

基于能力培养的物理实验课程内容重塑

周 丽¹ 杨 硕² 刘金松¹ 王品乐¹

1. 海军大连舰艇学院基础部, 中国·辽宁 大连 116013

2. 辽宁师范大学物理与电子技术学院, 中国·辽宁 大连 116029

【摘 要】课程教学改革是院校强化内涵建设, 提高竞争力的核心内容。为了增强大学物理实验教学效果, 培养本科生的“科学实验能力和实践创新能力”, 塑造系统思维、思辨思维、创新思维。本文通过研读《关于一流本科课程建设的实施意见》和《理工科类大学物理实验课程教学基本要求(2023年版)》, 对大学物理实验课程内容的重塑重构提出了三个方向的改革思路和宏观思考, 希望可以探索出基础实验课程内容重塑重构的途径, 提高实验教学质量。

【关键词】两个能力; 实验课程; 重塑重构

2019年, 教育部发布的《关于一流本科课程建设的实施意见》中提出了要建设一批中国特色、世界水平的一流本科课程, 一批培养创新型、复合型人才的一流本科课程, 以及一批培养应用型人才的一流本科课程。优化重构教学内容与课程体系, 破除课程千校一面, 消灭“水课”, 立起课程建设新标杆。

2023年, 教育部高等学校大学物理课程教学指导委员会编制了《理工科类大学物理课程教学基本要求(2023年版)》。2023年版在保持2010版总学时不变的前提下, 优化经典物理内容, 加强现代物理内容的教学要求; 根据不同专业对大学物理课程的教学需求, 通过增设专题模块和专业课程教学开展对接; 充分发挥大学物理课程在课程思政中的优势, 探索大学物理课程思政教学, 加强大学物理课程思政案例建设。

大学物理实验作为一门基础实验课程, 实验内容涉及到力学、热学、电磁学、光学等多个分支, 实验手段需要运用电路、信号、机械等学科技术。课程可以为初入大学的学生提供系统的科学实验训练, 让学生学习多样化的实验方法, 掌握实验技能, 培养科学实验能力, 激励实践创新能力, 塑造学生的系统思维、思辨思维和创新思维。

本文以塑造本科学生科学实验能力和实践创新能力两个能力为根本出发点, 依托大学物理实验课程, 探索大学物理实验课程内容重塑重构的开展途径, 供同行参考借鉴。

1 建立“多层次、进阶式”的任务新体系

大学物理实验的学习过程是一个发现问题、提出问题

和研究解决问题的过程。教师授课过程一般围绕解决问题的思维流程设计教学思路, 掌握实验原理, 提供实验条件, 供学生完成。学生需要整理所学, 运用到解决实验问题的过程中, 这是一个知识转化为能力的实践过程。随着国家科技发展战略要求提高, 大学物理实验的课程教学内容必须相应的拓宽和加强。因此, 需要按照认知、求证、探究、创新的渐进式学习原理构建“多层次、进阶式”的实验教学任务新体系, 即围绕核心问题把实验任务按照基础—综合—进阶设置为三个层次^[1]。

基础任务是一个实验的根本要求, 内容的设置标准是所有学生都能在课堂上独立完成, 覆盖课堂学习内容的全部原理知识, 有操作流程和步骤。学生通过完成基础性任务, 可获得实验所需的物理概念、规律等理论知识。通过基础任务的操作过程得出实验结果, 完成理论与实验相结合, 可加深对知识的理解, 获得研究核心问题的初步方法; 增强研究物理的信心, 激发学习兴趣和积极性。

综合任务是基本任务的延伸, 内容的设置标准是让学生有余力的学生够一够就能完成, 需要给出关键性提示, 明确需要注意的问题。学生需要综合运用基础任务所获得的知识点和技能, 自主思考开展实验。综合任务是较高层次的技能训练, 在完成综合任务的过程中, 学生必然会遇到各种需要思考解决的问题, 需要对问题分析并制定解决方案, 依据方案再进一步在实验中实践。重复过往, 学生在不断解决问题的过程中使自己的问题解决能力得到提升, 创新思维能力得到锻炼。学生在完成综合任务的过程中,

教师要及时提供指导, 可以通过集中讨论、个例辅导等方式为学生提供必要的知识和技能支持。

进阶任务是实验任务的最高版本, 是与科学研究紧密结合的内容。内容设置的标准是学生可根据自己的知识结构、兴趣选择自愿参与。学生可以通过查阅资料开展研究, 根据自己的能力用团队合作形式完成进阶任务要求, 完成时间不限制于课内。最终要以科研论文的形式提交报告, 报告的重点是数据处理及对结果做出的分析。还需要写出实验过程中所用的操作方法和技巧, 解决实验中遇到问题的方法, 修正测量结果偏离的手段, 做实验的心得体会和收获等。进阶任务可做为课内实验的课后延伸, 教师在完成过程中需要予以研究指导, 以达到鼓励学生独立思考、提出问题、有所创新的目的。

2 打开“多系列、新领域”的内容新结构

大学物理实验现有的实验教学内容是伴随着物理学的演进和社会生产发展建立和发展起来的, 很多经典实验的思想和方法, 在帮助学生深入理解物理规律, 强化物理思想和学习方法, 培养科学素养方面起着不可或缺的重要作用。但是, 在信息量爆炸的时代, 科学技术日新月异, 各门学科地知识结构不断变化, 都伴随着与之相关学科的迅速发展^[2]。因此, 课程要在合理保留经典的前提下, 紧密联系科学技术发展前沿, 构建“多系列、新领域”的内容新结构。

教师要把蕴含经典实验技术或方法的实验按照某一主线整合, 通过丰富而又循序渐进的学习过程, 把系列落实到真实世界, 尽量贴近于应用且最高级的目标要设定为新质领域的应用。以大学物理实验中的电桥实验为例, 电桥不仅可以用于测量电阻这个基本电学量, 还可以配合不同的传感器件, 成为湿度、压力、湿度、位移等非电学量的转换测量电路, 因此在自动检测、自动控制领域的应用极为广泛, 是智能仪器仪表和传感器技术研究的重要组成部分。所以, 电桥系列实验可以按照平衡电桥、非平衡电桥、交流电桥设计系列内容。从单臂电桥测量中值电阻, 双臂电桥测量低值电阻这两个测基本物理量电阻的直流电桥入手; 进一步提升至配合应变式传感器、温湿度传感器, 从而成为实现力、位移、湿度、湿度测量的非平衡电桥; 最终扩展为配合电容、电感、放大电路的交流电桥, 从而解决铁磁材料特性研究、数

字酸度计设计等实际应用问题。

通过这种系列性的实验方式, 不仅让经典实验的内容变得丰富, 学生可以从被动接受转变为愿意接受。更重要的是可以让学生围绕一个问题展开思考, 如比较不同测量方法之间的联系和区别。这样不仅能加深学生对理论知识的理解, 还会激发探究心理, 开展积极的分析和探究, 最终解决问题。通过应用内容的拓展, 使学生开阔视野, 看到基础物理原理在工程技术等实际应用中的价值。拓展思维, 体会实验的思想、方法、手段对技术创新带来的帮助。

3 融合“多元化、新技术”的实验新手段

随着计算机技术和虚拟现实技术的普及与发展, 虚拟仿真实验正逐渐成为一种强大而有前景的教学工具, 成为教学中打开新的教学之门的关键因素。将虚拟仿真实验融入到大学物理实验教学中, 用虚拟仿真实验补充实物实验, 实现虚中有实, 实中有虚的“多元化、新技术”实验教学模式, 即丰富了实验教学手段, 又增加了实验学习的内容和时间, 可大大提高大学物理实验教学质量^[3]。

“多元化、新技术”模式要求基于虚拟仿真实验条件, 极大拓展实验课程体系内容。利用虚拟仿真, 可以把无法在实验室中呈现的物理情景, 如无重力、绝对零度的极端环境呈现。还能把一些实验条件由不可达变成可实现, 让传统教学与信息化新技术融合, 为实验教学注入新活力。如三线摆法测刚体的转动惯量实验为例, 现实实验中的三线摆的振幅受空气的阻尼会逐渐变小, 而仿真平台暂时无法模拟真实的有空气阻力存在的环境, 学生无法探究其周期是否会随时间而变化, 虚拟仿真系统中如果可以添加空气阻力等条件, 则实现与真实实验同样的效果。还可以将复杂项目转化, 提升体验感。如全息照相实验在教学中往往安排2-3人合组进行, 这是由于实验光路的搭建会影响拍摄结果, 若一个学生独立完成光路搭建, 费时费力, 稍不注意就会影响光程差, 无法获得拍摄结果, 这在一定程度上影响了学生实验的获得感。因此, 可采取“虚实结合”的教学方式辅助实物实验, 学生先在网上仿真实验, 体会光程差给实验结果带来的影响后, 再到实验室进行真实实验。

4 开展“精讲解、多实做”的教学新模式

随着新基本要求的实施, 实验教师的观念也要转变,

必须从过去的教学模式和思维定式中跳出来,用“培养能力,提高素质”去审视教学过程。教育学家陶行知说“能让学生学进去并且学会的老师才是好老师,能让学生学得快乐的课堂才是高效的课堂”。实验课教学内容要直扑解决实验问题的重点,实验过程要做到能由学生能单独完成的教师绝不参与,教师只在关键处抛砖引玉,也就是采用“精讲解、多实做”的教学新模式。

“精讲解”的前提需要教师认真钻研教学内容,梳理课堂所授知识点,找准重点、难点。精准选定突破口,解决重点,化解难。此外,需要将学生可以自主学习的基础知识移出课堂,在课堂上只简明扼要的讲授教学要点,引导学生理解和探究。为学生提供提问的机会,及时解答他们的疑惑。邀请学生分享自己的实验经验和想法,促进学生之间的交流和学习。“精讲解”后才将课堂时间归还给学生“多实做”,加大学生探究实做过程的质效。在精讲内容的引导下,学生完成实验的过程中,不仅要理解物理规律,掌握测量方法,掌握常规工具的使用。还要体会到实验仪器结构设计的巧妙之处。促进知识、方法的巩固及实验能力的提高,进而使精讲的意义更加突出,实验的作用更加明显。教师要巡回指导“多实做”,及时发现和解决学生遇到的问题。纠正操作不规范的学生,确保实验安全和结果的准确性。

5 创建“多元化、全过程”的实验评价体系

大学物理实验的评价体系需要综合实验各方面的表现,包括实验前对知识的掌握、实验操作技能、数据处理能力以及实验报告撰写等。重结果的评价体系过于关注实验报告和最终数据结果,学生操作不规范,但实验报告准确,也能获得较高的成绩,无法真实反映学生的实际能力和学习态度。“多元化、全过程”的评价体系需要老师不仅关注最终成果,还需要对学生在实验过程中的表现进行全面评估,包括考察学生在实验前对实验原理的理解程度、仪器设备的准备情况,实验过程中操作的规范性、对突发情况的应对能力,以及实验后对数据的分析处理和实验报告的撰写质量等。这样能避免仅因一次实验结果不理想就否定学生的全部努力,更真实地呈现学生在实验各环节的实际能力。

“多元化、全过程”的创建的前提是降低验证性实验

结果的评价,增大创新性实验任务的评价途径。这样的评价需要老师在上课时需要更多的关注学生自主学习、自主探究、自主解决问题的过程。可以从学生的实验操作是否规范,实验进度是否按要求完成,实验结果是否准确,数据处理是否严谨,整理习惯是否优异等方面进行分项评分。这样可以迫使学生必须认真地对待实验,不要仅注重实验报告,还要进行数据分析,开展实验总结,找出实验结果偏离标准值的原因,尝试提出改进实验方法的措施。学生由原来只关注结果逐渐向关注过程转变,激励学生大胆创新。其次,评价要求的设置要有一定的弹性和灵活性,即可以适应一般的不同实验项目的特点和要求。对于一些探索性较强、结果具有不确定性的实验,只要敢于探索,即使实验结果不够完美,依然可以得到好的成绩。

随着时代的发展,传统的大学物理实验课程内容逐渐显露出一些不足。新时代对人才的要求更加注重创新能力、实践能力和综合素质。基本要求指导下的高等院校大学物理实验课程内容重构重塑,以适应新时代对人才培养的要求,是一项势在必行的系统工程。课程内容的重构重塑是一个不断探索和改进的过程,需要持续关注教学效果,及时调整和完善实验内容、教学模式、评价方法。这些改革需要广大实验教师、学生和教学保障部门的协同开展工作,教师需要多借鉴国内知名大学成功经验,不断探索符合院校新模式和创新渠道,以适应新时代对人才培养的要求,才能取得应有的成效。

参考文献:

- [1] 教育部高等学校大学物理课程教学指导委员会. 中国国家版本馆CIP数据核字(2023)第132692号,理工科类大学物理实验课程教学基本要求[S]. 北京:高等教育出版社,2023. 08.
- [2] 胡蔓等. 面向创新人才培养的高校实验室建设改革[J]. 实验技术与管理2019(4): 15-18.
- [3] 王旗,朱盼盼. 物理虚拟仿真实验教学中心建设与实践[J]. 大学物理实验,2018, 31(4): 121-123.

作者简介:

周丽(1981.10—),女,汉,山东莱阳,高级实验师,研究方向:大学物理及物理实验教学与改革。