

# 物理学基础实验室开放新体系的探索与实践

董克江 刘林祥 杨宏伟 王进喜 宋大鹏

近几年来,建立创新型社会已经成为党和政府工作的重要目标。胡锦涛在党的十七大报告中指出“提高自主创新能力,建设创新型国家,这是国家发展战略的核心,是提高综合国力的关键”。并提出了具体措施,即“进一步营造鼓励创新的环境,努力造就世界一流科学家和科技领军人才,注重培养一线的创新人才,使全社会创新智慧竞相迸发、各方面创新人才大量涌现”。这体现了国家对“创新”及“人才工程”的重视。作为培养高级人才的高等院校,在创新型人才的培养上责无旁贷。当代大学生创新意识不够、创新思维能力不强已成为普遍的现象,培养大学生的创新能力成为当务之急。高等学校实验室是培养学生实践能力、创新能力和科研能力的主要场所。在实际教学过程中,如何发挥实验在创新人才培养中的作用,是当前高校实验教学必须要解决的一个重要问题。

随着我国高等教育本科教学水平评估工作的全面铺开,教学工作得到了前所未有的重视。实验教学作为教学的基本组成部分,一直为教育界所重视。物理学作为自然科学的一门基础课程,是现代大学生的必修课。物理学实验同物理学理论一样,对培养学生的综合素质具有重要意义。物理学实验中包含着一整套基本实验技术,是现代工程技术的基础,对培养学生的科学素质和创新能力具有不可替代的作用。作为大学生入校的第一门实验课,如何更好的发挥现有仪器的价值,使物理学实验室成为培养学生基本实验技能、基本实验意识和良好实验习惯的基地,是我们这几年来一直探索的课题。有效利用实验室开放,发掘现有实验项目和仪器设备的教育价值,建立一套学生能够自觉参与的实验室开放新体系,是提高开放效果,促进学生实验技能提高,培养基本创新意识和创新能力的有效途径。

**一、充分认识开放实验室的意义,解放思想,求真务实,以奉献的精神投入到开放实验室的工作中去**

我国著名物理学家冯端教授认为,“实验室是现代大学的心脏”。高等学校实验室是“知识创新的源头,人才培养的基地”。要培养能力强、素质高

的创新人才,就必须全面开放实验室,让那些愿意学、有想法、肯钻研的学生有机会进入实验室从事研究实践活动。

在目前的教育局面下,偏重于理论学习与考试的教学模式(或体制)使学生的基本实验技能从小学阶段就被忽视了,以至于进入大学阶段学习时,学生的实验技能仍处于待开发的状态,这极大的限制了学生创新思维能力的形成和发展,一定程度上造成了我国大学生自主创新能力不强的局面。在物理学的发展历史上,在伽利略、焦耳、法拉第等大师的成才过程中,实验是决定因素。正是在不断的实验过程中,几乎没有上过学的法拉第学会了学习,学会了如何进行科学研究,并作出了许多天才性的贡献,建立了电磁感应定律,建立了“场”、“力线”等科学基本概念,成为自学成才的典型代表。在我国航天事业的发展历程中,正是无数次或成功或失败的实验(试验)托起了中国的航天大厦,培养了一大批具有自主创新能力的航天科技人才。因此,加强大学生的实验教学和实践教学,是提高大学生创新能力的必由之路。

传统实验教学的基本模式是走流程,即在规定的时间内,按照规定教学大纲的要求,遵照教师规定的操作程序,学生跟着教师完成规定的实验。相对封闭的实验模式和简单无变化的实验内容限制了学生主动性、创造性的发挥。多数实验教学仍停留在以演示性、验证性为主的阶段,明显缺乏综合性和创新性。实验过程中,教师占主导地位,学生只需按照教师事先拟定的实验步骤完成,观察实验开始前就知道的结果,最后提交一份实验报告,一次实验就算完成了。

这种以“上理论课的形式”指导学生进行的实验课,培养的是“克隆”式的实验操作,重视实验结果,忽略实验的探究性,失去了实验的根本意义。这种方式培养出来的学生,今天做的实验到明天可能就不会做了,更不用说实验技能的培养了。在实验教学改革逐步展开的今天,在加大实验教学改革力度的同时,加强实验室开放,采取切实有效的方式引导学生自觉参与,有目的的进行一系列实验,

是提高学生实验素质的有效途径。通过实验室开放,将学生的“要我做实验”转变为“我要做实验”,是培养学生实验意识的重要途径。

## 二、挖掘现有实验项目中的实验教育价值,建立“以培养学生的基本实验技能和基本实验意识为目的”的开放实验室内容体系

作为医学院校的基础实验室,物理学实验教学的目的是培养学生的基本实验技能和基本实验素质。基本实验技能包括:掌握基本测量仪器的使用方法,理解基本仪器的设计原理,掌握基本物理量的测量方法,理解力学实验、光学实验、电学实验的基本特点,掌握实验数据的处理方法、误差等基本实验理论,初步了解电子信息技术在物理学实验中的应用,具有现代实验的初步理念。例如,通过长度基本测量仪器游标卡尺、千分尺等的学习,要求学生不仅掌握长度测量的意义、仪器的使用方法,还要求学生理解提高长度测量精度的方法,并能够根据游标卡尺的工作原理设计角游标尺,思考“能否继续提高游标卡尺和千分尺的精度?为什么?”这既能促进学生实验技能的提高,又能拓展实验内容,可激发学生的创新思维,丰富开放实验室的内容,使学生通过几个实验项目就能够掌握基本实验技能,可有效提高实验效果。

实验意识是指学生在具有一定实验技能的基础上,对工作过程和现实生活中遇到的问题具有的实验思维和方法,这是实验素质的综合反映。通俗地说,实验意识就是学生具有的用实验的方法解决实际问题的意识和习惯。这要求学生既要熟悉常规测量仪器和使用方法,还要能够根据实际问题进行组合,形成解决问题的初步乃至最佳方案。这就是通过实验教育,使学生具有的初步创新能力。

从教育学的角度来说,人的实验素质的培养应该从小开始。幼儿的手舞足蹈、咿呀学语、“眼观六路、耳听八方”,少儿的活泼好动、撕拆抱摔等等行为,是人类认识自然、适应自然最原始的实践活动。进入学校,通过有目的、有组织的系列教育活动,可以使学生快速高效地掌握人类几千年来积累的优秀成果,并以此培养和激发学生的全面思维能力和实践能力,促进人的个性形成和良好发展。正所谓“知而获智,智达高远”。遗憾的是,目前重视理论教学、忽视实验的教育行为更多的培养了“知”,而不是“智”。这与从小学、中学到大学的学习过程中

实验教育的缺失关系极大。在大学开始阶段,通过实验室的全方位开放,以有效的方式吸引学生主动进入实验室,使学生对实验投入更多的时间和精力,是弥补当前教育缺陷,促进学生实验技能提高,培养学生创新能力的有效途径。

为实现以上目标,物理学基础实验室可以开设的项目有:基本测量、万用电表的原理与使用(含常用稳压、稳流电源的使用和基本串、并联电路的连接)、示波器的原理与使用、透镜焦距的测量、分光计的原理与使用等。在开放实验室的时间里,学生在进行这些实验的练习时,要引导他们对每一个实验项目在能够熟练操作的基础上,开拓以下内容:本实验的仪器是如何设计的?能否继续改进以提高测量精度?实验设计方法是什么?为什么要这样设计?能否进行改进?在实验步骤的操作中,有没有技巧可以达到更好的操作效果?这一个实验与其他实验的联系有哪些?有什么实际用途?测量误差的产生原因有哪些?怎样减小这些误差?等等。通过这一系列问题,可以使学生掌握每一个实验背后包含的创新理念等潜在的教育内容,从而启发创新性思维,培养初步创新能力。

## 三、建立以“物理兴趣小组”为主体、以“物理实验技能竞赛”为促进方式、以“实验研究小组”为补充形式的实验室开放组织体系

医学院校的物理学实验室在实验室开放上既有优势也有缺陷。优势是面向全体在校生,面广,参与学生数应该多。缺陷是作为基础实验室,难以得到重视,特别是学生的重视。因此,基础实验室远不如专业实验室更能吸引学生,自觉参加物理学实验开放的学生人数往往不多。如何吸引更多学生自觉参加实验室开放,并能够切实提高实验技能,是物理学实验室开放工作取得成败的关键。

成立物理兴趣小组,为爱好物理者提供交流、学习平台 在物理理论教学中我们发现,总是有一部分学生对物理学比较感兴趣,有深入了解物理学理论与实验知识的愿望,渴望能够做更多的物理学实验。我校于2005年9月成立了物理兴趣小组,面向全体在校生。2006年5月,在复旦大学主办的“物理实验教学改革创新与创新能力培养研讨会”会议上,我们了解到,复旦大学物理系在几十年之前已经开展了这项活动,面向学习优秀的学生,需要辅导员推荐,是为培养高素质人才进行的探索。

这几年的实践证明,通过宣传组织,在每一个年级的学生中,总是有二三百人积极报名并自觉参加物理兴趣小组的活动,并通过兴趣小组开阔了视野,丰富了学习生活,提高了实验技能。经过近几年的探索,物理兴趣小组开展的活动有:自主实验、观看物理科技视频(含中央电视台的神舟飞船系列节目)、物理实验技能竞赛、物理实验创新设计竞赛、理论交流(《走进实验室》小报)、电器维修、实验仪器维修维护等。在这一系列活动中,小组培养了一批实验素质较高的学生,他们作为小组成员的骨干,可以协助指导教师组织兴趣小组开展活动。

组织“物理实验技能竞赛”和“物理实验创新设计竞赛”等活动,提高实验室开放效果。在组织物理兴趣小组活动的过程中,我们感觉到,学生实验方向的目的需要明确,以增强实验的动力,并能切实提高基本实验技能。经过思考,结合某些大学对学生进行专业实验课考试的实际做法,得到校团委和相关职能部门的批准,作为学校大学生科技文化艺术节的一项竞赛内容,成功组织了“物理实验技能大赛”。物理实验技能大赛以基本实验项目的基本理论和基本操作为竞赛内容,采用现场作答和操作,由评委现场打分的方法,重点竞赛基本实验技能的操作。通过竞赛,使参与开放实验室的学生明确了实验内容和目的,实验积极性和实验效果显著提高,开放实验室更为生动活泼。同时,通过物理实验技能竞赛,使参与竞赛的学生进一步明确了个人在实验技能方面的差距,在一定程度上暴露了现行实验教育中存在的问题,为探索更为有效的实验教育进行了一次有意的探索。

在学生准备物理实验竞赛的过程中,学生对实验有了更深入的了解,对实验过程、实验仪器、实验原理有了自己的见解,提出了一些有创造性的改进方案。同时,面向全国大学生的科技创新活动“挑战杯”、“山东大学省机电产品创新设计竞赛”等活动的开展在大学生中引起了越来越大的反响,组织物理实验创新设计竞赛可以使学生从最基本、最简单的创新设计入手,为参加高一级的创新设计竞赛打下基础。在我们组织的第一届物理实验创新设计竞赛中,参与的学生不多,反映了大学生整体实践

与创新技能需要进一步提高。其中,有三件提交作品具有良好的可操作性,以用于我们的实验室或实验项目的改进,取得了很好效果。

在组织好物理兴趣小组日常活动的基础上,积极引导有能力的学生参加国家、省、市级的科技创新活动。近年来,由物理学实验室指导、物理兴趣小组成员完成的项目获得山东大学省机电产品创新设计竞赛本科组二等奖一项,泰安市科技局大学生科技创新行动计划立项一项。

组织“物理实验研究小组” 引导学生以研究的眼光剖析实验,使学生在全面深入了解实验的过程中提高实验素质,培养创新能力。在组织物理兴趣小组和物理实验技能竞赛的基础上,借鉴对基本实验项目的深入思考,引导学生以研究者的眼光去看待课堂操作实验的每一个实验项目,在课外时间通过深入做实验、相互讨论、查资料等方式,重视操作过程,重视操作中发现的现象,尽可能将发现的问题运用学过的理论与实践知识给以解决,并按要求写出实验研究报告。物理实验研究小组活动的开展,丰富了实验室开放的内容,提升了开放的难度和层次,与物理实验创新设计竞赛相得益彰,成为通过物理学实验培养学生创新能力的主要方式。在实践中我们发现,要完成一个实验项目的整体深入研究,需要付出巨大努力。如何引导物理实验研究小组富有成效地开展活动,需要今后在实践中完善。

实验室的开放是实验室的一项基本职能,是实现学生的个性化培养,保障实验教学效果的重要途径。实验室的开放是一项全校性的活动,需要调动教师、学生、实验技术人员等多方面的积极性,需要一定的人力、物力支持,是一项全时间段、全方位、形式多样的、开放的实验教育活动,是一份需要无私奉献大有可为的教学活动。在目前的教育形势下,以奉献的精神、积极探索的创新精神全身心投入其中,必然能够开拓出一片生机勃勃、服务于举国创新体制建设的新天地。

(董克江,刘林祥,杨宏伟,王进喜 山东泰山医学院放射学院;宋大鹏 山东泰山医学院信息工程学院 271000)