

近代物理实验开放式实践育人及创新能力培养*

刘彩霞 徐元英 景佳 朱志峰 谢莉莎 陈冬颖

(合肥工业大学电子科学与应用物理学院 安徽合肥 230009)

(收稿日期:2017-11-13)

摘要:借助近代物理实验的特殊学科地位和综合性技术性强的学科优势,结合合肥工业大学近代物理实验室,探索理工院校近代物理实验开放式实践育人及提升大学生创新意识创新能力的途径,促使近代物理实验在培养高素质创新型人才中发挥重要作用。

关键词:近代物理实验 开放式实践育人 创新型能力培养

1 概述

十九大提出创新是引领发展的第一动力,我国跻身创新型国家前列的目标激励全社会积极实施创新驱动发展战略。高校作为教学科研的主阵地,是创新型人才的摇篮,培养理工院校学生实践能力是提升创新能力和创造能力的前提和基础。大学生的实践能力以科学文化知识为载体,并不是单一的,是由各种相互影响、相辅相成的能力构成的能力体系,是大学生综合素质的体现^[1]。实验教学活动在培养学生实践能力中处于主角地位,能够充分发挥学生的独立思考和动手能力以及验证所学的能力,是课堂教学的重要组成部分,是偏理论课堂教学在新的意义上的延伸^[2]。自黄嘉豫教授首次提出开展“开放实验”的倡议^[3],我国各类高校都在传统实验教学的基础上开展了开放式实验教学的探索与实践^[4~6]。近代物理实验室是实现开放式实践育人与培养学生创新能力的最好实践基地之一,是提高理工院校学生实践能力的主要途径之一^[7]。

近代物理实验是大学物理实验完成后重要的专业基础实验,是后继专业实验的基础,具有承前继后的特殊地位,涉及现代物理的一些主要领域,综合性较强,反映了现代科技成就,一些新成果和新技术转化而成的实验内容和先进的手段具有丰富的内涵,能够充分体现出高新技术向实验内容的渗透^[8]。近代物理实验教学内容对新技术的快速反应使学生尽

早接触到新信息、新技术,兼顾实验方法与技能的锻炼,近代物理实验开放式育人有利于提高学生的创新能力,但是近代物理实验的开放实践育人还存在着不少的问题^[9]。

近代物理实验教学存在实验时间、实验室、实验参与学生、实验教师和实验管理技术的特殊性和复杂性,文章结合合肥工业大学近代物理实验教学过程,从时间、空间和参与主体到内容设计、形式和评估评价实现全面开放,让近代物理实验在实践育人中发挥重要作用,提升理工科学生创新意识和创新能力。

2 近代物理实验时间、空间和参与主体的开放

2.1 时间和空间开放

近代物理实验室时间和空间上开放是最低层次要求,也是近代物理实验开放式实践育人的必要条件,运用网络化、信息化管理手段,满足排课、选课模式,专题研究小组、创新项目组等各种不同模式教学,实现时间上的开放。

学生根据个体情况有计划、合理地选择实验项目、实验课的时间,除掉在规定的时间内实验外,还可以利用业余时间做实验。我校近代物理实验室充分利用现有设备和实验条件,首先固定开放周一到周五的实验时间供学生选择,然后安排实验教师和实验技术管理人员,保证学生在选到课的其他时间实验室的开放,提高时间的利用率,实现时间上的开放。

* 重大教学改革研究项目,项目编号:2015zdjy016;安徽省教育厅人文社会科学研究项目,项目编号:SK2015A457

作者简介:刘彩霞(1975-),女,副教授,从事物理实验教学和传感技术研究。

近代物理实验除了开设的必修课、选修课及学生的兴趣小组等,需实现实验室面对学生实现空间上的开放,某些近代物理实验需要昂贵的大型现代化设备,从利用效率和投入成本考虑实现共享,通过在学校内部或者同一城市其他高校和科研院所,实现近代物理实验室空间上的开放.我校的分析测试中心以及一些大型实验设备,如 SEM, XRD 等等能够对学生实现空间上的开放,本市的其他高校和科研院所的一些实验中心也都在逐步实现收取适当费用的空间上开放.学生实现实验空间环境开放,有了宽松的环境和实验空间,才能自主学习,才会有创新意识,才会有创新能力、科研能力的发展.

2.2 学生和教师参与主体的开放

学生和教师是参与近代物理实验开放式教学的主体,学生坚持自我管理和个性化发展,实验室为学生的全面创新发展创造相应的环境、条件,给学生最大的自主选择权.教师是开放式实验教学改革成功的决定性要素,要充分发挥教师的创造性和主观能动性,并创造和谐的环境,使教师能够尽其所能地投入到近代物理实验教学中.学生主体活动和教师有效指导相结合的开放式近代物理实验教学,学生的素质得到整体提高,能力获得发展.

近代物理实验打破了教师纯粹输送知识的桎梏,实现了学生这个参与主体的开放,学生自主、独立地发现问题,调查、收集与处理信息,开展交流与合作等探究活动,从而获得知识,特别是创新能力的发展,学生在现有实验基础上充分发挥自己的创造性思维,不限学时数,学生利用业余时间独立操作.我校近代物理实验室在学生选题、操作、数据处理,兴趣小组组建、创新实验项目拟定过程中逐渐实现自主性设计.不同专业和不同学院的学生走到了一起,打破了班级界限和专业界限,学生之间通过交流,扩展知识面和交往的能力,借助近代物理实验室申请校级、省级和国家级创新项目.

在近代物理实验教学中除了学生这个参与主体的开放,教师这个参与主体也在逐渐实现开放,参与教学的不但有实验室教师和实验管理技术人员,更多的专业课教师,实践能力强、理论水平高的教授都参与教学,邀请一些高水平专家进行近代物理方面的讲座.教师在开放式教学中体现灵活性,采取原理性、启发性和讨论式指导,指导学生内容选择、实验

操作和方式以及考核过程.我校近代物理实验教师的工作量除了学生必修和选修课学时外,对于近代物理创新创业训练项目,学校对校级、省级和国家级项目指导教师给予一定的课时补助,使教师能够全身心地投入到近代物理实验开放式教学中.

3 近代物理实验内容设计和教学形式的开放

3.1 内容设计理念的不同层次开放

近代物理实验不再拘泥于课堂的学习,不仅仅是对物理实验现象和物理理论的理解和掌握,近代物理实验内容的设计及其扩展能够体现近代物理实验课程的优势,真正发挥近代物理实验的开放式实践育人,把学生培养成具有更多实验思想,善于应用各种近代物理的原理和方法来开辟解决专业问题的创新型人才.

我校近代物理实验室在实验内容设计方面,选取在物理学发展过程中起过重要作用和获得过诺贝尔物理学奖以及在实验方法与实验技术上有代表性的实验,同时还兼顾到实验教学与学生科研工作相结合的原则.如 X 射线探伤技术、塞曼效应、核磁共振、高温超导材料特性测试、气体放电中等离子体的研究、微波光学实验、声光、电光和磁光效应实验、巨磁电阻的测量、光栅光谱仪与光谱分析、扫描隧道显微镜和纳米颗粒的制备等等.学生可以利用实验室仪器,实现实验创新锻炼和科学研究的起步锻炼,这为学生创新意识和科研能力的培养提供了基本保障.

实验内容的开放是相对高阶目标,也是近代物理实验开放式实践育人改革不断深化的结果,逐步建立开放实验内容库,学生可以进一步结合自己所掌握的知识,从建立的内容库中,选出能够相互关联的实验项目组成一个实验系列,如学生利用我校近代物理实验室的“气体放电中等离子体的研究”真空溅射镀膜制备薄膜,“纳米颗粒的制备”制备纳米颗粒,“扫描隧道显微镜”和“原子力显微镜”实验观察微观形貌,“椭偏测厚仪”实验测出膜厚和折射率等等,综合了各种不同的实验技能.不同专业的学生可以开放式地选择实验内容,完成一个系列,从材料制备、特性测试,到实际应用等等.

对于更高层次的实验内容开放,可以采用项目教学手段,使近代物理知识、方法和实验过程与科研有机结合起来,提高学生的科研创新等各种能力,加

强科研意识和作风的培养. 学生利用我校近代物理实验室“纳米材料的制备”制备出纳米颗粒, 填充到硅橡胶和 PDMS 等基体材料中, 通过纳米粒子填充改性获得的高分子纳米复合材料, 作为电磁器件新型功能材料和制作柔性压力敏感传感单元. 借助“扫描隧道显微镜”和“原子力显微镜”观察材料分散和微观形貌, 借助“拉压力机、悬臂梁冲击试验机和柔性材料抗疲劳冲击试验机”对材料力学特性进行研究, 使柔性力学复合材料应用于柔性电子皮肤^[10]; “巨磁阻实验”研究材料的巨磁阻(GMR)效应, 可以探究 GMR 效应在生物检测、磁记录与储存、汽车转速传感器、高效电磁屏蔽 / 吸收材料等领域的诸多应用^[11]. 近代物理开放式实践教学过程中, 对学生自己创意产生的科研项目, 学校会另外特别鼓励, 支持他们申请创新创业项目, 与社会上的科研力量合作, 使科学知识及时转化为社会生产力.

3.2 教学形式的开放

开放式实验教学中, 学生既是受教育者又是实验教学改革的参与者, 教师要随时吸纳学生积极参与实验教学方法的改进、教学网站的建设 and 专题讨论组的建立, 班级和项目组学生的 QQ 和微信群等可随时进行讨论. 这样不仅可以提高学生分析问题和解决问题的能力、独立进行实验研究的能力, 还可以锻炼学生的组织与协调能力. 同时, 教师在教学过程中也得到了启发, 扩展了教学思路.

要实现近代物理实验开放式实践育人, 就要打破传统的实验教学模式, 让学生从简单的照着实验讲义学习实验内容、实验原理、实验仪器、实验方法和分析实验结果, 变为激发学生的创新能力和科研兴趣. 在实验教学过程中特别强调对于每一个实验所使用的实验仪器除了实验室所开设的实验内容外, 还能进行哪些方面的科研探索, 提高学生的兴趣, 让每一个学生都能在实验完成后自觉留下来继续做他们感兴趣的研究探索, 合理的引导和启发能激发学生的创新能力和科研兴趣^[12].

项目教学法是近代物理实验开放式实践育人过程中教学的最高级形式, 学生独立进行实验方案的设计, 完成相关实验操作步骤, 自主选择实验设备和耗材, 教师采取由浅入深、由简单到复杂和因人而异的方法, 及时给予指导, 学生碰到问题时, 要作恰当的引导, 让学生自己主动去查阅资料, 找出问题所

在, 设计解决的方案, 学生主导研究课题, 培养学生的团队合作精神, 使学生发现问题、分析问题、解决问题的能力都得到锻炼. 比如在柔性复合导电材料的 GMR 效应的测量, 除了学生完成“巨磁阻实验”研究材料的巨磁阻(GMR)效应, 更要引导他们思考 GMR 效应在哪些领域能够得到诸多应用, 3 ~ 5 名学生自由组合, 小组共同讨论决定选择感兴趣的实验项目, 分工协作, 针对不同的问题查资料、做实验、处理数据和撰写小论文^[13].

4 近代物理实验报告和评估评价的开放

4.1 实验报告的开放

近代物理实验的数据处理, 不仅要求学生学会用 Origin, Matlab 等数据处理软件对实验数据进行处理分析, 更关注数据处理的过程不是只得出一个结果的过程, 对数据处理软件的掌握以及数据的拓展应用, 学生都应该有自己独到的见解. 新的发现常归功于对数据的正确分析, 实验后学生要积极总结思考, 与师生分享实验所得, 促进自己科学思维和实践创新能力的有效提高. 测量结果的分析使学生自觉地对相关知识理解掌握, 这些锻炼为今后的科研工作打下良好的基础.

近代物理实验的数据处理及实验报告的撰写, 学生要进行严格训练, 组织学生举行实验讨论会、报告会, 实验报告的开放, 还有利于发现人才, 使近代物理实验的开放式实践育人获得好的成效.

4.2 教学效果评价的开放

教师、学生及实验管理和技术人员都要参与开放式近代物理实验教学效果评价和拓展, 推动开放式实践育人能够有深入的评价和激励机制.

在教学效果评价上, 要实现开放, 既应重视课堂教学效果的评价, 也应重视实践育人效果的评价. 理论知识掌握的考查, 应从培养学生分析、解决问题的能力 and 创造能力出发, 在考核内容中, 加大分析、创造能力方面的内容. 实践动手能力考核中, 对学生参加科研活动、参加科研课题的工作量的大小、质量的高低给予相应的评价, 为擅长动手和创造的学生提供广阔空间和时间以及脱颖而出的机会, 尤其是在公开刊物发表文章的学生, 有利于对学生的评价更客观、更全面、更切合实际.

我校近代物理实验课程, 结合开放式实践育人,

探索尝试了多元化考试方式和综合评价体系^[14],建立了教学与考试效果分析评价体系^[15].一种可以采用平时实验成绩60%(其中实验报告40%,实验操作过程60%)和期末考试成绩40%(其中操作60%,口试15%和报告25%)综合评价指标体系,以过程考核为主、结果考核为辅的成绩评价方式,保证了实验成绩客观公正,使学生得到分析能力和思维创新能力的训练.另外一种对完成创新实验的学生实施论文考核,由学生自拟与所学理论或实验课程相关的论文题材,要求要有创新点,研究必须深入,论据要充分,涉及到实验的部分要求详细、具体,数据准确无误,规律要有可重复性和必然性.

5 结束语

开放式近代物理实验教学满足学生的兴趣和爱好,极大地调动教师和学生的积极性,有利于深化“加强基础、培养能力、提高素质、突出创新”的教学思想,学生创新潜能得到最大的激发,取得最大的收获,近代物理实验与实践育人和学生创新能力互相结合、互相渗透,最终实现培养创新型人才的目标.

参考文献

- 范志勇,刘宇桐.国外大学生实践能力培养模式思考与借鉴.商业经济,2017(1):173~175
- 冯杰,肖桂娜,赵立竹,等.大学生创新能力培养及大学物理实验室建设实践研究.物理通报,2017,36(1):5~9
- 黄嘉豫.对理工科大学物理实验课改革的建议.物理实验,1979(1):136~144
- 李勇,付庆玖,柳中海.实验室开放的系统思考.实验室研究与探索,2006,25(8):1009~1011
- 周超,顾丹丹.基于开放式教学理念的高校教学研究.现代教育,2016(7):46
- 李淑青,党亚男,李泽,等.开放大学物理实验适应“应用型本科院校”转型发展.物理通报,2017,36(9):58~62
- 冯玉玲,蔡红星,王雪萍.开放式近代物理实验教学的优势与不足.长春理工大学学报(社会科学版),2007,20(1):91~92
- 吕立君,于晓东.近代物理实验教学.赤峰学院学报(自然科学版),2015(1):233~234
- 李立.开放式实验教学存在的问题及其人本管理探索.教育理论与实践,2017(12):39~41
- 刘彩霞,黄英,缪伟,等.用于检测三维力的柔性触觉传感器结构研究及有限元分析.计量学报,2014,35(5):459~462
- 宋义虎,郑强.巨磁阻高分子复合材料的研究进展.高分子材料科学与工程,2014,30(2):179~185
- 高俊.近代物理实验教学中培养学生科研能力的探索.常熟理工学院学报,2015(6):116~118
- 何坤娜,金仲辉.大学物理课程中引入小论文撰写环节的教学实践.物理通报,2017,36(4):24~26
- 任红,刘彩霞,朱志峰.近代物理实验考试模式和成绩评价体系的创新与实践.实验技术与管理,2011,28(1):140~143
- 任红,谢莉莎,刘彩霞,等.近代物理实验教学与考试效果分析评价体系研究.物理实验,2013,33(7):14~19

Open Practice Education and the Cultivation of Innovative Ability in Modern Physics Experiment

Liu Caixia Xu Yuanying Jing Jia Zhu Zhifeng Xie Lisha Chen Dongying
(School of Electronic Science & Applied Physics, Hefei University of Technology, Hefei, Anhui 230009)

Abstract: With the special subject status and comprehensive technical superiority in modern physics experiment, the study explores the cultivation through practice of opening teaching by combing the teaching of modern physics laboratory in Hefei University of Technology. To prompt the modern physics experiments play an important role in cultivating high-quality innovative talents, it is important to explore the cultivation through practice of opening modern physics experimental teaching and the cultivation of students' innovative consciousness in the universities of science and technology.

Key words: modern physics experiment; cultivation through practice of opening teaching; cultivation of innovation ability