



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

大学物理实验

(第二版)

主 编 张志东 魏怀鹏 展 永
副主编 宋庆功 王振彪 方晓懿



科学出版社
www.sciencep.com

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

大学物理实验

(第二版)

主 编 张志东 魏怀鹏 展 永

副主编 宋庆功 王振彪 方晓懿

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是教育部普通高等教育“十一五”国家级规划教材,由河北工业大学等国内5所普通高等院校合作编写。

本教材秉承“多层次、模块化、组合式,且相互衔接”的教学原则,建立了较先进的实验教学内容与课程新体系。特别是,将实验教学内容分为四个层次,并把“设计性”贯穿所有4个层次的始终,即:第一个层次——基础性实验,第二个层次——提高性、综合性实验,第三个层次——设计性实验,第四个层次——研究性、创新性实验。本书涵盖力学、热学实验,电学、电磁学实验,光学实验,近代物理与信息处理综合实验等,具有较鲜明的特色。

与传统的理工科物理实验教材相比,本教材力求完整、系统地反映当前主流的实验理论、技术和方法;注重实验教学内容与课程新体系的层次化、模块化相结合;增添了许多新的实验内容。例如,对误差理论与数据处理基础知识的介绍具有系统性、完整性;教材以力、热、声、电、光及近代物理实验、计算机在物理问题中的应用等内容为基础,较多地选编、增设了设计性、研究性与创新性实验,以便学生自主研究性学习与创新训练。在许多传统的实验中,也使用了新的实验仪器、新的实验技术,并介绍推荐利用计算机进行数据处理。为便于教学,本书还配有光盘版的仪器介绍和部分电子教案。使用本教材的院校可根据本校实际情况,安排个性化的分层次教学的内容。

本教材适用于普通高校理、工科专业物理实验课程的教学,也可供工程技术、实验人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理实验/张志东,魏怀鹏,展永主编. —2版. 北京:科学出版社, 2007

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-03-019272-1

I. 大… II. ①张… ②魏… ③展… III. 物理学-实验-高等学校-教材
IV. O4-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第127906号

责任编辑:胡云志 昌盛 / 责任校对:赵燕珍
责任印制:张克忠 / 封面设计:卢秋红

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩彩色印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004年6月天津大学出版社第一版

2007年8月第二版 开本:787×1092 1/16

2007年8月第一次印刷 印张:26 1/2

印数:1—9 000 字数:602 000

定价:32.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

第二版前言

本书根据《高等工业学校物理实验课程教学基本要求》编写而成,是教育部普通高等教育“十一五”国家级规划教材选题立项的研究成果,是作者们长期在高等学校的教学岗位上辛勤耕耘,积累和总结丰富的理论与实践经验的结果.第一版“大学物理实验”于1999年出版,而后经过多年的教学实践检验.作者对第一版教材进行反复修订,并作较大的改革创新,甚至彻底地重写;于2005年11月申报全国普通高等教育“十一五”国家级规划教材,以其显著的特色,“多层次(基础性、提高性、综合性与应用性、研究性与创新性)、模块化、组合式”,“设计性与开放性”始终贯穿物理实验内容新体系,顺利通过了专家评审;于2006年7月被教育部主管部门正式批准为普通高等教育“十一五”国家级规划教材,填补了河北省和天津市高校“大学物理实验”类“十一五”国家级规划教材的空白.

本书由国内5所高等院校(河北工业大学、中国民航大学、石家庄铁道学院、成都理工大学、邯郸学院)合作编写,与传统的理工科物理实验教材相比,力求较完整、系统地反映当前主流的实验理论、技术和方法;注重实验教学内容与课程新体系的层次化、模块化相结合;增添了许多新的实验内容.

本教材在同类书中具有鲜明的特色:

(一)首先,本教材按照“多层次、模块化、组合式且相互衔接”的原则,为强化自主学习实践、注重探索研究、创新能力训练,构建较先进的物理实验课程教学内容新体系.特别是,将实验教学内容分为四个层次,并把教学内涵与方法上的“开放性、设计性”贯穿所有“四个层次”的始终,即:

第一个层次——基础性实验.包括物理实验理论、力、热、声、电、光等部分内容.

第二个层次——提高性实验.注重力、热、声、电、光等部分的提高性内容,包括近代物理实验的部分内容.

第三个层次——综合应用性实验.突出力、热、声、电、光及近代物理实验等部分内容的综合性、应用性.

第四个层次——研究性、创新性实验.以力、热、声、电、光及近代物理实验等部分内容为基础,设置研究与创新课题,学生可以在教师指导下自选题目,或完全自由选择在实践中感兴趣的可行性题目,进行探索研究与创新训练活动.

在上述四个层次中,都选择一定的题目按“设计性”实验进行教学;结合实际进行一定时间范围内的“开放性”选课与教学,大大方便了学生,体现以学生为本的教育思想,有效地扩大实验教学的信息量,拓展学生的视野和知识面;同时,留给大学生充分的想像空间,为学生搭建一个亲自动手、自主学习、自主实验、创新训练的平台.

(二)在教学内容上,既重视系统全面地介绍基础实验,又补充了科学发展、技术进步对物理实验的影响.如第一章“绪论”包括物理实验课程的地位、目的、作用、任务及基本程序和规则;第二章对“误差与数据处理基础知识”的介绍具有一定的系统性、完整性;在许

多传统的实验中,也使用了新的实验仪器、新的实验技术,并在“数据处理基本方法”中介绍了一些计算机数据处理软件(如 Origin、Excel 等),推荐利用计算机进行数据处理;第三章“测量方法与仪器调整原则和技术”;第四章“力学与热学实验”;第五章“电磁学实验”;第六章“光学实验”;第七章“近代物理与信息处理综合性、应用性实验”;第八~十三章是与前七章对应的设计性、研究性、创新性实验;第十四章“计算机在物理量测量中的应用探索简介”,它以力、热、声、电、光及近代物理实验等部分内容为基础,设置了许多与物理前沿相联系的研究性内容和创新性课题,学生也可以通过实验学习,自选题目,或选择在实践中感兴趣的题目进行研究与创新的探索和训练。

各章节之后有练习与思考题或讨论题;书后有较全面的附录,包括基本物理常数、常用物理量参考值、国际单位制、常用仪器误差限等。

(三)在文字方面,力求叙述准确、细致,思路清晰,逻辑性、条理性强,语言简明扼要,繁简有序。使读者读了本书的基础性、提高性、综合性、应用性实验相关章节,就能够独立完成相应的基础性、提高性实验;通过认真学习本书的设计性、研究性实验规则和步骤,认真阅读具体设计性、研究性实验的相关要求和提示,并通过查阅资料等,就可以进行初步的实验设计工作。

在编排方式上,以模块化、组合式的方式进行编排,既便于教学又使读者通过模块化、组合式的实验训练,融会贯通,达到举一反三的目的,同时给学生充分的留下自由想像、发挥创造思维的空间,充分发挥聪明才智,培养自主创新意识。

(四)在教学要求上,体现出既重视基本实验技术的训练,又强调综合实验能力、实验创新能力的培养。在本课程教学中,要求紧紧把握信息时代大学物理实验教学的建设与发展规律,坚持“工学并举”,以工为主、多学科协调发展的理念和特色,教学、科研并重,理论与实践相结合;坚持“创新发展”的改革思路,鼓励教师大胆进行教学改革与创新;树立“以学生为本,知识传授、能力培养、素质提高协调发展”的教学理念,以自主学习、综合实践、研究和创新能力培养为核心的实验教学新观念。

本书适用于普通高校理工科专业 56~64 学时物理实验课程的教学,不同的院校可以根据本校实际情况及设置专业情况,对内容进行选择使用。

本课程的考核,建议以平时实验成绩为主,期末成绩为辅。在实际教学中,平时教学效果及成绩采用“2-4-4”比分制的评价标准,即预习报告 20%、现场操作 40%、正式报告 40%。特别是,实验操作的成绩评价,要求按实验内容分解步骤,逐项打分。五记分制与百分制相结合,开卷与闭卷相结合,理论与实际操作相结合,课题小论文、设计实验、自主学习实验、创新训练实验、总结报告等多元化、多层次、多角度相结合,综合评价学生成绩。

南京大学金国钧教授,对本书编写提出了许多宝贵意见。河北工业大学展永(博导、教授)、张志东(博导、教授)、魏怀鹏教授,在该“十一五”国家级规划教材的建设、申报、编写过程中,倾注了大量的心血,张志东和魏怀鹏教授负责该教材整体编写和策划工作,魏怀鹏教授负责全书的整理和统稿工作。

参加本书编写工作的有河北工业大学、中国民航大学、石家庄铁道学院、成都理工大学、邯郸学院的许多老师(排名不分先后):展永、张志东、魏怀鹏、宋庆功、王振彪、方晓懿、赵国晴、王志安、王秋芬、刘虎、代锦辉、张勇、安莉、韩彦辉、徐晓玲等;安莉、徐晓玲、韩

彦辉、段雪松等,在稿件整理和校对中做了大量工作;宋庆功教授参与了全书的整理和统稿工作.

本书由张志东、魏怀鹏、展永主编,宋庆功、王振彪、方晓懿任副主编.本书第一章、第二章、第三章、第九章、附录,由魏怀鹏、张志东、展永负责编写;第四章、第五章、第六章、第七章、第八章、仪器设备说明、与教材配套的光盘版、电子教案和练习题等,由张志东、魏怀鹏、展永、宋庆功、王振彪、方晓懿、赵国晴、王志安等老师负责编写.

本书在编写过程中,得到河北工业大学(包括所有合作院校)校级和教务处等各级有关领导和老师们的大力支持和关心,并得到河北工业大学、河北省高校重点学科建设项目、河北省物理实验教学示范中心和省级精品课程建设项目的资助.本书也凝集了合作院校很多未能直接参加教材编写的老师多年的劳动和奉献,在此一并表示衷心的感谢!

由于编者水平和条件所限,时间仓促,书中难免有疏漏、不妥或错误之处,欢迎专家和教师、同学们多提宝贵建议、批评指正,以利再版.

(编者电子邮箱:weihp@hebut.edu.cn.)

编 者

2007年3月5日

第一版前言

本书根据“高等教育学校物理实验教学基本要求”，以河北工业大学多年使用的物理实验讲义为基础，并参考部分兄弟院校有关教材编写而成，可供工科大学各专业物理实验教学使用，也可供专科、专业大学选用。

物理实验是一门独立设置的基础课，因此本书在内容上采用统一编排的方法，以求有完整的体系。在实验选题方面按照物理内容分章编写，以适应不同情况下的各种教学安排。

在误差与数据处理上，本书以不确定度评定实验结果，要求学生从一开始就接受正规的实验数据处理训练，使实验结果的评定能初步达到国际的统一要求。

在具体实验内容编写中力求做到目的明确、原理简洁清楚、公式推导完整、实验步骤简单明了，并安排一定的思考练习题。在基本实验后面安排一章设计性实验，要求学生能独立完成实验过程，进一步培养学生的综合实验能力。

实验教学是一项集体的事业，作为本书基础的讲义就是在使用过程中，经过教研室全体同志多次修订与改编逐步积累而成。本书绪论、第一章、第二章和第八章 8.0 节，由王存道编写；第四章、第七章以及第三章 3.1~3.5 节和第八章，由魏怀鹏编写；第六章以及第三章 3.8、3.9 节由张德贤编写；第五章以及第三章 3.6、3.7 节由季世泰编写。全书最后由魏怀鹏整理并统稿。

由于编者水平有限，本书难免存在一些错误和不妥之处，衷心希望使用者批评指正。

编 者

1998 年 1 月

目 录

第二版前言

第一版前言

第一篇 实验理论与基础知识

第一章 绪论	1
1.1 大学物理实验的地位、作用、目的和任务	1
1.2 大学物理实验教学体系和基本要求	2
1.3 大学物理实验教学主要环节与基本规则	3
1.4 小结:怎样学好大学物理实验、实验室主要规则	6
第二章 误差与数据处理基础知识	7
2.1 测量与误差的基本概念	7
2.2 系统误差的理论分析和处理	11
2.3 随机误差的理论分析和处理	14
2.4 测量结果与不确定度的评定	23
2.5 有效数字的记录及其运算	37
2.6 实验数据处理基本方法和结果表示	41
2.7 计算器统计功能及平均值和标准偏差计算方法	61
第三章 测量方法与仪器调整原则和技术	65
3.1 实验的基本测量方法和技术	65
3.2 仪器调整的基本原则	72
3.3 物理实验常用仪器	74

第二篇 基础性、提高性、综合性、应用性实验

第四章 力学与热学实验	101
实验1 力学基本测量——长度、质量和物理密度的测定	101
实验2 用自由落体仪测定重力加速度	108
实验3 用三线摆测物体的转动惯量	110
实验4 扭摆法测定物体转动惯量	116
实验5 气垫导轨上滑块的碰撞——动量守恒定律的验证	120
实验6 气垫导轨上滑块的简谐振动	123
实验7 弦振动的研究	127
实验8 光杠杆镜尺法测定钢丝的杨氏弹性模量——微小长度变化的测量	129
实验9 用拉脱法测液体表面张力系数——微小力的测定	134

实验 10	用落球法测液体的黏滞系数	138
实验 11	空气比热容比的测定	140
实验 12	稳态法测量不良导体导热系数	144
第五章	电磁学实验	147
实验 13	电学基本测量——测绘线性电阻和非线性电阻的伏安特性曲线	147
实验 14	黑盒子实验	150
实验 15	直流单臂电桥(惠斯通电桥)测电阻	152
实验 16	用双臂电桥(开尔文电桥)测小电阻及温度系数	157
实验 17	用电势差计测量电动势	162
实验 18	温差热电偶的定标	167
实验 19	灵敏电流计基本特性研究	169
实验 20	用模拟法测绘静电场	171
实验 21	示波器的使用	176
实验 22	用示波器观测二极管伏安特性曲线	182
实验 23	用霍尔元件测量磁场	184
实验 24	用感应法测量磁场	188
实验 25	霍尔效应法测螺线管磁场	191
实验 26	电磁感应法测磁场原理	195
实验 27	铁磁材料的磁化曲线和磁滞回线的测绘	198
实验 28	传感器应用	202
实验 29	电容器的充放电	209
实验 30	用冲击电流计测电容和高阻	213
第六章	光学实验	218
实验 31	光学基本实验(一)——薄透镜焦距的测定	218
实验 32	光学基本实验(二)——组装显微镜、望远镜、幻灯机及放大倍数测量	223
实验 33	分光仪的调节和使用	228
实验 34	用分光仪测定三棱镜顶角	232
实验 35	用分光仪测量绿光最小偏向角和折射率	235
实验 36	光的干涉实验(一)——薄膜干涉(牛顿环)	237
实验 37	光的干涉实验(二)——劈尖干涉	241
实验 38	光的干涉实验(三)——双棱镜干涉实验	243
实验 39	光栅的衍射(一)——光栅常数测定及特性研究	246
实验 40	光的衍射实验(二)——光波波长的测量	250
实验 41	光的衍射实验(三)——单缝衍射的光强分布	252
实验 42	光偏振及其应用	256
第七章	近代物理与信息处理综合性、应用性实验	262
实验 43	迈克耳孙干涉仪的调节与使用	262

实验 44	微波干涉和布拉格衍射	268
实验 45	密立根油滴仪测电子电量	274
实验 46	夫兰克-赫兹实验	279
实验 47	氢原子光谱及里德伯常量的测定	283
实验 48	全息照相	288
实验 49	光信息的调制与解调实验	292
实验 50	盖革-弥勒计数器和核衰变的统计规律	298
实验 51	用超声光栅测定液体中的声速	303
实验 52	声学实验(一)——声速测量	306
实验 53	声学实验(二)——建筑声学技术的应用	311
实验 54	光电效应和普朗克常量的测量	314

第三篇 设计性、研究性、创新性实验

设计性、研究性、创新性实验概述	320
第八章 力学实验	325
实验 55 设计用单摆测重力加速度	325
实验 56 设计测定轻质固体密度	328
实验 57 设计测定液体密度	329
实验 58 设计用光杠杆测定固定的线胀系数	329
实验 59 设计用焦利秤测弹簧的有效质量	330
实验 60 设计测定偏心轮绕定轴的转动惯量	331
实验 61 设计用气垫导轨测量滑块的运动	332
实验 62 设计用气垫法测定物体的转动惯量	334
实验 63 碰撞打靶	336
实验 64 乐器(吉他)弦振动的研究	336
实验 65 金属线胀系数的测量	337
第九章 热学实验	341
实验 66 设计测量不良导体的导热系数	341
实验 67 设计测定气体比热容比 C_p/C_v	342
实验 68 电子温度计的组装	342
第十章 电学、电磁学实验	344
实验 69 自组惠斯通电桥测电阻	344
实验 70 设计用伏安法测电阻(采用补偿测量)	345
实验 71 电表内阻测量设计	345
实验 72 电容的测量设计	346
实验 73 变阻器制流特性和分压特性应用设计	346
实验 74 设计用电势差计测电阻	347
实验 75 设计用电势差计校准毫安表并测内阻	348

实验 76	设计用线式电势差计校正伏特表	349
实验 77	设计电表的改装与校准	350
实验 78	万用表组装设计	351
实验 79	设计用电流场模拟静电场	351
实验 80	设计用冲击法测地磁场强度	352
实验 81	设计用冲击法测螺线管磁场	353
实验 82	霍尔效应及霍尔元件基本参数的测量	354
实验 83	设计用霍尔开关测量弹簧的劲度系数	358
实验 84	双踪示波器的应用设计	359
第十一章	光学实验	361
实验 85	设计用分光计测定液体折射率	361
实验 86	双棱镜干涉实验的深入研究	362
实验 87	阿贝折射仪的原理和应用设计	362
实验 88	用平行光法测透镜焦距	363
实验 89	光电效应的研究	363
实验 90	暗室技术——黑白照片的冲洗、印制与放大	364
第十二章	传感器技术应用与设计实验	366
实验 91	压力传感器特性及应用设计	366
实验 92	电阻应变式传感器的特性研究及应用	366
实验 93	电子称的设计原理研究——压力传感器的应用	367
实验 94	非平衡电桥及热敏电阻温度计	368
实验 95	PN 结温度传感器测温设计	368
实验 96	温度传感器的特性及应用设计	370
实验 97	光电传感器特性及应用设计	370
实验 98	硅光电池特性研究与应用设计	371
实验 99	霍尔开关(传感器)的特性及应用设计	371
实验 100	霍尔位置传感器与弯曲法测量杨氏模量	372
实验 101	磁阻传感器与地磁场测量	376
实验 102	超声波技术应用设计	379
第十三章	近代物理与信息处理实验	381
实验 103	弦驻波法测量交流电频率的装置	381
实验 104	自组迈克耳孙干涉仪测量某种单色光波长	381
实验 105	玻尔共振实验	381
实验 106	全息光栅的制作与检验	385
第十四章	计算机在物理量测量中的应用探索简介	388
14.1	非电量电测技术应用简介	388
14.2	传感器和实验数据采集装置简介	390
14.3	计算机在物理测量中的应用探索提示	394

14.4 计算机模拟仿真技术简介.....	395
14.5 计算机模拟仿真物理实验简介.....	396
14.6 计算机数值模拟与数据处理实验.....	397
参考文献.....	399
附录 物理学常用数表.....	400
附录1 基本物理常数.....	400
附录2 物质的密度.....	400
附录3 我国部分城市的重力加速度.....	401
附录4 海平面上不同纬度的重力加速度.....	401
附录5 20℃时某些金属的杨氏弹性模量.....	401
附录6 某些物质中的声速.....	402
附录7 20℃时与空气接触的液体表面张力系数.....	402
附录8 不同温度下与空气接触的水的表面张力系数.....	402
附录9 液体的黏度(黏滞系数 η).....	403
附录10 金属和合金的电阻率及其温度系数.....	403
附录11 物质的折射率.....	403
附录12 部分固体和液体的比热容.....	404
附录13 国际单位制.....	404
附录14 常用光源的谱线波长.....	406
附录15 物理实验中常见的仪器误差限值 Δ_{ins}	406

第一篇 实验理论与基础知识

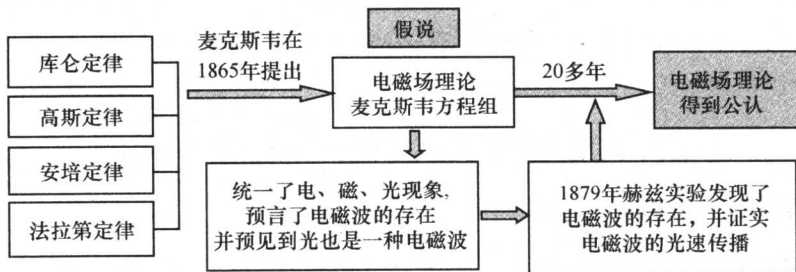
第一章 绪 论

1.1 大学物理实验的地位、作用、目的和任务

物理学(physics,源于希腊文 $\phi\nu\sigma\iota\varsigma$,意为自然规律)是自然科学的基础,是研究物质运动一般规律及物质基本结构的科学.物理学的发展不仅推动了整个自然科学,而且对人类的物质观、时空观、宇宙观乃至人类文化都产生了深刻的影响.物理学是当代科学技术发展最主要的源泉,其理论与实验的发展哺育着近代高新技术的创新和发展,其思想、方法、技术、手段、仪器设备已经被普遍地应用在各个自然科学领域和技术部门,常常成为自然科学研究和工程技术创新发展的生长点.

物理学是自然科学中最重要、最活跃的一门实验科学之一,其理论与实验相辅相成,既紧密联系,又相互独立.物理实验在物理学的发展过程中起着重要的和直接的作用.物理学的研究必须以客观事实的观察和实验为基础,实验可以发现新事实,实验结果可以为物理规律的建立提供依据.无论物理概念的建立还是物理规律的发现,都必须以严格的科学实验为基础,必须通过科学实验来证实.规律、公式是否正确必须经受实践检验.只有经受住实验的检验,由实验所证实,才会得到公认.

例如,经典物理学(力学、电磁学、光学)规律是由无数实验事实为依据总结出来的.而电磁场理论从提出到公认先后经历了 20 多年时间(图示如下).



又如,X射线、放射性和电子的发现等为原子物理学、核物理学等的发展奠定了基础.卢瑟福从大角度 α 粒子散射实验结果提出了原子核基本模型.1905年爱因斯坦的光量子假说总结了光的微粒说和波动说之间的争论,很好地解释了勒纳德等人的光电效应实验结果,但是直到1916年当密立根及其严密的实验证实了爱因斯坦的光电效应之后,光的粒子性才为人们所接受.1974年 J/ψ 粒子的发现更进一步证实盖尔曼1964年提出的夸克理论,等等.

再如,科学家曾通过对氢原子量实验值不确定度的研究,认定其为系统误差,最终发现了氢的同位素氘和氚,并发明了质谱仪.19世纪,许多科学家历经多年实验,排除了多

种系统误差,不断提高实验准确度,从而较准确地测定了热功当量值.这为人类认知能量转化和守恒定律起到了奠基作用.

大学物理实验(experiment course of physics)是高等院校独立设置的一门基础实验课程,是学生在科学实验思想、方法、技能诸方面,接受较为系统、严格训练的开端,是学生进行自主学习、培养创新意识、为后续课程及科学研究打好基础的第一步.其各个层次的实验题目和内容都经过了精心设计和安排,它不仅可以使学生在理论和实验两方面融会贯通,更重要的是在培养学生的基本科学实验能力、科学世界观和良好素质等方面,具有特殊重要的作用.

本课程的主要目的和任务

(1) 通过对多层次实验现象的观察、分析、研究和对物理量的测量,使学生进一步掌握物理学及其实验的“基本知识,基本方法和基本技能”(即“三基”能力);并能运用物理学原理和物理实验方法来研究物理现象和规律,巩固、拓展、加深对物理学原理的理解并提高应用水平.

(2) 培养和提高学生从事科学实验的能力,包括进行综合实验、应用实验和设计实验的能力,以及自主学习和科学研究的能力,提高自主创新意识和素质.

通过“亲自动手又动脑”的课程训练,学习掌握物理实验及科学实验的主要过程和方法(如阅读实验教材,查阅参考资料,正确理解理论与实验内容,学习正确使用仪器设备,实际测量物理量,观察分析实验现象,正确记录、处理实验数据,分析讨论实验结果,撰写合格的实验报告、设计报告等);独立自主完成适当的基础性、提高性、综合性、应用性、设计性、创新性实验任务及小课题;培养、提高独立解决实际问题的工作能力,为后续课程学习以及进行课题设计、科学研究打下坚实的基础.

(3) 培养和提高学生从事科学实验的素质,包括理论联系实际、实事求是的科学作风,严肃认真、一丝不苟的工作态度,勤奋努力、刻苦钻研、主动进取、积极创新的探索精神,遵守纪律、严格执行科学实验操作规程,爱护公共财物的优良品德,相互协作,共同探索的团队合作精神.

1.2 大学物理实验教学体系和基本要求

1.2.1 大学物理实验教学新体系

在本课程教学中,要紧紧把握信息时代大学物理实验教学的建设与发展规律,坚持“工学并举”,以工为主、多学科协调发展的办学理念 and 特色,教学、科研并重,理论与实践相结合;坚持“创新发展”的改革思路,鼓励教师大胆进行教学改革与创新;树立“以学生为本,知识传授、能力培养、素质提高协调发展”的教学理念,以自主学习、综合实践、研究和创新能力培养为核心的实验教学新观念.

根据“多层次、模块化、组合式,且相互衔接”的原则,为强化自主学习实践、注重探索研究、创新能力训练,构建科学的物理实验教学内容新体系.特别是,将实验教学内容分为四个层次,并把“开放性、设计性”贯穿所有“四个层次”的始终.即:

第一个层次——基础性实验.包括大学物理实验理论、力、热、声、电、光等部分内容.

第二个层次——提高性实验.注重力、热、声、电、光等部分的提高性内容,包括近代物理实验的部分内容.

第三个层次——综合应用性实验.突出力、热、声、电、光及近代物理实验等部分内容的综合性、应用性.

第四个层次——研究性、创新性实验.以力、热、声、电、光及近代物理实验等部分内容为基础,设置了研究性与创新性课题,学生也可以通过实验学习自选题目,或选择在实践中感兴趣的题目进行研究与创新的探索与训练.对于完成效果优秀的题目和学生可以直接参加大学生“自主学习与创新训练实验竞赛活动”.

在上述四个层次中,都选择一定的题目按“设计性”实验进行教学;根据实际情况,进行一定时间范围内的“开放式”选课与教学,体现以学生为本、开放教学的教育思想,有效地扩大实验教学的信息量,拓展学生的视野和知识面;同时,留给大学生充分的想像空间,为大学生搭建一个亲自动手进行自主学习、自主实验、创新训练的平台.

1.2.2 大学物理实验教学基本要求

(1) 比较系统的分层次学习力学、热学、声学、电磁学、光学、近代物理实验,并进行综合性、应用性和设计性方面的实验训练.

(2) 学习掌握常用基本物理实验仪器的原理、性能和使用方法.

(3) 学习掌握一般物理实验的方法、实验技术,一般物理量的测量方法.

(4) 学习掌握实验数据及误差的处理方法(不确定度评定方法),能够正确表述结果并进行结果分析和讨论.

(5) 通过实验学会观察、分析、研究物理现象和物理规律,加深对某些重要物理现象和规律的认识和理解.

(6) 养成良好的实验习惯和严谨的科学作风,特别是严肃认真对待实验数据,杜绝弄虚作假,树立实事求是的科学态度和道德.能根据实验要求写出规范的实验报告.

本课程培养学生进行科学实验工作的综合能力,包括实际动手能力、分析判断能力、独立思考能力、革新创造能力、归纳总结能力、口头表达能力等.

1.3 大学物理实验教学主要环节与基本规则

1.3.1 实验教学主要环节与基本规则

一、实验预习(20%)

实验预习是进行物理实验的首要步骤.不预习不得进行实验课.

(1) 仔细阅读教材,明确实验目的,弄清原理,了解内容、步骤、测量方法和注意事项等.

(2) 用专用实验报告纸(册)写出合格的实验预习报告:

① 实验名称、日期,简述实验目的、仪器(名称、规格和编号可在进入实验室后填写),明确阐述主要原理、公式(包括各物理量意义),画好线路图或光路图,简述实验内容,简写关键步骤,注意事项等.

② 设计并画好原始数据表格(要求单独用一张实验报告纸)。

③ 课上教师采用全查、抽查、提问、讨论等方式,检查预习情况,记录预习成绩。

二、实验操作(40%)

实验操作是进行物理实验的最重要步骤。主要包括阅读资料、调整仪器、观察现象、获取数据、仪器还原等。

(1) 首先,进入实验室后,按照实验室规定要求,按学号和仪器号“对号入座”。填写有关“仪器使用及维护情况记录”等。

(2) 然后,根据教师安排或讲解,对照实验设备实物,进一步熟悉实验内容,弄清实验仪器构造、原理及其使用方法;在实验室规定的条件下安装、调整仪器或连接线路等。

注意:学生务必亲自检查、确认、调整实验仪器到正常使用状态,并务必经教师检查,确认无误后,学生才能按照实验要求、原理、内容及步骤,亲自独立动手动脑,逐步逐项进行实验操作,观察实验现象,测量实验数据。

(3) 测量并记录数据。原则是:先定性后定量,先试测,再进行正式测量。同时,将实验数据记录在事先准备好的原始数据表格中。

实验过程中,随时记录的实验测量数据,称为原始数据。记录原始数据应注意有效数字的位数,并与数据表格中物理量的单位相对应。原始数据不得涂改。如确系记错,可在数据上画一横线,并在其上边或下边写上更改数据。预习报告中所列其他数据,如测量日期、仪器编号、型号、量程、分度值、准确度等级等,可在定量测量之前首先一一记录好。有些实验还需注意记录室温、大气压强、湿度等数据。

(4) 签字并复原仪器设备。

注意:

① 原始实验数据测量完毕,务必经任课教师审阅合格,并签字。经教师签字后该次实验才有效。下次实验时将原始实验数据附于正式实验报告后面,一并交予任课教师。

② 实验结束后,同学们各自务必将所用仪器设备和桌椅整理、复原。然后在“仪器使用及维护情况记录”上签字,方可离开实验室。

(5) 具体要求。

① 重视实验能力、作风培养。珍惜独立操作的机会,完成基本内容,并鼓励做提高性内容。

② 强调记录数据时不得用铅笔,不得涂改记录。

③ 提倡研究问题,注意安全操作。

三、实验报告(40%)

正确处理实验数据并写出完整的实验报告,是物理实验基本训练的重要内容之一,它是在整理实验数据的基础上,得出所做实验的最后结果、全面分析与总结,因而实验报告不等同于预习报告。

具体要求:

(1) 实验报告要用大学物理实验报告纸(册)书写。

(2) 报告内容:凡预习报告中已正确写好的实验目的与要求、仪器、原理、图、步骤等不必再重写,可加以补充.数据处理时必须先重新整理原始记录,然后进行计算(应包含主要计算处理的过程)、作图.最后附上教师签字的原始记录.

(3) 交报告的时间、地点:一周内由课代表收齐,下次上课前统一交给任课教师.逾期未交报告,酌减报告成绩.一个月不交,按无报告处理.

四、实验报告主要内容

(1) 实验名称、日期、学号、班级、姓名.

(2) 实验目的与要求.

(3) 主要仪器的名称、规格、编号.

(4) 基本原理和主要公式(力学实验要画力图,电学实验要画电路图,光学实验要画光路图,实验原理的叙述和公式推导等).

(5) 实验主要内容及简要步骤.

(6) 数据表格、数据处理、结果表示.原始数据一般要按列表法重新整理,整齐的抄录在正式实验报告的表格中.根据误差理论和不确定度的表示方法,认真进行数据的处理,得出正确表述的实验结果.需要作图时,一律要求用作图纸,按作图法正确作图处理实验数据.

(7) 分析、讨论.要对结果进行正确的分析、讨论,包括回答思考题、完成习题等.通过分析、讨论可以发现在测量与数据处理中出现的问題,对实验中发现的现象进行解释,对实验的装置和方法提出改进意见等.这对于培养与提高学生科学实验的能力是十分有益的.

注意:实验报告要字迹端正、叙述简练、数据齐全、处理正确、表格规范.数据处理是极易出现错误且不易掌握的内容,同学们应在掌握基本实验理论的基础上,通过多次实验数据的实践和训练,不断改正错误,逐步掌握正确处理数据的方法.

以上三个基本程序的完成虽然有阶段性,但它又是紧密相关的.只有不偏废任何一个程序,认真完成每一个程序的基本要求,才能做好每一个物理实验.反之,不做任何实验预习,就进行实验操作,操作中敷衍了事,甚至为凑数而任意涂改数据或抄袭别人的数据与报告等,都是不允许的.

对于设计性、研究性、创新性实验,其预习报告(应提前 1~2 周提交)、实验操作、正式报告,参见第八章设计性、研究性、创新性实验.

1.3.2 实验成绩记录原则

实验成绩记录主要分两部分.①平时成绩.平时每次实验的成绩累计平均或权重平均(其中,预习占 20%、实验动手能力占 40%、实验报告或笔试占 40%);②期末考试成绩.包括理论与实践的笔试和现场操作考试,其形式可多样化,如期末完成小课题;期末完成小论文;期末随堂理论考试或实践考试等.

期末总成绩采用二者各占一定比例的方式;或者平时成绩完成合格,才允许参加期末考试.

实验成绩记录方式采用百分制或五记分制(优秀、良好、中等、及格、不及格)以及缓考、旷考、缺考、免考.