

基于能力培养的应用型本科物理实验教学模式探索*

曹显莹 曲 阳 郭春来

(哈尔滨石油学院实验中心 黑龙江 哈尔滨 150000)

(收稿日期:2019-08-26)

摘 要:通过对传统大学物理实验教学现状的分析和讨论,针对目前大学物理实验课程的教学模式进行研究,在遵循实验教学自身规律的前提下,构建“模块化”实验课程教学模式,从而改善课程结构,为培养学生解决具体问题的实践能力和创新思维提供针对性的训练;并采用“启发式”“问题式”的教学方法和多样化的考核评价标准,对于不同专业、不同基础、不同背景的学生进行差异化教学,建立以人才培养为核心的科学教学体系,进一步提高大学物理实验课程的教学质量和效果。

关键词:大学物理实验 模块化 教学改革 自主性培养

应用型本科院校旨在培养面向生产、建设、管理、服务第一线,能直接从事解决实际问题、维持工作正常运行的高级应用型专门人才.应用型本科教育培养出的理想人才是:理论知识的掌握达到普通本科教学大纲的基本要求,实践能力超出普通本科院校的平均水平^[1].

大学物理实验作为一门基础学科,是大学生进行自主学习、培养科学素质和创新意识,为后续课程及科学研究打好基础的第一步,在应用型人才培养方面起着至关重要的作用^[2~3],但现今的应用型本科院校,大学物理实验却面临学分、学时不断压缩的局面,已经无法承担起培养学生创新能力的作,并且在教学上仍然采用传统的教学模式^[4],尽管对学生的基本实验技能培养方面起到了显著的效果,但却不利于学生主观能动性的发挥和创造性思维培养,更不能满足创新人才培养的需要。

近几年来,本实验中心一直致力于改革大学物理实验课程的教学模式,建立“慕课平台、微信公众平台”,将“慕课”引入物理实验课堂^[5],学生通过信息平台实现在线预习,课堂部分引入“问题解答”模式,成绩评定部分引入“CDIO 工程教育”模式^[6],该模式代表构思(Conceive)、设计(Design)、实现

(Implement)和运作(Operate),通过这种教学模式,充分调动了学生学习的积极性,养成良好的思维习惯.但是,基于目前的教学模式,仍然存在以下几个问题:

(1) 教学模式“单一化”“一刀切”^[7]. 大学物理实验是我校理工科学生的必修课,各专业学生每学期所修的实验课程相同,学生无法针对自身专业的特点对实验项目进行选择,加之,学生的物理基础参差不齐,在接受知识方面、思维能力以及动手能力也不同,因此采用“单一化”“一刀切”的教学模式,往往容易出现基础好的学生“吃不饱”,而基础差的学生“不消化”的情况,从而导致部分学生厌学、弃学,不及格率偏高等现象。

(2) 教学内容单一,教学手段老化,形式呆板,缺少学生自主思考过程,对培养学生的动手能力和独立思考能力收效一般。

(3) 评价主体过于单一,评价内容重知识轻能力,评价功能缺乏激励。

针对以上出现的问题,在现有教学模式基础上,构建新的实验教学模式,在遵循实验教学自身规律的前提下,改善课程结构,注重与专业的相互衔接和内容的系统性,为培养学生解决具体问题的实践能

* 黑龙江省教育科学规划 2018 年度青年专项课题研究成果, GJD1318016

作者简介:曹显莹(1984-),女,硕士,讲师,研究方向为凝聚态物理,大学物理实验教学。

力和创新思维提供针对性的训练,同时,努力提升实验训练的效率,使学生能在有限的时间内,具备更扎实的实验能力和良好的思维习惯。

1 大学物理实验课程教学模式改革

1.1 构建“模块化”物理实验课程教学模式

我校的大学物理实验课程是理工科专业学生的必修课程,目前,大学物理实验课程面向6个院系的学生授课,总人数为1000多人,每学期开设10个实验项目,第一学期开设的实验课程为基础物理实验,包括力学实验、热学实验及较少的光学实验,第二学期开设的实验课程为基础性物理实验+综合性物理实验,其中基础性物理实验包括电学实验和光学实验,综合性实验涵盖有力学、热学、电磁学、光学等相关物理知识。为了解决目前教学模式出现的问题,打造大学物理实验课程多元化、分层次的教学模式,实现因材施教,具体措施如下:

(1) 增设实验教学模块。教学模块分为基础性物理实验、综合性物理实验以及设计性物理实验,每个教学模块设计多个可选单元,如基础性物理实验分为4个教学单元,分别为力学实验、电学实验、光学实验、热学实验,每个单元开设4~6个实验项目,每个实验项目配有简介,包括选修实验项目的数量、专业的相关性、完成实验的目标要求、难度指数、学时分配以及人数限制等,学生可通过提供的简介信息自由地选择适合自己的实验项目,并将3个教学模块分配不同的分数,避免学生只选择单一的实验模块。

(2) 增加设计性实验。将设计性实验设为选修课,教师提供题目,学生从众多的题目中选择自己感兴趣的实验项目进行研究,以小组为单位,学生需要自主设计实验,通过查阅资料,根据实验原理,设计方案,选择仪器,设计数据表格,选择数据处理方法,写出设计实验方案,根据实际实验条件,进行实验测量,给出实验结果,提交比较完整的设计实验报告。将设计性实验赋予更多的学时和分数,吸引一些拔尖的学生和感兴趣的学生,让这些学生充分体现自身的学习能力,经过设计性实验的训练,培养学生的科学思维能力,从而提升学生的实践能力和创新意识。

识。

(3) 将基础性实验与拓展性实验相结合,增加课堂内的实验内容。将一个实验内容扩展到2~3个,实验内容的难度逐级递增,充分激发学生的主动性和积极性,启迪学生的科学思维,感受物理实验所带来的乐趣,同时也为设计性实验做好准备。

1.2 建设大学物理实验在线学习课程

(1) 误差与数据处理基础知识课程

大学物理实验一般分为基础性实验、综合性实验和设计性实验3个逐步递进的层次。在基础性实验阶段主要是学习基本的实验知识、锻炼基本的实验技能,如不确定度概念及评定方法、数据的测量及处理方法、实验仪器的使用和调节技术等^[7-8]。

近几年,我校大学物理实验面临着减少学分、课时不断压缩的局面,导致在课堂上教师无法详细地讲解有关数据处理的相关知识,使得学生在独自面临数据处理、分析实验结果时无从下手。所以为了补充学时不够的情况,我们在实验课的第一学期开设物理实验基础选修课程,课程名称为“误差与数据处理基础知识”,课程内容包括误差的概念、测量结果与不确定度的评定以及计算机数据处理软件的使用(包括Origin, Excel等),学生通过此课程的学习,能够在课堂上独立进行数据分析,探求所得结果的物理原因。

(2) 物理建模、研究方案设计课程

经过一学期的基础性实验的训练,第二学期开设的实验课一般为综合性实验和设计性实验,为了学生能够更好地适应综合性实验和设计性实验,我们开设的课程为“物理建模”及“如何做好设计性实验”,“物理建模”课程的内容为物理仿真软件的使用,如Sim Ion, Zemax等,通过虚拟仿真,使学生更快地达到相关的训练目标,让学生了解工程设计软件在解决具体问题中的价值,并掌握相关软件的操作和使用,为后续发展打下扎实的基础。

在“如何做好设计性实验”中,我们将对典型的课题进行剖析,向学生揭示模型化思维的过程,研究方案设计中的逻辑,并通过若干课题,循序渐进地让学生实践研究方案的自主设计,研究工作和创新实践中的逻辑思维。

我们的课程将以视频教程、PPT的形式上传到实验中心自建的信息平台上,视频的内容包括教授内容的知识图谱、教学目标、教学内容以及相关的小测试,学生在观看过程中,适当地插入问题环节,在学生回答出正确答案后方可继续观看视频,使学生在在学习过程中实时清楚所学的内容,与此同时,还可以通过记录学生的学习轨迹对学生生成形成性的诊断,了解学生困难的症结所在。

1.3 构建“启发式”“问题式”课堂教学模式

以增强学生科学素质、提高学生科学思维意识为准则,通过改善教学模式,使学生由被动学习转变成主动学习,进一步提高大学物理实验教学质量和教学效果,本文改革的课堂教学路线如图1所示。

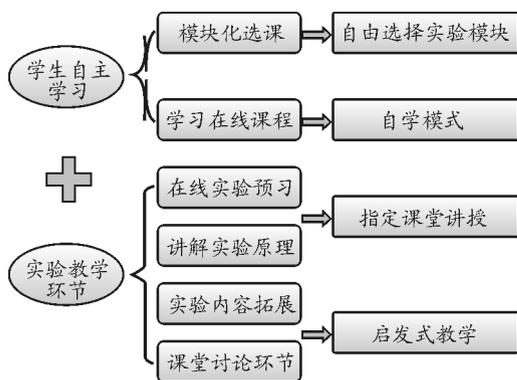


图1 大学物理实验教学模式改革方案

1.3.1 课前预习环节

学生通过信息平台、微信公众平台实现课前预习,通过嵌入式视频教学课程完成实验背景、实验原理、实验内容的预习,并完成在线答题,答题分数即为预习分数。

1.3.2 课堂实验教学环节

(1) 教师讲解实验原理及仪器的使用

由于学生物理基础知识参差不齐,所以教师还需要详细地讲解实验原理中所涉及的理论知识,学生只有在完全理解理论知识的基础上才能得到正确的实验现象和实验数据。教师在讲解实验仪器使用时,由于大多实验仪器都为“黑箱式”,学生无法了解该实验仪器的工作原理,从而制约着学生实验能力的提高,为判断得到实验结果的误差来源增加了难度,那么教师可以有选择性地将实验仪器进行解剖,向学生展示该实验仪器的内部结构,为学生能够自

己搭建实验仪器做基础,也为后续的设计性实验选择合理的实验仪器做储备。

(2) 教师布置实验任务,学生按要求进行实验操作

基础性实验大多数为验证性实验,实验内容简单。学生首先根据实验讲义完成实验操作,得到现象和数据,并尝试得出现象和数据背后的物理规律。实验过程中,学生需要学习并熟练运用各种实验操作技能,如正确调节仪器、合理读取数据等。为了让学生能够在课堂上“多玩一会”,我们将基础性实验与拓展性实验相结合,将一个实验内容拓展成2~3个,例如,在“用落球法测量液体的黏滞系数”的实验中,学生按教师的要求完成测量常温液体黏滞系数,然后在教师的启发下,尝试测量变温液体的黏滞系数,此时,学生需要独立地设定温度区间,设计测量表格,进行数据处理与结果分析。对于物理基础较差的学生,我们可以为其提供一张实验内容提示卡,卡上带有简单的实验内容(如温度区间的选择、温度差)、操作步骤、测量的表格及需要处理的数据信息等。

(3) 课堂讨论环节

“启发式”“问题式”课堂教学模式还体现在学生完成实验后,由教师提供2~3个问题来进行讨论。讨论的问题既要考虑学生的学习兴趣,也要考虑学生的学习能力,这样才能激发学生在讨论中的活跃程度,例如,在“空气比热容比的测定”实验中,我们使用两种实验方法(绝热膨胀法和振动法)对绝热系数进行测量,根据实验的重点和学生普遍出现的问题设计了3个问题供学生讨论:

1) 绝热膨胀法中,提早或推迟关闭放气阀,对实验结果有何影响?何时关闭放气阀更可靠?

2) 比较两种测绝热系数的实验方法,哪种误差要小些,为什么?

3) 实验中如果环境温度改变,对实验结果有何影响?

通过学生的解释和总结,教师做最后的点评,指出正确的方面,让学生形成系统的知识框架。通过讨论环节,激发了学生学习的兴趣,提高了学生的学习主动性。

1.4 构建多样化成绩考核评价标准

学生成绩评定既是重要的教学环节,也是检查教学质量的重要手段.科学、合理的成绩评定方法具有良好的导向作用,对于引导学生达到预定的教育目标,全面了解学生的学习效果,提高学生学习的积极性、主动性,改进教师的教学方法等都有重要意义^[8].

我们将物理成绩的考核制度分为两种不同的形式,如图2所示,不选修设计性实验和选修设计性实验的考核制度,其中不选修设计性实验的成绩考核由预习成绩、教师考核组成,预习成绩占总成绩的10%,教师考核占90%,其中教师考核包括实验操作和数据处理部分,教师按每个实验项目的实验操作与数据处理的难易程度,分配不同的比例.对于选修设计性实验的成绩考核由预习成绩、教师考核和团队互评组成,预习成绩占总成绩的10%,教师考核为60%,团队互评为30%,其中团队互评指标包括独创性、工作量、完成度和课堂展示4个方面,这样避免团队内个别学生不参与、无作为的情况发生,保证在设计实验、实施方案、解决方案问题时每个学生都能分工明确,共同完成实验,最终得到正确的实验结论.优秀的实验项目最后可以通过展板的形式展出或将其放到信息平台上,方便学生交流经验,大大提高了学生的积极性,这种考核制度不仅考查了学生的思维能力和动手能力,也培养了学生的合作意识.

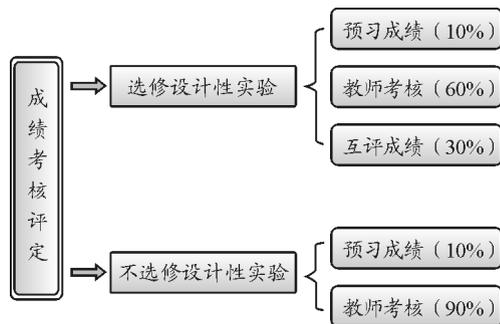


图2 成绩考核评定方案

2 大学物理实验教学模式改革的实践教学

以2017级自动控制工程学院的学生为实验对象,总共6个班级,总人数为180人,据统计,有80%的学生选择的实验课程以基础性实验和综合性实验为主,20%的学生选修了设计类实验课程,其中,90%的学生选择基础类实验课程单元以光学实验和力学实验为主.

表1是针对空气比热容比的测定实验课实验操作成绩的统计,通过表1可以看出,通过实验内容的拓展,提高了学生的动手操作能力和思维逻辑能力,独立完成实验的学生逐渐增多,成功地调动了学生的积极性,并且通过提交的实验报告单也反映出学生处理数据的能力逐渐提高,不及格人数从25%降到10%,优秀率提高了10%,说明在新教学模式下,教学质量有所提高.

表1 自动控制工程学院6个班级实验课操作情况统计表

学期	不会操作 实验人数		需要指导实 验操作认识		独立完成实 验操作人数	
	人数/人	占比/%	人数/人	占比/%	人数/人	占比/%
2017—2018 年第一学期	24	13	96	54	60	33
实验操作环节	6	3	30	17	144	80

3 结论

本文针对现有的大学物理实验教学模式存在的问题,在遵循实验教学自身规律为前提,构建模块化的教学模式,改善课程结构,注重与专业的相互衔接和内容的系统性,为培养学生解决具体问题的实践能力和创新思维提供针对性的训练.同时采用“启发式”“问题式”的教学方法,提升实验训练的效率,

使学生能在有限的时间内,具备更扎实的实验能力和良好的思维习惯.

参考文献

- 高兴茹,倪苏敏,宗广志.应用型大学物理实验教学体系的改革与探索[J].北京联合大学学报:自然科学版,2011,25(3):86~88
- 张凤琴,林晓珑,王道.创新人才培养下的大学物理实验教学改革创新[J].大学物理,2017,36(3):36~39
- 韩太坤,祁玲敏,陈海波,等.基于应用型人才培养的大

基于现代信息和核心素养的物理实验教学设计

——以“单分子油膜法估测分子的大小”为例

李 喆

(上海市莘庄中学 上海 201199)

(收稿日期:2019-07-12)

摘要:物理教学离不开实验教学,本文基于物理学科核心素养,着重探讨教育信息化背景下“单分子油膜法估测分子的大小”一课的创新设计和教学实践,并指出设计意图和亮点之处,从而优化物理实验教学。

关键词:核心素养 实验教学 电子书包

物理学科核心素养的形成需要以具体的学科内容为载体,通过设计适切的教学过程,使学生在解决实际问题过程中不断积累知识、提高能力,最终转化为自身的核心素养。物理是一门以实验为基础的学科,信息技术与课堂教学的深度融合,为学科核心

素养的有效培养提供了技术支撑和实施路径。本文以上科版“单分子油膜法估测分子的大小”学生实验为例,进行了学科实验教学的深度融合与探索。

下面,作者分别从设计思想与背景、教育流程与设计意图、教学理念与反思等方面进行阐述。

学物理实验教学改革探索[J]. 教育现代化, 2017(33): 93 ~ 95

4 刘金环. 大学物理实验教学模式改革与建设研讨[J]. 大学物理实验, 2005, 18(1): 72 ~ 74

5 王庭槐. MOOC:席卷全球教育的大规模开放在线课程[M]. 北京:人民卫生出版社, 2014

6 樊娟, 张国恒, 李小勇, 等. CDIO 工程教育模式在大学物

理设计性实验中的应用[J]. 物理实验, 2016, 36(2): 29 ~ 32

7 严非男, 陈俊, 童元伟, 等. 大众化教育形式下大学物理分层次因材施教的实践与探索[J]. 高教学刊, 2016(18): 45 ~ 46

8 李曦雯. 应用型大学物理实验学生成绩评定方法的改革[J]. 大学物理实验, 2017(1): 134 ~ 137

Exploration on Experiment Teaching Model of Applied Undergraduate Physics Based on Ability Training

Cao Xianying Qu Yang Guo Chunlai

(Harbin Institute of Petroleum, Harbin, Heilongjiang 150000)

Abstract: Through the analysis and discussion of the status quo of traditional university physics experiment teaching, this paper studies the teaching mode of the current university physics experiment course, which is based on the premise of experiment teaching itself. This paper builds a "modular" experimental course teaching model to improve the curriculum structure and provide targeted training for students to develop practical skills and innovative thinking to solve specific problems; And it adopts "heuristic", "problem" teaching methods and diversified evaluation criteria to differentiated teaching for students of different professions and different foundations and different backgrounds, thereby, the teaching quality and effectiveness of the university physics experiment course were improved.

Key words: university physics experiment; modular teaching mode; teaching reform; self-cultivation