

大学物理实验的改革和探讨*

谢行恕 霍剑青

(中国科学技术大学天文与应用物理系 合肥 230026)

编者按 本刊今年推出的“物理教育”栏已刊登了多篇有关物理系“四大力学”教学改革方面很有见地的文章,受到读者的关注.欢迎大家继续参加讨论.大学物理实验的改革是另一个值得探讨的课题,本期刊出中国科学技术大学谢行恕、霍剑青的文章,也希望引起更多的讨论.

物理学是实验科学,实验是物理学的基础.许多事实都已说明实验物理在推动物理学发展的过程中起着明显的作用.“波粒二重性”假设对于量子力学发展起着非常重要的作用,它是德国科学家德布罗意(De Broglie)在光波具有微粒性的启发下在1924年提出的.几年以后,美国的戴维孙(Davison)和革尔末(Germer)以及英国的汤姆孙(Thomson)分别用电子束通过晶体的衍射实验得到衍射环的照片,观察图样与按照德布罗意公式计算出的电子波长完全一致.实验完全证实了“波粒二重性”假设,而德布罗意也于1929年获得诺贝尔物理学奖.量子力学的发展对于微观世界的描述和探索发挥了极其巨大的作用.可以毫不夸张地说,没有实验物理就没有物理学的发展.

物理实验教学对于学习物理学同样起着十分重要的作用.教学实验与科学实验不完全相同,它不是以预测、验证或获取新的信息为主要目的,而其重点更在于对于人的培养.物理实验教学的主要目的是通过实验使学生对于物理学有更深刻的认识以及培养他们从事实验物理学研究的能力和所需的科学素质.在物理教学中,物理实验课一开始就是它的重要组成部分.20世纪初,我国在大学中开始开设物理学课程.开始时物理课只有讲授,以后不久在北京大学和南京高等师范学校就建立了物理实验室.在这近一个世纪中,随着物理学本身的发展,不但物理学教学有许多发展和进步,而且物理实验室也几乎在所有的高等学校中都建立起来.物理实验课内容的广度、深度都已有很大的变化.在科学和技术迅速发展的今天,大学教育必须适应社会的发展,而教育改革中的教学课程改革和建设已成为必然的趋势.

然而,在我国大学中物理实验教学目前仍基本上沿用多年不变的教学体系.物理实验课一般被分

为普通物理实验和近代物理(或中级物理)实验两门独立的课程,普通物理实验又分为力、热、电、光等各自独立的部分.实验训练的内在联系和实验技术的交叉很少能有所体现,实验内容的安排和实验设备均偏于落后和陈旧,20世纪后期以来科学技术发展的巨大成果很少有所反映.虽然近20年来陆续对实验内容和实验装置做过一些改进,但大多数仍停留在20世纪六七十年代的水平.在教学模式和教学方法上,由于受客观实验设备的限制,学生在实验中的主动性和独立性不能充分发挥.这些都相当严重地阻碍了学生在物理实验课学习中积极性和创造性的发挥以及他们科学思维方法的建立和形成.这显然是与培养21世纪高素质科学技术人才战略目标不相适应.

中国科学技术大学近年来对物理实验课的教学体系、教学内容和教学方法进行了改革和探索.自1996年开始逐步取消了过去实行的力、热、电、光和近代物理实验各自独立封闭的实验教学方式,实行四级物理实验的教学新体系.在实验内容上,结合世界银行高等教育发展贷款项目进行的实验室建设,改善了实验设备,建立了新的实验内容.同时根据改革探索的实践编写新的大学物理实验教材.

由高等教育出版社出版,中国科学技术大学霍剑青、吴泳华等主编的《大学物理实验》(共四册),是在学校几十年物理实验教学基础上,并经过近几年物理实验教学改革和探索实践编写出的一套大学物理实验教材.《大学物理实验》是教育部第一批“九五”立项教材和“面向21世纪教材立项”的教材,是中国科学技术大学从事物理实验教学的老师们多年

* 2000-01-17收到初稿;2000-04-10修回

教学积累和进行教学改革集体智慧的结晶.该书反映了他们在大学物理实验教学中对教学体系、教学内容和教学方法上所做的改革,其中包括:

(1) 建立新的物理实验教学体系

把传统的大学物理实验中按照力学、热学、电磁学、光学和近代物理实验的安排改为包括以上各部分内容的四级物理实验教学方式.每级实验都包含有以上物理内容的实验.每级物理实验相对于一个学期的物理实验内容,教学安排从基本的实验知识、实验方法和实验技能的培养训练开始,逐步增加科学知识的深度和实验难度,并增加综合性、设计性实验的比例,最后到四级实验的小科研实验为主题,组织若干个围绕物理实验的课题,以科学研究的方式进行教学实验来提高学生的科研素质.四级物理实验教学方式还有利于在学校里的学科群中的实验教学安排.在大学中,理、工、农、医及商科都需要物理实验方面的教学和实验能力的训练,但是各类学科的要求显然不同.四级物理实验教学避免了过去某些科系所上物理实验课只能局限在物理学中的一部分内容,而不能得到物理实验的全貌,特别是近代物理实验部分的学习和训练.

(2) 注意物理实验内容的先进性

物理实验内容与现代科学技术接轨,才能激发学生的学习积极性和热情.大学物理实验在实验内

容选择上注意了时代性和先进性.计算机、激光、光纤、传感器等现代技术寓于学生的物理实验,使现代科学技术渗透到传统的课程内容中.同时 X 射线技术、核物理技术、磁共振技术、光谱技术、真空技术以及高分辨率显微成像技术都安排了相当的实验内容.在四级物理实验中还将一些科研成果引入到实验中,这样缩小了教学与科研的距离,使学生的独立科研工作能力得到锻炼和较大的提高.

(3) 建立物理实验教学计算机辅助教学系统

计算机仿真实验的引入是大学物理实验改革的另一个重要特色.传统的物理教学实验,由于实验仪器的复杂、精密和昂贵,往往使学生无法仔细剖析仪器,设计参数和反复的调整训练,而且出现实验越先进,现代化程度越高,学生收获越小的趋向.使用仿真物理实验,学生对于实验设计、实验方法、实验操作等都可做充分的训练.可以先做仿真实验再做真实实验,或者先做真实实验再做仿真实验进行深化和提高.计算机仿真物理实验在这几年的教学实践中发挥着不可替代的重要作用.学生学习物理实验的积极主动性有明显的提高.

中国科学技术大学的物理实验教学改革已经有了一个可喜的起点.希望它能够在推动教学改革和培养高水平的科学技术人才上发挥更大作用.

封面说明

用火箭-导线技术引发的一次闪电.照片用普通照相机的 B 门拍得,摄影点距闪电仅 76 m.由于风和湍流的作用,在持续 1s 左右的放电时间内,闪道自右向左飘移,形状也逐渐变得蜿蜒曲折.地面上的光点是闪电的高电位在地面尖端上激发出来的流光放电.照片最右边的带状发光由初始连续电流引起,此后有许多强弱和时间间隔不等的回击,它们在照片中呈亮线状.在某些回击之后还跟随有时间长短不等的由延续电流引起的较弱发光(详见正文).

[中国科学院寒区旱区环境与工程研究所 肖庆复(摄影) 王才伟]

(上接第 570 页)

[11] Helmholtz. *Wissenschaftliche Abhandlungen von Hermann Helmholtz* (Vol.1). Leipzig:1882.781

[12] 钱临照等.世界科学家传记——物理学家 III.北京:科学出版社,1992.90[QIAN Lin-Zhao *et al.* *Biography of Scientists in the World——Physicists III*. Beijing: Science Press,1992.90(In Chinese)]

[13] Helmholtz. *Wissenschaftliche Abhandlungen von Hermann Helmholtz* (Vol.3). Leipzig:1895.59

[14] Helmholtz. *Wissenschaftliche Abhandlungen von Hermann Helmholtz* (Vol.1). Leipzig:1882.648—649

[15] 克莱恩 MJ 等著.近代物理学家传记.北京:科学技术出版社,1985.5[Klein M J *et al.* *Biography of Modern Physicists*. Beijing: Science and Technology Press,1985.5(In Chinese)]