



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

大学物理实验

(修订本)

第五版

主 编 魏怀鹏 张志东 展 永



科学出版社

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

大学物理实验(第五版)

(修订本)

主 编 魏怀鹏 张志东 展 永

— 副主编 宋庆功 郭松青 赵国晴

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是教育部“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”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”贯穿层次化教学的全过程。

本书在同类书中具有一定特点。力求较完整、系统地反映当前主流的实验理论、技术和方法;注重层次化、模块化、组合式的实验课题内容设置。本次根据同类大学实验教学实际,对全书按实验题目、内容、方法的异同等,分门别类,按组合式、模块化,分练习,重新编写,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。

全书分为三篇:第1篇“实验理论与基础知识”,基础性、系统性、完整性较强。第2篇“基础性、综合性、应用性实验”,内容涵盖力、热、声、光、电、电磁学实验,近代物理与信息技术综合实验等。第3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。

该修订本完整性、系统性、逻辑性特点突出,结构条理清晰,精确性明显;按模块化、组合式、分方法、分内容、分类别练习等,对于不同区域不同层次的教学对象,便于灵活取舍,选择组合,恰当的教学题目和练习内容;具有一定的区域性、地方性特色。

本书适用于普通高校理、工、农、医、商、管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,科技、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. —5版(修订本). —北京:科学出版社,2016.1

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

ISBN 978-7-03-047099-7

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(2016)第 012092 号

责任编辑:昌盛 王刚 / 责任校对:邹慧卿

责任印制:霍兵 / 封面设计:迷底书装

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>

大厂书文印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

1999年1月天津大学出版社第一版

2007年8月第 二 版 开本:787×1092 1/16

2010年8月第 三 版 印张:32

2011年8月第 四 版 字数:758 000

2015年8月第 五 版 2016年2月第十九次印刷

2016年2月第五版(修订本)

定价:56.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

《大学物理实验》(第五版)(修订本)

编 委 会

主任:展 永

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

中国民航大学: 宋庆功 郭松青 郭艳蕊

石家庄铁道大学: 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

修 订 前 言

本书作为教育部“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,是在教育部普通高等教育“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,针对实践教学中发现的问题和教学改革发展,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,进行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,在河北工业大学经过十几年的教学实践使用,获得很好的教学效果。该书天津大学出版社2006年第三版获河北工业大学优秀教材一等奖。

本书第二~四、五版作为普通高等教育“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版次,并在河北工业大学、中国民航大学、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。

本次修订在四、五版原书内容、特点的基础上,根据同类大学实验教学实际,对全书篇章、实验题目、原理、仪器、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,重新精细编辑;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、教学、自主学习、设计、研究等查询方便,补充、新增了一些附录:常用物理系数、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。新增编了一些插图(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),做了较多系统、完整的提示、补充和新编。

全书分为三篇:第1篇“实验理论与基础知识”,基础性、系统性、完整性较强。第2篇“基础性、综合性、应用性实验”,内容涵盖力、热、声、光、电、电磁学实验,近代物理与信息技术综合实验等。第3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.

本修订本在实验题目、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,适用于普通高校理、工、农、医、商、管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,科技、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、张志东、展永教授为本书主编,宋庆功、郭松青、赵国晴为副主编.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).第1、2、3、8、10、12、14章、附录,由魏怀鹏、张志东、展永等负责编写;第4、5、6、7、9、11、12、13章、仪器设备说明、思考题、练习题等,由魏怀鹏、郭松青、宋庆功、赵国晴、王志安、郭艳蕊、张勇、李晓会、王秋芬、安莉、王海飞、谷云高、郑燕等负责编写;王永学、贾肖婵、陈宏图、段雪松、史晓丽、李佳、淮俊霞、王双进、曹天光、刘斌、邢红玉、叶文江、朱小光、瞿浩、王有柱、王彤、韩颜辉、刘铭、马忠祥、孔祥明、任树喜、范闪闪、李再东、李海颖、李文清、师一华、刘金河、范明天、靳星、郑乐涛、潘若薇、齐新宇、荣玉良、晨曦、魏森、白雪飞等,分别参加了第1章至第14章部分章节编写、校对等大量工作.

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,得到本学校及合作院校及教务处、理学院等领导和老师同事们的大力支持与帮助,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

2015年6月1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

修订前言

第一版前言

第 1 篇 实验理论与基础知识

第 1 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	4
1.4 小结:怎样学好大学物理实验、实验室主要规则	7
第 2 章 误差与数据处理基础知识	9
2.1 测量与误差的基本概念	9
2.2 系统误差的理论分析和处理	12
2.3 随机误差的理论分析和处理	15
2.4 测量结果与不确定度(uncertainty)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	40
2.7 计算机数据处理软件(Origin、Excel 等)、计算器统计功能简介	53
2.8 练习题	62
第 3 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	71
3.3 物理实验常用仪器	74

第 2 篇 基础性、综合性、应用性实验

第 4 章 力学与热学实验	97
实验 1 力学基本测量——长度、质量和物体密度 ρ 的测定	97
练习一 规则物体尺寸的直接测量	98
练习二 规则物体密度 ρ 的间接测量	101
* 练习三 不规则物体、液体密度 ρ 的间接测量	103
实验 2 用自由落体仪测定重力加速度 g	106

实验 3	用三线摆测物体的转动惯量 I	108
实验 4	扭摆法测定物体转动惯量 I	114
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	118
练习一	(气轨)“滑块碰撞”——验证动量守恒定律	119
练习二	(气轨)滑块的简谐振动——测弹性系数 k 、周期 T 、能量 E	123
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	126
实验 6	弦振动特性研究(一、二)	130
练习一	用“驻波法”测(音叉)横波波长 λ 、频率 f	130
练习二	乐器(吉他)弦振动的研究	135
实验 7	光杠杆镜尺法测定钢丝的杨氏弹性模量 Y ——微小长度变化的测量	136
实验 8	用拉脱法测液体表面张力系数 γ ——微小力(用焦利秤)测量	142
练习一	测定弹簧的弹性系数 k	143
练习二	测定液体(水)的表面张力系数 γ	145
实验 9	用落球法测液体的黏滞系数(黏度) η	146
练习一	“落球法”测常温液体黏滞系数 η	147
* 练习二	“落球法”测变温液体黏滞系数 η	149
* 练习三	设计用“毛细管法”测液体黏滞系数 η	150
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	151
练习一	用传感器“绝热膨胀法、压缩法”测定比热容比 γ	153
练习二	用谐振方式“绝热法”测量空气比热容比 C_p/C_v	154
实验 11	稳态法测量不良导体导热系数 λ	156
实验 12	惯性秤实验	159
第 5 章	电磁学实验	162
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	162
练习一	测绘线性电阻的 $I-U$ 伏安特性曲线	164
练习二	测绘非线性电阻(二极管)的 $I-U$ 伏安特性曲线	166
* 练习三	测绘灯丝、发光二极管的 $I-U$ 伏安特性曲线	167
实验 14	直流单臂电桥(惠斯通电桥)测电阻	168
练习一	“滑线(板)式”单臂电桥测电阻 R_x	170
练习二	“箱式”单臂电桥测电阻值 R_x 及其串、并联阻值	173
* 练习三	自组惠斯通电桥测电阻值 R_x 及电桥灵敏度 k	174
* 练习四	用单臂电桥测电阻温度特性($R-t$ 、 $R-T$)	175

实验 15 用双臂电桥(开尔文电桥)测小电阻 R 及温度系数 α	176
练习一 测量(铜棒、铝棒等)导体的电阻 R_x 及电阻率 ρ	179
练习二 测量(漆包线等)导体电阻的温度系数 α	181
实验 16 用电势差计测量电动势 E	183
实验 17 用模拟法测绘静电场	188
实验 18 示波器的使用	195
练习一 校准示波器、多种信号波形观测: U_{p-p} 、 $U_{\text{有效值}}$ 、周期 T 、频率 f ..	201
练习二 垂直振动合成——李萨如图形观测、测频率 f	203
实验 19 用示波器观测二极管伏安特性曲线	204
实验 20 交流电路的谐振现象	206
实验 21 用霍尔元件测量磁场 B	211
实验 22 用感应法测量磁场 B	216
实验 23 用“霍尔效应法”测螺线管磁场 B	219
实验 24 用电磁感应法测磁场 B	222
实验 25 铁磁材料的磁化曲线和磁滞回线的测绘	225
实验 26 电容器的充放电	228
实验 27 灵敏电流计基本特性研究	232
实验 28 黑盒子实验——测量判定电阻 R 、电容 C 、电感 L 、二极管	234
第 6 章 光学实验	236
实验 29 光学基本实验(一、二)——薄透镜焦距 f 的测定	236
练习一 测量凸透镜焦距 $f_{\text{凸}}$ ——“自准法”、“物距像距法”、“共轭法”	240
练习二 测量凹透镜的焦距 $f_{\text{凹}}$ ——“自准法”、“物距像距法”	241
实验 30 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	243
练习一 组装显微镜	243
练习二 组装望远镜	244
练习三 组装透射式幻灯机(投影系统)	247
实验 31 分光计实验(一、二、三)	248
练习一 分光计的调节和使用	248
练习二 用“分光计”测定三棱镜顶角 α	256
练习三 用分光计测量绿光最小偏向角 δ_{min} 和折射率 n	261
实验 32 光栅衍射实验(一、二)——分光计实验(四、五)	264
练习一 光栅常数 d 测定	265
练习二 光波波长 λ 测量	269
实验 33 光的衍射实验(三)——单(多)缝(孔等)衍射的光强分布	272

实验 34 光的干涉实验(一、二)	278
练习一 薄膜干涉——牛顿环测曲率半径 R	278
练习二 劈尖干涉	282
实验 35 光的干涉实验(三)——双棱镜干涉实验测波长 λ	284
实验 36 光偏振及其应用	289
练习一 用分光计进行偏振光实验	292
练习二 用光具座进行偏振光实验	293
第 7 章 近代物理与信息处理综合性、应用性实验	296
实验 37 迈克耳孙干涉仪的调节与使用	296
练习一 用等倾干涉测激光波长($\lambda_{\text{He-Ne}} \approx 632.8\text{nm}$)	301
练习二 用等倾干涉测钠黄光波长($\lambda_{\text{Na}} \approx 589.3\text{nm}$)	304
* 练习三 用迈克耳孙干涉原理测空气折射率 n	306
实验 38 微波迈克耳孙干涉和布拉格衍射	309
练习一 用迈克耳孙微波干涉法测波长	312
练习二 微波布拉格衍射强度分布测量($I-\alpha, I-\theta$ 曲线)	314
* 练习三 微波单缝衍射实验	316
* 练习四 微波双缝干涉实验	317
实验 39 密立根油滴实验——测电子电量 e	317
练习一 “平衡法”测电子电量 e (“动态法”特例)	322
* 练习二 “动态法”测电子电量 e	323
* 练习三 “变电荷法”测电子电量(选做)	324
实验 40 夫兰克—赫兹实验——测原子第一激发电势 V_0	324
实验 41 全息照相	331
实验 42 用超声光栅测定液体中的声速 v	335
实验 43 声学实验(一、二)——用超声传感器、音叉共鸣管测声速 v	341
练习一 用超声传感器“共振法”、“相位法”测声速 v	341
练习二 用音叉共鸣管“共振法”测声速 v	347
实验 44 光电效应和普朗克常量 h 测量	349
实验 45 光信息的调制与解调实验	354
实验 46 氢原子光谱及里德伯常量 R_H 的测定	359
实验 47 盖革-米勒实验——G-M 计数器和核衰变的统计规律	365

第 3 篇 设计性、研究性实验

设计性、研究性实验概述	371
第 8 章 力学实验	376
实验 48 设计用“单摆”测重力加速度 g	376

实验 49 设计测固体、液体密度 ρ	380
练习一 设计用“流体静力称衡法”测定轻质固体、液体密度 ρ	380
练习二 设计用“比重瓶法”测定液体、固体小块颗粒物密度 ρ	382
实验 50 设计测量固体(金属)材料线膨胀系数 α (一、二)	383
练习一 设计用“光杠杆”测量固体(金属)的线膨胀系数 α	383
练习二 设计用“千分表(尺)”测固体(金属)线膨胀系数 α	387
实验 51 设计用“焦利秤”测弹簧的有效质量 m	391
实验 52 设计测定偏心轮绕定轴的转动惯量 I	391
实验 53 设计用“气垫法”测定物体的转动惯量 I	392
实验 54 碰撞打靶	394
第 9 章 热学实验	395
实验 55 设计测定气体比热容比 $\gamma = C_p / C_v$	395
实验 56 设计测量不良导体的导热系数 λ	397
实验 57 电子温度计的组装设计	398
实验 58 冰的熔解热 L 测量	398
实验 59 空气热机原理实验	400
第 10 章 电学、电磁学实验	404
实验 60 设计用“伏安法”(补偿原理)测电阻 R_x	404
实验 61 自组惠斯通电桥测电阻 R_x	406
实验 62 电表内阻 $R_{内}$ 测量设计	407
实验 63 电容 C 的测量设计	407
实验 64 制流电路与分压电路特性实验(用滑线变阻器或电阻箱)	407
实验 65 电势差计应用设计实验(一、二)	410
练习一 设计用电势差计测电阻 R_x	410
练习二 设计用电势差计校准毫安表、伏特表	411
实验 66 电表的改装与校准设计	412
实验 67 万用表组装设计	413
实验 68 设计用电流场模拟静电场 E	414
实验 69 设计用“霍尔效应”测量霍尔元件基本参数:电导率 σ 、霍尔系数 K_H	415
实验 70 设计用“霍尔开关”测量弹簧的劲度系数	419
实验 71 设计用“冲击法”测磁场强度 B	420
练习一 用“冲击法”测地磁场强度 B	420
练习二 用“冲击法”测螺线管磁场 B	421
实验 72 双踪示波器的应用设计	422

实验 73 电子束的偏转、聚焦实验	422
练习一 电子束的偏转	422
练习二 电子束的聚焦	425
第 11 章 光学实验	428
实验 74 设计用“分光计”测定液体折射率 n	428
实验 75 阿贝折射仪的原理和应用设计	429
实验 76 用平行光法测透镜焦距 f	429
实验 77 暗室技术——黑白照片的冲洗、印制与放大	430
第 12 章 传感器技术应用与设计实验	432
实验 78 压力传感器特性测量及应用设计	432
实验 79 PN 结温度传感器测温设计	435
实验 80 温度传感器特性测量及应用设计	436
实验 81 霍尔开关、光电传感器特性测量及应用设计	439
实验 82 硅光电池特性研究与应用设计	442
实验 83 霍尔位置传感器与弯曲法测量杨氏模量 Y	442
实验 84 用磁阻传感器测量地磁场 B	446
实验 85 传感器系统实验仪	449
实验 86 超声波技术应用设计	456
实验 87 用“拉脱法”测液体表面张力系数 γ ——用力敏传感器测定微小力 ...	456
第 13 章 近代物理与信息处理实验	460
实验 88 用“弦驻波法”测量交流电频率 f 的装置	460
实验 89 自组迈克耳孙干涉仪测量某种单色光波长 λ	460
实验 90 玻尔共振实验	460
实验 91 全息光栅的制作与检验	464
实验 92 液晶电光效应实验研究	465
第 14 章 计算机在物理量测量中的应用探索简介	472
14.1 非电量电测技术应用简介	472
14.2 传感器和实验数据采集装置简介	474
14.3 计算机在物理测量中的应用探索提要	478
14.4 计算机模拟仿真技术简介	479
14.5 计算机模拟仿真物理实验简介	480
14.6 计算机数值模拟与数据处理实验	481
参考文献	483
附录 物理学常用数表	484
附录 1 常用物理常量	484

附录 2	部分物质的密度 $\rho(10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3})$	485
附录 3	重力加速度 $g(\text{m} \cdot \text{s}^{-2})$ (中国部分城市、海平面上不同纬度)	485
附录 4	20℃时某些金属的杨氏弹性模量 $Y(\text{Pa})$	486
附录 5	某些物质中的声速 $v(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	486
附录 6	20℃时某些液体、不同温度 T 的水与空气接触的表面张力系数 $\gamma(\text{N} \cdot \text{m}^{-1})$	486
附录 7	液体的黏度(黏滞系数) $\eta(\text{Pa} \cdot \text{s})$	487
附录 8	金属和合金的电阻率 ρ 及其温度系数 $\alpha(^{\circ}\text{C}^{-1})$	487
附录 9	部分物质的折射率 n	487
附录 10	部分固体和液体的比热容	488
附录 11	常用气体比热、比重表(空气密度 1.29 kg/m^3)	488
附表 12	饱和蒸汽压力 p 、温度 T 对照表	489
附录 13	某些材料的导热系数 $\lambda(\text{W/mK})$	489
附录 14	某些材料的线膨胀系数 $\alpha(^{\circ}\text{C}^{-1})$	490
附录 15	国际单位制、常用单位换算表	491
附录 16	电磁波频谱表(无线电波、微波、红外光、可见光、紫外光、X 射线、 γ 射线、宇宙射线)	493
附录 17	常用光源的谱线波长 $\lambda(\text{nm})$	494
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)	494
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_{ms}	494

第 1 篇 实验理论与基础知识

第 1 章 绪 论

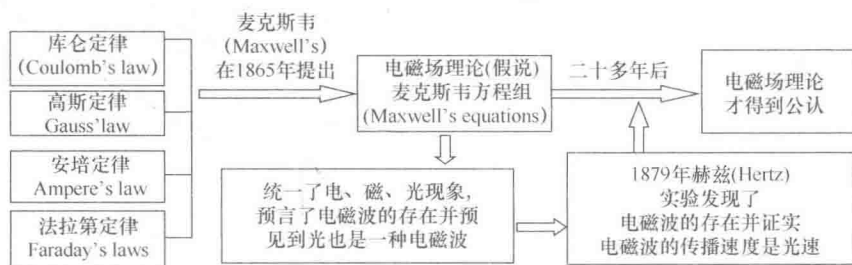
1.1 大学物理实验的地位、作用、目的和任务

1.1.1 大学物理实验的地位、作用

物理学(physics,源于希腊文 φυσικη,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.只有经受过实验的检验,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.欧内斯特·卢瑟福(Ernest Rutherford, 1871. 8. 30~1937. 10. 19)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. 3. 14~1955. 4. 18)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·莱纳德(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. 1. 27~)和伯顿·里克特(Burton Richter, 1931. 3. 22~) J/ψ 粒子的发现更进一步证实默里·盖尔曼(Murray Gell-Mann, 1929. 9. 15) 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“以学生为本,传授知识、培养能力、提高素质、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,始终坚持理论与实践相结合,坚持“创新发展”教学改革,不断完善教学内容、教学方法等,巩固提高教学质量、教学效果。

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,将实验教学内容按科学合理、灵活的“层次化”进行设置,并把“开放性、设计性”贯穿层次化教学全过程。

以“夯实基础、激发兴趣、创新教育、培养能力”为目的,在基础性、提高性、综合性、应用性实验教学中,扎扎实实夯实基础,训练好基本功;在设计性、研究性教学层次中,着力激发学生兴趣,培养提高实际能力、综合素质、创新意识和创新能力。在各层次实验中,按照科学合理、灵活设置的原则,设置编写了一些设计性、研究性与创新性的实验课题,按“设计性”实验教学理念与方法,进行教学。学生也可以根据自己的知识储备、学习兴趣、时间、实验条件等实际情况,自选“课内题目”,或选择在实践中感兴趣的“课外题目”,进行自主设计、研究与创新的实践探索与训练。对于完成效果优秀的题目和学生,可鼓励或推荐参加校级及省级以上的设计与创新实践(竞赛)活动。

对于“开放式”网络选课与教学,可采用师生交流人工选课,网上“选课系统平台”自主选课,或二者相结合的办法。根据实际情况,在一定时间范围内,以教学计划推荐实验题目和内容为主,进行“开放式”网络选课与实践教学。选课内容分“必选实验题目”和“自选实验题目”两类,并要求两者在以基础性为主前提下,在基础性、提高性、综合性、应用性、设计性、研究性等层次均占一定比例。学生可以通过“选课系统平台”,根据自己的兴趣和条件等自主选择实验项目、上课时间、任课教师等,体现以学生为本、开放教学的教育思想,有效扩大实验教学的信息量与覆盖面,着力拓展学生的视野和知识面;同时,留给大学生充分的想象空间,为大学生搭建一个亲自动手进行自主学习、自主实验、创新实践训练的平台。

1.2.2 大学物理实验教学内容与基本要求

1. 根据教学大纲和内容,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”等,在各层次教学中,注重进行“综合性、应用性和设计性”的实验设置与实际训练。

2. 学习掌握基本物理规律、实验原理(含原理论述、原理图示、理论公式推导等)。

3. 学习了解常用实验仪器原理、性能、组成结构,了解正确选择仪器原则方法,掌握其使用方法。

4. 学习掌握一般物理实验的方法、实验技术。

5. 学习掌握一般物理量的测量方法,正确测量、实事求是地完整记录实验数据。

6. 学习掌握实验数据及误差处理方法(例如:列表法、作图法、算法、不确定度评定方法等),能够正确表述结果、结果分析和讨论。

7. 通过实验全过程,逐步学会观测、研究、分析物理现象,总结物理规律;逐步加深对某些重要物理现象和规律的认识和理解。

8. 养成良好的科学实验习惯,树立严谨的科学作风、实事求是的科学态度,良好的道德修养。特别是,严肃认真、规范对待实验数据,严格杜绝抄袭、剽窃、弄虚作假,摒弃一切不良行为。