研究用的。例如,在讲完光的干涉章节后,可以布置学生们做一些干涉小实验,如在水上滴一滴油,然后在阳光下观察,将贴膜的手机放在太阳下,从某个角度观察等等;同时,也可以由老师统一安排实验课,做一个采用光的干涉原理来进行精密测量的实验。如为了检测隔振平台上精密仪器或设备由于外界或平台上的振动带来的及其微量的相对位移量,让学生搭建一套迈克尔逊干涉仪进行测量,观察并记录干涉条纹的偏移量,通过建立数学模型,计算出实际偏移量。通过这些

实践活动来加深学生对学到知识的理解,更好地掌握这些知识,从中体会到所学知识的实际应用价值,培养学生运用学到的知识解决实际问题的能力。这样的学生才具有创造能力和创新精神。

二、总结

本文总结了上海理工大学光电信息与计算机工程学院工程光学 A (2) (波动光学) 本科教学工作,通过了解历届和应届本科生、硕士研究生的学习情况和学习体会,提出以上五点的改进方法,在

实践中取得了一定的效果。

参考文献:

- [1] 李湘宁. 工程光学[M]. 北京:科学出版社,2007.
- [2] 梁铨廷. 物理光学[M]. 北京:电子工业出版社,2011.
- [3] 波恩,沃尔夫. 光学原理[M]. 北京:电子工业出版社,2005.
- [4] 张大伟,马军山,杨永才,等. 光电信息技术课堂演示实验运用与思考[J]. 重庆科技学院学报(社会科学版),2007(6):193-195.

(编辑: 巩红晓)

(上接第 292 页)

- [2] 岸根卓郎. 我的教育——论真·善·美的三位一体化教育[M]. 何鉴,译. 南京:南京大学出版社,1999: 47.
- [3] 联合国教科文组织国际教育发展委员会编著. 教育——财富孕育其中[M]. 北京:教育科学出版社,1996: 285.
- [4] 徐辉,王静. 国际理解教育研究[J]. 西南师范大学学报(人文社会科学版),2003,29(6): 85-89.
- [5] UNESCO. Recommendation Concerning Education for International Understanding, Cooperation and Peace Education Relating to Human Rights and Fundamental Freedoms [R]. Paris: The General Conference of UNESCO, Paris, 1974: 150.
- [6] 康长运,何成刚. 论历史课程中的民族主义与国际理解教育[J]. 教育研究与实验,2004(3): 5-10.
- [7] 陈红,何妮妮. 试析如何在学科教学中渗透国际理解教育[J]. 课程·教材·教法,2010,30(2): 72-77.
- [8] 王润. 中国大陆中学语文教科书中的国际理解教育[J]. 课程·教材·教法,2012,32(3): 79-85.
- [9] 孙维华,王艳玲. 小学英语国际理解教育校本课程开发[J]. 中国教育学刊,2009(9): 60-63.
- [10] 赫栋峰,梁珊. 国际理解教育的结构与重心[J]. 外国教育研究,2009,36(4): 16-20.

(编辑: 巩红晓)