



大学物理实验教学效果的若干方法和手段的探讨*

钱 霞

(聊城大学物理科学与信息工程学院 山东 聊城 252059;
山东省光通信科学与技术重点实验室 山东 聊城 252059)

(收稿日期:2019-02-26)

摘 要:大学物理实验是理工科学生重要的基础实验课,文中从知识的类型和学习的角度论述了大学物理实验教学的性质和特点,探讨了提高大学物理实验教学效果的方法和手段.

关键词:大学物理实验 知识类型 知识学习

1 大学物理教学的组成及作用

物理是研究物质结构、物质相互作用、自然界物体运动规律的一门学科,抽象性、高度模型化、高度理论性是它的显著特点.同时,物理学是一个多方面的学科,是一个活的科学,不是一个死的科学,不是整天在公式里打滚的学科,是一门以实验为基础的自然科学,有着重大的实践性与应用性.很多理论的诞生建立在实验的基础上,实验纠正了人们很多错误的思想,证实和指引着理论,带给人们理解物理学的直观性和可操作性.

物理概念的本身也包含着物理实验技能、物理研究方法的含义.同所有其他基础学科一样,物理学研究具有两重性:一是在理论层面对物理学知识体系的构建与完善,主要包括理论推演、计算模拟、实验检验等环节;二是在技术层面对已掌握的物理规律的挖掘与应用,主要包括与物理有关的专利设计、仪器制造、工业生产等,涉及航空、航天、医学、电气、工程、计算机等社会领域.在物理教育中,前者称为物理教育的学术目的,后者称为物理教育的社会目的^[1].

大学物理是理工科专业学生的一门必修基础课,是学习其他专业课程的基础.大学物理教学的成功与否很大程度上会影响和决定学生对于物理知识的认知、理解和应用.大学物理课包括理论课和实验

课,物理知识的传授主要通过课堂教学和实验教学.在课堂教学上,主要以教师讲授,学生听课为主,学生通过听讲获得理论知识.在理论课堂上,学生在听教师讲课时,没有直观的教具帮助,而是通过想象建立起物理原理、现象、过程和规律的合理图像,通过大脑的建构,形成抽象的理论模型.在这过程中,记忆起了很重要的作用,也可以说,很多内容是以记忆的形式存储在大脑中,而并没有被深刻理解.实验课则具有和理论课不同的特点.在实验课上,学生直接接触、理解并应用物理知识,实验本身所具有的直观性、可操作性等特点决定了实验课与理论课的不同特点,它对物理教学的促进作用不可忽视,对培养学生的动手、理解并应用物理知识的能力有着不可否认的推动作用.

在很多高校,实验课是培养学生实践能力和初期科研素养唯一的途径,提高实验教学效果应该是各院校普遍需要重视的问题.本文将从知识的类型和学习的角度论述大学物理实验教学的性质和特点,探讨提高大学物理实验教学效果的方法和手段.

2 大学物理实验教学的性质及特点

教育心理学指出,知识是学生学习的最基本内容,通过知识的学习,学生获得为了自身的生存和发展所必须的各种经验,并在这一过程中逐渐形成各种态度和能能力.知识不单单是对各种事物的了解,还

* 聊城大学实验技术研究项目,项目编号:26322170233

作者简介:钱霞(1974-),女,副教授,主要从事凝聚态物理和大学物理实验教学研究.

包含了运用知识解决问题的技能。

关于知识的学习,在杜威的“做中学”(Learning by doing)理论中指出:人们应当“从做事里面求学问”,在做的过程中发现和发展自己,从“做中学”增添新的更有意义的经验.教育必须建立在经验的基础上,教育就是经验的成长和经验的改造,学生从经验中产生问题,而问题又可以激发他们去探索知识,产生新观念.有教育功能的经验,不同于“呆板的活动”(不能自主的机械动作)和“无恒的活动”(毫无目的,不顾将来结果的活动)，“把目的(即结果)与过程视为一件事”，活动的经验是占用时间的,它的后一步就是完成它的前一步,后面的结果就表现出前面的目的,这种完整经验使人掌握良好的行为模式(习惯)^[2].根据建构学习观点,知识的获得不是一次性完成的,知识的获得与知识的应用也不是绝对依次进行的.知识的学习可以分为知识的生成与理解、知识的整合和深化、知识的应用与迁移3个阶段,所有阶段的知识学习都遵循知识的双向建构和双向迁移的过程,往往是在应用的过程中被获得、理解、深化和整合的,同时,学习者在学习过程中具有主动性^[3].

根据杜威的“做中学”(Learning by doing)观点,大学物理实验恰好就是学生做而获得经验的过程,是经验的成长和改造过程.实验过程中学生反复主动学习与应用,遇到各种问题,通过旧经验,带着问题,解决问题,获得新经验,获得学问.在实验课堂上,实验原理通常是书本上的,学生在理论课堂听讲得到的理论知识;实验进行中,学生必须亲自操作各种实验仪器,要求学生必须学会掌握仪器的操作及使用方法;在记录数据和分析数据时,学生必须学会运用数据运算分析方法;当学生得出实验结论时,也必然又要用到课本中的理论来解释实验结果和实验现象;完成实验后,学生解决了问题,获得了实验能力和实验技巧.从整个实验过程中,可以看到几种类型知识学习和迁移的体现.学生首先要利用书本上学到的间接知识,通过在实验中亲身体会,学到了直接知识;学生在实验中直接体会、理解并应用带有理论性色彩的显性知识,但同时,他们亲自动手实践,也得到了隐性知识——实践知识;在为了达到实验目的、解决问题的过程中,学生一步步地把陈述性知识——实验原理、仪器原理、运算规则,转化成程序

性知识——仪器的操作、数据的运算、实验结果的分析,获得最终的程序性知识——实验能力.对于每一个学生,实验的整个过程,从对实验原理的理解、仪器的操作到原始数据的记录及处理、结果的分析无一不反映他对陈述性理论知识的掌握程度,而利用程序性知识,成功的完成实验,甚至不太成功的完成实验又反过来会促进他对陈述性理论知识的理解与认知.通过实验,学生把理论课堂上以记忆的形式存储下来的知识在实验课堂上提取、释放和运用;通过实验,学生把抽象的知识具体化;通过实验,学生头脑中的物理符号、物理概念有了确定的意义;抽象的概念和复杂的过程通过物理实验直观显现.通过实验,学生直接认识物理和物理的应用.

3 提高大学物理实验教学效果的若干方法和手段

大学物理是理工科学生重要的基础课,是学习其他专业课的基础.在大学物理教学中,大学物理尤其是一门繁杂、抽象、建立在数学工具上、用各种数学公式来表达物理思想和物理过程的课程,这决定了学习这门课的难度,而大学物理实验对物理教学的推进作用不可忽视.但是,由于各种主客观条件限制,大学物理实验教学中还存在很多问题,这种促进作用并没有完全发挥.对于物理,当前相当多的大学生第一反应还是如何应对考试中的试题,头脑中的物理是一个个抽象的概念和复杂的公式,并没有真正理解到物理的含义、意义和重大的应用价值.所以,我们必须寻求提高大学物理实验教学效果的有效方法和途径.

现在很多高校强调实验的复杂性、高难度性,强调设置多层次教学、开放式教学,但是往往要受到学时、实验空间和师资力量限制,而基础性实验也蕴涵了物理的强大含义,也可以引起学生对物理的兴趣,在传统教学中也可以开辟新途径来提高大学物理教学效果.

首先可以利用知识的迁移性,深挖基础性实验,加强实验内容与理论内容的紧密结合.由于受到学时的限制,大学物理的实验个数是有限的,而理论内容却很多,所以可以在实验内容上合理编排,增加内容含量,增加体现物理思想和方法的实验内容,运用物理科学发展中形成的先进思想和方法进行研究和探索,实验的目的不止于得到实验结果或结论,而更

在于学会运用物理思想和物理方法,利用实验之间及不同层次实验之间的相互迁移,让学生在遇到某原理、原则适用的背景时,能脱离学习原理、原则的背景而把握其实质,并能准确地运用原理、原则去学习新知识和解决新问题,把陈述性知识与程序性知识紧密联系起来。

在教课中,要为迁移而教,要整合实验内容,把各独立的实验内容整合起来,鼓励学生把内容相关的实验联系起来,把某一实验中学到的知识点运用到其他实验中,加强知识联系,相互分析、解释、进行联想;展现物理科学在其他专业领域的应用,使学生有意识地将物理知识应用到实践中,解决实际问题;实验的过程可以采用理论——实验——应用——理论——实验——应用的模式,让学生认识到物理的理论性、实践性、应用性,在应用中加深对物理的理解。比如,在进行偏振光的观察和测量实验时,增加“马吕斯定律的验证”和“圆偏振光和椭圆偏振光的获取与检验”,加入“生活中的偏振现象观察”等拓展性实验内容,这样即能使学生熟悉起偏器和检偏器,又能对光的偏振有一个深入的认识,进一步了解了光的偏振在实际生活中的应用。

在大学物理实验教学中,如果学生真正完成实验并且确切领会实验背后的含义,不但会获取物理的知识,而且也会提高实践能力。但是,在很多情况下,学生看不到实验的意义,没有兴趣,这里面体现出教学方法中不合适的地方,教师要转变教学的方法。根据杜威的“做中学”(Learning by doing)理论,实验应该是学生主动地、探索性地、创造性地做而获得经验的过程,是经验的成长和改造过程。所以,教师在教学中处于“主导”地位,学生按照讲义或者教师的讲解亦步亦趋模仿的模式要改进。在原有这种模式中,学生完全跟着教师的思路走,没有进行积极的思考,没有自己的理解与认知,关心的是实验结果,然后才是实验过程,探索更少,而最后对整个实验的描述仅以实验报告的形式完成,在编写实验报告时,原始数据是由学生自己亲自获得的,而其他部分,包括原理、实验步骤等很大部分内容都是由学生抄写完成,并且最终的实验分析几乎就没有,这样的实验没有达到促进学生深刻认识物理概念含义和物理过程意义的目的,更别说能够形成自己独特的对实验的认识。所以一定要让学生真正地“做并思

考”,真正理解每一个实验的含义,对某些实验,可以让学生独立的查阅资料、搜寻实验原理及需要遵守的规则,探索性完成实验操作过程、数据分析,得出结果后,独立利用理论课堂上学到的理论或通过互联网等手段查找到的相应知识点对实验结果进行分析解释,最终,完成对整个实验的理解,实验结论也不应该全部为实验报告的形式,而要采取小论文的形式或设计性方案的形式,要求学生不要一味抄写而是要变成自己理解,有自己的认识 and 观点;即便对于验证性实验,也要增加学生独立思考和分析的环节;在课堂上不能完成的实验环节可以在课下完成,这就可以打破学时和实验空间的限制;为了使实验结论更加科学,在数据处理时可以引入计算机软件,这样的一些手段对于学生理清实验头绪、形成自己的分析和认识有着巨大帮助,对于进行研究性实验、撰写研究性论文也大有帮助。

在这里,我们以 RLC 电路特性实验为例进行探讨。这个实验有很多的知识点,首先,电阻、电容、电感是生活中常用的器件,可是,学生对电容、电感的认识仅仅停留在课本中,对它们在直流电路和交流电路中的特性可以背诵下来,却没有深刻理解,所以,通过将电阻、电容、电感的不同组合,接入正弦稳态交流电源或者方波电源,可以构成各种 RLC 交流电路,在这些电路中,通过电阻、电感以及电容上的电流与加在它们上的电压随着时间或频率的改变而改变,学生通过观察这些实验现象,就会对电容、电感有深刻的认识;另外,这些电阻、电容和电感的组合有着非常重要的应用价值,在很多电子线路中要用到这些元器件,所以,学生在了解了 RLC 电路的各种特性,比如谐振特性、暂态过程、幅频特性、相频特性等特性,就可以进一步理解这些电路在电子仪器比如收音机中的应用,这对于学生理解物理知识有非常大的促进作用;在 RLC 电路特性实验的进行过程中,教师指导学生完成实验,但在学习的过程中也要加强学生的主动性学习,比如自己连接电路,自己分析实验结论。另一方面还要求学生课下查询有关 RLC 电路的应用知识点,将实验与应用结合起来,就会将该实验课程的教学效果大大增强。

提高大学物理实验教学效果以促进大学物理教学是非常有必要且有重大意义的,作为一名长期从

(下转第13页)

才培养体系的构建与思考, 实验技术与管理, 2016, 33(12): 13 ~ 16

7 李曼丽. 用历史解读 CDIO 及其应用前景. 清华大学教育研究, 2008, 29(5): 78 ~ 87

Exploration on Building Physics Experiment Center into University Student' Innovation and Entrepreneurship Base

Luo Le Sun Wei Qiu Jihong

(Electronics and Applied Physics School, Hefei University of Technology, Hefei, Anhui 230009)

Abstract: In view of the problems in innovation and entrepreneurship education and the problems in physics experiment teaching, the students innovation and entrepreneurship base was built in the physics experiment center in order to develop innovation and entrepreneurship education. The students were organized to develop physical experiment instruments and simulation experiment courseware in order to cultivate students' ability of innovation and entrepreneurship. Practice has proved that students' innovative and entrepreneurial abilities can be effectively cultivated with the help of these activities. The teaching quality and teaching level of physical experiment course were improved effectively with the help of these activities.

Key words: innovation and entrepreneurship education; physics experiment center; base construction; instrument development; development of simulation courseware

(上接第 6 页)

事大学物理实验教学的教师, 在这里谈一下这些年对实验教学的体会, 希望能引起大家的共鸣.

参考文献

1 张杨, 张立彬. 中美一流大学物理教育理念之比较. 世界

教育信息, 2012(10): 35 ~ 39

2 [美] 杜威. 经验与教育. 北京: 人民教育出版社, 2005

3 陈琦, 刘儒德. 当代教育心理学. 北京: 北京师范大学出版社, 2007

Discussion on Several Methods and Means of the Effect in University Physics Experiment Teaching

Qian Xia

(School of Physical Science and Information Engineering, Liaocheng University, Liaocheng, Shandong 252059; Key Laboratory of Optical Communication Science and Technology of Shandong Province, Liaocheng, Shandong 252059)

Abstract: College physics experiment is the most important basic experiment subject for polytechnic college student, in this paper, the property and character of the college physics experiment subject is probed into from the point of view of knowledge type and learning, and also several means to improve the teach effectiveness of college physics experiment subject are probed into.

Key words: college physics experiment; knowledge type; knowledge learning