

以学情分析为基础的“等倾干涉”教学设计*

陈 宏

(武警工程大学基础部 陕西 西安 710086)

(收稿日期:2018-12-02)

摘 要:通过对实际学情的分析,对“等倾干涉”这节课在教学目标、教学策略、教学方法、教学准备以及教学评价等方面进行了设计,并进行了深刻的教学反思,达到了预期的效果。

关键词:大学物理 等倾干涉 教学设计

以物理学的基础知识、基本思想、基本理论和方法为主体内容的《大学物理》课程是我校学员的一门必修公共基础课^[1]。“等倾干涉”这节课选自科技出版社出版,康颖教授主编、军队院校统编的,普通高等教育“十一五”国家级规划教材《大学物理》上下册(第3版)的第17章“光的干涉”,第4节“薄膜的等倾干涉”^[2]。

1 教学内容的定位

光学是一门古老而又不断发展的学科,而光学又是大学物理教学内容的重要组成部分,主要内容有几何光学和波动光学,波动光学又包含了光的干涉、光的衍射、光的偏振,其中光的干涉是波动光学的重点内容,是波动过程的基本特征之一,根据获得相干光的方法不同,光的干涉可分为分波阵面法和分振幅法两种,薄膜干涉属于分振幅法获得相干光的干涉现象,薄膜干涉根据膜的厚度有无变化以及光的入射角有无变化分为薄膜的等倾干涉和薄膜的等厚干涉^[2]。

薄膜干涉在日常生活、工业生产和军事科研领域都有着广泛的应用,薄膜干涉的学习为后续课程——“迈克尔逊干涉仪”的学习奠定了理论基础,是学员进一步探究光的本性的基础。

本节课的教学重点是薄膜干涉产生明暗纹的条件;平行平面膜的等倾干涉条纹的计算;薄膜干涉的应用,其中,薄膜干涉产生明暗纹条件的推导和理解以及半波损失的讨论是本节课教学的难点。

2 学情分析

2.1 学员特点分析

(1) 学习起点能力分析

我们的学员一部分来源于基层部队,一部分来源于地方高考生,文化课基础相对比较薄弱,原有知识结构和水平参差不齐,认知需求存在个体差异性^[1]。

他们已具备一定的物理学科的研究方法,如观察与分析实验的方法,假说的方法,从现象中归纳规律等方法;具备了一定的分析问题、解决问题的能力,但认知发展水平还不平衡,辩证思维和观察、判断、分析能力不够强,知识的融合能力还需加强。

(2) 学习态度分析

他们有过硬的军政素质和军事技能,但是,对于科学文化知识特别是物理知识的学习缺乏一定的自信心。

2.2 学员的知识基础分析

学员已经在前期的课程学习中有了一些光学的基本知识,知道并掌握了“光程”“光程差”“机械波的干涉”和“杨氏双缝干涉”等相关知识;知道了光的干涉过程中获得相干光的方法分为分波阵面法和分振幅法,薄膜干涉属于分振幅法获得相干光的干涉现象^[2]。

3 教学目标的设计

根据物理学科核心素养,结合以上对教学内容

* 武警工程大学基础基金项目“铈酸钾钠基无铅压电陶瓷研究和应用”,项目编号:WJY201507;陕西省科学技术研究发展计划面上项目“基于视频监控的人体行为识别关键技术研究”,项目编号:2017JM6113

的定位、学情的分析,本节课的教学目标设计如下。

本节课的总目标是:通过本节课的学习,使学员在获得物理知识的同时,培养其创新能力,激发其探索精神,弘扬科学精神,形成有利于个人终身发展和适应社会需求的带有物理学科特性的品质和关键能力。

本节课教学的分目标从物理观念的形成、科学思维方式的培养、科学探究能力的培养、科学态度与责任感和情感培养5方面来表述。

通过本节课的学习,使学员形成以下物理观念,系统地获得“等倾干涉”的基本概念、基本理论等知识;掌握平行平面膜等倾干涉条纹分布特点,使学员初步具有现代物理观念,能用这些物理观念解释自然现象和解决实际问题。

通过本节课的学习,培养学员科学思维方式,使学员学会将物理问题数学化的方法,培养其模型建构的科学思维方式;进而使学员在科学推理、科学论证等科学思维能力方面受到初步训练;同时,培养学员综合运用所学物理知识分析问题、解决实际问题的能力 and 独立获取知识的能力。

通过本节课的学习,培养学员科学探究能力,使学员具有科学探究意识,能在学习和日常生活中发现问题、提出合理猜测与假设;会使用各种方法和手段分析、处理信息,描述、解释科学探究结果,从而提高学员的科学素养以及综合素质;实现知识、能力与素质协调发展,为培养具有较强的创新精神和创新能力的高素质新型军事人才奠定基础。

通过本节课的学习,培养学员科学态度与责任感,使学员能正确认识科学的本质;唤起学员学习和研究物理的好奇心以及求知欲;培养学员实事求是,不迷信权威的科态度;在进行物理研究和物理成果应用时,能遵循普遍接受的道德规范;理解科学、技术、社会、环境的关系,热爱自然,珍惜生命,具有保护环境、节约资源、促进可持续发展的责任感。

通过本节课的学习,培养学员情感能力,帮助学员建立辩证唯物主义世界观;通过学习等倾干涉的图样让学员认识物理学中具有明快简洁、均衡对称、奇异相对、和谐统一等美学特征,培养学员的科学鉴赏力、洞察力和审美观,使学员学会用美学去欣

赏和研究科学的内在规律,培养学员的高尚情操。

4 教学策略设计

4.1 总体策略

重现物理现象,引出教学内容,教员精讲物理知识、概念、原理、定律等,最后是物理知识的应用,包括典型物理例题的讲解;用本节课所学知识解释之前的物理现象,联系物理前沿知识及军事应用。即“提出问题——分析问题——解决问题”的教学思路。

4.2 教学内容设计

4.2.1 导入课程(2 min)

首先展示日常生活中常见的光的干涉现象:如图1所示,雨天路面上积水的表面出现彩色的花纹;肥皂泡在阳光下五光十色;昆虫(蝴蝶、蜻蜓等)的翅膀在阳光下形成绚丽的彩色等薄膜干涉的现象导入本课题。

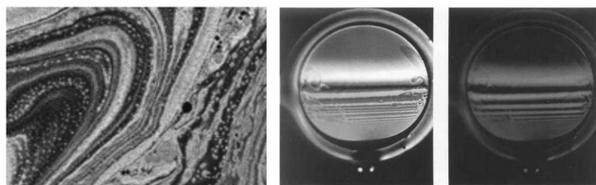


图1 薄膜干涉现象

4.2.2 教学过程(40 min)

(1) 薄膜干涉的基本原理(15 min)

1) 演示“实验室薄膜干涉演示实验”,从而得到薄膜干涉的光路图如图2所示,并进行分析。在此基础上分别讨论两束反射光和两束透射光的光程差,其中重点讨论两束反射光的光程差。

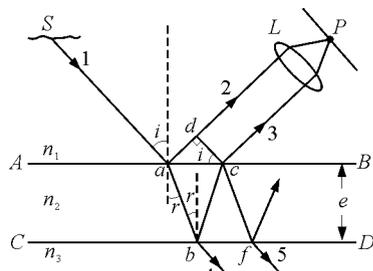


图2 薄膜干涉光路图

2) 在机械波中学员已经对波密介质和波疏介质有了解,知道从波疏到波密介质存在半波损失现象。因此,在教师引导下学员很容易得到两束反射光的光程差为

$$\delta_{\text{反}} = n_2(ab + bc) - n_1ad +$$

$$\begin{cases} \frac{\lambda}{2} \text{(一个介面有半波损失)} \\ 0 \text{(两个介面都有或没有半波损失)} \end{cases} \quad (1)$$

再由几何关系得反射光的光程差

$$\delta_{\text{反}} = 2e\sqrt{n_2^2 - n_1^2 \sin^2 i} + \begin{cases} \frac{\lambda}{2} \text{(一个介面有半波损失)} \\ 0 \text{(两个介面都有或没有半波损失)} \end{cases} \quad (2)$$

学员可根据机械波中干涉相长和干涉相消的条件得到当反射光的光程差满足以下条件时,出现反射光干涉明纹或暗纹

$$\delta_{\text{反}} = \begin{cases} k\lambda & k=1,2,3,\dots, \text{明纹} \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2} & k=0,1,2,\dots, \text{暗纹} \end{cases} \quad (3)$$

3) 为了让学员了解在各种不同折射率的介质中发生薄膜干涉的光程差,我们对半波损失讨论并得出以下规律:

如两个表面反射都有半波损失,在光程差中不加 $\frac{\lambda}{2}$;

如两个表面反射都没有半波损失,在光程差中不加 $\frac{\lambda}{2}$;

如一个表面反射有半波损失,在光程差中加 $\frac{\lambda}{2}$.

最后,用固定变量法讨论 i 和 e 分别变化,得到等倾干涉和等厚干涉的定义.

(2) 等倾干涉(25 min)

1) 等倾干涉现象演示

用 PPT 展示平行平面膜等倾干涉的光路图,如图 3 所示,并给出平行平面膜等倾干涉的干涉图样如图 4 所示. 这里强调“等倾干涉定域在无限远,只能通过透镜会焦无限远才能看到”.

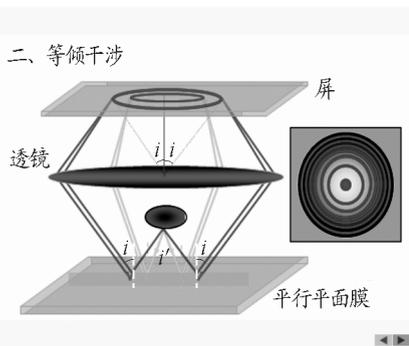


图 3 PPT 展示等倾干涉光路图



图 4 等倾干涉图样

2) 干涉条纹的特点

首先展示等倾干涉图样,如图 4 所示,并定性描述干涉条纹的特点之一:

① 等倾干涉条纹是一系列内疏外密的同心圆环.

紧接着根据产生明暗干涉条纹的条件表达式(2)和式(3) 定量的总结给出干涉条纹的特点之二:

② 光的入射角 i 越小,干涉级 k 越高,条纹越靠近中心.

3) 平行平面膜的应用

根据上述平行膜光程差的计算规律和形成明暗纹的干涉条件,讨论平行平面膜的两个应用:增透膜和增反膜. 通过具体计算分析以 MgF_2 为镀层的增透膜,如图 5 所示, MgF_2 和 ZnS 交替镀膜的高反射膜,如图 6 所示. 并展示照相机镜头表面镀有增透膜,如图 7 所示.

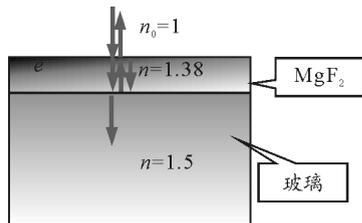


图 5 MgF_2 增透膜

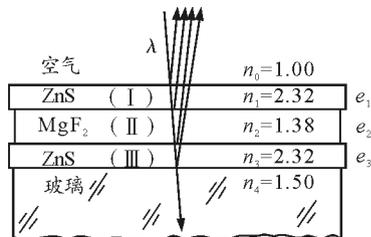


图 6 MgF_2 和 ZnS 交替镀膜的高反射膜



图 7 表面镀有增透膜的照相机镜头

4.2.3 小结(3 min)

(1) 薄膜干涉反射光的光程差及明暗条纹

$$\delta_{\text{反}} = 2e\sqrt{n_2^2 - n_1^2 \sin^2 i} + \begin{cases} \frac{\lambda}{2} & (\text{一个介面有半波损失}) \\ 0 & (\text{两个介面都有或没有半波损失}) \end{cases}$$

$$\delta_{\text{反}} = \begin{cases} k\lambda & k=1,2,3,\dots, \text{明纹} \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2} & k=0,1,2,\dots, \text{暗纹} \end{cases}$$

(2) 等倾干涉条纹的特点

4.2.4 作业:P 159 17

4.3 教学方法设计

(1) 教学组织形式:课堂教学——大班教学。

(2) 教学模式:讲授式、学导式、研讨式,分层次教学法。

(3) 本课程采用的教学手段:多媒体相结合、网络课程。

(4) 科学方法:观察法、实验法、比较法、归纳法、固定变量法。

4.4 教学准备(教学资源)

(1) 课程文本:大学物理课标、多媒体课件、教案。

(2) 教学设施:多媒体教室。

(3) 网络资源:“天空教室网站”可实现教师与学员的课下互动,实现分层次答疑解惑的效果。

5 教学流程

教学流程如图8所示。

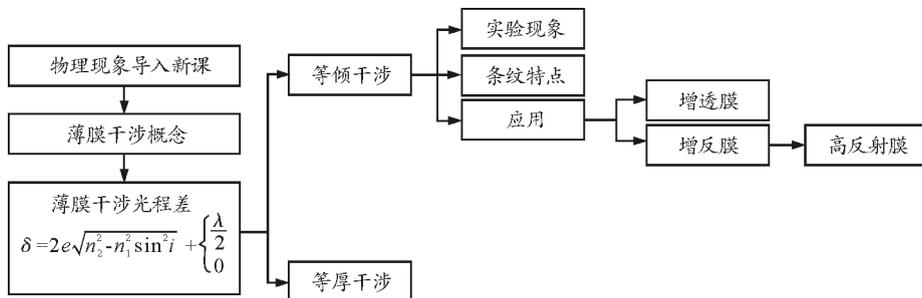


图8 教学流程图

6 教学评价

教学评价手段:强调对学员学习过程的评价,多采用提问式评价、纸笔测验评价、活动表现评价。

教学效果评价:该教学设计在实际教学中很好地完成了教学计划所规定的授课内容;基本上完成了课程所设定的教学目标;通过“天空教室网站”的答疑功能,分层次的答疑解惑,很好地解决了学员学习水平参差不齐的问题,教学效果显著。

学习效果评价:通过本次课的讲授,大部分学员很好地掌握了薄膜干涉的知识,掌握平行膜干涉条纹分布特点,了解了薄膜干涉在日常生活、工业生产和军事科研领域的部分应用;同时,学员运用所学物理知识分析解决实际问题的能力也有所提高,独立获取知识的能力得以进一步提高;通过本次课的学习,学员进一步领略到了物理学的美学价值,领略到

了自然界之美。

7 教学反思

教学设计要能突出重点,为了突出本堂课的重点、难点,教师在上课开始时,可以在黑板的一角将这些内容简短地写出来,以便引起学员的重视。

例题的选择要围绕教学重点和难点进行,删减了课本上部分的例题,减少了教学工作量,但突出了重点,并且满足了本班大部分中等学习水平学员的学习需求,而对于中等以上学习水平的学员,可以采取自学或“天空教室网站”分层次答疑的方式来满足其学习需求。

参考文献

- 1 陈宏. 如何在大学物理教学中增强“合训学员”的成就感. 火箭军院校教育, 2016, 77(4): 35 ~ 37
- 2 康颖. 大学物理(第3版). 北京:科学出版社, 2015. 143