

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2011.01.023

构筑一个完整的金字塔教学体系 ——教学实验与科学实验接轨

丁道一, 何焰兰, 黄松筠, 郑浩斌
(国防科学技术大学 理学院, 湖南 长沙 410073)

[摘要] 在分析了基础教学实验与科学研究实验的定位与区别的基础上, 根据教学探索实践, 认为应构筑一个完整的金字塔教学体系: 基础教学实验是金字塔的底, 科学实验是顶, 使底与顶能很好地接轨。

[关键词] 经典基础实验; 科学研究实验; 先进技术的渗透改造; 课程目标定位; 接轨切入点

[中图分类号] G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874 (2011) 01-0077-03

Construction of an Integrated Pyramidal Teaching System – Connecting Teaching Experiment with Scientific Experiment

DING Dao-yi, HE Yan-lan, HUANG Song-jun, ZHENG Hao-bin

(College of science, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: In the research of the course goal, the difference between the fundamental teaching experiments and scientific research experiments is analyzed. Our teaching idea is to seeking the optimal connective point of the fundamental teaching experiment system and the scientific research experiments system. The fundamental teaching experiment is the foundation of the pyramid, while the scientific experiment is its peak. We should try our best to construct an integrated pyramidal teaching system, connecting the base and the peak perfectly.

Key words: classic fundamental experiments; scientific research experiments; advanced technical reform; course goal; connective point

一、引言

21世纪培养合格科技人才要求具有新观念、新思维方式及跨学科思维能力和创造能力, 从这个角度看, 当前物理实验的课程体系、教学内容、教学方法必须再加深改革力度。但如何改? 是否将原有的经典实验体系全盘否定, 重新建立一个与现代科研及现代科学技术紧密结合的全新实验体系, 使用最新的实验理念最先进的实验设备, 就能缩短与现代科学技术、科学实验的距离, 就体现了与现代科学技术接轨、体现了现代技术的应用水平? 我们的探索实践感到事实并非如此。

其一, 大学物理实验是教学实验, 教学实验不同于科学实验, 它是以教学为目的, 其目标不在于探索, 而在于传授知识、培养人才, 是对低年级学生进行的基本训练, 课程目标是通过实验过程去学习实验的设计思想、实验的方法、仪器的设计原理、操作原理与合理巧妙的使用原则等。而学生的主要任务就是通过该课程的学习积累知识、培养素质、提高能力。其二, 科学实验在于探索。探索新

规律, 发现新事实。越先进、现代化技术含量越高的实验内容, 仪器设备就越精密及昂贵, 这些高显示度的现代化实验设备在一定程度上可提高学生的兴趣, 但能让低年级学生可以真正实践动手参与、掌握的思想及方法, 反而有收获越少的倾向。这些实验的教育价值, 往往与仪器的高级性复杂性成反比, 学生容易依赖仔细调整好的精密仪器, 而不敢也不能去拆散再自己独立调节及组合。因此对理解科学实验的设计思想、实验手段、巧妙创新等, 低年级学生也有一定困难, 这就是科学实验从宗旨到内容和形式与教学实验的区别。

一方面是目标任务, 另一方面又是将必行之程, 那么, 怎样运作才能综合运用弥补缺陷, 真正实现将进步的现代科学技术、实验方法渗透到传统的经典课程之中? 我们的尝试是古老经典的实验思想与现代先进实验技术相辅相成、相互渗透的互补学习。只要接轨合理, 经典的实验同样可以焕发青春, 成为学习理解先进实验理念及技术的阶梯, 有阶梯的基本功更便于培养学生的综合思维、创新能力及科研素质。

[收稿日期] 2010-06-22

[基金项目] 教指委教改项目 (WJZW-2010-51-ZN)

[作者简介] 丁道一 (1953-), 女, 江苏镇江人, 国防科学技术大学理学院副教授。

二、经典基础实验的教学手段在于引导理解实验方法的设计思想

许多经典的教学实验是经过安排设计好的,实验理论也是低年级学生熟悉的,正因为有此条件才可能更深入的引导学生去分析实验的设计思想,即逐步体会:经典实验理论是怎样过渡到实际可行的实验过程中的?它的每一步测量都做了怎样的要求和近似依据?通过怎样的途径去测量的?为什么要经过如此方法去作实验?如果不这样作会怎样?会出错?会损坏仪器?会有伤害等等。在这些问题的深入讨论中,可启发学生从经典实验中学习到很多巧妙的、简明的、成熟的实验设计思想及各种测量手段。一般来说实验设计方法并不是唯一的,同一个物理量可以采用好几种测量思想,由此又可以启发学生去横向的比较、选择、讨论?进而鼓励他们结合实际条件自己动手去改革创新,优化出最佳测量方案。经典实验经过这样的引导式学习对学生的知识、素质、能力、实验经验的积累提高都非常有利。如在横向联系基础上再加一些纵向(与之相关现代科学实验技术)联系,使物理实验知识立体化,对学生实验方法的系统训练、加强和拓宽还是很有价值的。

例如:单摆实验是一个非常经典的实验,许多著名的物理学家,如伽利略、牛顿、惠更斯都对单摆进行过细致的研究。伽利略从中发现的“摆的等时性”原理为后来惠更斯设计摆钟奠定了基础,从而将计时精度提高了近100倍。高中时,学生一般都做过这个实验。在大学物理实验中仍然保留着这个实验去研究单摆周期 T 与摆长 L 的关系、测重力加速度。但是出发点及学习的深度则大不一样了!大学物理实验的教学目标是通过此经典的实验过程去深刻体会“细致”,体会一个看似非常简单的实验过程中的处处玄机,体会物理学家丰富的实验思想创造的“100倍精度的提高”!这就是经典实验在教学实验体系中的效果。当然,我们在教学过程中如不去有意识的引导“为什么”,学生仅仅只是重复一遍单摆测量,则会仅浮于测量的表面含义,从而感到实验简单、枯燥、无味。如果我们能从“单摆”模型理想化条件、单摆的运动状态的理想模型近似条件、摆长测不准的处理方式等等切入点组织讨论,找矛盾、找联系,体会前人是怎样来设计实验方法的?如何去学习借鉴前人的经验?使经典而简单的实验焕发魅力,同样能激发学生的求知欲和学习热情,由此去探索新方法、新规律、升华创新能力。

三、现代先进技术的渗透改造验证性实验

气垫技术是20世纪60年代发展起来的一门新技术,由于气垫层能极大地减小物体之间的接触摩擦,使物体浮起来作近似无摩擦的运动,如气垫船、气垫运输线、空气轴承等就是这种新技术的应用。在力学实验中最困难的问题就是摩擦力对测量的影响,若采用气垫技术把物体托浮起来,使运动的直接接触摩擦大大减小,从而可以进行一些较精确的定量研究以及验证某些物理规律。

如测定速度及加速度、验证牛顿第二定律及守恒定律、

研究简谐振动等,这些都是大学物理实验中利用气垫导轨作为测量工具的基础实验,也可以称为现代经典实验。那么如何利用已经成熟的技术及测量设备,将传统的验证性实验结合现代新技术,来改造提升为综合性的研究探索性实验?这也是将教学实验向科学实验接轨的方向。途径可以分为两个方向:利用更为先进的新气垫系统进行一些新课题的创新探索实验;利用原有的气垫导轨设备进行一些改造仍然可以进行新的探索性实验。注重新系统新设备可以体验现代先进测量技术的应用,这是接轨现代科学实验方法、培养实验科研能力的重要一面;但同时“改造”扮演的角色更为直观,给学生提供的是一个熟悉的平台,在此台进行研究探索实验的设计构思、创新改造,对低年级学生而言难度系数适中。在改造创新、逐步完善发展和升华实验过程中,来培养学生的创新综合能力是大有挖掘之潜力。

例如:气垫导轨上的磁阻尼效应实验,是关于相对运动磁体与非磁性导体相互作用的实验。这是在传统的气垫导轨设备上纵向开发的一种能克服摩擦力对运动磁体与非磁性导体相互作用产生磁阻尼效应影响的精确测量方法。该相互作用力的测量难于精确和重复,是因为不可避免的重力与摩擦力等外力的干扰,利用成熟的气垫导轨系统进行改造,将高强度钕铁硼永磁体对称的固定于滑块两侧斜面上,使导轨内的磁场方向垂直于导轨表面,在滑块运动的全过程中磁体磁场与铝质气垫导轨持续保持相互作用,由此改造得到了十分显著的磁阻尼效应,实验结果与改造设计模型的理论推导计算相吻合,这样就成功地将一个传统的验证性实验体系改造成为综合的研究探索性实验系统了。这种教学途径、创新思路及方法对低年级大学生超越教学实验向科学实验迈进更实际、更具有普遍的指导意义。即,利用先进的测量技术巧妙创新使得实验手段更进步、完善、独到;这种教学实践过程的适用性及可操作性已经超越了各个具体实验而具有普遍的指导意义,也是探索教学实验进步的一种新趋势和新挑战。

四、探索对课程目标的定位

大学物理实验教学是全校所有本科生综合能力培养受益基地。实验室是科学的摇篮,是科学研究能力学习提升的基地。如何利用已经成熟的现代先进技术及测量设备,依据基础实验课程目标来构筑新实验体系,建设新基地?将传统的验证性实验结合现代新技术需求,改造提升为具备有部分综合性、研究探索性的基础实验?这既是将教学实验向科学实验接轨的方向,也是寻找基础实验教学与前沿科学实验接轨的切入点。

1992年,教育部制定的物理课程教学基本要求及课程目的是:“培养学生良好的实验素养和技能……通过物理实验教学,使学生掌握物理实验的基本知识、基本方法、并在实验的基本技能方面得到较系统和较严格的训练;初步学会用实验方法观察、分析和研究某些简单的物理现象和规律,会正确的使用基本的实验仪器和装置,包括安装、调节、操作和测量读数;会做实验记录、处理数据、写实验报告……”。近几年来,实验教学面对时代的发展,科技

进步的新趋势和新挑战不断创新, 课程实验似乎成了能集中展示大学基础课教学水平的第一窗口, 随之将物理实验的课程目标提得很高。有的强调用研究型实验培养实验科研能力, 特别是与科学技术的发展相适应的设计性、自主性、探索性等综合能力; 有的注重仪器设备的现代化建设更新, 利用实验手段的进步、实验仪器精度的不断提高, 去适应社会对人才知识和科学素质越来越高的要求。是否如此就正确把握了新世纪教学内容、模式和课程体系改革方向?

经“十五”、“十一五”课程体系及实验室建设与实践, 我们感到, 高调理念的大投入大变动并非就是最佳良策。由于轻实践的儒家传统思想曾深深影响我国教育考试体制, 注重理性思考及理论课程学习是我国学生的特点, 而重视实践第一的观念不够也是我国学生特点。因为这教学体制链的欠和谐, 使得我国大学生的实验基础、实践环境和实验经历不如西方发达国家。现阶段适当强调课程创新, 研究性、综合性实验改革的探索仍是必要的、重要的, 但过高的跨越阶梯会造成期望与现实的落差。作为基础教学实验内容的基础性、物理性、实践性与相对稳定性特点, 适当提高教学实验的起点、难度与综合性, 努力做好教学以充分展现该课程实验在培养学生、传授知识中的作用与影响, 才是对该课程培养人才、建造攀登科学高峰阶梯的重要性之最好证明。从长远看, 将课程“回归”到一门重要的基础课的目标定位, 也许是一个趋势。

五、构筑基础与前沿接轨的新实验体系

物理实验教学改革的切入点必须有利于培养具有深厚基础知识的创造性人才。参考课程目标的定位, 在充分考虑课程教学内容的基础性、物理性、实践性与相对稳定特点, 以 21 世纪科技发展及人才科学素质需求的角度来考虑构筑基础与前沿接轨的新实验体系。这就是我们的教学理念: 基础教学实验是金字塔的底, 科学实验是顶, 努力构筑一个完整的金字塔似的教学体系, 使底与顶能很好地接轨。

教学实验组织形式: 针对物理实验课程是以每个实验作为载体, 每个实验项目之间又有交叉及渗透。分析各独立载体间与各分支学科内容相互发展之综合性这一趋势, 考虑独立体与课程体系整体之间的定位联系, 同时也考虑教育学原则的循序渐进、逐步深化及实验课程的结构独立、内容自治的特殊性将课程体系科学的重组和关联。设计整合、组织合理有效地规划每一个独立的实验载体, 构筑具有有机联系符合科学发展规律的分级层次化新教学体系。

由基础性实验、综合性实验、设计性实验以及兼顾军事特色的创新性物理实验四部分, 建立多级开放实验室。可满足不同层次的学生自主学习和独立进行研究的需求,

再结合采用 CAI、Internet 网等现代教学手段, 形成多元化的立体式教学环境, 克服了实验教学长期受到课堂、课时限制的困扰, 使实验教学内容在时间和空间上得到延伸。

教学模式改革更新: 适当提高教学实验的起点与能力的综合性培养教学模式去引导实验设计思想的巧妙创新, 鼓励学生自主发挥、创造思维空间; 在课程体系设计中突出“严格训练、自主学习、创新实践”的理念, 采取渐进式的层次法教学模式:

1) 基础性物理实验是实验知识、能力、素质的基本训练阶段, 贯穿基本实验方法、数据处理基本方法以及基本仪器的使用, 对基本功、规范性进行把关, 教学指导突出“严”。

2) 综合性物理实验涵盖不同物理领域的内容和知识点, 综合多种实验方法和测量技术并贯穿关于科学实验的基本方法和思维方式, 主要培养学员综合运用实验方法和实验仪器的能力。

3) 在设计性实验中, 贯穿一些关于科学实验的基本方法和思维方式, 要求学生进行自主性学习, 比如如何选择课题、如何选择实验方法、如何选配实验仪器等。采取“启发式”和“因材施教”式的教学模式。此阶段为提高性阶段, 主要培养学生初步综合运用实验方法和实验仪器的能力和自主学习的能力。

4) 军事特色的创新性实验的内容和仪器源自于我校的自然科学基金项目、国防预研项目, 甚至是我军“杀手锏”武器项目的某些单元以及自研项目等。实验中需要涉及到力、热、电、光和近代物理技术的综合应用, 这对于拓宽知识面, 培养学生综合思维和综合应用知识及技术的能力, 培养自豪感、使命感及在军事斗争中认识、分析和解决实际问题的能力都大有帮助。

如此构筑的分级层次化新教学体系, 是否就符合 21 世纪科技发展规律, 是否是有利于培养学生去建造攀登科学实验的坚实阶梯, 达到构筑一个完整的金字塔, 使底与顶能很好地接轨这样的课程体系, 还需通过实践不断加以检验和完善。

[参考文献]

- [1] 何焰蓝, 丁道一等. 大学物理实验(第二版)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [2] 吴泳华, 霍剑青等. 大学物理实验(第一版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [3] 谢晓, 王祝盈等. 气轨上的磁阻尼效应实验[J]. 物理实验, 2005(11).
- [4] 朱鹤年. 基础物理实验教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.

(责任编辑: 彭安臣)