

创新性近代物理实验教学探索与实践*

刘海霞 盖磊 赵培刚

(中国海洋大学信息科学与工程学院 山东 青岛 266100)

(收稿日期:2019-04-10)

摘要:通过近代物理创新性实验教学,探索和推广研究性学习,激发学生的创新思维和探索精神,培养学生的自主学习能力、实践能力和创新能力.阐述了近代物理创新实验内容和选题思路,探索开展创新性实验教学的方法并详细地介绍了实施策略.展示了部分学生自主设计完成的创新实验项目,分析了自主创新实验的实施效果.创新性实验项目的实施表明学生的实际操作动手能力、知识的运用能力,自主创新能力得到了提高,提高了物理实验教学质量.

关键词:近代物理实验 创新实验 选题思路

作为国家创新体系中不可缺少的、重要的组成部分,高等院校肩负着专业人才与创新人才培养的重任.创新人才的培养既是时代的要求,也是永恒的主题.所以,在大学教育中应以人为本,以培养学生实际应用动手能力为核心,注重提高学生综合素质,激发学生的创新潜能和创新思维,为学生提供自主探索的、多方位的、综合的实践机会,将创新意识转化为创新实践.

为了加强高等院校人才培养过程中实验教学的作用,改变学生实践动手能力不强的现状,进一步改变单一的、传统的灌输式教学方法,我们进行了创新性近代物理实验研究并在实验教学中予以实施.目的就在于探索和推广研究性学习和个性化培养的教学方式,真正体现以学生为主体,教师为主导的创新性实验教学模式,激发学生的主观能动性、积极性和创造性,激发学生的创新思维和创新意识,形成良好的创新教育氛围.创新实验注重培养学生的科学思维、探究精神、实践能力和创新能力,促进学生自主学习、合作研究性学习,进而促进高等教育教学改革,使得教学质量得到进一步提高^[1].

1 近代物理创新性实验内容及选题思路^[2,3]

近代物理创新实验教学的目的是搭建一个平

台,以便能够发挥和展现学生创新实践能力.因此实验内容的确定必须遵循难易适度,科学性、实践性、可行性要强,选题层次要高于课堂教学,但是不能过高追求难度.本科生是创新培养的起步阶段,应立足于学科知识综合运用,学生自主选择、自主设计的原则.

1.1 近代物理创新性实验全面开放

创造力是每个大学生都有的一种潜质,而创新是每一个大学生都应具备的重要能力之一.因此,创新性近代物理实验对全体选课的学生完全开放.

(1) 创新性实验面向所有学生开放,不设置学业门槛,鼓励和提倡全体选课学生集思广益,充分发挥学生的主动性、积极性、探究性和创造性,找寻、选取和确定创新性实验.

(2) 实验设备、实验房间、实验时间完全开放.对于每一个选定的创新实验,除了安排固定课时外,教学周的每个工作日都可以提前与教师预约,以获得实验时间.同时实验室内的所有仪器都可以选择和使用.如果要使用本院系其他实验室的仪器、设备和场地,教师可以负责联系协调和借用.

1.2 创新性实验选题及设计思路

创新性实验选题既要考虑学生原有的认知水平

* 2016年中国海洋大学本科教育教学研究项目,项目编号:2016jy86

作者简介:刘海霞(1962-),女,硕士,高工,主要从事大学物理实验教学和近代物理实验教学.

和专业特点,又要考虑实际教学过程中的可操作性.

创新性实验内容的选取应从多方位、多角度、多层次、多类别、形式多样化方面考虑.同时还要具备一定的新颖性、实用性、探索性、综合性以及实验原理和实验方法的多样性,以近代物理为立足点,辐射其他学科.既可以是本课程为依托,寻找出与科研、工程、生活和社会实际应用紧密联系的实验内容,也可以是学生进行必做和选作实验过程中发现的一些现象和问题作进一步探索和研究的內容,以及使用计算机编程进行数值计算和模拟的实验等,甚至还可以写出实验原理和实验技术方面的综述作为创新内容.创新实验完成后要以科技论文格式撰写出实验研究报告或研究论文.

2 创新性实验教学的方法和策略^[4~7]

创新性近代物理实验最大的难点在于创新性实验的来源、选择和确定.创新性近代物理实验选题要经过仔细的筛选、对比和设计,既要有新颖性,还要有新现象、新内容.与此同时还要考虑到学生所具备的专业认知水平和实验技能,尽可能让他们在比较熟悉的专业基础理论或实验技术知识方面做延伸、拓展和迁移.既要做到与本专业课程相关联,还要有一定的深度和广度.因此,我们在近代物理实验教学中采取了以下方法.

2.1 提出完成一个创新实验的要求

在近代物理实验开课初期,就对学生提出完成一个创新实验的要求,同时把创新性实验选题思路及要求告知学生.通过实验讨论课,把在现代科学技术、社会生产及生活实际中与近代物理实验中实验原理和实验技术的相关应用作为实例进行介绍.另外特别重点强调:教师不提供任何具体的实验选题,只起到引导、建议、指导和把关的作用;创新性实验全部由学生自主选题、独立设计、独立完成.真正体现问题式和课题式教学.另外创新实验操作是在学生完成必做和大部分选做实验后,开始着手进行.

2.2 创新实验选题的引导和建议

为使学生能够较快地找到创新实验开展的切入点,我们主要进行了下面的引导和建议^[8].

首先,接触和阅读科研文献,我们提供大量的与近代物理实验原理或实验技术有关的科研、工程或生活实际应用方面的科研论文资料供学生阅读,选取的论文资料主要包含了一些著名的物理实验产生的背景以及在现代物理学发展史中所产生的作用和影响,还包含了在现代科学研究、生产工程、技术及生活的实际应用等方面内容.另外也提供了如维普(www.cqvip.com)、中国期刊全文数据库(www.cnki.net)、万方数据库(www.wanfangdata.com.cn)等一些专业网站,供学生对相关论文资料进行更广泛的查阅和参考.

除此之外,还要求学生就感兴趣的问题利用网络资源更广泛的、进一步查阅资料,以便开阔学生视野,拓展学生思路,帮助学生选择和拟定出题目,建议学生可在以下方面选题:

首选与科研、工程、社会和生活实际应用紧密关联的创新性实验.

其次,通过计算机编程进行数值计算或仿真等模拟物理原理和现象的题目.

第三,进行选做和必做实验过程中,留意学生出现的问题,推荐给学生相关的研究资料,引导学生进行深入研究和探索,寻找原因和答案.

学生也可以通过广泛、大量阅读,筛选、归纳、总结后,撰写综述性论文.

2.3 相动式教学及把关

创新性实验必须把学生定位为角色,让学生真正感受到自己在自主设计和创新实验中的主人翁作用,而教师转变为把关、引领、建议和督导的角色.充分激发学生的创新思维和创新意识,发挥学生的主动性、积极性和创造性,使学生逐渐掌握发现问题、思考问题、分析问题、解决问题的方法,从而提高其创新实践能力^[9].

学生通过查询阅读资料后,经过思考、筛选、对比,自己构思和制订实验方案,草拟出实验目的,写明实验原理、采用的实验方法、所需的实验设备、测试用的样品材料和所要获得的数据结果.然后与教师进行充分讨论和交流,教师就设计思想的合理性、

实验条件及技术可行性全面考虑,根据实验室所具备的软、硬件条件,指导学生修改和完善,制定出合理可行的实验方案。

学生通过进一步修改和完善自己的实验设计方案后,可到实验室做实验,独立自主完成自拟的项目。在完成实验的过程中,遇到无法解决的问题,及时联系指导教师,通过讨论和沟通,获得合理的解决方案。学生完成获得全部实验数据后,要自己进行数据处理,并按照规范的科技论文格式撰写出实验报告。

3 我们的尝试及创新内容举例

近代物理实验课教学按照必做实验、选做实验、创新性实验三层次教学模式进行教学。学生完成必做实验、选做实验的同时,必须开始查阅论文资料,寻找创新实验的入手点。常规下是在完成必做实验和选做实验后,创新性实验进入实际操作阶段,创新性实验动手实验测试的课时安排一般不超过8~16学时,时间跨度不超过一个月。选择出的创新实验主要以本专业课程为依托,难度适中,采用的样品材料易于获得,具备实施条件,大致能在规定的时间内完成,达到巩固、加深、扩大学生专业知识面的目的。

2016年秋季学期,我们对本系2014级物理专业和光科专业学生(总计90人)实施了创新设计实验教学,近70%的学生选择了创新设计性实验。

在创新性实验选题的过程中,学生充分发挥了自主设计、自主探索的积极性,完成了许多有实际意义的测试:如微波测量牛奶的含水量,学生选择了不同品牌的纯牛奶,进行了水分的比较和测定。还有学生测量了不同种光源的色度,如LED光源,普通使用的节能灯,取得了良好的结果。也有学生对铅锡组分合金在不同比例下的熔解热进行研究,得到了与实际情况比较相符的结论。另有学生发现在光磁共振实验中出现双量子及多量子跃迁现象,并进行了探索研究,对光磁共振实验中双量子及多量子跃迁的物理机制进行了分析,得到了部分可信的、合理的解释。另外还有学生利用Matlab和Multisim软

件在混沌实验中的应用。以经典的洛伦兹(Lorenz)为例,以蔡氏电路为研究对象,通过选择和改变数值参数,观察混沌现象产生的条件,混沌现象由量变到质变的演化过程,观察混沌吸引子的不同状态,从而加深理解混沌状态改变的基本规律。还有一组学生自己寻找选择了对耦合节拍器的同步现象进行了较全面的研究。其他学生也通过阅读大量文献资料,写出了不同题目的综述型科技论文,如核磁共振原理及应用,介绍了核磁共振的发展历史和基本原理以及在医疗诊断方面的应用和未来发展前景;如对微波检测含水量技术方面写出了综述型论文,阐述了微波测量物料水分的基本原理和实验装置,介绍了国内发展现状及应用。选修近代物理实验课的学生积极参与,通过多层次、多角度、多方面、多种类型,选择创新性实验内容。学生还选择了其他一些题目,在此不一一列举。

在创新实验完成的过程中,尽管有些操作不够严谨,获得的数据分布不尽合理和准确,但在创新实验的完成中,我们更加注重学生在研究和探索过程中的创新思维和创新能力,强调知识的迁移、重构与实际应用。允许实验不成功,重在参与。

4 创新性近代物理实验所产生的教学效果

学生在掌握了原有知识体系的基础上,通过广泛的查询和阅读科技论文,大大开阔了视野和思路,通过自主选择和设计,发掘创新实验,是真正意义上的创新思维和创新能力的体现。

4.1 充分激发学生自主学习的积极性 拓展了知识面

(1)在教学过程中对学生采用了课题式和问题式教学。首先我们选取了较为丰富的、与本专业实验密切相关的科技实验论文资料供学生阅读。通过广泛的阅读科研论文,使学生能够快速积累和扩大知识面,让学生对本专业的发展史及应用现状和前沿动态有比较深入的了解,提高了个人科研素质。通过查询资料开阔视野,拓宽知识面,让学生寻找到感兴趣的热点,并充分了解当前热点,把专业知识与实

际应用相结合,培养了学生的自主学习能力、实践能力和创新能力。

(2) 在创新性设计实验中,不设门槛,不限实验选题范围,真正做到让学生自主选题,自主设计,减小了选题的局限性,从而让学生获得较大的选择权和自由度,为学生充分发挥创新思维和实践能力提供较大的空间,激发学生的学习兴趣和主动性。

(3) 实验时间和实验室完全开放,为学生提供弹性的实验时间和实验空间,学生能够根据自己的时间灵活安排实验,既可避免使用实验仪器设备可能产生的“撞车”现象,也为有兴趣深入探索研究的学生提供了更多的机会,从而获得了较好的实验教学效果,进一步提高了实验教学质量。

4.2 提高学生的实践能力和创新能力

创新性近代物理实验的选题和设计,是模拟和预演科学实验或科学研究的过程。创新性实验的实施,首先,使学生了解实验或科研的一般程序。其次,对大量相关的文献资料进行浏览和阅读,对不同的实验原理、实验方法、实验仪器、实验过程等进行对比与研究,激发学生的创新思维和创新意识。第三,可以充分调动学生自主学习的积极性,激发学生学习和钻研科学的兴趣。第四,创新性近代物理实验,充分发挥学生的主观能动性,更有利于培养学生独立思考问题、独立分析问题以及综合运用知识去解决问题的能力^[10]。

4.3 促进了教与学的相互提高

在创新设计研究性实验中,学生选题后与教师进行充分讨论和交流,教师就设计思想的合理性、实验条件及技术可行性与学生沟通分析并提出问题,根据实验室所具备的软、硬件条件,指导学生修改和完善,制定出合理可行的实验方案。

学生花费了更多的时间去思考问题和探究实验,因此提出了很多具有一定深度和广度的问题。其中许多是教师也不甚了解和熟悉,甚至是未曾涉足的学术问题,这就迫使教师也要查找和阅读更多的文献资料,通过不断学习来更新知识,充实自己,这样才能对学生进行指导,由此在师生之间形成了相

互促进、相互激励,教与学相长的关系。

4.4 获得了较好的教学效果

创新近代物理实验是模拟和预演科学研究的过程,获得了学生的认可,学生对此抱有极大的热情和强烈的探索研究欲望,有近70%的学生参加了创新项目。

创新性实验教学旨在改变学生实践动手能力不强的现状,通过实施开放式、个性化的教学,极大地提高了学生的实践兴趣,使教学的目的、内容、方法和模式与学生的需求相吻合,取得更好的教学效果。

5 结束语

创新实验项目的开发与实施,弥补了实验课教学的单一和不足,为学生搭建了自由发挥和自主实践的平台。创新实验教学模式是真正意义上的以学生为主体的教学模式,同时创新实验的过程也让学生懂得了从事科学研究必须具备严谨、认真和勇于探索、不怕艰辛的优良品质。

参考文献

- 1 刘永娟,张蕾,冯爱红.“环境工程自主设计式”创新实验教学模式的实践与探索.技术与创新管理,2014,35(6):651~653
- 2 吴平,陈森,张师平.“现代物理实验”课程研究型教学探索与实践.物理与工程,2014,24(3):14~17
- 3 李爱侠,叶柳,张子云,等.近代物理实验教学改革与大学生创新能力的培养.实验室研究与探索,2010,29(4):77~78.
- 4 章军军,崔秀红.创新实验的设计性和自主性.实验技术与管理,2008,25(7):23~24
- 5 马大中,崔瑾,梁军胜,等.基于创新型人才培养的创新实验项目探索与实践.实验技术与管理,2014,31(9):33~36
- 6 臧立娟,王凤艳,夏自进.开放性创新实验教学模式探索与实践.实验室研究与探索,2014,33(4):207~209
- 7 黄泽元,陈季旺,宫志勇,等.自主创新实验的研究与实践.实验科学与技术 2008,6(5):91~93.
- 8 潘清,王磊,张伟,等.创新实验教学探索.实验技术与管理,2010,27(8):25~26

(下转第91页)

- 7 鲁慧. 基于 ATmega128 单片机的运动控制系统的设计与实现:[硕士学位论文]. 武汉:华中科技大学,2007
- 8 李丽荣,罗龙,刘艳丽. 牛顿环装置的改进并测量液体折射率及现象讨论. 实验技术与管理,2015,32(10):97 ~ 99
- 9 贺莉蓉,俞嘉隆,余建波,等. 用 CCD 成像系统观测透射式牛顿环. 物理实验,2005(06):38 ~ 40
- 10 邹六省. 取料机限位开关的改造. 水泥技术,2016(04):88 ~ 89

Development on Control System of Electric Newton Ring Instructor

Zhang Xinlei

(Department of Basic Courses, Beijing University of Agriculture, Beijing 102206)

Abstract: In the experiment of measuring the curvature radius of flat convex lens with Newton ring, an electronical control system for the Newton ring demonstration instrument based on MCU ATMEGA128 is developed to solve the problems of the mechanical microscope with low reading accuracy, visual fatigue and lens wear. A double-axis slipway is used to move the microscope. Besides, the number of horizontal PWM wave can be displayed by the nixie tube so that the diameter can be calculated. In addition, the interference fringes are captured by the camera and displayed by the monitor. Furthermore, a limit switch is utilized to prevent the contact between the drawtube and the Newton ring device. Comparing with the mechanical microscope, the electronical control system has a better demonstration effect with a smaller percentage difference and a higher accuracy.

Key words: Newton ring; demonstration instrument; MCU ATMEGA128

(上接第 85 页)

- 9 谷善茂,杜德,刘云龙,纪志祥. EDA 课程创新实验教学方法探索. 实验技术与管理,2015,32(3):40 ~ 43

- 10 刘海霞,苗洪利,盖磊,等. 近代物理实验教学改革的理论与实践. 大学物理,2010,29(4):55 ~ 58

Exploration and Practice on Teaching of Innovative Modern Physics Experiment

Liu Haixia Gai Lei Zhao Peigang

(Information Science and Engineering College, Ocean University, Qingdao, Shandong 266100)

Abstract: Through innovation experiment teaching on modern physics experiment, research learning is explored and spread. This study focuses on stimulating innovative thinking and exploring spirit of college students, and cultivating of college students independent learning ability, practical ability and creative ability. This paper expounds contents and ideas of selection topic innovative experiment on modern physics experiment, Methods of innovative experiment teaching on modern physics experiment explored, and implement strategy introduced. Innovative experimental project of independent design and finish is showed by some college students. Teaching effect of independent innovative experiments is analyzed. Through implementation of innovative experiment project, the actual operation of practical ability, the ability to apply knowledge, independent innovative creativity have been improved. The teaching quality of the modern physics experiment course improved.

Key words: modern physics experiment; innovative experiment; ideas of selection topic