

改革大学物理课程教学 促进卓越军事人才培养

张晚云, 曾交龙, 沈曦, 曹慧, 张祖荣

(国防科学技术大学理学院, 湖南长沙 410073)

[摘要] 从构筑现代化大学物理教学内容、强化大学物理的科学人文素质培育功能、增加研究性教学环节、改进考核评价方式等几个方面, 介绍了优化大学物理课程教学的具体做法。

[关键词] 大学物理; 教学改革; 拔尖人才培养

[中图分类号] G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874(2013)SO-0073-04

Research of Promoting Beyond Military Talents by Reformatting College Physics Teaching

ZHANG Wan - Yun, ZENG Jiao - Long, SHEN Xi, CAO - Hui, ZHANG Zu - rong

(College of Sciences, National University of Defense Technology, Changsha, 410073, China)

Abstract: Practice and optimization of the university physics teaching was introduced. The Specific measures include the construction of modern university physical teaching content, strengthening the science and humane quality cultivation function of university physics, increase research learning, improving the evaluation methods and other aspects.

Key words: physics; teaching reform; talent training

物理学是观察、实验和思维相结合的产物, 它集严密性、精确性以及创造力和想象力于一体, 具有逻辑性强、科学思想丰富、研究方法多的学科特点。它是推动社会文明进化的重要因素, 更是现代高新技术特别是军事高科技发展的基础与先导。因此, 优质高效的大学物理课程教学能有效促进创新拔尖人才培养。然而, 我国当前大学物理课程的教学现状, 却仍普遍存在着教师讲授时间多, 学生讨论时间少; 学生被动接受知识多, 主动探究学习少; 师生单向交流多, 生生团队合作少; 重记忆轻思维, 重知识轻思想, 重卷面轻全面的现象。这“三多三少”与“三重三轻”的教法与学法, 均极大地阻碍了学生的创新意识和创造能力的发展。在这种背景下, 笔者以建构主义学习理论与“以学生为中心”的现代教育理念为依据, 按照“科技底蕴厚实, 创新能力突出”的人才培养目标, 针对高素质新型军事人才培养对大学物理教学的需要, 尝试对大学物理教学内容与模式的进行改革与实践, 力求更有效地促进创新拔尖人才的培养。

一、优化教学内容, 构筑与时俱进的教学内容体系

我们知道, 现代高技术的发展一直在突飞猛进, 如各种电子产品差不多每半年就可能更新一代, 反观作为高等

学校非物理类理工科学生的公共基础课——大学物理, 一直以来, 总给人以一幅老面孔的感觉, 特别是经典力学部分, 学生往往会产生“在重复中学知识”的错觉, 即便是相对论、量子论基础, 也是百年前的“旧”知识了。而事实上, 物理学里的知识的更新也是非常快的, 几年不接触, 文献里的名词就看不懂了^[1]。为了使较全面地了解物理学历史、现状和前沿的概况, 获得完整的物质世界图像, 认识物质世界运动、变化的基本规律。大学物理教学内容改革的切入点就是优化教学内容, 构筑与时俱进的教学内容体系。

优化教学内容, 构筑与时俱进的教学内容体系的基本思路是根据“因材施教”的原则, 在与教育部《非物理类理工科类大学物理课程教学基本要求》所规定的内容基本保持一致的前提下, 融入美欧一流教材特色, 并适当提高教学内容起点高, 突出开放性思维能力与创新意识的培育功能, 将物理学的最新发展、最新技术充实到教学内容中, 特别是做好基本原理与军事高科技的衔接, 在加强应用性、扩大知识面, 给学生构筑一个合理的、开放的物理知识结构和背景, 使他们能以此为基础, 接受、理解当代科技新概念、新技术。具体改革建议如下:

1、精讲经典 略讲与高中物理重复的经典物理学内容, 如牛顿运动定律、动量定理、功能原理、理想气体状态方

[收稿日期] 2013-08-05

[基金项目] 湖南省普通高校教学改革研究项目(湘教通[2012]401号); 国防科学技术大学教育教学研究课题(U2011005)。

[作者简介] 张晚云(1972-), 男, 湖南茶陵人, 国防科学技术大学理学院副教授, 硕士, 主要研究方向为物理教育与光学工程。

程、理想气体等值过程、热力学第一定律等;精讲大学阶段新出现的力、热学知识,如角动量定理或守恒定律、刚体力学、熵及熵增加原理等。这样处理后,经典力学与热学部分的讲授学时,可由原来的38学时减少到30学时左右。为增加研究性教学环节等腾出了一定的学时。

2、突出近代 突出对近代和现代物理有重大意义和价值的內容,如熵概念的深化与自然观、非线性系统与混沌、量子假说、光的波粒二象性、德布罗意物质波假说、物质波的概率解释、不确定关系式、量子态叠加原理、薛定谔方程、电子自旋假说、量子测量假设等^[1]。

3、介入前沿 将对当代社会生活或科技有重大影响的物理效应和物理学新成果、新技术有机地纳入到教学中,如温室效应、量子霍尔效应、量子隧道效应、约瑟夫逊效应、量子纠缠、量子计算、量子保密通讯等。

4、强化应用 拓展教学内容,开设“窗口”和“接口”,介绍物理学基本原理在高新技术特别是在军事高技术中的应用。如在力学部分介绍了摩擦的技术应用、离心现象及其应用、动量定理与守恒定律在空间技术中的应用、角动量守恒定律在惯性导航技术中的应用;在热学部分介绍了温差发电、温敏传感器等;在电磁学部分介绍了压电效应及其应用与电磁炮、电磁屏蔽、磁约束、微波武器、电子对抗等原理;在振动、波动与光学部分介绍了次声武器、相控阵雷达、侧视雷达、卫星侦察、激光窃听等原理,在近代物理部分介绍了热辐射规律在卫星遥感、红外夜视与制导等方面的应用。

二、转变教学理念,强化大学物理的科学与人文素质培育功能

传统的大学物理教学,主要以课堂讲解、传授知识为主,教师把知识分解为章、节、单元塞给学生,学生只是被动的接受,通过循环往复的“教、练、考”来巩固知识。这种单一的教学模式不利于学生个性发展和拔尖人才脱颖而出,培养出来的学生知识结构和思维方式容易雷同,缺乏个性、缺乏创见。究其原因,在于没有及时转变教学理念:在当前的大学物理课程教学中,还有不少教师,包括绝大多数学生,都自觉或不自觉地将大学物理这一公共基础课仅定位为传授基础知识的课程。而笔者认为,物理学的基础地位不仅表现为它是其他自然科学与工程技术的知识基础,同时也表现为是科学方法的典范与科学思想的宝库。因此,笔者在大学物理教学中始终坚持一个理念:大学物理教学的目的,不仅是为学生学习后续专业课程服务,还应使学会科学思想方法,经受科学精神、科学态度的熏陶和训练。所以,大学物理教学改革的出发点就是开发物理教学的这种高品位的文化功能,为提高学生的科学、文化素质服务^[2]。

强化大学物理的科学和人文素质培育功能的基本思路是通过“提炼科学方法、阐述科学观念、揭示人文启示”这三条途径,在大学物理的教学中向学生展示认识大自然的基本方法,进行最基本科学素质与人文素养的培养,使学生在今后的科技创新之路乃至立身处世上有较大受益。具体做法如表1—表3所示:

表1 大学物理部分教学知识点与相关科学方法对应表

教学知识点	提炼科学方法
质点、刚体、理想气体、点电荷、谐振子、绝对黑体等	理想模型法
简谐振动、准静态过程、可逆过程、卡诺循环等	理想过程法
伽利略的斜面实验、卡诺热机、爱因斯坦的列车实验等	理想实验法
惯性定律、万有引力定律和力学三大定律、热学中的三个实验定律、欧姆定律、焦耳定律、毕奥—萨伐尔定律、电磁感应定律、巴尔末公式等的发现	观察、实验法
	分析综合法
	归纳推理法
海王星的发现、麦克斯韦预言电磁波的存在、爱因斯坦得到质能关系及关于光线在引力场中弯曲等广义相对论预言	演绎推理法
麦克斯韦的感生电场与位移电流假设、卢瑟福的原子模型、德布罗意的物质波假说、薛定谔方程的建立等	类比推理法
物质波假说的提出、正电子及磁单极子存在的预言等	对称性分析
力或运动的合成与分解、范氏气体方程代替实际气体方程、准静态过程代替实际的热力学过程、旋转矢量法描述简谐振动、等效电阻、等效电路、光程概念提出、核式模型代替原子等	等效替代法

表2 大学物理部分教学知识点与相关科学观念对应表

教学知识点	阐述科学观念
万有引力定律、能量守恒定律等	同一性原理
波动光学在短波极限下的近似、相对论在宏观低速领域的近似、量子理论在普朗克常量可忽略情况下的近似等	对应原理
光与实物粒子的波粒二象性	互补原理
守恒定律与时空对称性、麦克斯韦方程组、物质波假说	简单、和谐、对称的思想
能量守恒定律、质能关系式、运动的相对性等	物质不灭、运动永恒
相对论时空观、质能关系式等	时、空与物质及其运动是不可分割的整体
经典力学的发展，动钟延缓、动尺收缩等相对论效应的实验验证，电子波动性、量子隧穿等量子效应的实验验证	实践是检验真理的唯一标准

表3 大学物理部分讨论专题与相关人文启示对应表

讨论专题	哲学与人文启示
经典物理学中的继承与发展	科学研究中既要有继承，又要有创新；既要求同，又要求异
“无中生有”——物理发现中的创造性思维	不拘泥于经验、不迷信旧理论、敏锐的洞察力与大胆的猜想是创造性思维的主要内容
洛仑兹缘何没有走进相对论	哲学，是科学研究之母
玻尔的爱国情怀	科学是没有国界的，但科学家是有国界的
普朗克的矛盾	改造客观世界的同时改造自己的主观世界
伦琴发现 X 射线的启示	偶然中有必然
量子力学本性之争	唯物辩证法——科学研究的有力思想武器
牛顿与爱因斯坦的故事	善于思考善于观察、正确科学研究方法、勤奋探索科学精神、虚怀若谷的谦虚态度

三、增加研究性教学环节，促进实践能力与创新意识的培养

卓越军事人才的重要特征之一是具有突出的实践能力和强烈的创新意识。而实践能力和创新意识并不是与生俱来的，而是必须通过科学训练来获得。然而，传统的大学物理教学以书为本，以师为主，学生的主要学习任务就是上课听讲、下课完成书本上的作业题，而很少甚至没有自主学习与自由探索的时间和空间，这显然是非常不利于学生实践能力与创新意识培养的。

国外著名研究型大学早已把问题性、合作性与实践性融为一体的“在学习中研究”和“在研究中学习”视为培养实践能力、创新意识和创新人格的最佳途径。因此，它们均非常重视并大力鼓励本科生进行各种独立研究与学术实践活动。自上世纪六七十年代始，美国的哈佛大学、麻省理工、斯坦福大学等就通过实施大学生研究计划和荣誉计划等措施，培养大学生的创新能力。如 MIT 开设的 UROP（本科研究机会项目）与 IAP（独立活动期）等项目课程，为本科生提供了大量的研究机会，将研究、学习与社会实践有效整合为一体，为学生的创新意识提供了广阔的发展空间。

自上个世纪末以来，我国一批研究型大学如南京大学、

浙江大学、清华大学、北京大学等，也开始把科研训练引入本科生教育，把研究性教学作为培养创新人才的重要措施。应大学物理课程教学而言，近年来在国内反响较大有华中科技大学李元杰教授的“数字化教学”与南京大学卢德馨教授的“研究型教学”改革。

同上述国内外一流研究型大学相比，我校的大学物理教学改革还存在一定的差距，还有很多工作要做。因此，笔者将我校的大学物理教学与物理学术实践相结合，进行研究性教学的尝试。

研究性教学的“研究”有两层含义，即对教师来说，它是一种培养学生科学研究能力的教学策略，对学生来说，它是一种学生构建知识、形成科学观念、领悟科学研究方法的学习过程。虽然由于学生认知水平的限制，学生的“研究”不可能达到科学家的研究水平，但由于它是学生仿照科学家进行科学研究的一种真实体验与经历，所以这种方式能很有效地培养学生将来面对各种挑战性、开拓性工作时能力。笔者的具体做法是：分别于每年的春季与秋季学期初发布若干道与日常生活或工程技术密切相关的物理实际问题（如表 4 所示，为 2011 年发布的大作业题），作为课程大作业，要求学生以团队合作（5 位学生为一队）的形式进行研究，并在相关教学内容结束时进行学术交流与辩论。笔者根据各团队在学术辩论中的表现及学期末提交的最终研究报告进行评分，其中有 26 人次被评为优秀，

其余均为良好。此外, 2011 级大学物理分级教学 A2 班的 63 学生中, 有 30 位学生组成了 6 支参赛队参加 2012 年的

表 4 2011 级大学物理分级教学 A2 大作业题

题目	内容
气球小车	制作一模型汽车, 其动力由弹性充气玩具气球提供。研究影响汽车行驶距离的相关参数及其最大效率。
缓慢下降	使用一张 A4 纸 (80g/m ²) 制作一装置, 使其垂直下落 2.5m 高度的时间尽可能长。可以使用少量胶水。研究相关参数的影响。
烟流	一个玻璃罐上覆盖着玻璃纸。长度为 4-5 厘米紧紧折叠的纸管通过玻璃纸插入到玻璃罐子中。把罐、管水平放置。点燃玻璃罐子外面一端, 浓烟就灌入玻璃罐子中, 试探讨这一现象。
跳跃的火焰	两个带电的平行金属板之间放置一火焰, 观察火焰的运动, 并研究相关参数。
磁性陀螺	一个由磁性旋转陀螺和平板磁铁构成的悬浮器。陀螺可以悬浮在磁性平板上面。在什么条件下可以观察到这个现象。
杯鼓	倒扣一塑料杯, 轻敲其地面。研究开口端在水面以上, 水面上和水面以下的声音有什么不同。
指纹	用手握住一杯装满液体的玻璃杯。从玻璃杯上, 透过内壁观看, 你将发现明亮、清晰的指纹图谱。试研究这一实验现象。
灯泡	对于一个功率依赖于所加电压的电灯泡, 试研究其热能和光能的比例与电压的关系。

大学物理分级教学 A2 班的实践表明^[3], 通过向学生提供这种“面向实际、注重实践”的小课题(大作业), 为他们创设一种类似科学研究的情境或途径, 鼓励他们“主动学习、主动实践”, 大大缩小了课堂教学与解决实际问题之间的距离; 特别是学生在解决问题的过程中用类似科学研究的方式, 提出假设, 进行实证, 做出结论和检验(解释), 并对结论作出评价和交流, 能使学生在掌握物理科学内容的同时, 体验、理解和应用科学研究方法, 掌握科研能力, 提高思考力和创造力, 进而培养创新意识和实践能力。

四、改革考核评价方式, 激发学生进行研究性学习的积极性

传统的一考定成绩的评价方式“重卷面, 轻全面”, 忽视了的学生在教学各个环节中的表现, 很难反映出学生的真实全面的水平和能力, 容易挫伤学生进行研究性学习的积极性, 因此, 必须将研究性学习的态度与成果也纳入课程考核体系, 以提高研究性学习的主动性, 检验研究性教学的效果。

在大学物理分级教学 A2 班的教学实践中, 具体措施有: 把研究性学习的课程大作业、论文、调研报告、应用物理知识的创新设想等计入平时成绩, 并增大平时成绩在总评成绩中的比例(占总评成绩的 20%); 将学生提出问题的数量和质量、提出设想的数量和质量、回答别人问题的数量和质量、参与讨论的数量和质量等, 作为全面评价学生水平与能力的依据之一(占总评成绩的 10%); 另外, 考虑到基于基础知识的创新: 知识的拓展与转移——是最基本的创新能力, 因此还在期末考试中增加考察学生这方面能力的拓展题(占卷面成绩的 10%)。总之, 在分级教学 A2 班的总评成绩中, 考察学生开展研究性学习的态度与成效、基于基础知识的创新能力的分值占总评成绩的

40% 左右。通过这些措施, 激发学生进行研究性学习的积极性。

例如, 2011 年春季学期, 三院的潘明同学提出的“弹簧的自重对其质量分布有何影响”问题、2011 年秋季学期, 一院的杨杰星同学提出的“光子能否作为参考系”问题, 就曾引起了笔者与全班学生们很大的讨论兴趣。特别值得一提的是, 笔者正是在对“弹簧的自重对其质量分布有何影响”问题的调研、分析与讨论后, 形成了“重力场中弹性体的质量分布与质心位置”一文(该文已被《大学物理》杂志录用), 由此, 也说明了开展教学改革, 实际上就是一个教学相长的过程。

总之, 改革大学物理课程教学, 首先要以现代的思想、观点来整合、压缩经典内容, 构筑与时俱进的教学内容体系, 给学生构筑一个合理的、开放的物理知识结构和背景, 使他们能以此为基础, 接受、理解当代科技新概念、新技术; 其次要转变教学理念, 强化大学物理的科学性与人文素质培育功能, 向学生展示认识大自然的基本方法, 进行最基本科学素质与人文素养的培养, 使学生在今后的科技创新之路乃至立身处世上有较大受益; 同时增加研究性教学环节, 将研究、学习与社会实践有效整合为一体, 促进实践能力的提高与创新思维的并发。此外, 改革考核评价方式, 对学生进行全面的评价与考核, 也可大大激发学生进行研究性学习的积极性。

[参考文献]

- [1] 赵凯华, 罗蔚茵. 新概念物理教程(力学 第二版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003: 序言.
- [2] 李承祖, 杨丽佳. 大学物理学(上册 第一版)[M]. 北京: 科学出版社, 2009: 序言.
- [3] 张晚云, 曾交龙等. 依托大学生物理学术竞赛 培养高素质创新人才[J]. 大学物理, 2011(6): 35-37.

(责任编辑: 胡志刚)