

基于问题引导的研讨式实验教学设计

——以《牛顿环与劈尖干涉》实验为例

柳叶, 刘存海, 刘芬芬, 金靓婕, 梁小蕊

海军航空大学航空基础学院, 山东 烟台

收稿日期: 2024年10月8日; 录用日期: 2024年12月23日; 发布日期: 2024年12月31日

摘要

文章通过大学物理实验课程中的牛顿环与劈尖干涉实验为例, 以问题为导向的研讨式教学模式进行教学设计, 将整个教学过程分为课前热身、课中实施和课后任务三部分, 将课程中的问题讨论、小组汇报总结、军事应用和思政元素融入其中, 并以基本单元小组的方式组织实施过程, 以基础单元小组的方式组织实施, 引导学生自主思考, 激发学生军事备战创新意识, 厚植学生爱国情怀, 教学效果明显提升。

关键词

研讨式教学, 教学目标, 学情分析, 科学素养

Design of Discussion-Based Experimental Teaching Based on Problem-Led Learning

—Taking the “Newton Rings and Splitting Interference” Experiment as an Example

Ye Liu, Cunhai Liu, Fenfen Liu, Liangjie Jin, Xiaorui Liang

School of Basic Sciences for Aviation, Naval Aviation University, Yantai Shandong

Received: Oct. 8th, 2024; accepted: Dec. 23rd, 2024; published: Dec. 31st, 2024

Abstract

This paper takes the Newton's ring and slit interference experiments in the university physics laboratory course as an example, and designs the teaching process with a problem-oriented seminar-style teaching mode. The entire teaching process is divided into three parts: pre-class warm-up, in-class implementation, and post-class tasks. The problem discussion, group report summary,

military application, and ideological and political elements are integrated into the process, and the basic unit group is organized to implement the process. The basic unit group is organized to implement the process, guiding students to think independently and stimulating students' military preparedness innovation awareness. The patriotism of students is deeply rooted, and the teaching effect is significantly improved.

Keywords

Seminar Teaching, Teaching Objectives, Study Situation Analysis, Scientific Literacy

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

《大学物理实验》课程是我校各专业一门必修的自然科学基础实践课程，通过学习，学生要掌握物理实验的基本方法和基本技能，如力学、热学、电磁学、光学、近代物理等，通过学习，获得物理量测量和数据处理等方面的知识，通过学习，使学生培养观察分析和运用实验研究物理问题的物理实验现象的能力，养成勇于探索、严肃认真、理论联系实际、求真务实的科学作风，遵纪守法、团结协作的科学态度和优良品德。研讨式教学是一种以学生为主体，通过问题引导、师生共同探究的教学方式。它基于构建主义学习理论和合作学习理论，强调学生在解决问题的过程中主动建构知识，并通过合作学习深化对知识的理解。在这种教学模式下，教师成为学习的引导者和促进者，而学生则成为学习的主体和探究者。传统实验课，教员在教学中常常主导课堂，教学内容大多局限于各类教材，与军事脱节，对知识的传授互动性较少，学生多是不带思考地按照教员的安排机械照做，实验过程中学生更愿意相互照着做，与教员间有效互动较少，因此学生经过传统教育方式的学习不能与后续的专业基础课程有效衔接，不能满足后期岗位需求，反而容易养成遇到问题不会积极思考解决方法，总是等着、靠着，制约了未来军事人才的培养。研讨式教学法，以解决问题为牵引，引导学生以小组研究、讨论、共同探索的方式，通过由授课教师创设问题情境，再由师生共同查找材料，在过程中引入军事应用的方式进行自主思考，提出解决问题的方法，使学生在知识技能掌握的基础上激发创新的军事备战意识，让参训人员的爱国之情更深一层[1]-[4]。

本文针对《大学物理实验》课程中的《牛顿环与劈尖干涉》光学实验采用研讨式教学方法进行教学设计，课程中融入军事应用，有效提高学生的学习积极性，激发学生爱国情怀，显著提升教学效果。

2. 教学任务分析

2.1. 学情分析

《牛顿环与劈尖干涉》实验的教学对象是我校全体学生。在此之前，学生已经学习了实验误差和数据处理的相关知识，完成了力热光电等内容的一部分实验项目，通过理论课的学习，参训人员对有关光的干涉知识有了初步的了解，对与劈尖干涉有关的牛顿环理论进行了深入的学习。但从实验来看，学生对读显微镜、干涉现象等一些问题的认识不清。另外，本阶段参加山东省生物物理实验大赛集训学习的学生居多，优秀学生中已有部分有个人创新作品，高涨的学习热情能充分带动周围学生的学习意愿，学生通过理论学习掌握了一定的实验规律，迫切希望能在实验室中找到相关实验设备对这些规律进行验证。上课再也不奢望满堂灌的样子了。

2.2. 教学内容的定位和特点分析

《大学物理实验教程》按照大纲规定, 内容包括四个教学模块: 实验基础理论、基础实验、综合实验、设计与研究性实验, 其中《牛顿环与劈尖干涉》实验为综合实验项目。

通过本次实验的学习, 意在让参训人员从实验的角度去观察干涉现象及特征; 掌握平凸透镜曲率半径和细丝直径的测量方法; 读数显微镜的熟练运用。此次授课全程以问题为牵引的研讨式教学方法, 从以往的牛顿环实验通过分组讨论的方式引入, 增强了学生的团结协作能力, 将劈尖干涉实验转化为以学生为主导, 类比牛顿环实验分组设计实验方案, 为学生后期独立进行设计研究实验打下了坚实的基础, 教材采用《大学物理实验教材(海军航空大学出版社)》精选自编教材, 教学学时 4 课时。

3. 教学目标

在问题讨论和实验实践的基础上, 使学生对干涉现象有了直观的认识, 对如何获取相干光源等问题有了一定的理解, 并在实验中完成了平凸透镜曲率半径的测量和细丝直径的测量。学生具备观察分析物理实验现象的能力, 提高了自主选择实验器材的能力。增强学生感受物理与科技相结合的魅力, 增强学生解决复杂问题的思维深度和广度。养成勇于开拓, 善于创新, 严肃认真, 遵纪守法, 团结协作, 理论与实践相结合, 求真务实的科学作风。

4. 教学方法

本实验通过以问题讨论为主的教学方法, 在教学过程中运用以学生为中心的教学策略, 以此调动学习的学习热情。教师根据上学期学生的理论基础、动手能力等情况, 课前将学生分成小组, 每组 3~5 名学生, 组内成员由理论基础强和弱、动手能力强和弱共同组成, 并由学生共同推选一名组长, 负责小组成员之间的任务分配和组织、交流等各方面的工作, 通过合理的分组可以使学生的能力得到互补, 学生之间相互协作, 共同提高。课前教师提前布置实验任务, 让学生在讨论问题的同时共同学习, 由组长负责组织小组成员对教师提供的问题进行研讨及汇报, 最后由老师进行点评。

5. 教学过程

如表 1 所示, 授课过程分为课前、课中和课后三个环节。课前预习部分学生需要明确任务并根据教师提供的预习提纲小组讨论后绘制思维导图, 课中教师将本次实验任务的完成归结为对几个教学研讨课题的探究[5], 小组根据教师提出的问题, 通过查阅资料及讨论后确定抽选一名成员进行汇报, 完成汇报后, 任课教师进行总结, 得出讨论主题的明确结论。

Table 1. The whole process of teaching implementation

表 1. 教学实施全过程

授课过程	教师任务	学生任务	意义	研讨教学融合分析	
课前	实验分组	根据上学期学生的理论基础、动手能力等情况, 课前将学生分成小组, 每组 3~5 名学生, 将分组情况告知学生。	学生共同推选一名组长, 由组长进行组内的任务分配, 课前预习完成及讨论。	合理的分组使学生能力得到互补, 学生间相互协作, 共同提高。	学生关于干涉法已系统学习过理论, 由本实验的具体任务产生探索欲望, 为了使学生能高效率预习, 再由教师提供的相关学
	1. 明确实验任务	将本次课的教学目标向学生讲述清楚, 即观察理解等厚干涉现象和特点, 会测量平凸透镜的曲率半径和细丝直径。	理清教学目标, 把这次实验所采用的教学方法讲清楚。	让学生明确本次实验的实验任务, 带着任务进行预习、讨论。	

续表

2. 预习任务	<p>(1) 阅读教材中关于牛顿的介绍、牛顿环的发展历程和干涉原理。</p> <p>(2) 阅读资料：透镜曲率半径的快速检测原理。</p>	<p>通过实验背景知识实验原理与实验设备的介绍，学生对牛顿环有一定的了解。通过应用知识提高任务驱动力。</p>	<p>学生根据学习过的8种思考问题的方法，采用5W1H、鱼骨图等方法绘制思维导图。提高学生预习系统性。</p>	<p>习资料与视频，逐步启发引导学生主动思考并探索实验现象背后的原理。</p>
3. 观看音视频	<p>(1) 观看军职在网上发布的牛顿环实验视频。</p> <p>(2) 观看教材中嵌入的二维码设备视频资料。</p>	<p>通过观看实验视频资料，激发学生对干涉实验的认知追求，对实验设备有了初步的认识。</p>	<p>运用军事应用实例激发学生军事备战创新意识，使他们在整个课堂上都能保持一种探究新知识的积极心态。</p>	
1. 创设情境、导入新课	<p>(1) 以“俄媒披露俄光学干涉站武器：能把敌人闪瞎眼”为例，分析干涉的过程及系统可行性。</p> <p>(2) 生活中常见的干涉现象(如雨后路面、昆虫翅膀等)。</p>	<p>学生体会干涉现象的同时带着如何解决实际问题疑问进行后续学习。</p>	<p>运用军事应用实例激发学生军事备战创新意识，使他们在整个课堂上都能保持一种探究新知识的积极心态。</p>	
2. 提出研讨主题 课中	<p>研讨一：相干光源的获得。</p> <p>给学生讲解由于本次实验的主体是利用干涉的方法测量基本量，因此获得相干光并观察测量是实验成功的基本条件，让学生讨论分析什么情况会发生干涉？实验室如何获得相干光源？(提示：迈克尔逊干涉、双缝干涉)</p>	<p>学生根据已经学习的光学实验，迅速回忆获得相干光源的方法……小组讨论并分享结论。</p>	<p>使学生对分振幅和分波振面法获得相关光的过程都能有一个简单的认识。</p>	<p>授课过程以问题为牵引，在分析问题过程中引出新问题，在解决问题后，又出现新问题，环环相扣形的问题链。以此提高学生注意力，并主动参与到课堂中。能够充分发挥学生的主动性，学生在主动探究过程中既学到了知识，又进行了思维训练。</p>
	<p>研讨二：实验设备的结构原理和注意事项。</p> <p>向学生明确牛顿环等厚干涉的原理，推导相关测量(暗条纹)公式 $r_m^2 = mR\lambda$ ($m = 0, 1, 2, \dots$)。</p> <p>(1) 引导学生选择合适的实验设备？根据干涉现象 r_m 的测量，确定读数显微镜。</p> <p>(2) 实验室常用光源的选择？由 λ 确定需要单色光源……。</p>	<p>让学生就器材的结构原理、各部分的作用及使用注意事项，结合本次实验的实验内容进行自主讨论。</p>	<p>让学生体会完成本次实验任务所用实验设备的选择方法，并通过教材仪器进行视频录像学会使用。</p>	
	<p>研讨三：怎样测量平凸透镜的曲率半径。</p> <p>(1) 根据实验原理(暗条纹)公式 $r_m^2 = mR\lambda$ ($m = 0, 1, 2, \dots$)。每一个量如何测量？r_m 怎么测？m 如何确定？引导学生讨论牛顿环干涉条纹级数 m 无法确定，如何解决？</p> <p>(2) 确定好最终测量公式，针对实验仪器如何测量？仪器回程差怎样避免？</p>	<p>(1) 实验中常常将半径测量转化为直径测量。</p> <p>(2) 干涉级数影响的解决方法，推导出曲率半径测量定义式： $R = \frac{D_m^2 - D_n^2}{4(m-n)\lambda}$</p>	<p>让学生理解曲率半径的测量与实验仪器的配合。学会如何将理论联系实际。</p>	
	<p>研讨四：干涉条纹的分布情况及条纹直径测量不准对实验结果的影响。</p> <p>(1) 让学生通过观察牛顿环讨论干涉条纹的分布情况[6][7]，实验现象能否回归理论推导？</p> <p>(2) 在测量过程中，圆环直径测量如何确定直径？圆心确定不准确对实验结果是否有影响？位置测量不同[8]，对实验结果的影响？</p>	<p>观察牛顿环干涉条纹分布情况，可以试着推导一下条纹分布理论公式。</p> <p>引导学生推导圆心不准确，测量非直径情况对实验结果的影响。</p>	<p>让学生通过观察干涉条纹，明确条纹分布规律。对测量非直径条件时对实验结果的影响进行推导。</p>	

续表

	研讨五：劈尖干涉测量薄膜厚度	(1) 指导学生推导测量原理公式和测量方法——劈尖干涉。 (2) 对光学元件表面如何做劈叉干涉检查, 指导学生进行了解。	以小组的形式自主设计测量薄膜厚度。归纳总结实验步骤及测量方法。	让学生根据已学知识及实验仪器设计实验, 学会如何自主设计实验, 选择仪器等。	
3.	实验实操	通过摄像头现场演示操作要领及步骤, 对实操过程中提出的有关问题, 及时指导解决。	学生在小组内独立演示操作, 组内成员讨论或找教员指导后独立操作。	(1) 以小组为单位操作练习, 锻炼学生交流协作能力。 (2) 学生能够独立完成实验, 提高学生动手能力。	在研讨的基础上进行实验操作, 教师实施必要指导, 培养学生实践能力和创新精神。
4.	归纳总结	总结这次实验的教学内容, 分析实验中暴露出来的问题, 点评各组的整体表现。	认真听老师的总结, 在实验中发现自己或小组成员间存在的不足。	提高学生分析及解决问题的能力。	教师作为总设计师, 要掌握好节奏和进程, 仔细观察学生的反馈信息, 实时调整教学内容和方法。
课后	布置课后作业	要求学生完成 2 项作业: (1) 设计实验装置和测量液体折射率的方法。 (2) 以小组为单位, 把实验报告以小论文的形式写好并提交。	学习小论文撰写方法, 归纳总结实验结果, 锻炼实际解题能力。	使学生增强了理论联系实际、查找问题和解决问题的本领。	

6. 教学评价

如图 1 所示, 采用课前评价、课上评价和课后评价相结合的方式, 全方位进行教学考核。课前评价包括实验预习思维导图与观看预习视频两部分, 根据提交的预习思维导图及观看预习视频的完整度综合评定小组预习成绩; 课上评价分组内、组间、教师评价三部分, 其中组内评价是组内成员根据个人贡献进行分值分配(每组总分由各组间进行评价获得); 组与组之间的评比是根据研讨问题的情况进行赋分; 教师评价是根据各组整体表现的评价[4]。课后评价主要是教师根据各组提交的论文情况进行综合评价。最后, 根据表 2 计算出各人本次实验的得分情况。

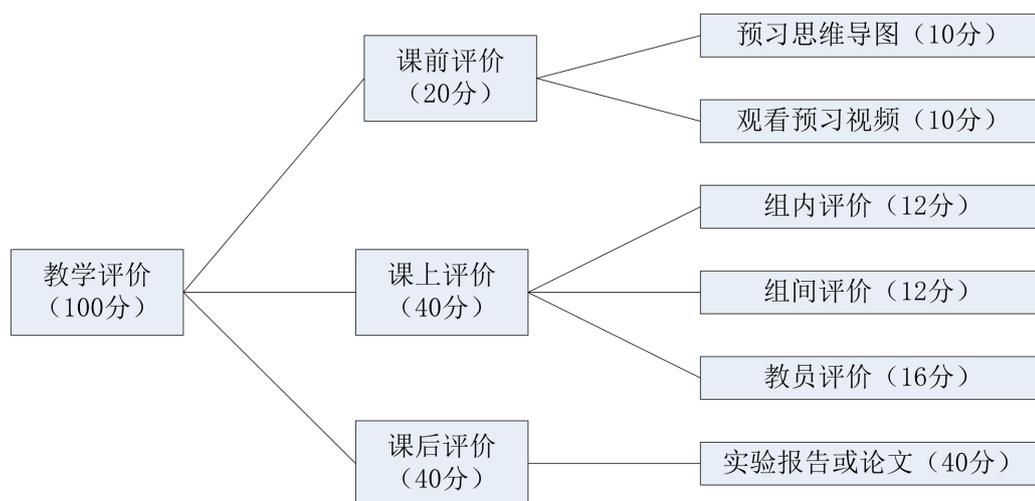


Figure 1. Teaching evaluation mode
图 1. 教学评价方式

Table 2. Evaluation scoring table of experimental group**表 2.** 实验小组评价打分表

实验_____组 评价打分表						
课前评价 20%	实验预习思维导图(10 分)		观看预习视频(10 分)			
	组号		得分			
课上评价 40%	组内评价(12 分)		组间评价(12 分)		教师评价(16 分)	
	姓名	得分	组号	得分	组号	得分
课后评价 40%	组号			得分		

7. 小结

本文采取研讨式教学方式，在课堂组织过程中，组织学生就有关问题进行集中研讨，使学生在团队成员之间、团队与团队之间，敢于发表真知灼见、沟通交流，增强了学生之间相互协作、相互交流的能力；实验考核采取三级评价相结合的综合考核方法，明显增加了学生的参与度，提高了学员如何将理论知识与实验设备选取相结合的能力；实验报告的形式多样化，提升学生对实验分析与总结的能力，促使参学人员初步形成了较好的总结科研成果的能力。

参考文献

- [1] 郑毓康. 探究式教学的实践与反思[J]. 宁德师专学报(自然科学版), 2009, 21(1): 92-94.
- [2] 刘家学. 高等数学教学中的探究式教学模式探讨[J]. 职业时空, 2011, 8(2): 87-88.
- [3] 何光宏, 韩忠. 大学物理实验探究式教学的思考[J]. 实验室研究与探索, 2011, 30(7): 292-294.
- [4] 刘存海, 柳叶, 张纪磊, 等. 基于研讨式教学的《电子在电磁场中的运动规律研究》实验教学设计[J]. 教育进展, 2019, 9(2): 127-132. <https://doi.org/10.12677/AE.2019.92026>
- [5] 宋连鹏, 周丽, 艾娉婷. “5E”教学模式在大学物理实验教学中的应用[J]. 物理通报, 2021(6): 100-102.
- [6] 张博涵. 牛顿环实验真实暗纹级数的研究[J]. 物理通报, 2019(6): 127-129.
- [7] 曹佳妍, 顾菊观, 苏婷燕. 牛顿环最佳测量环数的探讨[J]. 大学物理实验, 2014, 27(4): 45-47.
- [8] 厉桂华, 赵文丽, 丛晓燕, 等. 不同测量位置对牛顿环仪曲率半径大小的影响探究[J]. 大学物理实验, 2022, 35(2): 53-55.