



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

工科物理教程

(本科中学时版) 上册

唐海燕 王丽梅 宋士贤 主编



国防工业出版社
National Defense Industry Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

工 科 物 理 教 程

(本科中学时版)

上 册

唐海燕 王丽梅 宋士贤 主编

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材《工科物理教程》(第3版)系列教材本科中学时版。在保留系列教材基本风格的基础上,特别针对应用型本科院校大学物理课程教学的需求,对教学内容进行了更新与整合,更注意突出工科物理特色。全书分上、下两册。上册包括导论、力学、电磁学3篇。下册包括热学、波动、近代物理3篇。统一采用《中华人民共和国法定计量单位》和1994年公布并实施的《量纲和单位》的国家标准,并使用1996年公布的《物理学名词》。

本书可作为应用型本科工科类非物理专业大学物理课程教材,也可作为各类高校大学物理课程的教材。

图书在版编目(CIP)数据

工科物理教程/唐海燕,王丽梅,宋士贤主编. —北京:
国防工业出版社,2008.2 重印

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-118-03972-6

I. 工… II. ①唐…②王…③宋… III. 物理学—高等学校
校—教材 IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 013938 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 710×960 1/16 印张 24 $\frac{3}{4}$ 字数 440 千字

2008 年 2 月第 2 次印刷 印数 5001—9000 册 总定价 58.00 元

上册	29.00 元
下册	29.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

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

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材《工科物理教程》(第3版)系列教材中的本科中学时版,主要是针对应用型本科工科类专业大学物理教学而编写的。本书在保持系列教材特色与风格的基础上,对教学内容进行了更新与整合,以经典与近代物理的基本理论、基本概念和研究方法为主干构架课程内容体系,更加注意突出工科物理特色。注意培养学生的独立获取知识的能力、分析问题和解决问题的能力、科学观察和理性思维的能力,从而培养学生的科学素质,引导学生树立科学的世界观,逐步增强认识和掌握自然科学规律的能力。

全书内容围绕“框架、概念、思路、方法”展开,着重论述基本的物理现象、物理概念,加强对物理过程的分析和建立正确的物理图像论述,使学生对整个物理框架有所认识。注意介绍物理学发展过程中一些重大转折的产生和演变过程,使学生受到物理思维的熏陶,提高物理素质,努力为工科培养应用型人才的目标服务。

值得一提的是,本教程运用了加强“两个有机渗透”的思路,来突显教材现代化和工科物理的特色,即适度把一些近代物理概念、方法及前沿成果,有机地渗透到全书相关部分,并从普通物理的角度予以讨论;同时将一些物理原理促进近代工程技术发展的内容,有机地渗透到教材中;此外,还在第16章进行了集中介绍。这样,扩大了教学内容的信息量,增强了学生的工程观念。

在增强教材趣味性方面,本书有意开辟了“趣味物理”、“课间小憩”、“物理学家”等许多小窗口,包括介绍牛顿、爱因斯坦等多位物理学家的科学人生轨

迹;引入包括夸克、“渐近自由”现象、纳米技术、STM 等多项最新研究进展,以及从斜拉桥、水坝弧形闸门到阿尔法磁谱仪等多项应用类和知识类题目。同时,还精心选录了有关治学态度和治学方法的名家名言,按内容和不同阶段的教学需求,穿插在全书的各部分。这样,学生在阅读中,从内容到形式都有新鲜感,提高了学生学习、研究物理学的兴趣,更重要的是能扩大知识面,并从中得到启迪。

“基础练习题”列在本书各章最后,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和规律的分析讨论,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,形成一个完整的学习框架结构。“工科物理大作业”覆盖了相应部分教学基本要求的内容,以利于从各个侧面检验学生掌握知识的程度和能力水平。

全书分上、下两册。上册包括导论、力学、电磁学 3 篇。下册包括热学、波动和近代物理 3 篇。

全书由唐海燕、王丽梅、宋士贤主编。书中具体章节由以下人员负责:唐海燕(第 1 章、第 16 章),杨文艳、孙宝光(第 2 章、第 5 章),唐海燕、杨文艳(第 3 章、第 4 章),王丽梅、阳廷义(第 6 章、第 7 章),阳廷义、程文德(第 8 章),秦先明、陈振亚(第 9 章、第 10 章),王丽梅、胡凯燕(第 11 章、第 12 章),王丽梅、孙宝光(第 13 章、附录、索引),孙宝光、唐海燕(第 14 章、第 15 章)。刘佳宏、新梅、陈学文、杨达晓、王全武参加了本书的修改与编写工作。由唐海燕、王丽梅统稿,最后由宋士贤审定。

在编写过程中得到了重庆科技学院、大连民族学院以及西北工业大学各级领导和同仁们的关怀和支持,重庆大学的陶纯匡教授、中国石油大学的贾瑞皋教授等提出了不少中肯的修改建议,宋载飞、赵同燕、邓起宏等同志为本书的出版付出了辛勤的劳动,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不当之处,恳请广大读者特别是使用本书的教师和同学批评指正。

编者

2007 年 11 月

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 工科物理导论

〈物理之窗〉 新中国的重大科技成果	2
第 1 章 物理世界	5
§ 1.1 物理学导论	6
一、物理学理论	6
二、物理学理论的统一	7
三、支配宇宙运行的四种基本相互作用	9
四、粒子物理的标准模型	10
〈热门话题〉夸克及“渐近自由”现象	12
§ 1.2 物理学与工程技术	14
一、物理学为技术的形成提供科学原理	14
二、物理学影响技术进行的路线	15
三、物理学左右技术的实施方案	15
§ 1.3 物质的物理图象	15
一、宏观、微观、介观、宇观	15
〈课间小憩〉梦幻神奇的纳米技术	17
二、物质形态的分类	19
三、实物与场	24
§ 1.4 中华人民共和国法定计量单位	25

一、法定计量单位的构成	26
二、量纲和量纲分析	29
内容提要	32
练习 1 物理世界	32

第Ⅱ篇 力学

第 2 章 时间 空间与运动学	37
§ 2.1 质点运动学的基本概念	37
一、理想模型 模型化方法	37
二、参考系 坐标系	39
三、时间	40
四、空间	41
五、速度	46
六、加速度	50
§ 2.2 圆周运动的角量描述	57
一、圆周运动的角量描述	57
二、角量与线量的关系	59
§ 2.3 质点运动的描述	60
一、运动描述的相对性 伽利略变换	60
二、描述运动的一般方法	64
§ 2.4 质点运动学的解题思路与方法	68
一、运动学的两类问题	68
二、运动学的解题方法	68
〈趣味物理〉枪打落猴	74
内容提要	75
练习 2 时间 空间与运动学	77
第 3 章 牛顿运动定律	85
§ 3.1 物体运动状态变化的原因	85
一、力的概念	86
二、介绍几种常见的力	87
〈趣味物理〉斜拉桥的奥妙	91
§ 3.2 牛顿运动定律	92
一、牛顿第一定律	92
〈物理学家〉I. 牛顿	93

二、牛顿第二定律	94
三、牛顿第三定律	96
四、牛顿运动定律的适用范围	97
§ 3.3 质点动力学的两类问题及解题方法	99
〈趣味物理〉摩擦的巧用	105
内容提要	108
练习 3 牛顿运动定律	110
第 4 章 守恒定律	115
§ 4.1 力的时间累积效应	115
一、质点的动量定理	116
二、质点系的动量定理	119
三、动量守恒定律	120
四、动量守恒定律的应用—火箭飞行原理	121
§ 4.2 质点的动量矩定理和动量矩守恒定律	123
一、质点对定点的动量矩	123
二、外力对定点的力矩	123
三、质点对定点的动量矩定理	124
四、质点的动量矩守恒定律	125
〈课间小憩〉慧—木世纪相撞	126
§ 4.3 力的空间累积效应	127
一、功的概念	128
二、质点的动能定理	130
三、保守力的功 势能	134
四、质点系的功能原理	139
五、机械能守恒与转换定律	143
〈物理之窗〉对称性和守恒定律	144
六、普遍能量守恒与转换定律	145
内容提要	150
练习 4 守恒定律	152
第 5 章 刚体的定轴转动	160
§ 5.1 刚体运动的基本概念	161
一、刚体模型	161
二、刚体的运动	161
三、转动惯性的量度——转动惯量	162
§ 5.2 刚体定轴转动的运动学规律	166

一、刚体定轴转动的特点与研究思路	166
二、刚体定轴转动的运动学规律	167
§ 5.3 刚体定轴转动的动力学规律	170
一、刚体定轴转动的转动定律	170
〈趣味物理〉水利工程中的弧形闸门	174
二、刚体定轴转动的动量矩定理 动量矩守恒定律	175
三、刚体定轴转动的功能原理 机械能守恒定律	179
内容提要	183
练习 5 刚体的定轴转动	185

第Ⅲ篇 电磁学

第 6 章 静电场	194
§ 6.1 电荷及其相互作用	195
一、电荷的量子化	195
二、起电 电荷守恒定律	195
三、点电荷间的相互作用规律	197
§ 6.2 从力的观点描述电场的物质性——电场强度 E	198
一、电场强度 E	198
二、电场线	199
三、电场强度的计算方法	200
§ 6.3 静电场的高斯定理	206
一、电场强度通量 Φ_e	206
二、高斯定理	208
§ 6.4 从功能观点描述电场的物质性——电势 U	213
一、静电场力做功的特性	213
二、电势 U	214
三、静电场的环路定理	216
四、电势的计算方法	216
五、等势面	219
六、电场强度和电势的关系 电势梯度	220
§ 6.5 静电场中的导体	223
一、静电感应与静电平衡	223
二、表面电荷的分布特性	224
三、静电屏蔽	226

〈课间小憩〉等电势与高压带电作业	228
§ 6.6 静电场中的电介质	231
一、电介质的极化	231
〈课间小憩〉导电性塑料	233
二、电极化强度	233
三、电介质中的电场强度	234
四、有电介质时的电场基本定理	235
〈物理之窗〉新型智能材料——电流变液	238
§ 6.7 导体的电容 电场能量	240
一、孤立导体的电容	240
二、电容器	241
三、电容器的串、并联	243
四、电场能量	245
内容提要	249
练习 6 静电场	253
第 7 章 恒定磁场	254
§ 7.1 恒定电流的基本概念	262
一、电流的形成	262
二、电流密度	262
三、欧姆定律的微分形式	263
四、电源电动势	264
§ 7.2 磁场	265
一、磁现象	265
二、激发磁场的场源	266
三、从力的观点描述磁场的物质性——磁感强度 B	268
〈课间小憩〉地磁场	270
§ 7.3 电流激发磁场的基本规律	272
一、毕奥-萨伐尔定律	272
二、运动电荷产生的磁场	277
§ 7.4 表述磁场性质的两条定理	278
一、高斯定理	278
二、安培环路定理	280
§ 7.5 磁场对运动电荷和载流导线的作用	284
一、带电粒子在磁场中的运动	284
二、霍耳效应	287

三、磁场对载流导线的作用 安培定律	289
四、磁场对载流线圈的作用 磁力矩	294
〈趣味物理〉电磁轨道炮	295
§ 7.6 磁介质对磁场的影响	297
一、三类磁介质	297
二、磁介质的磁化	298
三、介质中的安培环路定理	298
四、铁磁质	300
内容提要	302
练习 7 恒定磁场	304
第 8 章 电磁感应及电磁场	305
§ 8.1 电磁感应的实验研究	313
一、实验现象观察	314
二、实验结果分析	315
§ 8.2 电磁感应的基本定律	316
一、法拉第电磁感应定律	316
〈物理学家〉M. 法拉第	318
二、楞次定律	322
§ 8.3 动生电动势	323
§ 8.4 感生电动势	327
一、感应电场 感生电动势	327
二、涡电流	330
〈物理之窗〉电磁悬浮技术	333
§ 8.5 互感与自感	334
一、互感	334
二、自感	337
§ 8.6 磁场的能量	340
〈物理之窗〉阿尔法磁谱仪	342
§ 8.7 麦克斯韦电磁场理论	343
一、位移电流	344
二、全电流安培环路定理	346
〈物理学家〉J. 麦克斯韦	348
三、麦克斯韦方程组	349
内容提要	351
练习 8 电磁感应及电磁场	353

习题答案	359
附录	366
附录 I 基本物理常量及有关数据的计算用值	366
附录 II 常用数学公式	367
索引	371

(下 册)

第 IV 篇 热 学

第 9 章 热运动的统计描述	2
§ 9.1 热现象与热运动	2
一、热现象	2
二、热现象的宏观规律	3
〈物理趣闻〉壮观的“和平”号“流星雨”	4
三、分子热运动的物理图象	6
§ 9.2 统计规律	10
一、统计规律的概念	10
二、生活中的统计规律	10
三、统计规律的描述	12
四、统计规律的特点	14
§ 9.3 理想气体状态方程	16
一、平衡态与状态参量	16
二、理想气体状态方程	17
〈课间小憩〉真实气体的范德瓦耳斯方程	18
§ 9.4 压强和温度的微观意义	19
一、理想气体的微观模型	19
二、压强的微观本质	20
三、温度的微观本质	22
§ 9.5 理想气体的内能	25
一、运动自由度	25
二、能量均分定理	26
三、理想气体的内能	27
§ 9.6 麦克斯韦速率分布律	29
一、分子速率分布的实验测定	29

二、麦克斯韦速率分布律	30
三、三种统计速率	34
〈趣味物理〉方均根速率与大气成分	35
§ 9.7 平均自由程与碰撞频率	36
内容提要	38
练习 9 热运动的统计描述	39
第 10 章 热力学	44
§ 10.1 准静态过程	44
一、准静态过程	46
二、准静态过程的功	46
三、热量 Q	49
§ 10.2 热力学第一定律	50
一、等体过程	52
二、等压过程	53
三、等温过程	56
四、绝热过程	57
〈物理之窗〉液化气体	60
§ 10.3 循环过程	61
一、循环过程的一般概念	61
二、卡诺循环	65
§ 10.4 热力学第二定律	69
一、自然过程的不可逆性	70
二、热力学第二定律及其微观意义	70
§ 10.5 熵与熵增加原理	72
一、宏观态与微观态	72
二、热力学概率与熵	75
三、熵增加原理	76
〈物理学家〉L. 玻耳兹曼	77
内容提要	78
练习 10 热力学	79

第V篇 波 动

第 11 章 简谐运动	86
§ 11.1 简谐运动及其特征	86

一、弹簧振子及其运动分析	86
二、简谐运动的特征	87
§ 11.2 简谐运动的描述方法	91
一、简谐运动方程	91
二、振动曲线	98
三、旋转矢量	99
§ 11.3 简谐运动的合成	103
一、两个同方向、同频率简谐运动的合成	103
二、两个同方向、不同频率简谐运动的合成 拍现象	105
内容提要	108
练习 11 简谐运动	110
第 12 章 波的传播规律	115
§ 12.1 机械波传播的物理图象	115
一、弹性介质模型	116
二、横波与纵波	118
三、机械波传播的物理图象	118
§ 12.2 波动的描述方法	118
一、波动的几何描述	119
二、波动曲线	120
三、波动方程	124
§ 12.3 波的能量特征	129
§ 12.4 波的干涉	130
一、波的叠加原理	131
〈物理趣闻〉孤立波与孤立子	131
二、波的干涉	132
三、驻波	136
〈课间小憩〉音乐声学	140
§ 12.5 波的衍射	142
§ 12.6 电磁波	144
一、电磁波的理论预见	144
二、赫兹实验	145
三、电磁波的基本性质	146
四、坡印廷矢量 S	147
五、电磁波谱	148
〈课间小憩〉红外技术	149

§ 12.7 多普勒效应	151
内容提要	153
练习 12 波的传播规律	156
第 13 章 光的波动性	162
§ 13.1 几何光学简介	163
一、光线 光速	163
二、几何光学的基本定律	164
三、几种光学器件的成像原理	166
§ 13.2 光波的物理图象	174
一、原子发光机理 波列	174
二、光程	176
§ 13.3 光的干涉	177
一、光干涉概述	177
二、杨氏双缝干涉	179
三、薄膜干涉	182
§ 13.4 光的衍射	189
一、单缝的夫琅禾费衍射	190
二、光栅的夫琅禾费衍射	195
〈趣味物理〉无镜头摄影技术	201
三、光学仪器的分辨率	204
§ 13.5 光的偏振性	206
一、自然光和偏振光	206
二、起偏与检偏	207
三、马吕斯定律	208
四、布儒斯特定律	209
内容提要	211
练习 13 光的波动性	213

第Ⅵ篇 近代物理

第 14 章 相对论基础	223
§ 14.1 狭义相对论的两条基本原理和洛伦兹变换	223
一、两条基本原理	224
二、洛伦兹变换	225
〈物理学家〉A. 爱因斯坦	226

§ 14.2 相对论时空观	233
一、同时性的相对性	233
二、时间度量的相对性 时间膨胀	234
〈趣味物理〉孪生子效应	237
三、空间度量的相对性 长度收缩	238
四、两种时空观	240
§ 14.3 相对论动力学结论	241
一、相对论性动量	241
二、相对论运动方程	243
三、质量和能量的关系	244
四、动量和能量的关系	246
内容提要	248
练习 14 相对论基础	250
第 15 章 量子物理基础	253
§ 15.1 普朗克量子论	254
一、黑体辐射	254
二、普朗克量子论	256
〈物理学家〉M. 普朗克	258
§ 15.2 光的波粒二象性	259
一、光电效应的实验规律	259
二、爱因斯坦光子学说	261
三、康普顿效应	265
§ 15.3 量子力学引论	269
一、德布罗意的物质波假说	269
〈物理学家〉L. 德布罗意	271
二、海森伯不确定关系	272
〈物理学家〉W. 海森伯	274
三、物质波波函数的统计解释	275
四、薛定谔方程及其应用	278
〈物理之窗〉扫描隧穿显微镜 (STM)	286
§ 15.4 氢原子	288
一、氢原子光谱规律	288
二、玻尔氢原子理论	289
〈物理学家〉N 波尔	291
三、氢原子的量子力学描述	295

§ 15.5	多电子原子中的电子分布	299
一、	斯特恩—盖拉赫实验 电子自旋	299
二、	四个量子数	301
三、	多电子原子的壳层结构	301
	内容提要	304
练习 15	量子物理基础	307
第 16 章	物理学原理在近代工程技术中的应用	313
§ 16.1	激光	313
一、	激光的形成机理	314
二、	激光器的结构	317
三、	激光器件	319
	〈课间小憩〉我国第一台激光器	320
四、	激光的特性与应用	322
§ 16.2	射线无损检测的物理基础	323
一、	X 射线的性质	324
二、	X 射线的产生	325
三、	X 射线的衰减规律	325
四、	X 射线检测原理	326
五、	X 射线照相方法和灵敏度	327
§ 16.3	铁磁质材料的磁粉无损检测	329
一、	磁粉检测的特点与应用范围	329
二、	磁粉检测的基本原理	330
三、	被检工件的磁化方法	331
四、	磁粉检测灵敏度与影响因素	332
§ 16.4	液体渗透检测的物理原理	333
一、	液体的表面性质	333
二、	液体渗透检测的基本原理	334
三、	液体渗透检测的操作过程	335
四、	影响检测灵敏度的因素	335
§ 16.5	现代光学检测	337
一、	细线(丝)直径的检测	337
二、	全息无损检测	338
§ 16.6	超声波检测	342
一、	超声波的种类和传播波形	343
二、	超声波的特征参量	344