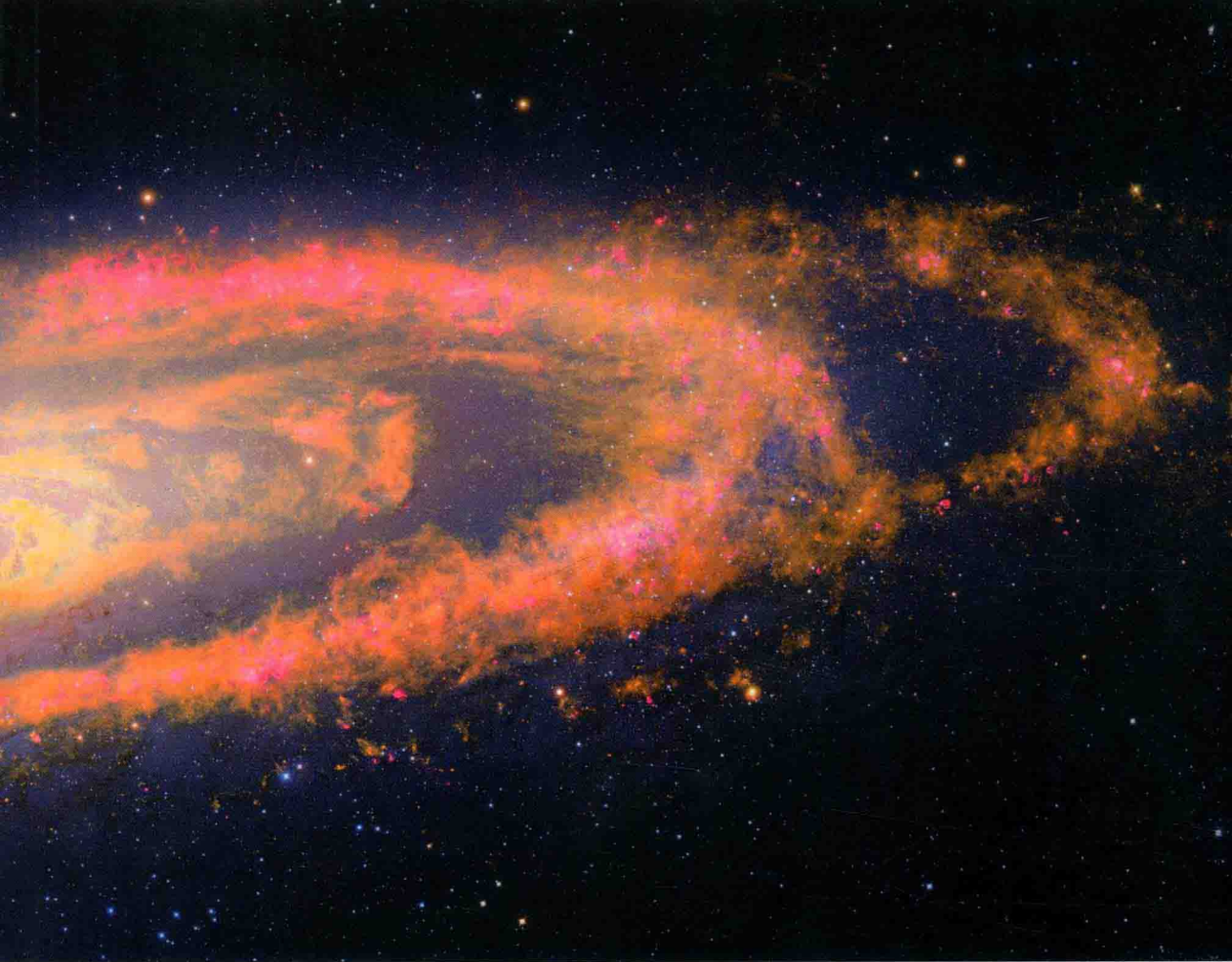




普通高等教育“十五”国家级规划教材

工科物理教程

(第四版)上册

宋士贤 吴平 等编

宋士贤 王丽梅 吴平 张孟 修订

高等教育出版社



普通高等教育“十一·五”国家级规划教材

工科物理教程

宋士贤 吴平 等编

(第四版)上册

宋士贤 王丽梅 吴平 张孟 修订

高等教育出版社·北京

内容简介

《工科物理教程》系列教材是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,并荣获陕西省高等学校优秀教材一等奖。

本书是在第3版的基础上,参照教育部颁布的《理工科类大学物理课程教学基本要求》修订而成的。在课程内容体系上,坚持渐进式改革,构建了“3.2.7”框架,即“3个突出”“两个有机渗透”和“7个关注点”。并在如何加强物理基础、凸显教材的时代气息和工科物理特色、习题作业改革、增强教材的趣味性等方面皆作了一些大胆的探索和尝试,冀求有所创新和突破。

全书分上、下两册。上册包括物理学导论、力学、波动三篇共8章;下册包括电磁学、热学、近代物理三篇共9章。并有配套的《工科物理教程(第4版)学习指南》《工科大学物理教学研究》《工科物理大作业》《工科物理教程资源共享库》(含电子教案等)。

本书可作为高等学校非物理类理工科专业“大学物理”课程的教材或主要参考书;也可供大、中学校教师、科研或工程技术人员和社会读者参考。

图书在版编目(CIP)数据

工科物理教程.上册/宋士贤,吴平编.--4版.
--北京:高等教育出版社,2017.2
ISBN 978-7-04-047117-5

I. ①工… II. ①宋… ②吴… III. ①物理学-高等学校-教材 IV. ①O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 003011 号

Gongke Wuli Jiaocheng

策划编辑 忻 蓓
插图绘制 杜晓丹

责任编辑 忻 蓓
责任校对 陈旭颖

封面设计 张志奇
责任印制 韩 刚

版式设计 杜微言

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 保定市市中画美凯印刷有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 23.75
字 数 510千字
插 页 1
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版 次 2000年12月第1版
2017年2月第4版
印 次 2017年2月第1次印刷
定 价 42.60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 47117-00

人类总要不断地总结经验,有所发现,有所发明,有所创造,有所前进。

——毛泽东

○ 前 言

由宋士贤、吴平等编的《工科物理教程》,从1994年的讲义第1稿至今,已度过了22个春秋。其间根据教育形势的发展,与时俱进,并听取了试用院校师生的意见,九易其稿。先后于2000年、2003年和2005年分别出版了第1版、第2版(西北工业大学出版社)和第3版(国防工业出版社)。2006年,《工科物理教程》系列教材被审定普通高等教育“十一五”国家级规划教材,并于2011年荣获陕西省高等学校优秀教材一等奖。

一、本次修订的指导思想

《工科物理教程》(第4版)是在第3版的基础上,参照教育部颁布的《理工科大学物理教程教学基本要求》修订而成,并冀求在某些方面有所发展和创新。

(一) 研究、确立了课程内容体系的“3.2.7”框架

“3.2.7”框架是作者群体长期坚持教学研究的成果之一。其具体内容包括:

1. “3个突出”——突出物理概念、物理思想和物理方法。这是工科专业学生必需的物理基础和科学素养;

2. “两个有机渗透”——适度把一些近代物理概念、方法及前沿成果有机渗透到全书相关部分,并从普通物理的角度予以讨论;将一些物理原理促进近代工程技术发展的内容,有机渗透到教材中。以凸显教材的时代性和工科物理的特色;

3. “7个关注点”——“广、浅、新、活、强、浓、多”,即知识面广一点;难度适度浅一点;选材新一点;思路活一点;启发性、应用性强一点;趣味性浓一点;对学生的学习习惯和学习方法的导引多一点,以满足大众化教育阶段人才培养规格的需求,也符合当今低年级大学生的性格特征。

(二) 坚持用教学研究成果指导教学和教材建设,推进渐进式改革

“教材是教出来的,不是编出来的”。教学要研究,并用研究成果推进教材的渐进式改革,使“教师好教,学生好学”。为此,本次修订,在内容和教材结构上都作了一些调整:

重新改写了“导论篇”,更好地介绍物理世界的概貌;

在运动学中,直接从一般运动情况来定义 $\mathbf{r}=\mathbf{r}(t)$ 、 $d\mathbf{r}$ 、 $\mathbf{v}$ 、 $\mathbf{a}$ 等,把直线运动、抛体……看作是一维、二维运动的特例来处理。加强了矢量性、相对性、瞬时性、叠加

性的论述,并突出运动学两类问题的处理思路和方法,做到高屋建瓴,既提高了教学层次,又能有效地解决与中学物理重复的问题;

在热学中,突出了热运动的物理图像和统计方法,而把气体动理论的内容作为统计规律的实例来讨论;

将周期运动,包括机械振动、机械波和波动光学合为“波动篇”,以形成统一的波动图像;

对于B类内容,本书分四种情况区别对待:有些内容涉及前后衔接(含后续课程)需要费些笔墨,如阻尼振动、受迫振动、激光、固体能带、半导体等;有些内容则在物理知识窗作相应介绍,如原子核性质、范德瓦尔斯方程、中微子等;有些内容对工科学生只是了解一些知识,则“点到为止”,如标准模型、引力波等;有些内容则根据实际情况不予列入了;

在近代物理部分,侧重于物理原理、物理思想和物理方法的论述,适度降低数学要求。如删减了洛伦兹变换的推导过程;只讨论定态薛定谔方程,并删去了以球坐标表示的氢原子薛定谔方程的具体表达式等;

在教材结构上,考虑到有些院校的教学安排,把波动篇移到上册,把电磁学移到下册。同时,还更换了一些难度较大的例题、习题,新选(编)了一些新颖的应用性题目,如航母舰载机起飞弹射力计算、跳水池深度设计的物理原理、宇航员星际飞行的可行性研究等。在第4版中,共选配了168道不同难度的典型例题,供任课教师和学生根据具体情况选用。

(三) 增强教材的趣味性

“在任何行业中,走向成功的第一步,是对它产生兴趣”。这对低年级学生学习物理课程也不例外。本次修订就想尝试一下,可否让传统教材的“严肃”面孔变得生动活泼一点。为此,除了在选材和行文中注意启迪思维,引发兴趣,唤起共鸣外,开辟了“趣味物理”“课间小憩”“物理学家”等47个物理知识窗口,引入了夸克、中微子、蓝光LED、电磁轨道炮等最新研究进展,以及从斜拉桥、水坝的弧形闸门、微波炉加热原理到相控阵雷达、阿尔法磁谱仪等应用类、知识类题目。介绍了牛顿、爱因斯坦等物理学家的科学人生轨迹。还精心选录了42条有关治学态度、治学方法方面的名家铭言,按内容和不同阶段的教学需求,穿插在全书的相关部位,让学生从中得到启迪。同时,首次尝试引入二维码技术手段,使相应的内容“活”起来,“动”起来。加上出版者新颖的版式设计,使学生在阅读中,从形式到内容都有新鲜感,提高学习兴趣。

(四) 对传统习题作业方式作了大幅度改革

本教程采用了作者经过30多年研究、试验,并被一些院校和其他课程移植、引用的《基础练习题和大作业》的习题作业方式,即习题作业由“基础练习题”与“工科物理大作业”两部分组成,并穿插物理小论文(含科技期刊阅读心得)。

“基础练习题”约450道,列在本书各章的最后,它紧密结合教学内容,以内容为单元归类选编,并冠以相应的标题。题目从对有关的基本概念、规律的分析、讨论和思考,到处理问题的一般思路、方法,再到具体问题的求解和应用,一个层次一

个层次地展开,形成一个完整的框架结构,故谓之“结构式习题”。这些练习题一般不要求学生做到作业本上,主要供学生课后复习、自学研究之用,因此,它实际上相当于一份自学指导提纲。

“工科物理大作业”是某一部分教学内容结束后完成的综合性作业,共12次,合计约300道题。它覆盖了相应部分教学基本要求的内容,题型包括选择题、填空题、计算题、简答与应用分析题、证明题等类型,以利于从各个侧面检验学生掌握知识的程度和能力水平。由于它带有阶段总结的性质,故称为“大作业”。学生可直接在其上答题,不需另备作业本。“工科物理大作业”分次装订,便于教师与学生携带和保存。大作业不仅可与本教程配套使用,也可与其他版本的大学物理教材配套使用,且不受教学内容的顺序和教学进度不同的限制。

本书(第4版)共6篇17章,分上、下两册。上册包括导论篇(第1章)、力学篇(2~5章)和波动篇(6~8章);下册包括电磁学篇(9~11章)、热学篇(12、13章)和近代物理篇(14~17章)。全书统一采用《中华人民共和国法定计量单位》和1994年实施的《量和单位》的国家标准,以及全国自然科学名词审定委员会1996年公布的《物理学名词》。

为了增强教材的实用性,充分运用现代教育技术手段,本书第4版除了有配套的《工科物理大作业》《工科物理教程(第4版)学习指南》《工科大学物理教学研究》外,还配有《工科物理教程(第4版)资源共享库》,包括与主教材配套的电子教案、动画与视频、微课;物理学家介绍;115年诺贝尔物理学奖获奖资料;物理学及当代科技重大发展的文字与视频资料等。

本书第4版的修订由宋士贤、王丽梅、吴平、张孟担任主编,参加修订的有:王吉明、邹丹、曲艳玲、张璐、曹晓君、王开圣、李渝、兰秀凤、马威等。耿兴国教授提出了不少有益的建议,并为物理知识窗撰稿。薛小翠、周晨露、张璐负责全书插图、照片及二维码资料的搜集、整理和制作。各章练习题选解仍由郭晓枫完成。全书由宋士贤统稿、定稿。

二、鸣 谢

《工科物理教程》从诞生之日起,一直是在西北工业大学理学院、南京航空航天大学理学院、大连民族大学和西北工业大学明德学院各级领导和同仁们的支持和关怀下成长的。特别是,还得到西安交通大学侯洵院士、西北工业大学傅恒志院士和魏炳波院士的关怀和热情推荐。国内物理教学界的资深教授吴百诗(西安交通大学)、严导淦(同济大学)、胡盘新(上海交通大学)、马文蔚(东南大学)、汤毓骏(东华大学)、徐绪笃(西北工业大学)、陈大鹏(长安大学)以及邓新元(清华大学)、顾牡(同济大学)、王小力(西安交通大学)、蓝信娣(南京航空航天大学)等教授也对本书给予了许多具体指导和帮助。

王小力教授和严导淦教授还担任了本书第4版的主审,他们在百忙中审阅了全部书稿,提出了许多中肯的、有价值的修改意见和建议,使本书增色不少。在此一并表示衷心的感谢和敬意。

还要感谢西北工业大学教务处教材建设科、西北工业大学出版社和国防工业出版社对本教程的热心扶持、呵护和所发挥的孵化作用。感谢《现代物理知识》《物理与工程》《科学》和《科学画报》等杂志社和互联网相关网站,它们登载的文章给我们提供了素材,启发了灵感,书中还选用了一些他们图库中的精美图片,为本书起到了锦上添花的作用。

还要感谢为本教材以前各版次付出辛勤劳动的同仁和朋友们,他们是:西北工业大学 文喜星、郭晓枫、郑建邦、余乐年、侯建平、解文军;南京航空航天大学杨雁南、廖立;大连民族大学新梅等,以及李普选、孙卫东、刘英、张鹏、徐宏来、宋载飞、崔松霞等同志。

由于编者学识有限,书中难免会有不当甚至错误之处,恳请读者特别是使用本书的老师和同学们以及同行专家批评指正,为盼。

编者

2016年6月于西安

一本新书像一艘船,带领着我们从狭隘的地方
驶向生活的无限广阔的海洋。

——凯勒

○ 目 录 (上册)

第 I 篇 物理学导论

第 1 章 物质与运动	003
§ 1.1 物理学理论的发展	003
一、物理运动与物理学理论	003
二、支配宇宙运行的四种基本相互作用	004
三、粒子物理的标准模型	006
热门话题 夸克及“渐近自由”现象	007
§ 1.2 物理学对工程技术发展的影响	009
一、物理学为技术的形成提供科学原理	009
二、物理学影响技术进行的路线	009
三、物理学左右技术的实施方案	010
§ 1.3 物质的物理图像	010
一、实物(粒子)与场	010
二、宏观、微观、介观、宇观	011
课间小憩 梦幻神奇的纳米技术	013
三、物质形态的分类	014
§ 1.4 中华人民共和国法定计量单位	018
一、法定计量单位的构成	018
二、量纲和量纲分析	022
内容提要	023
练习 1 物质与运动	024

第 II 篇 力 学

第 2 章 时间、空间与运动学	029
§ 2.1 质点运动学的基本概念	029

一、理想模型 模型化方法	029
二、运动相对性 参考系 坐标系	031
三、时间	032
四、空间	033
五、速度	038
六、加速度	042
§ 2.2 质点运动的描述	050
一、运动相对性的定量描述 伽利略变换	050
二、描述运动的一般方法	055
§ 2.3 质点运动学的解题思路与方法	058
一、运动学的两类问题	058
二、运动学的解题方法	058
趣味物理 枪打落猴	061
§ 2.4 圆周运动的角量描述	066
一、圆周运动的角量描述	066
二、角量与线量的关系	067
三、角量与线量的矢量关系	069
内容提要	071
练习 2 时间、空间与运动学	074
第 3 章 牛顿运动定律	082
§ 3.1 物体运动状态变化的原因	082
一、力的概念	083
二、几种常见的力	083
趣味物理 斜拉桥的奥妙	087
§ 3.2 牛顿运动定律	088
一、牛顿第二定律	088
物理学家 牛顿	090
二、物体具有保持运动状态不变的属性	091
三、力的相互作用性	092
四、牛顿运动定律的适用范围	092
§ 3.3 质点动力学的两类问题及解题方法	094
趣味物理 摩擦的巧用	102
内容提要	104
练习 3 牛顿运动定律	105
第 4 章 守恒定律	110
§ 4.1 力的时间累积效应	110

一、质点的动量定理	111
二、质点系的动量定理	116
三、动量守恒定律	117
四、质心	118
五、动量守恒定律在高科技发展中的应用	119
§ 4.2 质点的角动量定理和角动量守恒定律	124
一、质点对定点的角动量	124
二、外力对定点的力矩	124
三、质点对定点的角动量定理	125
四、质点的角动量守恒定律	126
课间小憩 彗-木世纪相撞	127
§ 4.3 力的空间累积效应	128
一、功的概念	128
二、质点的动能定理	131
三、保守力的功 势能	135
四、质点系的功能原理	140
五、机械能守恒定律	143
六、能量守恒定律	144
物理前沿 中微子	146
物理之窗 第二宇宙速度与宇宙半径	152
内容提要	153
练习 4 守恒定律	155
第 5 章 刚体的定轴转动	164
§ 5.1 刚体运动的基本概念	164
一、刚体模型	164
二、刚体的运动	165
三、转动惯性的量度——转动惯量	166
§ 5.2 刚体定轴转动的运动学规律	169
一、刚体定轴转动的特点与研究思路	169
二、刚体定轴转动的运动学规律	170
§ 5.3 刚体定轴转动的动力学规律	174
一、刚体定轴转动的转动定律	174
趣味物理 水利工程中的弧形闸门	178
二、刚体定轴转动的角动量定理 角动量守恒定律	179
三、刚体定轴转动的功能原理 机械能守恒定律	185
课间小憩 旋进与导航	190

内容提要	192
练习 5 刚体的定轴转动	194
第Ⅲ篇 波 动	
第 6 章 简谐振动	205
§ 6.1 简谐振动及其特征	205
一、弹簧振子及其运动分析	205
二、简谐振动的特征	206
§ 6.2 简谐振动的描述方法	210
一、简谐振动方程	211
二、振动曲线	218
三、旋转矢量	219
§ 6.3 简谐振动的合成	222
一、两个同方向、同频率简谐振动的合成	223
二、两个同方向、不同频率简谐振动的合成 拍现象	226
三、两个相互垂直的简谐振动的合成	228
§ 6.4 阻尼振动 受迫振动	230
一、阻尼振动	230
二、受迫振动 共振	232
课间小憩 火车的危险速率	233
内容提要	234
练习 6 简谐振动	235
第 7 章 波的传播规律	244
§ 7.1 机械波传播的物理图像	244
一、弹性介质模型	245
二、横波与纵波	246
三、机械波传播的物理图像	247
§ 7.2 波动的描述方法	247
一、波动的几何描述	247
二、波动曲线	249
三、波动方程	252
§ 7.3 波的能量特征	258
课间小憩 声强与噪音	260
§ 7.4 波的干涉	261
一、波的叠加原理	261
二、波的干涉	261

物理趣闻 孤立波与孤生子	262
三、驻波	266
课间小憩 音乐声学	270
§ 7.5 波的衍射	273
§ 7.6 机械波的多普勒效应	275
一、声源不动,观察者相对于介质以速度 v_R 运动	275
二、观察者不动,声源相对于介质以速度 v_s 运动	276
三、声源与观察者同时相对于介质运动	276
研究进展 超声悬浮技术	279
内容提要	281
练习 7 波的传播规律	283
第 8 章 光的波动性	291
§ 8.1 几何光学简介	292
一、光线 光速	292
二、几何光学的基本定律	293
三、几种光学器件的成像原理	295
四、光学仪器	302
§ 8.2 光波的物理图像	305
一、原子发光机理 波列	305
二、单色光	306
三、光程	306
§ 8.3 光的干涉	308
一、光干涉概述	308
二、杨氏双缝干涉	310
三、薄膜干涉	314
四、迈克尔孙干涉仪	321
§ 8.4 光的衍射	324
一、单缝夫琅禾费衍射	325
二、光栅夫琅禾费衍射	331
趣味物理 无镜头摄影技术——全息摄影	336
三、X 射线的衍射	338
四、光学仪器的分辨率	339
课间小憩 相控阵雷达	341
§ 8.5 光的偏振性	343
一、自然光和偏振光	343
二、起偏与检偏	344

三、马吕斯定律	345
四、布儒斯特定律	346
五、双折射现象	347
六、偏振光的应用	348
内容提要	350
练习 8 光的波动性	353
参考文献	364

研究物理学如同看一幅很大的画,近距离观察可以了解每一部分的细节,但还不够,你必须走到远处去观察整个画面,才能把握它的结构,更深入地理解它。

——杨振宁

第 I 篇

物理学导论

物理学是研究物质、能量和它们相互作用的学科,它对人类未来的进步起着关键的作用。

物理学的研究范围十分广泛,大至星球、星系、宇宙,小至分子、原子和“基本粒子”,可以说,一切自然现象都与物理学有关。

物理学的基本理论和方法,渗透于自然科学的各个领域,应用于生产技术的许多部门,并对近代技术的形成和发展,具有更为直接的意义。物理学的许多发现和重要效应,往往是技术发展的先导。每逢物理学取得一次重大突破,总会导致一场新的重大的技术革命:

在 17—18 世纪,由于牛顿力学的建立和热力学理论的发展,导致蒸汽机的出现,引发了第一次工业技术革命,使人类文明由作坊式生产时代进入了机械化时代;

19 世纪,由于电磁理论的发展并迅速转化为新技术,导致了发电机、电动机、变压器、电灯、电话、电报、雷达等的发明和应用,人类进入了应用电能的时代,这就是第二次工业技术革命——电气化时代;

进入 20 世纪以来,随着相对论和微观物理学的建立和突破性发展,涌现了半导体、激光、电子计算机、电子显微镜、遥感遥测、核能应用、空间探测、信息技术等一系列高新技术,把人类带进一个崭新的、以信息技术为中心的信息化时代,这就是第三次工业技术革命。如图 0.0.1 所示。



图 0.0.1 人类文明的发展历程

在高科技发展的今天,物理学已成为自然科学和工程技术各个学科向更深、更高层次发展的必备的理论基础;高等物理教育对提高大学生的科学素质

和造就高层次技术劳动力的作用,也是任何学科都无法取代的.对工科大学生而言,物理基础扎实与否,将会直接影响到大学后的工作适应能力和发展后劲.不仅如此,即使对于普通公民,了解物理科学的基本知识也变得愈来愈重要.2016年4月18日,我国发布了《中国公民科学素质基准》,文件规定了26条基准,并具体列出了132个基准点.在这132个基准点中,涉及物理学和物理学派生学科的内容占了三分之一以上.

第1章 物质与运动

自然科学的教育,是提高人们素质的重要因素,是现代教育的一个核心.它不仅使人获得生活和工作所需的知识和技能,更重要的是使人得到科学思想、科学精神、科学态度以及科学方法的熏陶和培养.

——佚名

物理世界是丰富多彩的,要想进入物理世界并能领略其中的奥妙,并不是一件轻而易举的事情,首先需要发现它、了解它,然后再研究它、驾驭它.

对于初学“大学物理”的学生,在某些方面面临着比高年级学生更艰难的任务:他们不仅要学习物理概念、物理思想、物理方法,还面临着在学习方法、观念等方面,由中学向大学过渡的问题.另一方面,“大学物理”作为工科各专业的一门通识性基础理论课程,并不能包含物理学的全部内容.为此,本章作为入门章节,首先简要介绍一下物理世界的概貌,正如杨振宁教授所说的,先从远处看看物理这幅“画”,使学生对物理学有一些初步的了解和认识,为后面系统的学习作准备.同时,物理学是建立在对物理现象观测结果开展研究的基础上的一门学科,这就需要熟悉各种测量单位和所采用的单位制,在这一章中,将系统地介绍《中华人民共和国法定计量单位》.

§ 1.1 物理学理论的发展

一、物理运动与物理学理论

物理学是研究物质、能量和它们相互作用的学科,而对物质、能量的研究,必然要涉及物质的运动.自然界就是由各种形式的运动物质所组成的.自然界中,没有绝对不运动、不变化的物质,也没有脱离物质而单独存在的运动.运动和物质是不可分割的,并构成了物理世界的主体.

所谓“运动”,包括了自然界中所发生的一切变化和过程,诸如物理的、化学的、生物的、思维的和社会的运动等.为了描述这些运动的规律和特征,就形成了相应的科学理论.

物理运动是自然界各种运动形式中最基本的运动形式,包括机械运动、热运动、电磁运动和微观粒子的运动等,并由此形成了相应的五门基础理论:

- (1) 经典力学——关于物体机械运动的理论,亦称牛顿力学;
- (2) 统计物理与热力学——关于热现象和大量粒子群体性质的理论;
- (3) 电磁学——关于电、磁和电磁辐射的理论;

(4) 相对论——关于高速运动物体和物理规律不变性的理论;

(5) 量子力学——关于微观粒子运动的理论.

上述五大理论之间是密切相关的,在迄今已经认识的物质世界无数现象中,每一个现象都可以用上述理论中的一种或几种来加以解释.

物理学是实验性科学,人们对自然界的了解,必须依靠观察和测量.在物理学发展的长河中,许多科学家就曾用一些简单的仪器设备,获得了许多伟大的发现.由于新的实验技术和观测手段的不断发展,人们的认识也在不断深化,这就决定了物理学定律总有一定的适用范围.例如,牛顿力学只适用于低速宏观物体在惯性系中的运动,如果物体的速度大到可以与光速相比拟的程度,就必须用相对论来研究了.当代物理学的研究内容,多数是探索那些非常小($<10^{-15}\text{ m}$)、非常大($>10^{20}\text{ m}$)的物理客体或非常复杂的前沿和交叉学科领域,相对论和量子力学正是这些领域中最活跃的理论.(如图 1.1.1 所示.)



图 1.1.1 物理世界

另一方面,尽管物质的运动形式多种多样,千差万别,但它们之间又普遍存在着联系,遵循着某些统一的规律.物理学从牛顿力学开始至今 300 多年来,最基本的追求就是探索自然界的统一性,寻找支配宇宙万物的最基本的统一规律,并不断将已知的物理概念、理论和规律转化为技术,转化为改造世界的生产力.例如,引力理论表明天体运动与地面落体运动遵循统一的规律;能量守恒定律揭示了热、机械、电、化学等各种运动形式之间的统一性;电磁场理论揭示了光、电、磁现象本质上的统一性;相对论揭示了时间、空间与物质运动之间本质上的统一性等.当前,物理学家正努力向更高、更深层次冀求实现统一的目标.图 1.1.2 展示了物理学理论的一些重要发展阶段.

二、支配宇宙运行的四种基本相互作用

在自然界中,从宇宙天体到基本粒子这样广阔领域里的运动,均起因于四种基本相互作用,即四种基本力.它们是电磁相互作用(电磁力)、引力相互作用(引力)、强相互作用(强力)和弱相互作用(弱力).

自远古以来,人类通过摩擦生电和雷电等现象,逐渐认识到电相互作用的存在.又通过矿石吸铁和陨石认识到磁相互作用.19 世纪末,麦克斯韦把它们统一为电磁相互作用.

在 15 世纪到 17 世纪漫长的时间内,人类又认识到任何具有质量的物体间存在着万有引力,即引力相互作用.