

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2011.S0.021

编写“十一五”国家规划教材《大学物理学》的一些思考

李承祖, 杨丽佳

(国防科学技术大学 理学院, 湖南 长沙 410073)

[摘要] 介绍了编写“十一五”国家规划教材《大学物理学》的指导思想、教学理念。阐述了“三个层次”、“一个统一”、“两个突出”教材处理方法, 说明了对原教材《基础物理学》作出的几点补充和调整。

[关键词] 基础物理学; 教学目的、教学理念; 三个层次, 一个统一, 两个突出

[中图分类号] G642 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874(2011)S0-0063-03

Some Consideration on the Newly - Compiled College Physics for the 11th Five - year Plan

LI Cheng - zu, YANG Li - jia

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

Abstract: This paper introduces guiding concept and teaching idea in compilation of the national planned textbook 'College Physics'. Furthermore this paper illustrates "three levels", "one unification", and "two emphasis" in dealing with the textbook, and explains several complements and adjustments in the former textbook "fundamental physics".

Key words: fundamental physics; teaching goal; teaching idea; three levels; one unification; two emphasis

新编《大学物理学》, 是普通高等教育“十一五”国家级规划教材, 分上、下两册, 2009年1月由科学出版社出版。在编著过程中, 编者按照“科技底蕴厚实, 创新能力突出”的人才培养目标 and 理念, 针对高素质新型军事人才培养对大学物理教学的需要, 对原“基础物理学”(分上、中、下三册, 2004年, 科学出版社, 2008年获湖南省自编教材优秀奖)作了多处修订, 该书反映了编者参与大学物理精品课程建设的经验和体会, 特别是近年来对大学物理教学改革的探索和思考。

在编著过程中, 编者继承了编写原教材《基础物理学》的一些理念和做法: 即基础物理教学的目的: (1) 为学习后续专业课程服务; (2) 使学员掌握基本物理学语言、概念和物理学的基本原理和方法, 对物理学历史、现状和前沿有整体上全面的了解; (3) 使学员认识物质世界运动、变化的基本规律, 获得完整的物质世界图像, 建立科学的物质观、世界观; (4) 学会科学思想方法, 经

受科学精神、科学态度的熏陶和训练。物理教学内容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、为提高学员的科学、文化素质服务。

为贯彻这一教学新理念, 作者认为教学内容重点应放在物理图像、物理思想、物理方法的教学上, 而不是仅满足于介绍物理现象和物理学知识; 为此书中突出教学内容的现代化改革, 充分反映以相对论、量子论为核心的20世纪新物理学, 特别系统地介绍了量子力学的基本概念、原理和方法。努力在现代物理的基础上, 给学员构筑一个合理的、开放的物理知识结构和背景, 使他们能以此为

基础, 去接受、理解当代科技新概念、新技术和最新文献资料; 书中尽可能全面地介绍物理学最基本的原理, 给学员描绘出一个包括非线性、量子性、统计的因果性、对称性、时空的物质性、时间演化方向性等完整的物质世界图像。

在教材处理方法上, 编者采用“三个层次”、“一个统一”、“两个突出”的处理方法。

[收稿日期] 2011-07-22

[作者简介] 李承祖(1944-), 男, 河南新蔡人, 国防科学技术大学理学院物理系教授, 博士生导师, 全国教学名师、全军优秀教师获得者, 研究方向主要是量子信息理论和技术。

所谓三个层次,就是将传统的大学物理教学内容分为三个不同层次,对不同层次赋予不同的教学目的,采取不同的处理方式。

第一层次:属于认识论、方法论和科学世界观方面的内容。体现现代物理思想,有助于学生获得完整的物质世界图像,建立科学思想方法和辩证唯物主义世界观的内容。例如物质运动的观点,运动是有规律的,运动规律是可认识的观点;物质相互作用、相互联系,运动守恒的观点;物质结构分层次,不同层次的物质遵循不同运动规律的观点;空间、时间和物质运动不可分离的观点;场作用的观点;相位因子场和相干叠加的观点;世界本质上是量子的,经典描述是一定条件下近似的观点;线性问题是一般非线性的近似;Laplace 决定论的因果关系是一般统计因果关系的特殊情况;信息即负熵的观点;对称性决定相互作用、对称性支配物理规律的观点等。

第二层次:描述不同物质层次(机械运动、热运动、辐射场,微观粒子)运动基本规律。这部分内容是教材的主题,教学目的是培养学生掌握基本物理学语言、概念、理论和方法,掌握物质世界各层次运动的基本规律;

第三层次:运用第二层次得到的基本规律,或研究一定范围内不同现象局部的、具体的规律;或解释一些自然现象,或说明物理学在生产实际、科学技术中的具体应用。这一层次内容的教学要体现分析问题、解决问题能力训练和素质培养的要求;

对不同层次采用不同处理。第二层次是第一层次的载体,是教学内容主体和重点。通过第二层次内容的教学引深、升华到第一层次。适当地、有选择地根据教学实际情况(学时多少等)处理第三层次。

“一个统一”。在任何情况下,我们研究的对象都必定是一个“物理系统”,研究的目标总是:(1)在一定状态下系统的性质;(2)系统运动变化的规律。前者是状态的函数,后者是状态随时间演化的规律,这两者都和“运动状态”有关,都可以通过状态参量和状态参量的函数描述。所谓“一个统一”,就是突出“运动状态”的概念,用“独立状态参量描述运动状态,通过状态参量、状态函数的演化表示运动规律”这一理论框架,统一地体系处理力、热、电及量子物理。这样做的好处是理论主线条清晰,主干和枝节明确,突出重点,达到优化经典物理教学内容的目的。由于采取上述体系把量子力学看作是经典物理发展的一个逻辑

结果,一定程度上可降低学习量子物理难度。

“两个突出”,一是突出军事应用特色。对当代国防高技术涉及到的物理原理,都在教材相应的部分和章节中给以适当的讲解。以讲清物理原理为主,淡化具体技术细节;补充了与国防高技术有关的内容(如GPS定位,惯性导航,卫星,火箭技术,电磁波的发射和传播、地球的电磁环境,雷达,激光、半导体、超导体、核武器原理和防护,量子保密技术,纳米材料军事应用等);全书努力在物理科学知识基础上,为学员构建一个合理的、开放的物理背景和知识结构,使学员对当代国防高技术的物理原理和技术基础有全面、系统地了解。二是突出了实验教学。全书体现“从现象引出概念,由实验总结出规律”的普物风格。教材中新增了描绘作为物理学基石的一些典型实验(如伽利略落体实验,焦耳热功当量实验,麦克斯韦速率分布律验证实验,库仑定律验证实验,法拉第电磁感应实验,赫兹实验,迈克尔孙-莫雷实验,米立根实验,卢瑟福实验,黑体辐射实验,光电效应实验,康普顿散射实验,物质波实验,量子密钥分配实验等)。通过这些实验内容教学,目的是说明物理学中实验的研究方法,正确认识理论和实践的关系,培养学员实事求是的科学态度,加强创新意识和创新能力培养。

在改编中作者还做了以下几方面的补充和调整:

(1)以现代物理思想、观点整合、压缩经典内容,加强近代物理教学。为了突出波动这一在现代物理中极为重要的运动形式,将振动、机械波、电磁波、波动光学合并为一部分,利用机械波的直观性介绍波的描写方法、波相干叠加性等波的基本概念和原理;将光波作为电磁波的特例讲解,为学习物质波概念打下基础;将“非线性振动混沌”压缩为一节,放在“振动”章中;将“物理学和对称性”从力学部分移出,和相对论部分合并;在学生具备电磁学和相对论知识后,可能更容易理解物理学的对称性问题。增加“电磁波的发射和传播”、“地球的电磁环境”等内容;

(2)在“高新技术物理学基础”部分,除去原有“固体物理和半导体材料”、“量子跃迁激光技术”、“核物理和核技术”、“量子纠缠和量子信息学基础”内容外,还补充了“超导物理和超导技术”、“纳米科技”等内容。这一部分教学内容是双重的,即一方面深化量子物理等近代物理教学,另一方面就是建立主要高新技术的物理原理。

(3) 编写过程中,编者努力吸取中美两种教育方式的优点和特色,互相取长补短,努力将两者的优点和谐地统一起来。一方面,尊重认识规律、教学规律,注意教材的系统性、内在逻辑性,但不追求数学严密(为了教材的系统性,便于学生参考,一些必要的数学知识或推导放在书后的附录中),根据不同情况,或做粗线条处理,或直接跳过去;在讲知识时,注意趣味性;在讲科学时,注意其中的人性化特征;努力在这些看似矛盾的地方找到合适的结合点。将教材内容的先进性、系统性、可教性,知识性和趣味性,理论和实践等更好地统一起来。

(4) 书中新编入一些物理学家的生平趣闻轶事,充满哲理、启迪睿智的科学故事,体现教材的人性化和趣味性。其中包括伽利略、牛顿、焦耳、卡诺、克劳修斯、玻尔兹曼、安培、法拉第、麦克斯韦、惠更斯、迈克尔孙、爱因斯坦、玻耳、薛定格等,这些材料都插在正文中用小字印出,目的是使学员在紧张的逻辑思考间隙,放松一下,了解一些物理学发展的历史,受到科学精神、创新意识的熏陶。

(5) 书中努力突出物理本质,树立鲜明的物理图像,考虑到学生的承受能力,尽量避免艰深的数学工具。但数学是物理学的语言和工具,它可精确地表述概念,简洁、严格地表示物理规律,可靠地、深刻地揭示现象本质,有时是不可替代的。书中大胆地引用三维空间张量这一工具,表述支配物理规律的对称性。作者认为引进“张量”的概念不仅是必要的,而且也是可行的。首先,张量实际上已经用了,如标量就是零阶张量,矢量就是一阶张量。其次张量的概念学生是可接受的,因为定义三维空间张量的坐标系转动变换,学生在解析几何中已熟悉。引用张量概念可以加深对许多基本物理问题的理解,大大简化有关问题的处理。比如可以根据三维空间的各向同性性质,解释为什么所有物理量都具有标量、矢量或张量性质;可以把类似的思想推广到四维空间,把洛伦茨变换解释为四维空间中的坐标系转动变换。从而可以类似地定义四维

张量,把物理学相对性原理表述为:物理规律应取四维空间张量方程形式。这种做法的实际意义是可以简单地得出质-速关系,质-能关系,相对论的 Doppler 效应,推导力的变换;特别是可以简单地解释电磁场的统一性和相对性,推导电荷密度、电流密度的变换,矢势和标势的变换,电磁场的变换等。

(6) 最后关于教学指导思想、教学方法。作者主张“渗透式”的教学方法,不赞成要求学生当堂消化,当堂理解的“填鸭式”的教学。因为这样一方面限制了课堂信息量,使教学内容和学时的矛盾更加突出;另一方面也造成了学生只会接受灌输的学习方法,缺乏积极主动地自己去吸收营养、成长自己的精神和能力,造成学生知识面窄,缺乏去接受、理解不大熟悉的新东西的知识结构和主动精神。这种做法的另一后果是培养的学生一个模式,不利于学生特长发挥和优秀人才脱颖而出。

本书突出物理图像、基本物理概念、原理和方法教学,尽管书中对许多重要结果都给出了较为详尽的数学处理(这些内容大多都放在书后的附录中),这纯粹是为了更严格、准确地表述物理思想和原理的需要,并不要求学生完全掌握。教师可以选讲、指导学生阅读或去掉不要。本书目的是给出一个较为完整的物理学理论框架,为理解可能遇到的各种技术问题提供必要的物理背景,打下必要的基础,给教师和学生发挥主动性、积极性提供更大的空间。

书后除去“常用物理常数数值表”外,还包括 13 个附录,这些附录每个自成一个系统,详细阐述了各自相关的数学知识,编写目的是在“高等数学”和物理需要之间架设一个桥梁。根据作者的教学经验,适当讲解或指导学生使用这些材料可以收到事半功倍的效果。

最近,本书已由科学出版社推荐、申报国家精品教材。

(责任编辑:林聪榕)