

大学物理实验课程教学基本要求的指导思想和内容解读

COMPREHENSION OF THE GUIDANCE IDEA AND CONTENT OF THE BASIC REQUIREMENT FOR COLLEGE PHYSICS EXPERIMENT COURSE

霍剑青

(中国科学技术大学天文与应用物理系,合肥 230026)

(收稿日期:2006-12-14)

摘要 教育部高等学校物理基础课程教学指导分委员会 2006 年工作会议指出,切实实施和进一步完善大学物理和大学实验物理课程教学基本要求是本届教学指导分委员会的一项重要工作,并指出通过解读基本要求,宣传基本要求,研讨、实施基本要求等三项重要措施在全国高校范围内开展这项工作.作为该项工作的一个组成部分,本文对大学物理实验课程教学基本要求的指导思想和基本要求的具体内容进行解读.

关键词 大学物理实验;基本要求;解读

1 大学物理实验课程教学基本要求制定的背景和指导思想

物理学本质上是一门实验科学.物理实验是科学实验的先驱,体现了大多数科学实验的共性,在实验思想、实验方法以及实验手段等方面是各学科科学实验的基础.在培养学生严谨的科学思维和创新的能力,培养学生理论联系实际,特别是与科学技术发展相适应的综合能力等方面起着重要的作用.

大学物理实验课程是时代性、社会性十分强的一门课程.20 世纪中叶以来,以计算机信息科学技术、生命科学、空间科学、材料科学等为代表的新的科学技术领域的革命,极大地加速了科学技术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;科学技术的高度发展带动和促进了高等教育事业的发展,我国的高等教育已从精英教育阶段进入到大众化教育阶段.因而实验教学面对时代的发展,科技进步的新趋势和新挑战,必须更新教育理念,建立与当今时代科学技术发展和人才培养相适应的课程体系、教学内容、教学模式和方法,以适应社会对人才知识、能力和素质越来越高的要求,确保高等教育为社会源源不断地培养和输送具有实践能

力、创造能力、就业能力和创业能力的合格人才.

近 10 多年来,围绕着培养高素质人才的核心任务和实验教学的培养目标,各高校以教育部世界银行贷款项目、创建国家名牌课程、“985 工程”、“211 工程、教育部理工科基地建设、国家级精品课程建设、国家级实验教学示范中心等项目为依托,全面进行了实验课程体系、教学内容、教学方法、教学模式等方面的改革.在多年的教学实践中产生了教学理念先进、教学内容丰富、教学条件优良的优秀教学成果,在大量培养与社会发展相适应的优秀人才中发挥了很好的作用,并在全国高等院校中起到了广泛的示范和辐射作用.

在上述背景下制定的大学物理实验课程教学基本要求必须反映时代对人才知识、能力、素质的要求,必须充分凝练近十多年来我国高校在大学物理实验课程教学改革中的先进教学理念和教学成果,对高校大学物理实验课程的建设 and 课程教学质量的保障起到指导作用,为高校培养与社会发展相适应的优秀人才打下良好、坚实的基础.

“大学物理实验课程教学基本要求”正是在这样的指导思想下,在 1995 年“高等学校工业本科物理实验课程教学基本要求”(以下简称 95 版基本要求)的基础上制定和产生的.大学物理实验基本要求(以下简称基本要求)由课程的地位、

作用和任务,教学内容基本要求,能力培养基本要求,分层次教学基本要求,教学模式、教学方法和实验学时的基本要求,有关说明等六个部分组成.这六个部分体现了基本要求有以下特点:

1) 融知识、能力和素质于一体,并行地提出了对培养学生知识、能力、素质的基本要求.

2) 重视教学过程,全面提出了对课程的教学体系、教学内容、教学模式和教学方法的基本要求.

3) 突出分层次教学,对基础性实验、综合性实验、设计性或研究性实验的分层次教学提出了比例要求,并强化了对近代物理实验的要求.

4) 重视教学质量保障硬件体系的作用,提出了对教学学时、教学设备等教学质量硬件保障体系的基本要求.

2 对大学物理实验课程教学基本要求内容的解读

2.1 课程的地位、作用和任务

在“基本要求”中明确指出,物理实验课程是高等理工科院校对学生进行科学实验基本训练的必修基础课程,是本科生接受系统实验方法和实验技能训练的开端,其关键词是“必修”和“基础”课程.因此,大学物理实验课程是面向各类高等理工科院校工科专业和理科非物理专业广大本科学生的必修课程,它既不是选修课程,也不是或不同于专业基础物理实验或专业实验课程.

物理实验课程之所以处于如此重要的地位,是由大学物理实验课程的特点所决定的.物理实验课覆盖面广,具有丰富的实验思想、方法、手段,同时能提供综合性很强的基本实验技能训练,是培养学生科学实验能力、提高科学素质的重要基础,它在培养学生严谨的治学态度、活跃的创新意识、理论联系实际和适应科技发展的综合能力等方面具有其他实践类课程不可替代的作用.

大学物理实验课程作为必修的基础课程,教学培养目标和任务是:培养学生的基本科学实验技能,提高学生的科学实验基本素质,使学生初步掌握实验科学的思想和方法;培养学生的科学思维和创新意识,使学生掌握实验研究的基本方法,提高学生的分析能力和创新能力;提高学生的科学素养,培养学生理论联系实际和实事求是的科学作风,认真严谨的科学态度,积极主动的探索精神,遵守纪律,团结协作,爱护公共财产的优良品德.

2.2 教学内容基本要求

由于大学物理实验课程教学是案例教学,同样的教学目标和任务可以通过不同的实验项目、实验内容和实验方法等来实现,也为了给各高等院校在教学中更充分的自主性、弘扬各校的教学特色,在基本要求中没有列出具体的实验项目,而是对实验教学内容中必须涉及的领域和知识点作了系统的原则上的要求.

从知识体系来看,大学物理实验课程应包括普通物理实验和近代物理实验,即包括力学实验、热学实验、电(磁)学实验、光学实验和近代物理实验.

具体的实验教学内容包括以下6个方面:

1) 掌握测量误差的基本知识,具有正确处理实验数据的基本能力

与95版基本要求相比,对学生正确处理实验数据基本能力提出了一些新的要求.其目的是为了教学与科研接轨;教学与国际通用的对测量结果的评价方法接轨.

根据定义,误差是指测量值和真值之差,这通常是无法知道的;而不确定度是表征被测量的真值在某个量值范围的一个评定,显然后者更能表示测量结果的性质,因此用不确定度来评价测量质量,在国内外已经被普遍地采用.基本要求中,要求学生掌握测量误差与不确定度的基本概念,能逐步学会用不确定度对直接测量和间接测量的结果进行评估.

随着信息技术的迅速发展,应用计算机通用软件处理实验数据已成为科学研究和国民经济建设中的通用方法.基本要求中,在要求学生掌握传统常用的实验数据处理方法的基础上,增加了对学生应用计算机通用软件处理实验数据基本方法的要求.

2) 掌握基本物理量的测量方法

基本要求中,列举了对长度、质量、时间、热量、温度、湿度、压强、压力、电流、电压、电阻、磁感应强度、光强度、折射率、电子电荷、普朗克常量、里德堡常量等常用物理量及物性参数的测量,并强调要注意加强数字化测量技术和计算技术在物理实验教学中的应用.

与95版基本要求相比,增加了对学生掌握微观物理常量和物性参数的测量方法的要求;从测量技术方面增加了数字化测量技术和计算技术的应用.

这些增加的基本要求内容体现了物理实验课程的时代性、社会性,是物理实验教学必须与科学技术发展相适应的要求。由于这些强化的内容和技术基本属于近代物理实验的范围,因此也反映了本版基本要求中强化了对学生近代物理实验方法和技术的训练。

3) 了解常用的物理实验方法,并逐步学会使用

正确的科学思想及由此产生的科学方法是科学研究的灵魂。在人类追求真理,探索未知世界的过程中,物理学展示了一系列科学的世界观和方法论,深刻影响着人类对物质世界的基本认识,人类的思维方式和社会方式,是人类文明的基石。大学物理实验中包含着极其丰富和精彩的物理思想及解决问题的途径与方法,这些思想和方法已经超过了各个具体的实验而具有普遍的指导意义,在培养学生的创新思维、设计能力和创新能力中有重要的意义。

基本要求中列举了比较法、转换法、放大法、模拟法、补偿法、平衡法和干涉、衍射法,以及在近代科学研究和工程技术中广泛应用的其他方法。

这些实验方法既是物理实验常用的基本方法,也是各学科科学实验中常用的基本方法。随着科学技术的发展,新思想、新方法不断涌现,要求学生通过物理实验课程系统了解并逐步掌握常用的物理实验方法,包括在近代科学研究和工程技术中不断产生和广泛应用的其他方法。

4) 掌握实验室常用仪器的性能,并能够正确使用

实验仪器是实验设计思想、实验方法和实验技术的集成,是测量物理量、发现物理规律和验证物理规律的必备工具,并且在各学科实验、现代科学研究和工程技术中不断得到广泛的应用;随着现代科学技术的发展,以先进的科学思想、科学方法和科学技术产生的设备和仪器不断涌现,并且在当代科学研究与工程技术中发挥着重要的作用。

因此,基本要求在列举力、热、电、光、近代物理实验领域的常规测量仪器的基础上,要求各校在引导学生掌握常规、通用仪器的性能,并能正确使用的前提下,根据条件在物理实验课中逐步引进在当代科学研究与工程技术中广泛应用的现代物理技术。

5) 掌握常用的实验操作技术

实验的操作技术是实验技能的重要组成部分

分,学生掌握常用实验操作技术的能力也是学生实践能力的重要标志。基本要求中,列举了力学、热学、电学、光学、近代物理实验中的常规操作技术,要求学生能够正确使用仪器,正确组建和调整实验系统,能够对常见实验系统故障进行分析、判断和排除等。

与95版基本要求相比,本项内容增加了要求掌握在近代科学研究与工程技术中广泛应用的仪器的正确调节和对常见实验系统故障检查与排除。

6) 适当介绍物理实验史料和物理实验在现代科学技术中的应用知识

在大学物理实验课程中开设的实验,有的在物理学和科学的发展史上发挥过重要里程碑的作用;有的实验所涉及的设计思想、实验方法和实验技术正在现代科学技术和国民经济建设中发挥着重要的作用。在教学中适当介绍实验当时的科学技术背景、经济背景和它的现代应用,使历史上重要人物和事件生动地再现,能够强化学生物理文化教育素养,使学生从物理学史这块精神财富的宝地中吸取营养,学习前辈物理学家的科学创造方法、严谨的治学方法和实事求是的科学态度;结合物理实验,讲背景、讲思想、讲方法、讲技术及其在现代科学技术中的应用,使学生站在课堂眺望科学前沿,能有效地激发学生学习的积极性和主动性,激励他们在新世纪的高科技领域创造更光辉的业绩。

2.3 能力培养基本要求

本项基本要求提出了培养学生独立实验的能力、分析与研究的能力、理论联系实际的能力、创新能力的的基本要求,并对这4个方面能力的具体体现作了阐述。

1) 独立实验的能力——能够通过阅读实验教材、查询有关资料和思考问题,掌握实验原理及方法、做好实验前的准备;正确使用仪器及辅助设备、独立完成实验内容、撰写合格的实验报告;培养学生独立实验的能力,逐步形成自主实验的基本能力。

2) 理论联系实际的能力——能够在实验中发现、分析问题并学习解决问题的科学方法,逐步提高学生综合运用所学知识和技能解决实际问题的能力。

3) 分析与研究的能力——能够融合实验原理、设计思想、实验方法及相关的理论知识对实验结果进行分析、判断、归纳与综合,掌握通过实验

进行物理现象和物理规律研究的基本方法,具有初步的分析与研究的能力。

4) 创新能力——能够完成符合规范要求的设计性、综合性内容的实验,进行初步的具有研究性或创意性内容的实验,激发学生的学习主动性,逐步培养学生的创新能力。

上述内容阐述了学生具有上述4种能力的具体体现,同时也表达了对实验教学过程和教学方法的要求,强调了教学过程。

教学过程和教学方法是达到教学目标的重要环节,同样的实验设备、同样的实验教学内容会因为教学过程和教学方法的不同而产生不同的教学效果。为了培养学生的上述能力,在教学过程中必须真正实施以学生为主体,教师为主导的教学方法。在教学过程中要注意引导学生发现问题、分析问题、综合运用所学知识和技能解决实际问题;引导学生在正确获得实验数据的基础上对实验结果进行分析、判断、归纳与综合;逐步培养他们的创新意识和创新能力。

2.4 分层次教学基本要求

上述各项基本要求必须通过分层次教学来实现。基本要求中将实验教学的层次分为基础性实验、综合性实验、设计性或研究性实验。

基础性实验的内容包括基本物理量的测量、基本实验仪器的使用、基本实验技能和基本测量方法、误差与不确定度及数据处理的理论与方法等,可涉及力、热、电、光、近代物理等各个领域的内容。此类实验为各专业学生的普及性基础实验。

综合性实验是指在同一个人实验中涉及到力学、热学、电学、光学、近代物理等多个知识领域,综合应用多种方法和技术的实验。

设计性实验或研究性实验是针对教学目标、教学内容和教学过程的设计而言;从实验项目来说,它可以是单个或系列基础性实验、综合性实验或它们的组合。

开设设计性实验时,根据教师给定的实验题目、实验要求及可供学生选择的实验条件,由学生自己提出设计思想、拟定实验方案,选择测量仪器、确定实验条件、实验参数,并基本独立完成实验的全过程。

开设研究性实验时,教师组织若干个基础物理实验所涉及领域的课题,以科研方式组织教学。学生在通过查阅资料理解相关领域的基本知识、

基本方法及其应用的基础上,在教师指导下确定研究课题或研究内容、设计实验方案、完成实验、最后写出研究性小论文等。研究性实验可以以学生个体或团队的形式进行。

开设设计性或研究性实验的目的是提供学生自主、创新学习的平台,激发他们学习的主动性和学习热情,使他们在主动参与实验中,了解科学实验的全过程,逐步掌握科学思想和科学方法,逐步培养他们的创新意识和创新能力。

在基本要求中,对基础性实验、综合性实验、设计性或研究性实验这3类实验教学层次的比例建议分别为:60%、30%、10%,考虑到各校的特点,允许各学校根据本校的特点和需要,做适当调整,但综合性实验、设计性或研究性实验的比例应分别不低于20%、5%;同时强调在分层次实验中要注意近代物理实验的比例。

由于设计性或研究性实验的难、易,涉及的领域差异较大,基本要求对此没有统一的要求,而是要求各校应根据本校的实际情况设置该类型的实验内容。

2.5 教学模式、教学方法和实验学时的基本要求

为丰富教学资源、拓展实验教学的时间和空间,满足个性化教育和培养创新人才的需求,基本要求中,要求各学校积极创造条件开放实验室,充分利用包括网络技术、多媒体教学软件等在内的现代教育技术,营造多元化的教学模式,提供学生自主学习平台和师生交流的平台,加强现代化教学信息管理。

考核是实验教学中的重要环节,是教学过程和教学方法的重要组成部分,考核方法和考核内容是对学生学习方法和学习内容的重要导向。为此,基本要求要求各校强化对学生实验能力和实践技能的考核,并鼓励各校建立能够反映学生科学实验能力的多样化的考核方式。

基本要求的实施,必须有一定的学时和设备为基础,否则只能是纸上谈兵,流于口号与形式。因此基本要求对质量保障体系中的学时和设备提出了明确的要求。

要求物理实验课时一般不少于54学时,如果按通常每个实验3学时计算,也就是要求每个学生在物理实验课程中一般至少完成18个实验;对于理科、师范类非物理专业和某些需要加强物理基础的工科专业则建议实验学时一般不少于64学时。

要求实验设备的数量能满足分组实验一般每组 1~2 人;设备的类型和质量,要能满足基本要求中对学生所开设实验的层次和教学内容的要求.

2.6 有关说明

有关说明中重点阐述了 3 个问题.

1) 本基本要求的适用范围是各类高等院校工科专业和理科非物理专业的本科物理实验教学.

2) 强调上述基本要求中所要求的内容、学时、设备等,仅是为达到实验课程的教学目标和任务的底线要求,远不能满足培养优秀创新人才的要求.因此,建议有条件的学校在必修实验课程之外开设 1~2 门物理实验选修课,同时鼓励各校积极创造条件,开辟学生创新实践的第二课堂,进一步加强对学生创新意识和创新能力的培养,为拔尖学生脱颖而出创造条件.

3) 基本要求的制定中融合了十多年来我国高等学校教学改革、教学研究的思想和成果.为了高等教育事业的持续发展,各高校必须继续积极开展物理实验课程的教学改革和教学研究,并将成功的经验应用于教学实践中,以提高教学质量和源源不断地培养大批优秀的创新人才.

3 结束语

本文根据教育部高等学校物理基础课程教学指导分委员会 2006 年工作会议精神对大学物理实验课程的基本要求作了初步解读,仅供大家参考.为了切实实施和进一步完善大学物理和大学实验物理课程教学基本要求,进一步围绕基本要求的系列论文正在组织中.

大学物理和大学物理实验课程教学基本要求研讨会 会议纪要

根据教育部文件和高等学校物理基础课程教学指导分委员会 2006 年工作会议的精神,为在高校中切实实施和在实施中进一步完善大学物理和大学物理实验课程教学基本要求,教育部高等学校物理基础课程教学指导分委员会和江苏省物理学会于 12 月 8 日~10 日在南京理工大学共同举办了大学物理和大学物理实验课程教学基本要求研讨会.

来自江苏省高校和全国各省、市高校的 182 名代表出席了会议.教育部高等学校物理基础课程教学指导分委员会主任李师群教授,副主任顾牡教授、霍剑青教授、金国钧教授,委员张学龙教授、胡其图教授、陶纯匡教授、陆建教授、何晓雄教授、孙厚谦教授,江苏省物理学会理事长祝世宁教授、副理事长李相银教授出席了会议,南京理工大学副校长汪信教授、校长助理吴晓蓓教授、教务处处长袁军堂教授、实验设备处处长许晨煜教授等应邀出席了会议,教育部实验教学指导委员会秘书长熊宏齐教授、北京交通大学王玉凤教授也应邀出席了会议.

会议开幕式由霍剑青教授主持,顾牡教授致词.汪信副校长、祝世宁理事长、熊宏齐秘书长分别在开幕式作了热情洋溢的讲话,表达了他们对会议的支持、祝贺和对会议代表的热烈欢迎.

会议由大会报告和分组研讨形式进行.大会由金国钧教授、顾牡教授、李相银教授分别主持,张学龙教授、胡其图教授、陶纯匡教授、陆建教授、何晓雄教授、孙厚谦教授分别主持了三个分组的研讨会.

大会报告期间,李师群教授为大会作了题为“我国高等教育物理课程教学规范化的历史进程”的报告,指出制定专业规范和课程基本要求是教育部确保大众化教育阶段教学质量的重要举措,并系统展示了 1962 年、1980 年、1987 年、1995 年、2006 年大学物理课程和大学物理实验课程的教学大纲或教学基本要求的内容,剖析比较了各个基本要求的结构特点,阐述了基本要求是规范本科教育、确保课程质量的基本保证.顾牡教授、霍剑青教授分别对“大学物理课程教学基本要求”、“大学物理实验课程教学基本要求”制定的背景、指导思想、特点、内容的内涵等作了解读.李相银教授结合南京理工大学多年来在开设开放性实验、设计性实验等实验教学实践中的成功经验,作了题为“落实大学物理实验课程基本要求,加强大学生物理实验能力培养”的报告.上海交通大学胡其图教授作了题为“关于大学物理课程教学改革”的报告,中国科学技术大学王晓蒲教授作了题为“大学物理实验信息化教学”的报告.

(下转第 64 页)