

近代物理实验塞曼效应问题引导式探究教学实践

王建春 周 伟

(天津大学理学院, 天津 300350)

摘 要 近代物理实验是一门综合性极强的专业实验课程,其知识繁杂、原理深奥,传统教学很难让学生参与到实验的教学中来。本文以塞曼效应实验为例介绍问题引导式探究教学模式,该模式以问题为切入点,通过精心设计的问题进行层层推进教学,学生以讨论和自主探究的方式参与实验,体现了以学生为主体、教师为主导的原则。实践表明该教学模式能够引导学生由被动学习向主动学习转变,学生的学习兴趣和能力有了较大提升,取得了较好的实验教学效果。

关键词 问题引导式;塞曼效应;教学模式

PROBLEM-GUIDED INQUIRY TEACHING PRACTICE OF ZEEMAN EFFECT IN MODERN PHYSICS EXPERIMENT

WANG Jianchun ZHOU Wei

(School of Science, Tianjin University, Tianjin 300350)

Abstract Modern physics experiment, whose knowledge is complicated and the principle is profound, is a highly comprehensive professional experiment course, so the traditional teaching is difficult to let students participate in the experiment teaching. Taking the Zeeman effect experiment as an example, this paper introduces the teaching mode of question-guided inquiry teaching, which takes questions as the breakthrough point and pushes forward the teaching layer by layer through well-designed questions. Students participate in the experiment in the way of discussion and independent exploration, reflecting the principle of student-centered and teacher-led. The practice shows that this new teaching mode can guide students to change from passive learning to active learning, greatly improve students' learning interest and ability, and achieve good experimental teaching results.

Key words question-guided; Zeeman effect; teaching mode

1 近代物理实验教授情况

近代物理实验是物理系为高年级学生开设的一门极其重要的实验课程,能够锻炼学生的动手能力和科学思维,并为以后的科研打下一定的基础。近代物理实验所涉及的物理知识面广,学生

们普遍认为比较难理解与掌握^[1]。传统的近代物理教学模式一般是老师先讲解实验原理、说明实验步骤、强调注意事项等,然后由学生在余下的时间进行实践操作并记录实验数据。虽然这种教学模式可以让学生较为快速的掌握相关物理理论、实验技术和实验方法,但是一定程度上会限制了学生个体的能动性、自主性和创造性的发挥。传

收稿日期: 2021-01-31; 修回日期: 2021-11-15

基金项目: 国家自然科学基金(51972227)。

作者简介: 王建春,男,工程师,主要从事普通物理实验和近代物理实验教学与研究工作, jianchun@tju.edu.cn。

通讯作者: 周伟,男,副教授,主要从事物理教学科研工作,研究方向为电催化新能源材料的第一性原理计算, weizhou@tju.edu.cn。

引文格式: 王建春,周伟. 近代物理实验塞曼效应问题引导式探究教学实践[J]. 物理与工程, 2022, 32(3): 46-49.

Cite this article: WANG J C, ZHOU W. Problem-guided inquiry teaching practice of Zeeman effect in modern physics experiment[J]. Physics and Engineering, 2022, 32(3): 46-49. (in Chinese)

统的近代物理实验教学存在一些问题,因此很多高校都对近代物理实验的教学模式进行了改革探索^[2-5]。针对不同的近代物理实验项目,他们尝试不同的教学方式^[3,6,7],提升了近代物理实验的教学质量。

塞曼效应是近代物理实验中非常经典的一个实验,对理解原子能级结构非常有帮助,物理思想十分丰富^[8,9]。因此,为了培养学生的创新精神,突出实验能力的培养,结合本校近代物理实验教学,笔者在塞曼效应实验课上实施了问题引导式探究的教学模式^[10]。该教学模式突出以学生为主体,教师为主导,教师引导学生针对问题主动探究学习。

2 塞曼效应实验采用问题引导式探究教学过程

2.1 塞曼效应实验教学过程总体设计

塞曼效应实验教学过程设计如图1所示,首先分析塞曼效应的原理,根据塞曼效应的原理引导学生自主选择实验器材并探究测量方法;由所选的实验器材引导学生搭建实验光路,正确使用实验设备,观察实验现象,根据实验现象验证实验原理,最后拓展塞曼效应的应用。

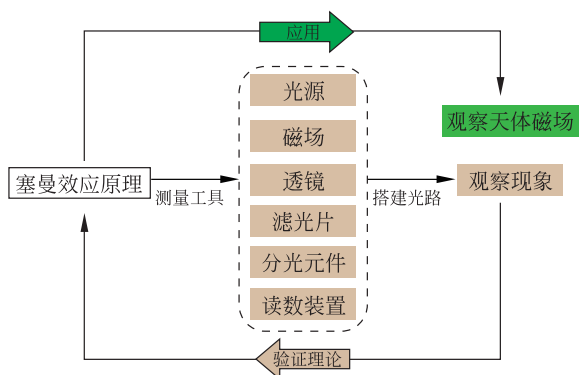


图1 塞曼效应新教法原理图

2.2 塞曼效应实验教学实践

教学开始先提问什么是塞曼效应,并介绍塞曼效应的发现史,与学生共同对塞曼效应的理论进行回顾、分析、解释。

问题1 想要观察到塞曼效应实验现象,需要选择哪些实验器材?实验前同学们和老师已经了解了塞曼效应的原理了,因此学生在老师的引导下都能说出一部分实验装置:像光源、磁场、分光元件等。

问题2 实验室常用光源有哪些?这个实验选择什么光源?为什么?根据学生选择的实验光源引出问题2。大多数学生能说出很多光源,这时引导同学们对光源的发光光谱及本实验可以选用哪些光源等问题进行讨论。光源问题通过讨论,并最终确定本实验可选用的光源。针对这个实验,为了使实验现象便于分析,我们引导学生选择线状且有特征谱线的光源。在用过的光源中,汞灯是比较好的选择。

问题3 磁场如何选择呢?此时介绍常用的磁场是通过一个电磁铁来产生,并引导学生探讨实验室电磁铁使用时的注意事项及磁场大小的测量方法。

问题4 分光元件的性能参数有哪些?本实验适用的分光元件是什么呢?在问题4提出后,先引导同学们回顾复习之前较熟悉的光谱元件,有三棱镜、光栅等。讨论它们各自的分光性能参数,像色散本领、色分辨本领、自由光谱范围等。此处引导学生通过理论推导从而确定在本实验中棱镜及光栅的色分辨本领不够高难以实现分光的目的。这时介绍本实验适用的分光元件是法布里珀罗标准具,与学生边讲边看法布里珀罗标准具的结构组成及各部分作用,了解其调节要点。

问题5 法布里珀罗标准具的工作原理是什么?它的特点有哪些?教师引导学生复习等倾干涉的知识,确定法布里珀罗标准具的工作原理。讨论推导法布里珀罗标准具的色分辨本领及自由光谱范围。

问题6 完成本实验需要哪些实验器材?如何搭建光路?根据学生已经理解的法布里珀罗标准具的工作原理和它的自由光谱范围,引导学生说出还需要的实验器材有透镜和滤光片。此处结合理论与实际要观察的现象,再次引导学生补充完善本实验的器材。所以最终讨论后得出需要的器件是光源、磁场、透镜、滤光片、法布里珀罗标准具、测微目镜(或者CCD)。

问题7 汞绿线的塞曼效应是什么?实验中如何利用汞绿线的塞曼效应求波长差及荷质比?此处理论推导较多,引导并与学生共同推导确定测量公式。

问题8 实验中如何方便测量呢?实验仪器如何搭建呢?根据问题7引出此问题,结合汞546.1nm谱线分裂后各谱线强度不同、偏振情况不同,再提问如何利用强度高的谱线来进行分析,获得高精度

的谱线裂距?进而引导学生说出通过增加偏振片来提高测量的精度。引导学生正确使用设备、合理搭建实验仪器,最终完成实验结果的精确测量。

问题9 塞曼效应还有哪些应用?最后这个问题是一个开放性问題,学生根据自己的兴趣爱好,查找资料,拓展相关知识的应用。

2.3 教学效果

在2019—2020年第一学期,我们选择本校物理系专业的学生进行问题引导式探究教学模式教学塞曼效应实验。结课后对39名本科生对进行了不记名问卷调查,调查内容主要包括学习兴趣、学习目标、自主学习和创新思维等方面,调查表全部回收。

通过分析问卷数据(图2)可以看出,89.7%的学生对这种新的教学模式表示满意,说明学生喜欢通过问题引领进而讨论并自主探究塞曼效应这个实验。这种新的教学模式是以学生为主体,教师为主导,区别于传统教学沉闷的讲授模式,通过层层推进设置的问题,激发他们的学习兴趣。而这些问题都是学生较为熟悉的,他们都希望通过已有知识解答而体现自身的价值。74.4%的学生认为这种新的教学模式解决了自己在预习及实验过程中存在的问题。在设置的问题中,有很多正是同学们想问和想讨论的问题,像本实验如何选择光源的问题。64.1%的学生认为这些问题是有启发性和逻辑性的,完成这些问题能够使他们掌握本实验的原理和操作,同时顺利地完实验。在传统的教学方法中,学生对塞曼效应这个实验所用到的器件认识不够,无法关联,对整个实验装置的搭建及想要实现的目标不清晰。而以问题引导探究式教学时,学生需要根据问题的引导调用已有知识,他们会选择用材料或者器件的哪种功能来解决问题,这有助于他们构建知识体系、提升解决问题的逻辑思维能力。新的教学模式能够让同学们积极表达自己的观点,拓宽的他们的知识面,能够促进师生之间的沟通和交流,71.8%的学生认为这种新的教学模式对其学习的主动性和创新思维有所提升。

2.4 实验总结反思

塞曼效应这个实验,涉及原理内容较多,需要将这些融入到整个实验的教学过程中。采用了问题引导式探究教学,以问题为线索,化整为零,引导学生不断思考,积极探索,加强讨论,学生在理

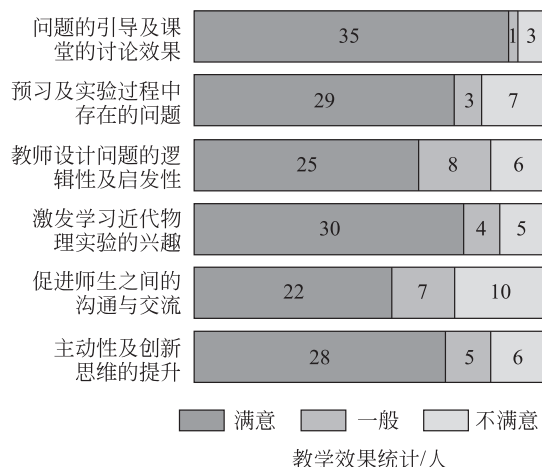


图2 塞曼效应实验教学效果统计

解回答问题的过程中真正理解这个实验,开拓了思维,提高了创造能力。

在实验中,教师要鼓励学生积极参与讨论,互相分享。在问题的引导讨论过程中,教师的评价非常重要,贯穿于教学活动的每一个环节。对学生的讨论及时做恰当的点评:肯定正确的,纠正错误的,补充遗漏的。遇到有争议的问题争论不休时,教师应合理引导进而给予评价。评价的最终目的是为了鼓励学生、激发他们探究创新的欲望。后续的实践中,教师还需加大实验教学内容的覆盖,对问题的逻辑性和启发性进一步详细设计,促进学生自主思考,进而提升他们的学习效率。

本实验课程最终成绩由平时成绩和实验报告成绩构成,其中平时成绩和实验报告成绩各占50%,前者主要考察学生在课上的学习表现、态度、语言表达、动手能力、逻辑思维能力;后者主要考查实验报告的完整性、数据处理的正确性和实验拓展的深度等。

3 结语

在近代物理实验课中以塞曼效应实验为例,采用问题引导式探究教学模式教学。课前通过塞曼发现史体会物理实验的探索性,而整个实验的教学是通过不断设置的问题来进行的。从实验原理到实验所用的器件,都是以问题引导学生主动探究得出的。经过几年的教学发现,这种教学模式下学生的主动性、积极性和创新性都大大提高,而且学生参与实验和科学研究的热情都比以前高

了很多。每年都有一些学生积极参与教师的项目和实验仪器的研发,甚至还发表了论文、申请了专利。

参 考 文 献

- [1] 吴思诚,王祖栓. 近代物理实验[M]. 北京:北京大学出版社,1986.
- [2] 刘竹琴. 基于“分组同伴互助”教学法的近代物理实验教学研究[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(4): 25-26.
LIU Z Q. Research on modern physics experimental teaching based on teaching method of “Group peer mutual assistance” [J]. Experimental Technology and Management, 2019, 36(4): 25-26. (in Chinese)
- [3] 李景奎,王若颖,戚大伟. 基于慕课模式的近代物理实验教学[J]. 物理实验, 2019, 39(2): 45-48.
LI J K, WANG R Y, QI D W. Modern physical experiment teaching based on MOOC [J]. Physics Experimentation, 2019, 39(2): 45-48. (in Chinese)
- [4] 陈星辉,周昕,李雪勇. 研究型近代物理实验教学模式探索与实践——磁控溅射法氧化锌薄膜的制备及其特性研究[J]. 大学物理实验, 2020, 33(4): 90-94.
CHEN X H, ZHOU X, LI X Y. The exploration and practice of research-based modern physics experiment teaching model—Preparation and characteristics of ZnO thin films by magnetron sputtering[J]. Physical Experiment of College, 2020, 33(4): 90-94. (in Chinese)
- [5] 王合英,孙文博,陈宜保,等. 自由实验、乐学创新的近代物理实验教学[J]. 物理实验, 2017, 37(2): 33-37.
WANG H Y, SUN W B, CHEN Y B, et al. Modern physics experiment teaching with free alternative, pleasure learning and inspired innovation[J]. Physics Experimentation, 2017, 37(2): 33-37. (in Chinese)
- [6] 周甫方,刘文广,徐云冰,等. X射线衍射实验在近代物理实验中的教学案例[J]. 物理与工程, 2019, 29(Z1): 79-83.
ZHOU F F, LIU W G, XU Y B, et al. X-ray diffraction experiments in modern physics teaching case [J]. Physics and Engineering, 2019, 29(Z1): 79-83. (in Chinese)
- [7] 王春亮,严端廷,刘春光,等. 近代物理实验课程的 SCOP 教学方法探讨——以光谱系列实验为例[J]. 物理实验, 2021, 41(4): 32-38.
WANG C L, YAN D T, LIU C G, et al. SCOP method in modern physics experiment courses—Taking spectral experiments as an example [J]. Physics Experimentation, 2021, 41(4): 32-38. (in Chinese)
- [8] 庄娟,李雪春,杨华,等. 重视实验物理思想 提高学生科学素质[J]. 物理与工程, 2016, 26 (Z1): 218-220.
ZHANG J, LI X C, YANG H, et al. Experimental physics attention to improving students scientific thinking [J]. Physics and Engineering, 2016, 26 (Z1): 218-220. (in Chinese)
- [9] 廖红波. 塞曼效应实验[J]. 物理实验, 2017, 37(7): 25-31.
LIAO H B. Zeeman effect experiment [J]. Physics Experimentation, 2017, 37(7): 25-31. (in Chinese)
- [10] 柳叶,李荫. 问题引导式探究教学在大学物理实验教学中的应用[J]. 中国现代教育装备, 2016, (19): 59-60.
LIU Y, LI Y. Application of problem guided inquiry teaching in college physics experiment teaching [J]. China Modern Educational Equipment, 2016, (19): 59-60. (in Chinese)

(上接第 45 页)

- ZHANG H, WU X J, WANG J. Study on the evaluation theoretical structure building of deep learning [J]. China Educational Technology, 2014(7): 51-55. (in Chinese)
- [2] MARTON F, SALJO R. On qualitative differences in learning: l-Outcome and process [J]. British Journal of Educational Psychology, 1976, (46): 4-11.
- [3] BIGGS J B. Individual differences in the study process and the quality of learning outcomes [J]. Higher Education, 1979(8): 381-394.
- [4] 何玲,黎加厚. 促进学生深度学习 [J]. 现代教学, 2005(5): 29-30.
HE L, LI J H. Promoting students' deep learning [J]. Modern Teaching, 2005(5): 29-30. (in Chinese)
- [5] 焦尔当 A,裴新宁. 变构模型:学习研究的新路径[M]. 杭零,译. 北京:教育科学出版社,2010.
- [6] 俞丽萍. 基于变构模型的深度学习研究 [J]. 中国教育学刊, 2015(11): 38-41.
YU L P. Research on deep learning based on allosteric model [J]. Journal of the Chinese Society of Education, 2015(11): 38-41. (in Chinese)
- [7] 裴新宁. 变构学习模型与教学设计 [J]. 全球教育展望, 2006, 35(12): 38-42.
PEI X N. Allosteric learning model and teaching design [J]. Global Education, 2006, 35(12): 38-42. (in Chinese)
- [8] 李成丰,黄致新,赵晓鱼,等. 基于 Clicker 大学物理研讨课的师生教学行为研究 [J]. 物理与工程, 2018(4): 57-64.
LI C F, HUANG Z X, ZHAO X Y, et al. A study on teachers and students' behavior in introductory physics deliberative teaching based on clicker [J]. Physics and Engineering, 2018(4): 57-64. (in Chinese)
- [9] 陈玉洁,黄致新,王琴. 面向深度学习的大学物理学习评价——以大一学生解决某一力学问题为例 [J]. 大学物理, 2020, 39(3): 63-68.
CHEN Y J, HUANG Z X, WANG Q. The learning evaluation of introductory physics for deeper learning—Taking freshmen to solve a mechanical problem as an example [J]. College Physics, 2020, 39(3): 63-68. (in Chinese)