



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

高等学校物理实验教学示范中心系列精品教材

大学物理实验

(第七版)

◎主 编 魏怀鹏 张志东 展 永

◎副主编 王玉清 常彦红 高小珍



University

Physics Experiments

高等教育出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

高等学校物理实验教学示范中心系列精品教材



大学物理实验

(第七版)

◎主 编 魏怀鹏 张志东 展 永

◎副主编 王玉清 常彦红 高小珍

University

Physics Experiments

高等教育出版社·北京

内容简介

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。

本书以传授学生进行科学实验的基础知识、方法、技能,着重培养能够提出问题、分析问题、研究解决实际问题的能力,培养工程意识、创新能力等综合素质为目的,根据“多层次、模块化、组合式、相互衔接”的教学方式,“夯实基础、激发兴趣、创新教育、培养能力”的教学理念,建立实验教学内容与课程新体系。按层次化(基础性、综合与应用性、设计性、研究性)设置实验教学内容与课程,力图把“设计性”贯穿于层次化教学的全过程。

全书分为三篇:第一篇“实验理论与基础知识”;第二篇“基础性、综合性、应用性实验”,内容涵盖力学、热学、声学、光学、电磁学实验,近代物理与信息技术综合实验等;第三篇“设计性、研究性实验”,以“力热声光电”及近代物理与信息技术实验、计算机在物理实际问题中的应用等内容为基础,选编了一些设计性、工程性、研究性的专项实验课题,以便教师进行研究性专题实验教学,指导学生自主研究性学习与创新实践。

本书在同类书中具有一定特点。完整性、系统性、逻辑性特点较突出,结构条理清晰,精确性明显;根据层次化、模块化、组合式教学方式,全书按实验题目、内容、方法的异同,采用分方法、分内容、分练习、分门别类的编写方式,精细编辑,增新删旧,充实完善了一些新实验内容;数据处理方法详细,附录内容丰富全面。本书新编了配套的实验教学视频、PPT课件等。本书对于不同的学校,不同层次的教学对象,可根据实际教学需要,灵活取舍、选择、组合恰当的教学题目和练习内容。

本书适用于普通高校理、工、农、医、商科等各专业大学物理实验课程的教学,也可供高职高专、中专师生,广大物理爱好者,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/魏怀鹏,张志东,展永主编.--7
版.--北京:高等教育出版社,2017.9
ISBN 978-7-04-048469-4

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 208872 号

DAXUE WULI SHIYAN

策划编辑 张海雁	责任编辑 张海雁	封面设计 王 洋	版式设计 马敬茹
插图绘制 杜晓丹	责任校对 刘 莉	责任印制 刘思涵	

出版发行 高等教育出版社	网 址 http://www.hep.edu.cn
社 址 北京市西城区德外大街 4 号	http://www.hep.com.cn
邮政编码 100120	网上订购 http://www.hepmall.com.cn
印 刷 山东临沂新华印刷物流集团	http://www.hepmall.com
开 本 787mm×1092mm 1/16	http://www.hepmall.cn
印 张 34.25	版 次 1999 年 7 月第 1 版
字 数 850 千字	2017 年 9 月第 7 版
购书热线 010-58581118	印 次 2017 年 9 月第 1 次印刷
咨询电话 400-810-0598	定 价 60.00 元

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 48469-00

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
《大学物理实验》(第七版)

编 委 会

编委会主任：展 永

编委会委员单位及委员：

河北工业大学：展 永 张志东 魏怀鹏 张 勇
安 莉 段雪松 朱晓光

中国民航大学：宋庆功 郭松青 郭艳蕊

山西工程技术学院：王玉清 常彦红 高小珍

石家庄铁道学院：王振彪 刘 虎

成都理工大学：方晓懿 代锦辉

邯郸学院：赵国晴 王志安 王海飞 谷云高 郑 燕

第七版前言

本书作为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,是在普通高等教育“十一五”国家级规划教材《大学物理实验》(第三版,科学出版社)的基础上,参考原天津大学出版社版本,针对教学实践中发现的问题和教学改革的发展情况,作了较多新的修改而完成的。

实验教学是一项集体事业,从实验室建设、教材编写到课程内容的不断完善与改进,都是作者和几代教师长期在高等学校的教学岗位上辛勤耕耘、呕心沥血,将丰富的理论与实践经验持续不断地积累和总结的结果。

本书第一版由天津大学出版社于1999年出版,至2006年先后多次修订再版,在河北工业大学从使用实验讲义开始经过十几年的教学实践使用,获得很好的教学效果。本书第三版于2006年由天津大学出版社出版,并获河北工业大学优秀教材一等奖。

本书第二、第三、第四、第五、修订版作为“十一五”“十二五”国家级规划教材,自2007年以来,由科学出版社出版多次,并在河北工业大学、中国民航大学、山西工程技术学院、石家庄铁道大学、成都理工大学、邯郸学院等国内多所高校作为正式教材使用,还有一些高校作为主要教学参考书使用。

本次修订在原书内容、特点的基础上,根据同类大学实验教学实际,对全书内容,包括实验题目、实验原理、仪器、实验练习内容、实验方法、实验步骤,特别是数据处理方法以及习题、附录等,进行了仔细审阅,重新修订,精细编辑、排列,删旧增新,新编或改写了其中很多内容,对一些印刷错误和不足之处进行了修改。特别是,根据全书实验题目、实验内容、实验方法的相同与不同,按实验题目、内容、方法等分类、分练习编写;按组合式、模块化,重新编写;对部分实验题目,包含多项实验内容的实验课题,分别按其不同实验内容分练习编写排列;对其相同实验题目和内容,分别按不同实验方法分练习编写排列;删减了一些陈旧实验内容;为实验学习、教学、设计、研究等查询方便,补充、新增了一些附表:常用物理常量、常用仪器误差限值、各种单位换算、电磁波频谱表等,使得附表内容较丰富全面。新增了一些插图(实验原理、仪器、实验曲线)、数据列表,并对数据处理部分(不确定度处理方法、结果表示等),作了较多系统、完整的提示、补充和新编。该版新编了配套的实验教学视频、PPT课件。

全书分为三篇:第一篇“实验理论与基础知识”,基础性、系统性、完整性较强;第二篇“基础性、综合性、应用性实验”,内容涵盖力学、热学、声学、光学、电磁学实验,近代物理与信息技术综合实验等;第三篇“设计性、研究性实验”,以“力热声光电”及近代物理与信息技术实验、计算机在物理实际问题中的应用等内容为基础,选编了一些设计性、工程性、研究性的专项实验课题,以便学生自主研究性学习与创新实践,教师进行研究性专题实验教学。

本版在实验题目、实验内容、实验方法、实验练习、数据处理方法等方面,完整性、系统性、逻辑性、条理化等特点更清晰明显;模块化更强,组合性、分类练习等更精细、简捷;更加适合不同类型的高校师生的教学选用。在教学实践中,可针对其不同的教学对象,根据其实际的教学大纲、

实际教学资源、实验条件,对同一实验题目下的不同实验内容、实验练习、实验方法等,进行模块化组合,选择使用,更加方便。

本书在同类书中具有一定特点。本书适用于普通高校理、工、农、医、商科等各专业大学物理实验课程的教学,也可供高职高专、中专师生,广大物理爱好者,工程技术、实验人员参考,具有一定的区域性、地方性特色。

魏怀鹏教授、张志东教授、展永教授为本书主编,王玉清教授、常彦红高级实验师、高小珍博士为副主编。魏怀鹏教授负责全书整理和统稿工作。

参加本书编写工作的有许多老师(排名不分先后)。王玉清负责编写第二章,张立宏负责编写第四章,高小珍负责编写第五章,刘阿鹏负责编写第六章,许丽负责编写第七章,李静负责编写第八章,王子宏负责编写第九章,雷慧茹负责编写第十章,常彦红负责编写第十一章、第十二章,王蔼平负责编写第十三章;段雪松、朱小光、陈宏图、王彤、刘冶、李文清、杨雄、郭松青、宋庆功、赵国晴、王志安、郭艳蕊、张勇、陈宏图、王海飞、谷云高、郑燕、李晓会、孔祥明、王秋芬、安莉、王永学、贾肖婵、史晓丽、李佳、淮俊霞、王双进、曹天光、刘斌、邢红玉、叶文江、瞿浩、王有柱、王彤、刘铭、马忠祥、任树喜、范闪闪、李海颖、师一华、刘金河、范明天、徐广义、荣玉良、郑乐涛、靳星、晨曦、魏森等,分别参加了仪器设备说明、思考题、练习题、第一章至第十四章部分章节的制图、校对等工作,并参加了本教材配套的教学视频、PPT 课件等数字化教学资源的编制,为该书出版做了大量的工作。

南京大学金国钧教授、清华大学朱鹤年教授,对本教材改革建设多次提出很多非常有价值的宝贵意见,在此谨表示诚挚的感谢!本书改编修订得到河北工业大学及山西工程技术学院等合作院校及河北工业大学教务处、理学院等领导和同事们的大力支持与帮助,得到河北工业大学、河北省高校重点学科、省级精品课程、省级和国家级物理实验教学示范中心等建设项目的资助。本书也凝集了很多未能直接参加本书编写的老师们多年的辛勤劳动与奉献,一并表示衷心的感谢!

本书中难免有一些错误和不当之处,敬请各位读者批评指正。

(E-mail:whpghjc@163.com)

编 者

2017年6月1日

第一版前言

本书根据《高等学校工科本科物理实验课程教学基本要求》(1995年修订版),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的有关教材编写而成,可供工科大学各专业物理实验教学使用,也可供专科院校选用。

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,提出问题、分析问题、解决问题、进行工程实践和科学研究的能力。

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,由王存道编写;第四章、第七章以及第三章 § 3.1—§ 3.5 和第八章,由魏怀鹏编写;第六章以及第三章 § 3.8、§ 3.9 由张德贤编写;第五章以及第三章 § 3.6、§ 3.7 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

第一篇 实验理论与基础知识

第 1 章 绪论	3
1.1 大学物理实验的地位、作用、目的和任务	3
1.2 大学物理实验教学体系和基本要求	4
1.3 大学物理实验教学主要环节与基本规则	6
1.4 小结:怎样学好大学物理实验、实验室主要规则	9
第 2 章 误差与数据处理基础知识	11
2.1 测量与误差的基本概念	11
2.2 系统误差的理论分析和处理	14
2.3 随机误差的理论分析和处理	17
2.4 测量结果与不确定度的评定	26
2.5 有效数字的记录及其运算	41
2.6 实验数据处理基本方法和结果表示	44
2.7 计算机数据处理软件、计算器统计功能简介	59
2.8 练习题	68
第 3 章 测量方法与仪器调整原则和技术	72
3.1 实验的基本测量方法和技术	72
3.2 仪器调整的基本原则	78
3.3 物理实验常用仪器	81

第二篇 基础性、综合性、应用性实验

第 4 章 力学与热学实验	107
实验 1 力学基本测量	107
练习一 规则物体尺寸的直接测量	108
练习二 规则物体密度 ρ 的间接测量	112
* 练习三 不规则物体、液体密度 ρ 的间接测量	114
实验 2 用自由落体仪测定重力加速度 g	119
实验 3 用三线摆测物体的转动惯量 I	121
实验 4 用扭摆法测定物体的转动惯量 I	129
实验 5 气垫导轨实验(一、二、三)——“滑块碰撞”,滑块的简谐振动, 滑块运动速度 v 、加速度 a	133

练习一 (气轨)“滑块碰撞”——验证动量守恒定律	134
练习二 (气轨)滑块的简谐振动——测劲度系数 k 、周期 T 、能量 E	139
练习三 (气轨)测量滑块运动速度 v 、加速度 a ——验证牛顿运动第二定律	142
实验 6 弦振动特性研究(一、二)	146
练习一 用“驻波法”测(音叉)横波波长 λ 、频率 f	146
练习二 乐器(吉他)弦振动的研究	153
实验 7 光杠杆镜尺法测定钢丝的杨氏模量 E ——微小长度变化的测量	153
实验 8 用“拉脱法”测液体的表面张力系数 γ ——微小力(用焦利秤、 力敏传感器)测量	160
练习一 用“焦利秤”测定弹簧的劲度系数 k	162
练习二 用“焦利秤”测定液体(水)的表面张力系数 γ	164
练习三 用“力敏传感器”测定液体(水)的表面张力系数 γ	165
实验 9 用落球法测液体的黏度 η	169
练习一 “落球法”测常温液体黏度 η	171
*练习二 “落球法”测变温液体黏度 η	174
*练习三 设计用“毛细管法”测液体黏度 η	174
实验 10 气体(空气)比热容比 γ 的测定——用绝热膨胀法、压缩法、谐振法	175
练习一 用传感器“绝热膨胀法、压缩法”测定比热容比 γ	176
练习二 用谐振方式“绝热法”测量空气比热容比 γ	180
实验 11 稳态法测量不良导体导热系数 λ	182
实验 12 惯性秤实验	185
第 5 章 电磁学实验	189
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	189
练习一 测绘线性电阻的伏安特性曲线	192
练习二 测绘非线性电阻(二极管)的伏安特性曲线	194
*练习三 测绘灯丝、发光二极管的伏安特性曲线	195
实验 14 直流单臂电桥(惠斯通电桥)测电阻	196
练习一 “滑线(板)式”单臂电桥测电阻 R_x	198
练习二 “箱式”单臂电桥测电阻 R_x 及其串、并联阻值	201
*练习三 自组惠斯通电桥测电阻 R_x 及电桥灵敏度 k	202
*练习四 用单臂电桥测电阻温度特性	203
实验 15 用双臂电桥(开尔文电桥)测小电阻 R 及温度系数 α	205
练习一 测量(铜棒、铝棒等)导体的电阻 R_x 及电阻率 ρ	208
练习二 测量(漆包线等)导体电阻的温度系数 α	210
实验 16 用电势差计测量电动势 E	212
实验 17 用模拟法测绘静电场	218
练习一 用“导电微晶”静电场模拟仪器模拟静电场	224
练习二 “自行组装”静电场模拟仪器模拟静电场(用导电纸)	225
实验 18 示波器的使用	226
练习一 校准示波器、多种信号波形观测: U_{p-p} 、 $U_{有效值}$ 、周期 T 、频率 f	235

练习二	垂直振动合成——李萨如图形观测、测频率 f	237
实验 19	用示波器观测二极管伏安特性曲线	238
实验 20	交流电路的谐振现象(一、二)	241
练习一	RLC 串联电路的谐振实验	244
练习二	RLC 并联电路的谐振实验	245
实验 21	用霍尔元件测量磁场 B	246
实验 22	用“霍尔效应法”测螺线管磁场 B	251
实验 23	用“电磁感应法”测磁场 B	255
实验 24	电容器的充放电	258
实验 25	黑盒子实验——测量判定电阻 R 、电容 C 、电感 L 、二极管	262
第 6 章	光学实验	265
实验 26	光学基本实验(一、二)——薄透镜焦距 f 的测定	265
练习一	测量凸透镜的焦距 $f_{\text{凸}}$ ——“自准法”“物距像距法”“共轭法”	269
练习二	测量凹透镜的焦距 $f_{\text{凹}}$ ——“自准法”“物距像距法”	271
实验 27	光学基本实验(三、四、五)——组装显微镜、望远镜、幻灯机及放大倍数测量	273
练习一	组装显微镜	273
练习二	组装望远镜	275
练习三	组装透射式幻灯机(投影系统)	277
实验 28	分光计实验(一、二、三)	281
练习一	分光计的调节和使用	281
练习二	用分光计测定三棱镜顶角 α	288
练习三	用分光计测量绿光最小偏向角 δ_{min} 和折射率 n	295
实验 29	光栅衍射实验(一、二)——分光计实验(四、五)	298
练习一	光栅常量 d 测定	299
练习二	光波波长 λ 测量	304
实验 30	光的衍射实验(三)——单(多)缝(孔等)衍射的光强分布	307
实验 31	光的干涉实验(一、二)	312
练习一	薄膜干涉——用牛顿环测曲率半径 R	313
练习二	劈尖干涉	317
实验 32	光的干涉实验(三)——双棱镜干涉实验测波长 λ	319
实验 33	光偏振及其应用	325
练习一	用分光计进行偏振光实验	328
练习二	用光具座进行偏振光实验	330
第 7 章	近代物理与信息处理综合性、应用性实验	333
实验 34	迈克耳孙干涉仪的调节与使用	333
练习一	用等倾干涉测激光波长($\lambda_{\text{He-Ne}} \approx 632.8 \text{ nm}$)	339
练习二	用等倾干涉测钠黄光波长($\lambda_{\text{Na}} \approx 589.3 \text{ nm}$)	341
*练习三	用迈克耳孙干涉原理测空气折射率 n	343
实验 35	微波迈克耳孙干涉和布拉格衍射	346

练习一	用迈克耳孙微波干涉法测波长	349
练习二	微波布拉格衍射强度分布测量($I-\alpha$ 、 $I-\theta$ 曲线)	351
实验 36	密立根油滴实验——测电子电荷量	354
练习一	“平衡法”测电子电荷量(“动态法”特例)	359
* 练习二	“动态法”测电子电荷量	360
* 练习三	“变电荷法”测电子电荷量(选做)	361
实验 37	弗兰克-赫兹实验——测原子第一激发电势 V_0	361
实验 38	全息照相	368
实验 39	用超声光栅测定液体中的声速 v	373
实验 40	声学实验(一、二)——用超声传感器、音叉共鸣管测声速 v	378
练习一	用超声传感器“共振法”“相位法”测声速 v	379
练习二	用音叉共鸣管“共振法”测声速 v	385
实验 41	光电效应及普朗克常量 h 测量	387
实验 42	氢原子光谱及里德伯常量 R_H 测定	393
实验 43	盖革-米勒实验——G-M 计数管及核衰变的统计规律	399
练习一	用实时数据采集装置自动测量核衰变统计规律	405
* 练习二	手动测量核衰变统计规律(略)	406

第三篇 设计性、研究性实验

设计性、研究性实验概述	409
第 8 章 力学实验	414
实验 44 设计用“单摆”测重力加速度 g	414
实验 45 设计测固体、液体密度 ρ	419
练习一 设计用“流体静力称衡法”测定轻质固体、液体密度 ρ	419
练习二 设计用“比重瓶法”测定液体、固体小颗粒物体密度 ρ	421
实验 46 设计测量固体(金属)材料线膨胀系数 α (一、二)	423
练习一 设计用“光杠杆”测量固体(金属)的线膨胀系数 α	423
练习二 设计用“千分表(尺)”测量固体(金属)的线膨胀系数 α	426
实验 47 研究测定刚体转动惯量 I	431
练习一 用转动惯量仪测定物体的转动惯量 I	431
练习二 设计测定偏心轮绕定轴的转动惯量 I	437
练习三 设计用“气垫法”测定物体的转动惯量 I	437
实验 48 碰撞打靶实验	439
第 9 章 热学实验	441
实验 49 设计测定气体比热容比 $\gamma=c_p/c_v$	441
实验 50 设计测量不良导体的导热系数 λ	443
实验 51 冰的熔化热 L 测量	445
实验 52 空气热机原理实验	447
第 10 章 电学、电磁学实验	452

实验 53	设计用“伏安法”(补偿原理)测电阻 R_x	452
实验 54	电表内阻 $R_{内}$ 测量设计	454
实验 55	制流电路与分压电路特性实验(用滑线变阻器或电阻箱)	455
实验 56	电势差计应用设计实验(一、二)	458
练习一	设计用电势差计测电阻 R_x	458
练习二	设计用电势差计校准毫安表、电压表	459
实验 57	电表的改装与校准设计	461
实验 58	万用表组装设计	462
实验 59	设计用“霍尔效应”测量霍尔元件基本参量:电导率 σ 、霍尔系数 K_H	463
实验 60	电子束的偏转、聚焦实验	467
练习一	电子束的偏转	467
练习二	电子束的聚焦	470
第 11 章	光学实验	474
实验 61	设计用分光计测定液体折射率 n	474
实验 62	阿贝折射仪的原理和应用设计	475
实验 63	暗室技术——黑白照片的冲洗、印制与放大	476
第 12 章	传感器技术应用与设计实验	478
实验 64	压力传感器特性测量及应用设计	478
实验 65	温度传感器特性测量及应用设计	481
练习一	测量温度传感器的伏安特性、温度特性	482
练习二	利用温度传感器,设计一个测温或控温装置(数显或指针式温度计)	483
实验 66	霍尔开关、光电传感器特性测量及应用设计	485
实验 67	霍尔位置传感器与弯曲法测量杨氏模量 E	488
实验 68	用磁阻传感器测量地磁场 B	491
第 13 章	近代物理与信息处理实验	496
实验 69	波尔共振实验	496
实验 70	液晶电光效应实验研究	500
第 14 章	计算机在物理量测量中的应用探索简介	507
14.1	非电量电测技术应用简介	507
14.2	传感器和实验数据采集装置简介	509
14.3	计算机在物理测量中的应用探索提要	514
14.4	计算机模拟仿真技术简介	514
14.5	计算机模拟仿真物理实验简介	515
14.6	计算机数值模拟与数据处理实验	516
参考文献		518
附录 物理学常用数据表		519
附录 1 常用物理常量表		519

附录 2	部分物质的密度 ρ	520
附录 3	重力加速度 g (中国部分城市、海平面上不同纬度)	520
附录 4	20 °C 时某些金属的杨氏模量 E	521
附录 5	某些物质中的声速 v	521
附录 6	20 °C 时某些液体、不同温度的水与空气接触的表面张力系数 γ	522
附录 7	液体的黏度 η	523
附录 8	20 °C 时金属及合金的电阻率 ρ 及其温度系数 α	523
附录 9	部分物质的折射率 n	524
附录 10	部分固体和液体的比热容	524
附录 11	常用气体比热容、比重 (空气密度 1.29 kg/m^3)	525
附录 12	饱和蒸汽压力 p 、温度 T 对照表	525
附录 13	某些材料的导热系数 λ	526
附录 14	某些材料的线膨胀系数 α	527
附录 15	国际单位制、常用单位换算表	528
附录 16	电磁波频谱表 (无线电波、微波、红外线、可见光、紫外线、 X 射线、 γ 射线、宇宙射线)	531
附录 17	常用光源谱线的波长 λ	531
附录 18	t_p 因子表——常用不同置信概率 p 及 n (自由度 $\nu=n-1$) 下的 t_p (或 t)	532
附录 19	物理实验中常见的仪器 $\Delta_{\text{分度值}}$ 、仪器基本误差限值 Δ_{ins}	532

第一篇

实验理论与基础知识

第 1 章 绪 论

1.1 大学物理实验的地位、作用、目的和任务

1.1.1 大学物理实验的地位、作用

物理学(physics,源于希腊文 $\varphi\nu\sigma\iota\varsigma$,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极其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、光学等)规律是由无数实验事实为依据总结出来的.而电磁场理论的提出与公认,先后经历了 20 多年时间(图 1.1.1).

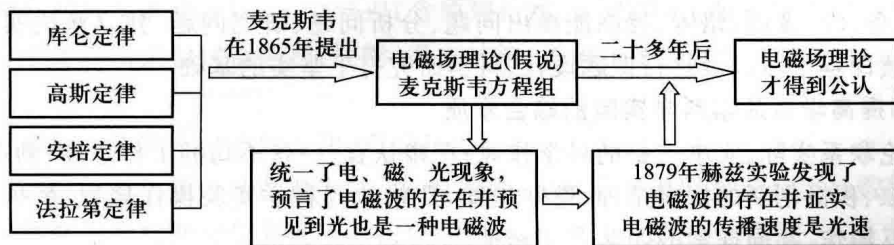


图 1.1.1

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.欧内斯特·卢瑟福(Ernest Rutherford,1871—1937)从大角度 α 粒子散射实验结果提出了原子核基本模型.1905年阿尔伯特·爱因斯坦(Albert Einstein,1879—1955)的光量子假说总结了光的微粒说和波动说之间的争论,能很好地解释菲利普·勒纳德(Philipp Eduard Anton von Lénárd)等人的光电效应实验结果;但是直到1916年当罗伯特·安德鲁·密立根(Robert Andrews Millikan,1868—

1953)以极其严密的实验证实了爱因斯坦的光电方程之后,光的粒子性才为人们所接受.1974年丁肇中(1936—)和伯顿·里克特(Burton Richter,1931—)J/ψ粒子的发现更进一步证实默里·盖尔曼(Murray Gell-Mann,1929—)1964年提出的夸克(“quark”)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,认定其为系统误差的存在,最终发现了元素氢(H)的放射性同位素氘(D, ^2H)和氚(T, ^3H),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.这为人类认知能量守恒定律起到了奠基作用.

大学物理实验是高等学校独立设置的一门基础实验课程.它是大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;是大学生进行自主学习、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精心设计、安排,它不仅可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、科学世界观和良好科学素质等方面,具有特别重要的作用.

1.1.2 大学物理实验的主要目的和任务

1. 观察物理现象、掌握物理规律,掌握运用基本能力

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基本规律,掌握物理实验的“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,能提出问题、分析问题、研究问题、解决问题,巩固、加深、拓展对物理学原理的理解,不断提高应用水平.

2. 培养和提高学生从事科学实验的综合能力

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综合素质.

通过亲自“动手又动脑”的课程训练,学习和掌握物理实验及科学实验的主要过程和方法(例如:阅读实验教材,查阅参考资料,正确理解理论与实验内容,学习正确调整和使用仪器设备,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、小论文等);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、提高能提出问题、分析问题、研究问题、独立解决实际问题的能力,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综合素质

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,树立“以学生