

# 大学生创新能力培养及大学物理实验室建设实践研究

冯 杰 肖桂娜 赵立竹 倪 敏 张 浩

(上海师范大学数理学院物理系 上海 200234)

(收稿日期: 2016-07-22)

**摘要:**我国高等教育承担科技创新人才培养的重任.当前,我国高等学校在培养创新人才的教学过程和环节中,实验教学硬环境建设存在许多值得研究的方面:大学物理实验室建设的目标、结构和内容;大学物理实验室的教学功能、实验教学评价与考核办法及其对大学生创新能力培养的影响.

**关键词:**高等教育 大学生创新能力 大学物理实验室

当前世界科技创新活动发展的趋势表明:科技创新成为世界规模强大的潮流,可持续发展成为科技创新的基本使命,科技创新战略是引导国家发展的重要指针.科技创新成果源于创新人才,创新人才的成长要靠教育.在当前我国的大学教育中,实验教学过程和环节是培养创新人才的基础性工程.人们对此已经达成共识,即实验教学软环境的研究已经达到了较高的水平.比如,对广义创新能力的界定、狭义创新能力内涵的探讨;大学生创新能力培养过程中教师的角色和作用;影响大学生创新能力的心理因素、智力因素以及环境因素;如何评价大学生的创新能力;等等.

本文讨论我国高校当前实验教学硬环境建设问题,即研究大学物理实验教学过程和环节,实验室的

建设实践问题及其对大学生创新能力培养的反思.

## 1 大学物理实验室建设的目标

我国高等学校大学物理基础实验室的总体目标是建设成为充满教学理念创新、教学手段先进、实验课程与教材系统完善、实验设施齐全、实验仪器设备精良、教学队伍结构合理、教学内容和项目特色鲜明的现代化开放式实验教学中心;并以此为基础,加大创新性实验的培养力度,有效提高大学的理、工科学生物理实验能力和创新能力,使之成为大学生创新能力培养的基地和创新人才的孵化器;应当同时推动理工科应用性专业物理实验课程建设.具体目标有如下几个方面.

## 4.2 课中运用

小组合作学习观看,然后小组集体讨论以下问题,并准备班级交流:

(1) 课程介绍了那些知识内容,有那些重要概念?

(2) 核反应是怎样发生的? 为什么会出现质量亏损?

(3) 核反应堆工作原理是怎样的? 核发电厂的核能是怎样转化为电能的?

## 5 反思创新

微课利用地方现实教学资源,直观展现真实的核反应堆,具有很强的趣味性和刺激性.课后教师鼓励学生抽空亲身体念、参观重庆涪陵“816”地下核

工厂,进一步感受我国国防尖端科学技术发展的艰辛历程,对激发学生的爱国主义情怀和拼搏精神具有更加真切的作用.

如果采取录像而不是录屏的方式制作微课效果更佳,用动画制作核反应过程会进一步增强视觉效果.由于受到微课时间限制,对核反应概念的解读还不够深入,这也给学生留下深入学习空间.

## 参考文献

- 1 中华人民共和国教育部. 普通高中物理新课程标准. 北京:人民教育出版社
- 2 黄建军,郭绍青. 论微课课程的设计与开发. 现代教育技术,2013(5):31~35
- 3 蒋华. 高中物理地方教学资源开发与运用. 重庆:西南师范大学出版社,2014

## 1.1 实施创新能力培养 构建分层次实验教学新体系

根据各专业的培养目标与教学计划,按分层次、多模块相互衔接的教学模式组织实施实验教学.按照“重基础、突现代、求综合、达创新”的教学改革原则,将大学物理实验整合为大学物理基础实验、大学物理特色实验(机电、信息、材料、光学)和大学生创新性实验三大模块,构建大学物理实验课的新体系.秉承淡化专业限制、强化基础训练、培养科学素质与创新能力的分层次培养模式,将大学物理基础实验室建设成为培养大学生创新实践能力的基地.

## 1.2 优化实验设备配置 积极推进新教学方法、现代教学手段改革

大学物理实验室建设需要致力于大学物理实验内容与方法密切联系于学科专业学习、技术应用和创新实践,优化实验设备和仪器配置,引入先进的多媒体教学手段,引入电脑仿真实验操作,用现代教育技术和信息技术手段引领大学物理实验教学.

## 1.3 更新、整合实验内容

大学物理实验教学内容与方法要密切联系学科专业特点,增加探究型、综合型实验,倡导创新型、设计型实验,减少程序化的验证型实验,淘汰技术陈旧的传统性实验.采取在学生实验后,进行专题讨论等多种形式的教学方法,激发大学生学习大学物理的兴趣和创新热情,有效提高大学物理的教学质量.

## 1.4 积极开展实验教学研究 实行开放式实验教学模式

需要重视大学物理实验教学研究,组织一批教学经验丰富的教师,积极实验开展教学研究,总结和反映了大学物理基础实验中成熟的实验教学方法,创造性地提出了符合培养学生和实验室条件的设计性、创新性实验课题或项目,总结大学生物理实验创新成果.

对设计型、创新型和研究型实验,实行开放式实验教学模式.采取学生自我实践为主,教师指导为辅的教学方式.鼓励对物理实验有兴趣的学生,在教师指导下,结合学科专业特点,开展设计性、创新性实践活动.建立大学生物理实验学习为基础的创新基地,为在实践与创新能力上有进一步发展潜力的学生提供发展空间.

## 1.5 加强适应实验创新教学新体系的教学队伍建设

实验教师和创新项目指导教师应作为创新能力的指导者和学生的助手,学生实验构思、设计的主导者和实验过程的控制者.要求教师尊重学生的创造、发明和革新.实验创新教学新体系需要营造民主、宽松的创新氛围,促使学生进行独立而且具有高质量的新想法、新发现和新行为.为学生创新活动开展起到导引和桥梁性的作用.要求教师以促进和激励学生创新能力的发展为出发点.

## 1.6 建立大学创新实验中心网站

提供校园内、外网络化自主式学习的途径.按照省、部级以上精品课程网站要求,网站内涵包括大学物理实验内容、类型、实验方法、教学要求和评价;大学物理演示实验项目库;大学物理实验教学录像库;大学物理仿真、模拟实验库;大学物理实验教学导学库;以及大学物理创新实验项目库.

## 2 大学物理实验室的结构

大学物理基础实验室具体包括配套于大学文、理、工科大学物理学实验教学的“大学物理基础实验模块”、“大学物理创新型演示实验模块”和“大学生创新实践基地模块”,同时建设“大学生物理实验创新中心网站”.综合实验模块和新型演示实验模块是大学物理教与学以及培养学生实验创新能力的基础;创新实践基地模块是针对不同院、系、专业的特点,建设反映物理学基础性与学科特色(机电、信息、材料、光学)紧密联系的创新实验系列,为大学生物理创新活动开辟实践基地,具体结构如图1所示.

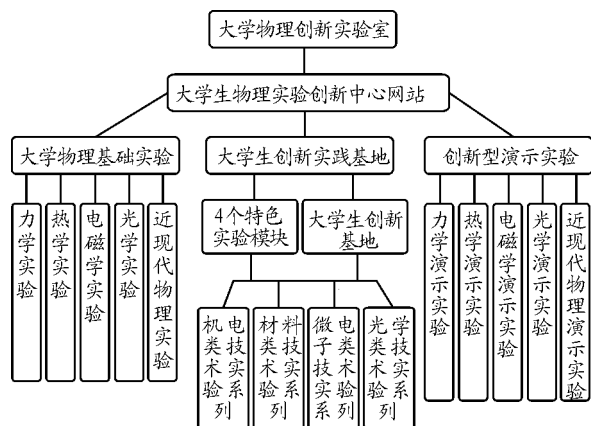


图1 大学物理创新实验室结构图

## 2.1 大学物理课程的基础实验

大学物理实验是配合高校理、工以及文科的《大学物理学》公共基础课程基本实验教学的独立课程,大学物理实验对专业课程和创新能力培养具有基础性工程的作用.其具体项目的建设包括大学物理的5个基础实验模块:力学实验、热学实验、电磁学实验、光学实验以及近现代物理典型实验(包括原子物理学实验),其内容如图1所示.

## 2.2 科技创新功能模块实验

根据学生的兴趣和大学文科、理工科各专业对大学物理学课程内容的侧重点不同,实行开放、动手、探究和科技创新拓展式实验教学方法,设计与开发4个特色实验模块:机电、信息、材料、光学类物理实验系列,以展示其创新辐射功能为主要呈现方式,突出科技创新和高新技术应用两大特征.具体项目如下:

- (1) 机电类原理与新技术成果及应用实验系列;
- (2) 材料类原理与新技术成果及应用实验系列;
- (3) 微电子技术类原理与新技术成果及应用实验系列;
- (4) 光学类原理与新技术成果及应用实验系列.

## 2.3 大学生创新实践基地

以4个特色实验模块展示的物理学类高新技术成果为引导,让学生了解物理学与科技创新的前沿领域,营造良好科技创新氛围,熏陶和培养学生的科研与创新意识,为在实践与创新能力上有进一步发展需求的学生提供创新实践.同时配合大学物理实验课程的具体目标要求,采取学生自选研究小课题和实验室提供创新实验素材并举的方式,在授课教师指导下,让学生自行设计实验方案,自行选择实验器材,完成研究内容.以创新型、开放型为主要特色,实现学生实践能力培养的基地功能;以授课教师或专业学科教师带领学生开展学生科技创新项目的形式;其教、学和研究形式灵活,不受课时限制,可在不同的学年、或课内或课外完成.具体项目如下:

- (1) 机器人创新实验设计、制作和展示;
- (2) 自动化创新实验设计、制作和展示;
- (3) 强、弱电类课题创新实验设计、制作和展示;
- (4) 光伏技术类课题创新实验设计、制作和展示;

(5) 光学、光电子和光纤通讯类创新实验设计、制作和展示;

(6) 计算机多媒体类课题创新实验设计、制作和展示.

这一模块是完善大学物理实验室的核心性建设工程,其目的在于有效培养学生的创新意识和创新能力.

## 2.4 创新型演示实验模块

大学物理创新型演示实验模块是为大学物理课程的授课教师提供课堂演示的典型创新型小实验.意义在于促进授课教师丰富和完善大学物理的课堂教学手段,教学相长,与多媒体教学手段优势互补、相得益彰,同时提高学生的大学物理的学习效果、激发其学习兴趣和潜在的创新意识.根据目前大学物理课程发展和改革的实际要求,精选大学物理学课程内典型的基础实验项目,其具体项目的设计与开发包括以下3种类型的实验:

- (1) 目前教学多媒体教学手段难以展示的演示实验;
- (2) 揭示较抽象物理概念和规律而且难以用直观语言描述的演示实验;
- (3) 具有典型的设计技巧性的演示实验.

这一配合大学物理课堂教学的模块不仅是促进教师教学相长的配套工程,也是大学物理教学的特色工程,是大学物理实验教学的必要(组成部分)建设工程.

## 3 大学物理实验创新中心网站的功能

实验室信息化、网络化建设是当前先进实验室重要特色和发展趋势,充分利用个高校网络化资源优势,同步建设大学物理实验教学和实验室管理信息平台,对物理实验课程的实施体系和传统教学模式进行改革,真正实现大学物理实验课程辅助教学网站的教学功能.

### 3.1 发挥信息化网站的辅助教学功能

运用现代化教学手段与方法进行实验教学,利用网络化教学管理提高实验教学效率,而不以现代技术替代学生实验操作过程与实验计算能力.

- (1) 建立创新实验的网络资源库

开发和运用信息化实验教学手段,完善大学物理实验基本操作和多媒体实验教学课件,充分发挥

计算机仿真、模拟实验作用;建立多层次、多模式、拓展与创新型并行、开放与研究型并重的实验教学网络资源库。

### (2) 建立新型的实验教与学模式

学生通过网络选课和选题系统,进行个性化的实验题目选择、教学运作和创新活动的安排.同时在选修部分实验课程和创新选题上实行学生网络选择的运作。

具体体现在以下4方面.创新性:自由择题,内容广泛,小组合作与个人独创相结合;开放性:文、工、理科各专业开放;机动性:实验学时不限定,动手实践的时间不限定;示范性:配备顾问式指导教师,学生动手设计、制作、展示和评价。

### (3) 实现网络化的实验教学功能

实验报告的网上递交和批改、学生实验成绩的测评以及创新成果的评价和展示;利用信息平台开展实验预习教学和答疑,学生可利用中心信息平台查阅实验预习课的多媒体课件和仪器使用方法,教师也可利用中心的信息平台与学生进行沟通与网上答疑。

## 3.2 发挥信息化网站的实验室管理功能

实验室在仪器设备的管理上实行数字化系统的运作,即将各类实验仪器、实验资料、教学资料、学生资料和科研资料等分门别类地安放在相应的文件夹内,并在电脑中进行电子存档,实现网上辅助教学和网络化、智能化管理。

(1) 大学物理实验课程达到精品化;

(2) 大学物理实验教学形式达到优质化、网络化;

(3) 大学物理实验设备、课程和教学流程管理实现计算机多媒体网络化、系统化。

## 3.3 发挥信息化网站的实验创新功能

充分利用现代信息技术,建立一个内容丰富、资料翔实、互动性强、界面新颖的大学物理实验教学资源网站,有效提高大学物理实验的学习效率,真正能够激发学生的创新意识。

(1) 构建有效培养学生创新能力的大学物理实验课程的现代化教学模式的公共教学平台。

(2) 通过大学物理实验教学中创新机制(比如设计性实验、自选研究课题、成果展示和适当奖励)的落实,培育学生的创新意识,激发的创新热情和培

养创新能力。

## 4 关于大学物理实验教学评价与考核办法

虽然大学物理实验的考试方法是到目前为止的难题,但是,经过我国高等学校实验教学人员和相关教育专家的几十年的不懈探索、研究和实践,在物理实验能力、水平的构成要素的设定,物理实验考试评价体系的有效性问题,以及考试评价的客观性等方面取得了行之有效的方法,有些方法还获得了省级以上的教学成果奖.实践证明,这些举措对促进我国高等学校实验教学和大学生实验创新能力的培养起到了显著的积极作用。

### 4.1 大学物理实验评价与考核内容

(1) 基本物理实验仪器的操作技能和使用方法;

(2) 大学物理实验基本原理和基本步骤的掌握;

(3) 大学物理实验中现象解释,实验后处理方法以及基本误差分析方法,包括实验数据的处理、作图等。

(4) 对探究型创新实验,着重考核文献调研、发现问题、分析问题,以及依据实验结果,运用所学理论,作出合理解释的综合能力。

(5) 对设计型创新实验,着重考核文献调研、实验设计、分析问题,以及依据本专业的理论,解决实践应用问题的综合能力。

### 4.2 评价与考核的方法

(1) 考试与考核采取平时成绩与期末考试成绩相结合的办法.平时成绩以实验操作、实验能力、实验结果及实验报告(论文成果)为主要依据;期末考试由笔试和实验操作两部分组成。

(2) 成绩评定:平时成绩占70%,期末考试成绩占30%。

(3) 对与专业联系紧密的必做实验考试,采取理论考试和操作考试两个部分组成,考试题在由大学物理实验课程试题库提供.理论考试闭卷、考试时间统一;操作考试题由学生抽签试题(试题包括操作和回答问题两部分),学生根据试题要求当场完成操作部分并回答有关问题.教师根据学生操作完成情况和回答问题情况,按评分标准,给出成绩。

(4) 逐步建立大学物理实验课程试题库,考试实行统一命题、阅卷和试卷分析制度。

(5) 对设计型、探究型、综合型的创新物理实验的考核成绩,由指导教师、理论课授课教师和实验课教师进行综合评分,同时参照学生全国大学生的“挑战杯”及各级各类设计竞赛和多媒体课件竞赛等的成绩。

(6) 探索有效激发学生创新意识的高校物理实验教学质量评价体系。每学期期中召开不同专业(来自不同学院)学生座谈会,听取学生的意见和建议,及时调整教学方法,以学生满意度为衡量实验教学质量和教师评优的一个重要指标。

## 5 结束语

第一,对大学物理创新实验课程实施体系、模式进行改革,建设与我国理工科大学物理实验教学的分层次与多模式、拓展与创新型有机结合的大学物理实验室;

第二,实现开放与研究型实训大学物理教学形式,建设和开放大学物理实验资源库,构建大学物理创新实验课程有效培养学生创新能力的现代化教学模式的公共教学平台。

第三,通过大学物理创新实验教学中创新机制,培育我国大学生的创新意识,结合指导教师的工作,将大学生的设计性实验、自选研究课题以及成果展示和适当奖励的落实,激发其创新热情和培养其创新能力。

第四,运用现代化教学手段与方法进行实验教学,完善大学物理创新实验教学与管理,充分发挥网

络技术优势,使大学物理实验课程达到精品化、优质化和网络化。

总之,大学物理创新实验室的建设,是有效培养我国大学生实践创新能力的必要条件。其建设目标和内容与大学物理实验课程体系建设、教学功能完善与管理机制健全是相互联系的有机整体。大学物理创新实验室建设目标的达成是有效培养实践能力、促进和提高我国大学生专业能力培养的必由之路。

## 参考文献

- 1 国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年).北京:人民教育出版社,2010
- 2 中华人民共和国教育部高等学校物理学与天文学教学指导委员会,物理学类专业教学指导分委员会.高等学校物理学本科指导性专业规范.北京:高等教育出版社,2011
- 3 杨述武主编.普通物理实验(第四版).北京:高等教育出版社,2007
- 4 吕斯骅.基础物理实验.北京:北京大学出版社,2002
- 5 阎旭东.大学物理实验.北京:科学出版社,2004
- 6 沈元华.设计型、研究型物理实验教程(第一版).上海:复旦大学出版社,2004
- 7 胡德敬.设计型物理实验锦集(第一版).上海:上海教育出版社,2002
- 8 冯杰.大学物理专题研究.北京:北京大学出版社,2011
- 9 李天发,赵立竹,王珊珊,等.大学物理实验教学的发展演变.物理通报,2016(7):93~96
- 10 冯容士,李鼎.DIS二维实验系统及实验II.物理教学,2012(2)

# Practice Research on the Cultivation of University Students' Innovation Ability and the Construction of University Physics Laboratory

Feng Jie Xiao Guina Zhao Lizhu Ni Min Zhang Hao

(College of Mathematics and Physics, Shanghai Normal University, Guilin Rd, Shanghai 200234)

**Abstract:** The important tasks to cultivate innovation talented person is undertaken by higher education in our country. At present, there are many problems about the teaching hardware circumstances which can be investigated in course of teaching of institute physics experiments in colleges and universities. It should be taken into account the objective, composition and substance of the laboratory; the teaching function of the laboratory. We are also carefully thought out assess, examination of teaching of institute physics experiments. And the very important thing is that effect on the cultivating of the ability to innovate of students in the colleges and universities.

**Key words:** higher education; the ability to innovate of students; institute physics laboratory