

普通物理实验教学改革的研究与实践初探

胡波[†]

(滨州师范专科学校物理系 滨州 256604)

摘要 从研究普通物理实验教学面向 21 世纪关于学生知识结构、能力结构、素质结构的培养目标入手,以充分发挥学生的主体性、主动性和创造性为根本,以更新教育观念,形成新的实验教学理念为先导,构建了适应新时期师范学院教学特点和未来人才需求的普通物理实验课程体系及教学模式。

关键词 普通物理实验 教学改革

On the reform of the general physics lab course

HU Bo[†]

(Department of Physics Binzhou Teachers' College, Binzhou 256604, China)

Abstract A new general physical curriculum and educational system which may be suitable for the teachers' colleges is proposed.

Key word general physics lab course, reform of teaching

面对 21 世纪世界经济科技发展的挑战,从培养和造就高素质创新人才的角度和素质教育的高度看,普通物理实验课程教学在当代素质教育的舞台上扮演着非常重要而又独特的作用和角色。而传统普通物理实验教学的思想及观念、课程体系及内容、教学模式及方法与跨世纪的新观念、新的思维方法及交叉学科的协调发展不甚适应,已远不能适应新时代对人才发展的需要,必须进行大力改革与探索。

1 教学新理念

创新精神和创新能力是新时代对人才最主要的内涵要求,为此,需要改变实验教学过程中过于强调教师和教材本位而忽视学生本位的倾向;改变实验教学中过于注重知识的验证、传授以及作为训练实验技能的手段而忽略过程与方法、能力与科学素养培养的倾向;改变单一拼盘式课程结构形式,构建与实验教学自身规律和能力培养定位相适应的分阶

段、分层次、阶梯式的模块化教学新体系;改变并淘汰一些现代科学研究和生产实践中已经过时的实验内容、方法和设备,补充一些代表当代物理学科发展的新内容、新思维、新方法和新技术;改变千篇一律的封闭式、固定式的教学模式,实行开放式、个性化教学,为学生创设有利于发挥自身潜能和特长的环境和条件,鼓励学生对知识的主动探索、主动发现和对所学知识的意义建构,以充分发挥学生的主体性、主动性和创造性,有利于优秀人才的脱颖而出。

2 课程新体系

我们根据专业培养目标及实践性课程自身特点和致力于学生能力培养的原则,组织和优化教学内容,逐渐形成了一个兼基础性、综合性、设计性、研究性、创新性与发展性为一体的多层次、全方位的普通

* 2002-08-19 收到初稿,2002-09-23 修回

† 通讯联系人, E-mail: hubobz@163.com

物理实验课程创新体系,使普物实验教学不仅成为学生获取知识、训练技能的过程,而且成为学会学习、学会创造、塑造个性并形成正确价值观的发展过程.新体系由四个模块构成,分别是:基础理论与基本技能培养模块、基本实验培养模块、综合与设计实验培养模块、研究与创新性实验培养模块.各模块自成体系并有明确的知识、技能和能力培养定位和要求,各模块间有机配合并形成循序渐进和深化的阶梯式、模块化课程新体系.

(1)基础理论与基本技能培养模块主要包括基本量的测量、基本实验仪器的使用、基本实验技能的训练、基本实验分析方法、基本测量方法、误差分析以及近几年刚刚发展起来的计算机虚拟方法等.涉及到从中学到大学力、热、电、光、近代物理等不同层面和水平的各个知识点.例如:实验基本仪器及量具的调节和使用(米尺、游标卡尺、千分尺、物理天平、停表、温度计、电流(压)表、变阻器等);基本调整技术(调零、调平、调铅直、调共轴等);基本测量方法(长度的测量、时间测量、质量的测量、电流的测量、温度的测量、发光强度的测量等).该模块内容的编写和要求明晰、规范、科学、严格,并与中学物理教学实际和教改精神紧密联系,相互结合与渗透.

(2)基本实验培养模块的内容主要是精选教学大纲规定的必做实验项目(书中总共编有50个基本实验,学生任选不少于其中的32个),目的是通过该模块的训练,使学生一方面达到大纲对本课程的基本要求,另一方面引导学生去追溯物理学家思考研究的源头,学习前辈物理学家的科学创造方法、巧妙的设计思想和高超的实验技能,锤炼学生创新的能力.在每一个实验的原理叙述和步骤的实施过程中,不断引导学生思考和讨论问题(教材中现成的问题解答少了,留给学生思考、探讨、研究的问题多了),鼓励学生扩展实验内容,启发学生用批判、怀疑和探究的态度去突破传统观念和常规方法的束缚,激发思维与联想,用新的方法和手段去分析和解决问题.比如:在用气轨测速度和加速度的实验中,要求学生自己想办法判断用凸型遮光片好,还是用U型片好?如何精确测出即时速度的准确值?在“密度实验”中如何测定岩石孔隙度?密立根是如何以卓越的研究方法和精湛的实验技巧通过实验证明了电荷是量子化的,测量了基元点荷等等.

(3)综合与设计实验模块重点培养学生完成从查找资料、拟定和实施实验方案、准备仪器,直至设计编写实验报告的“准科学实验”的全过程.该模块

在选题上不突出实验内容的深度和复杂性,但注重选择设计性强、测量方法多、思考余地大的实验,并以科学探究的理念为指导进行内容的重新编排和编写,只提出情境、问题、实验基本要求或提供仪器设备,推荐参考书目和资料,引导并启发学生主动、积极地去思考、探索、研究和设计,虽然有些实验的设计和实施过程是已知的,但对学生来说,却是一次“新发现和新创造”,学生会在这种“模仿创新”的实验过程中亲身体验、感悟和反思,内化了书本知识和方法,强化了能力的转化,提高了素质.例如:密度的测定(固体、液体、空气)、弹簧振子的研究、非线性力学系统的混沌现象研究、光的衍射实验等二十几个实验都是这样设计的.该模块的培养是整个课程体系改革的核心和学生能力要求的最低线(总共设有26个综合与设计性实验,学生任选10—14个,根据题目难易不同,每个实验有不同的分值,累计满学分者,准予通过).

(4)研究与创新性实验培养模块的内容主要来源于生产和生活实践,大中学校实验教学的实际问题或科研课题,包括疑难问题的解决、新仪器的研制、新技术的运用、原有实验装置的改进等.此模块面向全体同学,但不做统一要求,学生可根据自己的实际情况和水平自主选择,目的是使学生接受真实教学与科研环境的熏陶和锻炼,初步掌握科学研究的方法以及设计、编写科研报告和有关论证报告的格式,促进学生的科技创新活动和团队精神与协作能力的形成,缩短教与学、教学与科研以及教科书与现代科学技术前沿之间的距离.实践表明,优秀学生或特长突出的学生对此兴趣较大,使其潜能得到了充分的挖掘并脱颖而出.例如:我校力学实验室购置了万能拉伸实验台,经过5位同学的深入研究、消化和改进,可以扩充一系列的力学实验,仪器的效益得到了充分的发挥;在用共鸣管测声速的实验中,水位的调节只有粗调没有细调,实验结果的误差较大,经过广大同学的刻苦钻研,终于解决了这一难题,使实验过程更合理、科学,结果更可靠.该论文发表在《物理教学》2001年第8期上,并已申请国家专利.我系与多所科研单位、学校取得联系,并建立了长期的协作研究关系,解决了一些教学科研中的实际问题,并在互联网上建立了自己的网页(www.bztc.edu.cn),组建了“计算机模拟与仿真实验室”、“研究与创新室”等.

上述四个培养模块在内容和方式的选取及编排上,由封闭走向开放,由“专制”走向民主,各实验题

目之间形成了有机的联系、整合、交叉与融合,实验由浅入深,由简到繁,由基础到提高,循序渐进,并且富有较大的弹性和灵活性,以适应不同层次学生及多样化教学方法的需求,注意用现代的观点审视经典的内容,并将现代物理的成果渗透、纳入到传统的经典内容之中,使课程具有时代精神.特别增设了对社会进步影响最大、最重要、最基本的实验.如:汤姆孙发现电子的实验、X射线的发现实验、放射性现象的发现实验、富兰克林揭示闪电之谜实验、验证相对论效应实验等.在相关的普通物理实验中增开近代物理实验技术“窗口”或“接口”,增加内容的开放性,如在“光栅衍射”实验中,开设“光谱多道分析”窗口,在“光的干涉”实验中,开设“迈克耳孙干涉仪”窗口,增设半导体激光、混沌实验、真空技术、传感器技术等,对于仪器贵重的或无条件做的近代物理实验,采用CAI教学软件进行计算机模拟仿真实验教学.

3 培养新模式

(1)打破数年来一贯的固定时间、固定班级、固定进度的做法,实验室将仪器、设备、时间等详细情况预先公布于众,学生根据教学要求以及个人特点自由挑选实验和分配时间,然后,实验教师统一协调和编排.采用大循环的开放式模式进行教学,大循环时各实验室同时开放(星期一至星期六全天开放,星期日休息,研究与创新实验室周一至周日全天对学生开放),所有实验项目同时摆出,一人一套(有些实验必须两人一组,比如杨氏模量的测定、电子衍射实验等).其中一、二学期主要完成前两个模块的训练;三、四学期主要完成第三个模块的训练;五、六学期主要完成第四个模块的训练.这样,实验室的资源和潜力得到了最大限度的利用和优化,并实现了主体化、个性化教学.当然,开放实验室,务必注意要加强学生与课堂管理.

(2)着力改变“照方抓药”的被动式教学模式,全面实施以培养创新意识、激发创新欲望、实施创新行为、形成创新能力、塑造创新个性为教学主线的创新教育新模式.先是“扶着走”,再“牵着走”,最后“放手自己走”,凸现学生在实验教学中的主体地位和所学知识的意义建构.例如,虽然基本技能、实验模块的训练比较呆板,甚至有些乏味或苛刻,但对于提高学生的耐心、毅力和实事求是的科学态度,深刻理解和领会物理概念和规律,巩固和发展实验技能,

了解实验的主要设计思想和科学方法是非常必要的.而在综合性与设计性实验中,教师的责任是通过所设计的课程把学生引入到实验学习的情境中,让学生成为实验的探索者.一轮实验结束后,都要进行阶段性小结,每次小结都是由学生亲自操作、讲解,其他同学可以补充、修改,也可以相互提问、质疑、争辩.例如,物理学发展史上诸多实验对物理学的发展起了重要的推动作用,我们要求学生以小组的形式对每个重要实验的实验过程,蕴藏的思维形式和研究方法,走过的曲折历程挖掘出来并整理、汇编,以专题讲座的形式传授给全班同学,使其受到科学方法的熏陶和科学精神的培养.例如:伽利略的斜面实验、电磁感应实验、光电效应实验、 α 离子散射实验、迈克耳孙干涉实验等.

(3)注意实验手段和方法的先进性.现代科学技术的发展,为改进普通物理实验教学创造了很好的条件,利用先进的手段和技术,可以攻克实验的难点,拓宽实验内容,使学生更多地了解现代科学技术及其应用,同时,实验手段在很大程度上决定了实验的效果,也为实验教学新模式的构建提供了最有力的支持.为此,我校投巨资购进了一些先进的仪器设备,每个实验室均配备了多台计算机并实现了联网(目前,我系与网上多个虚拟实验室网站建有链接,购买普通物理实验计算机辅助教学、仿真软件10余套),计算机教学管理、计算机模拟和仿真、用微机控制实验过程或采集实验数据等计算机辅助系列,在实验中被广泛地运用,如“黑体辐射”、“全息照相”、“等离子体”计算机辅助教学等.我系教师自己开发、设计的“电子线路模拟实验”CAI软件,很好地解决了电路设计方面的实际问题,取得了良好的教学效果.同时,计算机作为信息库,为学生提供了大量的有关实验的背景材料和相关资料,

(4)建立一套适合普通物理实验教学特点的考核制度和对学生成绩的评价方法是实验课教学改革的一个重要切入点.现代教学观在教学评价上主张全面、整体、积极、有特点地评价学生的学习,以评价促进学生的发展,实验考试的改革措施主要有以下几点:一是丰富考试方式,根据教学内容和要求的不同,采用多种形式.例如基础理论模块采用笔试为主,基本实验模块采用口试或口头报告、实际操作为主,综合提高模块采用答辩、小论文、实际操作为主.为了提高试题的客观性和评价的可靠性,我们在计算机上编制了由1000多道题目构成的网上测试和评价系统,使实验考试向科学化、规范化迈进一大

步.二是改变学什么考什么的应试教育的模式.以往实验课对学生的评价着重看学生对给定实验题目的操作熟练程度、实验效果及数据处理等,很多学生不惜伪造数据,应付考试.考试限制了学生的个性发展与能力的提高.新的考试内容注重考查学生的实验设计、方案的选取、查疑排难及解决实际问题和创新能力上,并贯穿于实验课教学的全过程.很多题目是发散性的,书中没有现成的答案,必须依靠平时的严格训练、积极参与、主动思考和日积月累才能完成,靠突击、背诵是不行的.虽然对知识的深度要求不高,但对思路、方法要求较高.例如:“如何测算物体的质量,要求用尽可能多的方法(小到基本粒子大到天体的质量)”.结果,很多同学设计了十种左右的方法,充分展示了学生的创造性思维能力.考试中选择了正确的考试方法,丰富了“分数”的内涵,深化了知识和技能,反馈了教学的信息,形成了良性的循环,培养了学生良好的科学实验素质和创新精神与创新能力,这也正是时代对创新型人才需要的根

本所在.

4 结束语

从1999年我系被山东省教育厅批准为教学改革试点专业以来,该方案经过近几年的不断探索、实践和反思,取得了一些重要的研究成果和显著的教学效果,大大深化了普通物理实验教学改革,当然,在新课程体系的整合、构建及内容的撰写、新模式实施的过程中也出现了一些新问题、新情况,需要进行艰苦不懈的努力和探索,使其日臻完善.

参 考 文 献

- [1] 闫金铎,梁树森.物理学习论.南宁:广西教育出版社,1998.5[Yan J D, Liang S S. The Learning of Physics. Nanning: Guangxi Education Press, 1998. 5(in Chinese)]
- [2] 周岚.物理实验,2002,141(1):12[Zhou L. Physics Experimentation, 2002, 141(1):12(in Chinese)]
- [3] 刘学军等.物理,1993,22,553[Li X J et al. Wuli(Physics), 1993, 22, 553(in Chinese)]

· 物理新闻与动态 ·

从 1500 年以来地面温度的变化 (Ground temperatures since the year 1500)

从1500年以来就可以通过很深的钻孔测定地面温度.通常影响地面温度的因素有两个,一是地球表面气候的变化,另一个是地壳内部热量的流动.地壳温度一般是随着地面深度的增加而线性地上升,但非线性的热扰动也会导致地壳温度随深度的线性偏差.最典型的数据大约是每一年要相差20 m,或每100年相差150 m.

法国 Xavier 大学的 H. Beltrami 教授在全球 826 处测量

了地壳深度与温度的相关曲线.在考虑了温度的反常效应后,他得到了地球表面的平均热通量与许多局部地区的地表温度.由此推出了全球近500年来的地面温度的变化.他发现整个地球的地表温度在最近的200年内上升了0.45K;另一方面,从全球的角度来看,它们又是不平衡的,具有戏剧般的差异,例如在同一时期内,非洲地区的温度在变冷,而加拿大的北部却在变热.

(云中客 摘自 Geophysical Research Letters, 2003, 29, 2111)

打水漂游戏中的物理学 (The physics of stone throwing)

站在湖边,人们常喜爱用一块小石片在湖面上打水漂玩.但在这个游戏背后有没有物理学呢?最近法国里昂大学的物理学教授 L. Bocquet 为了能确切地回答儿子提出的问题,他着手研究了这个问题,同时这也是他在写力学教科书时可用的一个例题.他的问题是:当你用石片打水漂时应考虑些什么参数才能使你的石片在湖面上跳跃的次数又多又好?他认为下列的参数是必需要考虑的,这就是:石片

的质量、石片的形状.石片在抛出时相对于水面的角度(这角度应愈小愈好),石片在飞行时的自旋转率(旋转率愈高,石片运动得愈稳定)以及石片飞行时的水平速度.利用能量消耗的原则,他写出了石片的运动规律表达式.根据他的计算,石片在水面上可跳跃次数的最大值是38次.他认为这应该是打水漂的世界记录.

(云中客 摘自 American Journal of Physics, February 2003)