

对大学物理实验教学的思考、改革与实践

陈 佶 霍剑青[†]

(南方科技大学物理系 深圳 518055)

2017-12-26收到

[†] email: hjq@ustc.edu.cn

DOI: 10.7693/wl20180607

大学的基础物理教学,分为理论课教学和实验课教学,两种教学是独立运行的。理论课教学是以知识传授为主,培养学生的理论思维方法;实验课教学则是要求学生掌握一些基本的技术,以动手为主,培养学生形成理论结合实际思维,使学生具备初步的研究和应用开发能力。这些年来物理教学出现的问题是学生毕业后在研究和应用开发上感到无从下手,没有思路。虽然理论学的很好,但遇到实际问题不会用科学理论的思维去分析,也无法用适合的理论或实验技术去解决问题,而是依靠用直觉去猜的办法。在人才培养上出现“高分低能”、“知行不一”的现象,学生没有形成理论联系实际的思维。针对这个问题我们对理论教学和实验教学进行了调查和比较研究,对中国科学技术大学200名理工科毕业生进行问卷测试,要求学生填写已学过的物理理论课程章节和已做过的物理实验名称,各填写20项,统计结果见表1。理论课的记忆率为77.8%,实验课的记忆率为22.1%。如果按学生做过的38项物理实验统计,实际记忆率仅为11.7%。数据结果表明目前大学实验教学的教學质量和培养人的效果与理论教学相比存在着巨大差距,学生普遍认为实验教学很多是“走过场”。为此我们对理论教学和实验教学过程解剖进行比较分析。下面是一个理论教学的学生学习链:

(预习)→(课堂教学)→(复习)→(作业练习)→(考试),

理论课学习,学生可利用教科书课前预习,提高听课的效果,后可利用笔记和教科书进行复习,消化课程内容,再通过作业训练巩固和检验自己的学习成果。作为教师教学的两个环节,课堂教学可充分发挥效率,考试可客观、准确地把握教学质量关口。

然而,实验教学不存在理论教学这样的条件。实验教学的学生学习情况为:

(预习)→(课堂实验)→(复习)→(作业练习)→(考试),

学生无法依靠书本进行实验预习、复习和操作训练。实验教学内容仅局限在课堂3—4小时,3—4小时内学生要了解实验原理、仪器的使用方法和原理,并且完成实验基本上是不可能的。多年来高校实验教学“走过场”已成为普遍现象。学生在课堂实验上无法消化实验教学的内容,因此也提不出什么问题,这样的课变成谁都能带,教学门槛很低。另一方面,面临成百上千学生,物理实验考试也无法切实有效地进行,凭印象打分,成绩因教师而异,考试没有客观一致的标准。这样的考试对教师也没有评判和约

束能力,所以实验教师只存在教学量的压力,而没有教学水平高低的压力。无法客观评估教学效果也是造成大面积实验教学长期低水平循环的主要原因。低水平的教学循环带来的影响不仅是培养人才的效果低下,而且使实验教师队伍退化。针对过去高校长期存在的这些问题和困难,南方科技大学在建校之初,物理实验教学从第一届学生开始在改革上就迈出了重大的步伐。

(1)把大面积提高实验教学质量作为教学改革的第一目标

南方科技大学在物理实验教学中心建设上,软硬件建设并行,采用校企合作模式开发出系列教学软件,建设了一系列与课程对应的仿真实验,与实验对应的仿真实验预习系统以及基于仿真实验的实验操作考试系统。

学生课前必须先在网上完成实验的预习,预习改变了过去抄书完成预习报告的方式,采用基于仿真实验的预习系统了解实验原理,仪器的原理及使用,完成实验的操作过程。预习系统有基于实际操作规则(非操作顺序)的教师专家评判系统,会对学生的预习作出评判,指

表1 中国科学技术大学关于大学物理教学的问卷调查结果

	需要填写的项目总数	回收问卷填写的项目总数	记忆印象率
理论课程	20(项/人)×200人=4000项	3114	77.8%
实验课程	20(项/人)×200人=4000项	886	22.1%

出错误,允许学生反复预习直到获得满意的分数。这样学生在上课前已基本掌握了实际的教学内容,对实验仪器的使用达到胸有成竹,之后在课堂上学生独立完成真实实验并与教师进行交流。教师课堂上只需答疑解惑,学生有充足的时间消化实验教学内容,收获感大大提高,激发了学生的学习热情。

考试系统由仿真实验、教师专家系统、实验试题库组成,教师可

以自由组卷,学生的考试分数由计算机自动评出,实现了实验教学的评估有客观一致的标准,对学生是公平的,不同教师的教学质量可比较,加上每学期一次的学生问卷(后附)调查,对教师的教学和水平进行评估,促进了实验教师队伍的业务提升,南方科技大学结束了过去高校长期存在的实验教学低水平循环的现象。近几年学生对物理实验教学给予了很高的评价。表2和表3分

别为南方科技大学学生对大学物理实验课程的评教分数以及评教所用的问卷。

(2) 营造创新人才培养的多元化实验教学环境

结合当前信息管理技术的发展,我们把现有的基础物理实验室都建成了开放式服务实验室,在完成公共必修实验、选修实验之余,全天候向学生开放。学生可在网上预约进实验室的时间,预约成功后学生刷卡进入实验室进行自主实验,实验在内容上也对学生开放,学生可根据实验室条件自选题目以满足不同层次学生求知、探索和创新的欲望。几年来,学生做的项目有:“双限温度报警器的设计与制作”、“光盘物理参数测量及其应用”、“液体物性参数的测量和研究”、“搭建磁阻效应装置测量弱磁场强度”、“用电阻应变传感器设计与制作便携式电子称”等。此类课题以学生自发学习和组团独立完成为主,教师在参考文献以及课题方向上做启发式指导,审核学生的方案与题目,以论文答辩的形式作为实验课程的考核方式之一。教师与学生在线上、线下进行多种形式的讨论,形成多元化的教学模式。

(3) 以素质教育为目标,改进物理实验课程内容与教学方法

物理学是以实验作为基础的学科,它的概念和规律都是在实验中形成的,爱因斯坦把物理理论称之为“理想实验”的结果。在我们的理论教学中对概念的引进缺乏对概念形成之前的认识和实验背景的讲解,学生不知道概念是怎么产生和进化而来,使学生形成对理论的形

表2 南方科技大学物理实验课程学生评教分数

学期	课程	学生评教分数	全校所有课程平均评教分数
2016年春季	基础物理实验课程	92.7	90.1
2016年秋季	综合物理实验课程	95.0	91.8
	研究型物理实验课程	97.7	
2017年春季	基础物理实验课程	91.5	92.9
	现代物理技术实验课程	95.1	

表3 南方科技大学学生评教问卷(实验课)

一、课程总体满意度	1. 你对这门课程教学的总体感受是
	①非常满意(10分) ②满意(8分) ③一般(6分) ④不满意(4分) ⑤非常不满意(2分)
二、课堂教学情况	2. 备课认真充分, 熟悉授课内容
	3. 讲解清晰准确, 实验目的、原理、操作及易出现的问题讲解清楚
	4. 在实验示范过程中操作正规、准确、熟练
	5. 在实验中能够对学生作出及时的指导
	6. 注意学生科学态度、科学方法的培养
	7. 实验仪器设备状态良好、工作稳定
	8. 实验室环境卫生良好
	①非常同意(10分) ②同意(8分) ③一般(6分) ④不同意(4分) ⑤非常不同意(2分)
三、课后及教学效果情况	9. 能够认真并及时地批改实验报告
	10. 通过本学期的学习, 你能够较为自如地运用课程中学到的实验方法和技能
	①非常同意(10分) ②同意(8分) ③一般(6分) ④不同意(4分) ⑤非常不同意(2分)
四、主观评价	1. 本课程哪些方面最吸引你? 2. 本课程哪些方面最需要改进? 3. 你对本课程还有其它愿意反馈的学习感受和需求吗?

式化理解,把概念绝对化。在实验教学中往往只让学生动手,没有理论分析。这种理论教学缺思想,实验教学无理论的教学效果是虽然学生理论学的很好,但是遇到实际问题不会用理论思考只会猜。出现了“中国教育只出将才不出帅才”、“优秀人才都集中在纯理论计算,实验科学探索、高科技开发优秀人才很少”的现象。目前基础物理课程中的很多实验,是获得过诺贝尔奖的成果。它们在总结规律和对规律本质解释上作出了历史贡献。这些内容是让学生了解当时科学家为什么要设计这样一个实验,了解物理的概念和规律是怎么产生进化的很好的素材。还有些实验为后来科技发展开辟了新的研究领域,派生出很多研究方向或形成一个新的产业。它是培养学生科学素质、创新意识的重要内容。在我们的教学上着重作了补充、讲解和讨论。

当今科学的发展和各学科之间的相互交叉和渗透。新的综合化趋势已成为科学发展的主流,改变过去分学科的教学体系,建立以基础实验、综合实验、现代技术实验、研究性实验分层次的课程体系,每一层次为学生提供一系列设计性、探究性的课题实验。这些课题实验是课程内容的拓展与延伸,在研究性实验课程上,增加了到科研实验室做课题的阶段,开设了“扫描隧道显微术研究材料表面态密度分布”、“超快光谱研究二维半导体材料中载流子寿命”、“YBaCuO高温超导体低温输运特性测量”等与科研前沿紧密连接的研究性课题,为学生提供了连接不同学科的实验以及科学研究与教学实验的

平台。

(4)从仿真实验的定位与本质出发,加强仿真实验在实验教学中的作用

随着20世纪计算机技术的高度发展,目前仿真实验已成为科学研究、工程设计常用的一种实验方法。仿真实验的出现是建立在对理论和实验的深层认识和高度统一的基础上,科学实验是物理学家根据理论模型设计的产物,不等同我们泛指的实践概念。仿真实验与真实实验有完全相同的理论模型和本质。它的特点是操作上与真实实验具有相同的自由度,并且正确的操作和正确的现象一致,错误的操作和错误的现象相符。在教学上因为教学的需要进行仿真实验与真实实验的区别只是它的原始信息是虚拟的。仿真实验在改善我们的实验教学环境,改革实验环节上已起到难以代替的作用,使我们的实验教学摆脱课堂和课时的限制,在时间和空间上得到延伸和扩展,在教学上显著提升了大面积实验教学的质量和水平。

南方科技大学在物理实验教学上的改革和探索,得到教育部基础物理教学指导委员会的大力支持和认同,2013年,2016年两次在南方科技大学举办了全国物理实验教学研讨培训大会,使我们的改革和成果在国内高校中起到了示范和辐射作用。



微弱信号检测 半个世纪的骄傲

Model 7210
多通道锁相放大器

全球唯一
通道之最



Model 197 光学斩波器



生产商:阿美特克商贾(上海)有限公司北京分公司
电话:010-85262111-10 传真:010-85262141-10
Email: info@ametk.cn
网址: www.signalrecovery.com.cn

中国代理商:北京三尼阳光科技发展有限公司
电话:010-65202180/81 传真:010-65202182
Email: sales@sunnytek.net
网址: www.sunnytek.net