



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

大学物理实验

第一册 第二版

吴泳华 霍剑青 浦其荣 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

大学物理实验

第一册 第二版

吴泳华 霍剑青 浦其荣 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内容简介

本套书的第一版是“面向 21 世纪课程教材”,它打破了传统实验课教材的编写模式,建立了一个能促使实验课独立发展的新的教材体系,以本套书为基础的教学实践获得了 2001 年国家级教学成果一等奖。本次修订融进了近几年教学改革中的新成果,增加了由科研转化而来、反映时代特点的实验内容和实验方法,在多数实验中还增加了设计性内容。全套书共分四册,其中第一册适应于理、工、农、医、商等各学科领域,为各专业的普及课程;第二册适应于理工科各专业;第三册适应于理科各专业及需要加强物理基础的工科专业;第四册适应于物理类专业及相关理科非物理类专业。每册的内容都覆盖有力学、热学、电磁学、光学、近代物理等领域的实验,各册书依次逐级提高,适应于不同层次教学的需要。本套书中还涉及一些科学研究前沿中众所关注的课题。本套书配有大学物理仿真实验软件。

本书第一册以基础性物理实验为主,共分 8 章,含有 39 个实验,可供高等院校理、工、农、医、商等专业的学生作为物理实验课的教材,也可供社会读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理实验. 第 1 册/吴泳华, 霍剑青, 浦其荣主编. —2 版. —北京: 高等教育出版社, 2005. 11
ISBN 7-04-017773-0

I. 大… II. ①吴…②霍…③浦… III. 物理学-实验-高等学校-教材 IV. 04-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 119103 号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
		网上订购	http://www.landaco.com
经 销	北京蓝色畅想图书发行有限公司		http://www.landaco.com.cn
印 刷	河北新华印刷一厂	版 次	2001 年 6 月第 1 版
			2005 年 11 月第 2 版
开 本	787×960 1/16	印 次	2005 年 11 月第 1 次印刷
印 张	18	定 价	20.90 元
字 数	330 000		

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 17773-00

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

策划编辑 刘 伟

责任编辑 高 建

封面设计 王 雱

版式设计 马静如

责任校对 王效珍

责任印制 孔 源

序

物理学是研究物质的基本结构、基本运动形式、相互作用及其转化规律的学科。它的基本理论渗透在自然科学的各个领域,应用于生产技术的许多部门,对人类科学技术的发展起到了引领和推动作用。在 100 年之前,1905 年,爱因斯坦发表了五篇光辉著作,这对我们 100 年以来整个人类的科学技术发展起到了奠基性的作用。联合国大会去年 6 月份把今年定成“世界物理年”,这是物理学对人类科学技术发展和人类文明中发挥了重要作用的最高荣誉和肯定。

在人类追求真理、探索未知世界的过程中,物理学的发展导致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生活,是人类文明的基石,在人才的科学素质培养中具有重要的地位。

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。物理实验课是高等院校对学生进行科学实验基本训练的基础课程,物理实验教学是培养人才科学素质的重要环节。

由霍剑青等人编写的《大学物理实验》是一套创新体系的实验教材,编者都是在教学、科研第一线艰辛敬业多年,具有丰富教学经验和科研背景的教师。新体系教材融进了他们多年教学、科研积累的科学思想、科学方法、教学思想、教学经验和成果。新体系教材在中国科学技术大学经过多年的实践考验并几经完善,在量大面广的本科生教学中发挥了重要的作用。本套书的修订版更融进了近几年教学改革的新成果,在原版书的基础上增加了反映时代特点和科研转化的实验内容、实验方法和实验技术,是一套渗透着时代气息的教材。

这套教材按照实验内容基础性、综合性、设计性、研究性的难易程度与学生的知识水平相适应等分为四级实验,对应四册教材,每级实验都含有力学、热学、电磁学、光学和近代物理实验,既具有知识的系统性又有相对独立性。教材内容丰富、注意物理实验内容的先进性同时兼顾传统、经典、里程碑的著名实验。教材配有“大学物理仿真实验”和“远程大学物理仿真实验系统”,为改革教学方法、营造多元化的教学模式创造了条件。教材不仅适用于中国科学技术大学等综合性大学,也适用于广大理工科及其他各类大学。

在世界物理年将这套书奉献给读者更是一大幸事,它包含着从事在教学、科研第一线的实验工作者对科学、教育事业的执着、热爱和无私奉献。

杨国桢

2005年6月6日

编者的话

实验是物理学的基础,它反映了理工科及各个学科科学实验共性和普遍性的问题。它在培养学生严谨的科学思维和创新能力的同时,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,以及适应科技发展与社会进步对人才的需求方面有着不可替代的作用。

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。因此,高等教育人才培养的思路必然要适应这些变化,课程体系、教学内容、教学方法和教学手段必须由封闭型向开放型转变。基础物理实验作为大学生在进校后的第一门科学实验课程,不仅应让学生受到严格的、系统的实验技能训练、掌握科学实验的基本知识、基本方法和基本技巧,更主要的是要培养学生严谨的科学思维能力和创新精神,培养学生理论联系实际、提出问题、分析问题和解决实际问题的能力,特别是与科学技术的发展相适应的综合能力,因而实验教学应该面对时代的发展,科技进步的新趋势和新挑战不断有所创新。只有这样,才能适应社会对人才知识和科学素质越来越高的要求。

在近几年教学改革实践的基础上,我校将世界银行贷款项目与创建国家名牌课程、“985 工程”、基地建设等项目相融合,全面实现大学物理实验课程体系、教学内容、教学方法和多元化教学模式的改革。打破了传统的各学科独立的课程体系,建立了学科交叉、逐步升级的物理实验课程新体系;注重了反映时代特点和由科研转化的教学内容;创建了多元化教学模式、并进行了教学方法、考试方法等方面的改革,取得了显著的成果。以本套教材第一版为主讲教材的“大学物理实验”课程被评为 2003 年度国家精品课程。

本套教材在第一版的基础上,融进了这几年教学改革和实验室建设的新成果。因此,它是中国科学技术大学几十年教学经验的总结,更是这几年教学改革的经验的总结。编者愿意将此奉献给新世纪的教育事业,希望这套教材的出版能为培养 21 世纪的高素质人才发挥作用。

传统的物理实验课程体系是按普通物理(力学、热学、电磁学、光学)和近代物理实验分别安排的封闭体系,学生每学期各完成其中的一门实验,限制了学生跨学科思维能力和创新能力的培养,我们打破旧的实验课程体系,建立实验课程

独立发展的新体系。新体系的中心思想是分层次教学,把整个物理实验课程分为四级,每一级实验用一个学期完成。

其中,一级实验主要为基本量的测量、基本实验仪器的使用、基本实验技能的训练和基本测量方法与误差分析等,涉及力、热、电、光、近代物理的各个知识点,为普及性实验。

二、三级实验逐步增加综合性实验和设计性实验的比例及难度。通过这两级课程的训练,激发学生强烈的学习热情,变学生被动学习为主动学习,在主动学习中提高他们的思维和创造能力。由教师排好实验,准备好仪器,学生来做实验的状态,过渡到学生在教师的指导下,自己设计实验,自己准备仪器完成实验,培养他们的综合思维和创造能力。学生做设计实验时,能从失败与成功中受到更多的训练,整体素质将得到提高。

四级实验为研究型实验以科研实践为主题,组织若干个围绕基础物理实验的课题,以科学研究的方式进行实验教学。学生在通过查资料理解该领域的基本知识,基本方法及其应用的基础上,在教师指导下选择课题和研究方向,自行设计实验方案完成实验,自行分析实验结果,写出研究性小论文。研究型实验更强调学生的自主性,培养学生不仅具有获取知识的能力,而且具有综合应用知识的能力。这样可以缩短教与学、教学与科研、教科书与现代科学技术的距离,学生独立科研的能力将得到较大的锻炼和提高。

在课程安排上,一级实验适用于理、工、农、医、商等各学科领域,为各专业的普及课程;二级实验对理工类专业开课;三级实验对理科类及需要加强物理基础的工科专业类学生开课;四级实验是理科物理类专业学生的必修课,理科非物理类各专业的学生可作为选修课,也可作为相关专业研究生的选修课。

本套教材共四册,第一、二、三、四册分别对应一、二、三、四级物理实验。第一册以基础性物理实验为主,第二册以综合性物理实验为主,第三册以现代物理技术实验为主,第四册以研究型实验或小型科研课题型实验为主。

每册中都包含有比较多的内容,在使用中可结合具体的学时数、实验室条件和特长加以取舍,灵活变通,还可增设内容或提高要求等,这也是本套教材所具有的特点——灵活性和主动性。

本套教材在选择实验内容时注重时代性和先进性。物理实验必须与现代科学技术接轨,才能激发学生的学习积极性与热情,才能使现代科技进步的成果渗透到传统的经典课程内容之中。例如,我们将计算机技术、光纤技术、磁共振技术、核物理技术、X射线技术、软X射线显微技术、光谱技术、真空技术、传感器技术等现代技术寓于学生实验中,其中不少是各领域的科研新成果。

在传统的物理实验教学中,由于实验仪器的复杂、精密和昂贵,往往无法对实验仪器的结构、设计思想、运行机理等进行剖析,不允许学生自行设计实验参

数、反复调整、观察实验现象、分析实验结果,并且存在着实验越先进,现代化技术越高,学生收获越少的倾向。大学物理计算机仿真实验以人工智能、自动控制理论对物理实验和仪器建立了内在的模型,实验者可通过运行仿真实验软件,完成实验的各项内容,弥补了上述缺陷。

计算机仿真实验的引进,把物理实验课分成了两个阶段,即仿真实验阶段和真实实验阶段。学生可先通过仿真实验,学习实验的设计思想、实验方法、仪器的设计原理、操作原理与方法,甚至拟定好实验参数、实验计划等,再去完成真实实验。也可以先做真实实验,再做仿真实验,用于对真实实验认识的深化、提高。计算机仿真实验在这几年的教学实践中正发挥着不可替代的重要作用。本套教材配有大学物理仿真实验软件。使用这套教材进行教学,无论对学生或教师都有不同于以往的要求。要求学生积极主动地学习,除阅读要做实验的教材或相关附录参考资料和实验室提供的说明书外,还要结合思考题自行设计具体的实验步骤,完成实验。这套教材给教师以更大的选择余地和自主发挥创造性思维的空间,能更好地体现教师在教学中的主导地位。

在本套教材出版之际,感谢几十年来在中国科学技术大学物理实验教学中作出过贡献的所有老师。物理实验课是一门体现集体智慧和劳动结晶的课,是日积月累、逐步完善、发展和升华的结果。此次参加编写教材的大多为在实验教学第一线辛勤耕耘多年,在实验教学方面有较高造诣、深刻理解并积累了丰富实验经验的教师。在主编和编委会的参与指导下,经集体讨论原则方案,以具体分工、个人执笔方式完成书稿。撰写人都署名在各自撰写部分之后。尽管一些老师未能直接参加教材编写,但是这套教材中也有他们多年的劳动和奉献。

本套书在编写过程中得到学校有关领导杨国桢、程艺、刘斌、汤家俊等同志的大力支持,此外谢宁、郭华菊、陈蝶萍等同志做了大量的具体工作,在此一并感谢。

由于我们的水平和条件有限,书中难免有不妥或疏漏,欢迎提出建议并指正。

霍剑青 吴泳华

2005年5月30日

目 录

绪论	1
第一章 物理实验的基本方法	7
§ 1.1 物理实验思想和方法的形成	7
§ 1.2 物理实验分析方法	8
§ 1.3 物理实验的基本测量方法	12
§ 1.4 计算机虚拟方法	21
第二章 测量的不确定度和数据处理	24
§ 2.1 测量的不确定度	24
§ 2.2 常用的数据处理方法	41
第三章 基本物理量的测量	50
§ 3.1 长度	52
实验 3.1.1 长度测量	53
§ 3.2 时间	61
实验 3.2.1 时间测量中随机误差的分布规律	62
实验 3.2.2 用示波器测量时间	69
§ 3.3 质量	75
实验 3.3.1 用天平测量质量	76
实验 3.3.2 用惯性秤测量质量	84
§ 3.4 电流	89
实验 3.4.1 直流电表和直流测量电路	89
§ 3.5 温度	96
实验 3.5.1 用热敏电阻测量温度	96
实验 3.5.2 半导体温度计的设计与制作	101
§ 3.6 发光强度	106
实验 3.6.1 发光强度的测量	106
第四章 物体运动规律的研究	112
§ 4.1 直线运动	112
实验 4.1.1 直线运动中速度的测量	112
实验 4.1.2 碰撞过程中守恒定律的研究	118

§ 4.2 振动和波	121
实验 4.2.1 用弦振动形成的驻波求振动频率	121
实验 4.2.2 单摆的设计和研究	125
实验 4.2.3 测量刚体的转动惯量	126
§ 4.3 曲线运动	131
实验 4.3.1 二维碰撞运动的研究	131
第五章 物性的测量	137
§ 5.1 固体	137
实验 5.1.1 固体杨氏模量的测量	137
实验 5.1.2 切变模量的测量	144
实验 5.1.3 固体比热容的测量	147
实验 5.1.4 热膨胀系数的测量	151
§ 5.2 气体	155
实验 5.2.1 空气密度的测量	155
实验 5.2.2 空气比热容比的测定	161
§ 5.3 液体	165
实验 5.3.1 表面张力系数的测定	165
实验 5.3.2 液体黏度的测定	171
第六章 电路与电磁场的测量	180
§ 6.1 直流电路	180
实验 6.1.1 直流电压的测量	180
实验 6.1.2 用直流电桥测量电阻	184
§ 6.2 交流电路	187
实验 6.2.1 交流电及整流滤波电路	187
实验 6.2.2 用示波器测量电压	195
§ 6.3 电磁场的测量	200
实验 6.3.1 用稳恒电流场模拟静电场	200
实验 6.3.2 测量螺线管的磁场	204
第七章 光学测量	208
§ 7.1 几何光学	208
实验 7.1.1 透镜参数的测量	209
实验 7.1.2 分光计的调节与使用	214
实验 7.1.3 投影仪和望远镜的设计与组装	221
§ 7.2 物理光学	228
实验 7.2.1 干涉法测微小量	228

实验 7.2.2 衍射法测细丝和微粒的直径	233
第八章 电子性质与基本常量的测量	238
§ 8.1 电子性质	238
实验 8.1.1 用密立根油滴实验测电子电荷	238
实验 8.1.2 用电子衍射法测电子德布罗意波长	244
实验 8.1.3 电子荷质比的测量	249
§ 8.2 测量基本常量	258
实验 8.2.1 光电效应法测普朗克常量	258
实验 8.2.2 氢原子光谱	262
物理学常量表	270
中华人民共和国法定计量单位	271
参考资料	274

绪 论

1. 实验物理在物理学发展史上的重要性

物理学一词的英文 physics, 早先来源于希腊文 φυσικῆ, 意为自然规律, 可延伸为自然及其发展规律, 现在指研究物质运动的最一般的规律及物质基本结构的科学. 物理学是实验科学, 实验是物理学的基础. 凡物理学的概念、规律及公式等都是以客观实验为基础的, 即物理理论绝不能脱离物理实验结果的验证. 此处所指的实验是近代科学实验, 是有目的地去尝试实践, 是对自然的积极探索. 科学家提出某些假设或预见, 为对其进行证明筹划适当的手段和方法, 根据由此产生的现象来判断原设计假设或预见的真与否即为科学实验. 从认识主体所起的作用来看, 科学实验与被动的经验、单纯的观察之间有很大的不同. 仅仅停留在观察试验上还不能称为科学实验和科学方法, 还必须使观察试验和理论研究结合起来. 可以说科学实验是人类文明发展的积极推动力之一. 因此科学实验的重要性是不言而喻的, 其中物理实验自然也雄踞要位. 下面通过两个例子进行说明:

(1) 当代最引人注目的诺贝尔奖, 宗旨是奖给有最重要发现和发明的人. 因此, 获得诺贝尔物理学奖的成果均是物理学中划时代的、里程碑级的重大发现和发明. 从 1901 年第一次授奖至今已有百余年的历史, 有 160 余名获奖者. 其中因实验物理学方面的伟大发现或发明而获奖的占三分之二以上. 如 1901 年, 首届诺贝尔物理学奖得主德国人伦琴 (W. C. Röntgen), 他因发现 X 射线而获奖; 1902 年的得主是荷兰人塞曼 (P. Zeeman), 他在 1894 年发现光谱线在磁场中分裂的现象; 1903 年的得主是法国人贝克勒尔 (H. A. Becquerel) 和居里夫妇 (P. Curie, M. S. Curie), 他们发现了天然放射性, 由此成为了核物理学的奠基人. 由此看出, 这些实验方面的发现已被公认为是物理学发展中的最伟大的成就. 可见实验物理在物理学发展中的地位是多么重要.

(2) 从物理规律的建立过程看实验物理的重要性. 1924 年法国人德布罗意 (de Broglie) 在光波具有微粒性的启发下, 明确提出实物粒子具有波动性, 即物质波和粒子的缔合概念, 通常人们将它描述为波粒二重性或二象性. 假设粒子能

量为 E , 动量为 p , 就同时伴随着物质波的传播矢量 k , 关系是 $p = \hbar k$, 即 $p = \frac{h}{\lambda}$.

这是一个大胆而伟大的假设. 物理伟人爱因斯坦 (A. Einstein) 对此给予充分的肯定, 他称这是照亮我们最难解开的物理学之谜的第一缕微弱的光. 并提名德布罗意获诺贝尔物理学奖. 要强调说明的是, 理论上美妙的假设或推理, 要最终成为被公认的物理规律, 还必须有实验结果的验证. 德布罗意本人当时指出, 可以通过电子在晶体上的衍射实验来证明上述假设. 果真在 1927 年, 美国科学家戴维孙 (C. J. Davisson) 和革末 (L. H. Germer) 用被电场加速的电子束打在镍晶体上, 从而得到衍射环纹照片, 恰如光波在光栅上的衍射花样. 同时由加速电场计算出电子束动量对应的物质波长与在晶体光栅上衍射极大值对应波长的关系, 证实了德布罗意关于 p 、 λ 间的假设关系成立. 最终使德布罗意的假设得到公认, 他本人也获得了 1929 年的诺贝尔物理学奖. 这一历史事实雄辩地说明了实验结果在物理学概念的提出、理论规律的确立及被公认的过程中所占的重要地位和所起的关键作用.

可以毫不夸张地说, 没有实验物理就没有物理学的发展. 正是由于实验手段的不断进步、仪器精度的不断提高、实验设计思想的巧妙创新等, 才使得人类在认识自然界的历程中不断探索、发现, 进而攀登上更高的高峰.

人类对客观世界的认识是不断深化的, 整个物理学的发展历史就是人类不断深化地了解自然、认识自然的过程. 大到宇宙天体, 小到原子、粒子等等都无不显示着这个过程的各个历史时期的前进步伐. 对自然界认识的深化必然引发科学技术生产的革命, 必然会推动社会向前发展.

物理学的发展是人类进步的推动力之一, 实验物理和理论物理是构成物理学研究的两大支柱. 实验物理在推动物理学发展过程中有着明显的重要作用, 当然理论物理也有着同样重要的作用, 二者密切相关、相辅相成、互相促进, 形象地说恰如鸟之双翼、人之双足, 不可或缺. 物理学正是靠着实验物理和理论物理两大分支的相互配合、相互激励、相互促进, 相辅相成的探索前进, 而不断向前发展, 不断深入认识自然界的. 在物理学的发展过程中, 这种相互促进、相互激励、相互完善的实例举不胜举. 如 1895 年伦琴在实验上发现了新的电磁辐射, 被称为 X 射线 (它是由高速电子轰击重元素靶而产生的波长在 nm 量级的电磁辐射). X 射线的发现进一步推动了气体中电传导的研究. 汤姆孙 (J. J. Thomson) 提出了被 X 射线照射的气体具有导电性是由于气体因分子电离而带有电荷, 这给洛伦兹 (H. A. Lorentz) 创立电子论提供了实验基础, 而电子理论又给塞曼效应, 即光谱线在磁场中会分裂这一事实以理论解释. 这一连串的事实展示了实验物理和理论物理之间的密切关系和相互激励而共同推进物理学发展的进程.

物理学是一门成熟的学科, 物理学所探索的各种现象的领域总在不断地扩

大. 现在必须承认, 当实验上有新的发现或者实验方法有改进, 测量精度有提高的时候, 每个物理学理论都要重新受到验证、检验或修正.

物理学研究的是物质运动的基本规律, 它在揭示自然的奥秘、探索自然、认识自然世界, 从而推动人类历史的前进、社会的发展等方面都有巨大的作用. 物理学是自然科学的基础, 实验物理是物理学的基础.

2. 教学实验和科学实验的关系及教学实验的重要性

科学实验是为了预测、验证或获取新的信息, 通过技术性操作来观测由预先安排的方法所产生的现象, 其全过程应包括四个环节, 即: 第一步, 选定目标作出计划, 即确定课题, 构思模型, 给出实验方案设计; 第二步, 制作或选择实验装置, 按设计方案准备实验所需设备; 第三步, 观察现象和测量数据, 进行实验操作, 记录数据; 第四步, 分析、整理数据结果, 得出结论. 完成这四步之后, 需讨论由实验结果得到的结论, 是支持、肯定了原先所构思的模型方案设计, 还是部分肯定, 尚需改进、完善设备或设计方案, 抑或是修改、否定原先的设计目标. 因此, 科学实验实际上包含着多次实验, 甚至失败、再实验之后, 最后得出结果, 从而获得新的规律. 科学实验是探索的过程, 可能成功也可能失败, 结果可能是符合预期设计的, 也可能是否定预期设计的, 当然还可能有意外的收获而导致新发现, 从而得到未曾预期的成功(穆斯堡尔效应的发现过程就是一例). 每一次科学实验的成功都会揭示出自然界的奥秘, 使人类在认识自然的道路上又前进一步.

教学实验不同于科学实验, 它是以教学为目的, 其目标一般不在于探索, 而在于培养人才, 它是以传授知识、培养人才为目的的. 因此, 教学实验(尤其是基础教学实验)与科学实验无论从宗旨、内容和形式上都会有区别. 教学实验一般都是理想化了的, 排除了次要干扰因素而简化过的实验, 是经过精心设计准备, 一定能成功的. 一般基础实验只做科学实验过程的第三、四两步, 到了高年级, 视条件允许的程度, 可能有少部分学生或少部分实验能涉及第一、二两步. 尽管如此, 教学实验的地位仍然是非常重要的, 因为该课程担负着培养学生实验能力和科学素质的任务. 人们要攀登科学高峰, 首先要培养自身攀登高峰的能力, 这好比建造通向高峰的阶梯. 攀登高峰的阶梯好像一座金字塔, 有着广阔、宽厚的基础和高耸的塔尖, 基础愈宽厚, 塔尖可以愈高, 可及的科学高峰也会更高. 学生的任务主要就是积累知识、培养素质、提高能力, 就是建造攀登高峰的阶梯. 从某种意义上说, 不管学生自己是否意识到, 实际都在建造自己通向高峰的阶梯. 每个人建造阶梯的过程和结果则取决于诸多主、客观因素, 会有所不同.

物理实验课是一门基础实验课, 是知识的底层, 这底层的重要性不言而喻,

因此教学实验的重要性是显而易见的。

3. 物理实验在人才科学素质培养中的作用

从科学发展的进程看,人的科学素质有三个主要方面:(1)求知欲望;(2)科学思维和创造能力;(3)严谨的科学作风和坚韧不拔的苦干精神。

人类自从有思想以来,就想认识客观世界,这就是人的求知欲望。科学形成、发展的过程正是人类永恒的、强烈的求知欲望的结果。

科学的发展依赖于人的思维和创造能力,正如爱因斯坦在《物理学的进化》中所述:“科学的发展过程是人类通过思维和观念大胆地探求客观世界的过程。”从物理学的发展来看,牛顿时代以来最重要的发现之一是“场”概念的提出,它揭示了描写物理现象最重要的不是带电体,也不是粒子,而是带电体之间和粒子之间的“场”。如果没有很强的思维和创造能力,“场”的概念是不可能被提出和理解的,“场”的概念,摧毁了旧观念,促进了20世纪相对论、量子理论的伟大发现和发展。因此科学发展史证明了思维和创造能力是人的科学素质的核心组成部分。

科学要求人类必须有严谨的科学作风和坚韧不拔的苦干精神。因为在探求客观世界的过程中,实践才是检验真理的唯一标准,科学上的每一个想像,必须用实验来验证。任何结果不论如何吸引人,假如与实际不符,都必须放弃。这里来不得半点虚伪和骄傲!

科学的发展是无止境的,它既需要研究相关现象之间的相互的一致性来加以类推,又需要将已解决的问题和未解决的问题联系起来,有些共同的特性常常隐藏在外表差异的背后,必须有严谨的科学作风和坚韧不拔的苦干精神,才能发现这些共同点,并在此基础上建立新的理论、新的观念和新的方法,促进科学的不断发展。

科学发展的历史长河证明了物理学的起源和发展促进了自然科学的各个领域、各个学科的建立和发展,物理学的思维和观念已渗透在各个学科、各个领域中。例如,21世纪被誉为生命科学的世纪,物理学中的基本观念、基本思维方法,包括实验的误差理论与数据处理的方法都在生命科学领域内得到应用和发展。因此物理学在培养人的科学素质方面具有十分重要的地位,物理实验是其中的重要环节。

人才科学素质培养的核心是思维和创造能力的培养,人的思维和创造能力有“硬”和“软”两个方面。

从理论的角度看,“硬”的方面表现为:基本概念的掌握、推理演绎的能力、

运算的技巧与能力。“软”的方面表现为:物理概念的系统理解与深化、比较和综合的能力等。

从实验的角度看,“硬”的方面表现为:基本实验技能与动手能力、现代技术的应用水平。“软”的方面表现为:实验课题的选择、实验的设计思想和实验方法等。

几十年来,物理实验教学的课程体系和教学内容从“硬”和“软”两个方面培养学生的思维和创造能力,激发他们强烈的求知欲望及严谨的科学作风和坚韧不拔的苦干精神。物理实验在人才科学素质培养中起着重要的作用。

4. 怎样学好物理实验

物理实验课是理、工、农、医、商等各类专业的必修课程,是培养和提高学生科学素质和能力的重要课程之一。学生通过这类课程学习积累大量知识,并沉积为科学素质的提高,进而转化为自身能力的提高,这正是自觉建造攀登科学高峰阶梯的途径,这也正是要学好物理实验课首先要明确的学习目的及其意义。

通过物理实验课的学习,学生应自觉注意自身能力的培养,简言之有以下两点:其一是培养严谨的科学作风和坚韧不拔的苦干精神,也就是实事求是和百折不挠的科学精神。在实验过程中要求认真并重视观察实验现象,一丝不苟地记录实验数据。要求记录数据要原始、完整、全面、清楚,要有必要的说明注解等。不但要用已掌握的知识去分析现象、处理数据,同时经过去伪存真、去粗取精的科学升华过程,探索新实验、新方法和新规律。科学实验包含着多次实验、失败、修改、再实验……最后才可能得出正确的结果而取得成功。在教学实验中也会遇到某些困难或问题,试图解决这些问题,克服这些困难,正是培养学生严谨科学作风和坚韧不拔精神的好途径。其二是创新实验能力的培养。教学实验虽然是经过安排设计的,但仍然要求学生要多问自己些问题。首先要思考,应该想清楚诸如每一项实验内容是要测量什么?通过怎样的途径(方法)去测量?也就是实验方法设计。为什么要这样做?这就涉及要重视实验的提示和注意事项内容。如不这样做会怎样?会出错?会损坏仪器?会有伤害?等等。还可进一步问,此外还有哪些途径方法去测量同一内容?一般来说实验设计方法并不是唯一的。要比较设计方法是否巧妙、简明,条件是繁是简,资金耗费多少等因素,再结合实际条件来讨论、选择、优化。这更能激发学生的求知欲望和学习热情,不断提高创新意识、增强创新能力,以适应新世纪对人才科学素质的要求。

还必须提醒注意的是实验室操作规程和安全规则。学生进入实验室上实验课,会接触到各种测量器具、仪器和仪表,随着学习的深入、层次的提高,还可能