

高等教育公共基础课精品系列规划教材



大学物理

主编 陈颖聪

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

大学物理

陈颖聪 主编

内 容 简 介

本书紧扣理工科类大学物理课程教学基本要求,在多年教学和教学研究的基础上编写而成。全书以物理学基本概念、定律、方法为核心,在保持物理知识体系完整的同时,注重大学物理课程对培养学生科学文化素质的作用。全书系统完整,阐述清晰,突出主线,难度适中,具有较强的时代性和较宽的适用面。

全书按 90~110 学时设计,共 5 篇 14 章,分上、下两册。上册包括力学、热学、振动与波、波动光学;下册包括电磁学、近代物理基础。本书可作为高等院校理工科各专业大学物理课程的教材,也可供相关人员参考使用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

大学物理 / 陈颖聪主编. — 北京:北京理工大学出版社, 2016.1

ISBN 978-7-5682-1822-1

I. ①大… II. ①陈… 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(2016)第 010969 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京市兆成印刷有限责任公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 24

字 数 / 596 千字

版 次 / 2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 次印刷

定 价 / 58.00 元

责任编辑 / 高 芳

文案编辑 / 赵 轩

责任校对 / 孟祥敬

责任印制 / 马振武

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前 言

物理学是整个自然科学和工程技术科学的基础，工科物理是高等院校工科各专业的重要基础课程，它所阐述的物理学基本知识、基本思想、基本规律和基本方法不仅是学生学习后续专业课的基础，而且也是全面培养和提高学生科学素质、科学思维方法和科学研究能力的重要内容。

进入 21 世纪，科学技术的飞速发展对人才培养提出了新的要求，社会发展对人才的需求以及学生对自身未来可持续发展的愿望，对学生的学习能力、创造能力提出了更高的要求。大学物理不仅要给学生建立一个基本完整的物理理论框架，而且还要注重培养学生的科学文化素质，为学生构建一个合理的知识 - 能力结构。为适应高等教育新形势下对大学物理课程改革发展和实际教学的需要，我们在多年教学和教学研究的基础上，总结了教学实践中的改革成果，编写了这本《大学物理》。

本书紧扣大学物理教学基本要求，在保证物理学理论体系的科学性、完整性、系统性的前提下，以“加强基础，提高能力，削枝强干，突出主线”为原则。本书注重阐述物理学的基本知识、基本概念、基本原理和定律，突出物理学知识的主要结构、框架，适度控制篇幅及内容的深度，以适应不同地区、学校和专业对大学物理课程改革的需要，为普通高等院校工科院系提供一套符合当前教育需求和便于实际教学操作的教材。

本书在编写过程中，主要突出了下述几方面特点：

(1) 系统完整、阐述清晰、语言简练、深入浅出。在论述和演证上力求简明易读，尽量避免或简化复杂的数学推导，突出物理本质，以求较宽的适应面。

(2) 增加了第 0 章物理学导论。论述物理学的性质、任务及与科学技术的关系，以期对物理学的全貌有一概括了解和整体认识，并将单位制、矢量运算基本知识介绍于此。

(3) 体现了“优化经典，加强近代”的改革目标。在保障经典物理基本内容的同时，对经典物理部分进行了适当精减。在经典物理各部分增强了现代观点和信息；在近代物理部分，以加强量子物理基础理论知识为主，突出其中的物理原理和物理方法，以求达到建立起进一步学习新理论、新知识所必需的物理基础。

(4) 编写了“物理与人文”专题。为加强学生对所学知识的理解，提高学生的科学素养，在每篇之后编写了自然科学与人文知识结合的专题内容。这种新的尝试不仅是对学科内容的补充和拓展，而且能更好地培养学生的思考和辩证能力，激发学习兴趣，启迪创新思维。

考虑到不同院校不同专业物理教学时数的差异，可根据具体情况对内容进行重组或取舍，教学时数可在 90~110 学时左右。全书分上、下两册，共计 5 篇 14 章。上册包括力学（第 1~3 章）、热学（第 4~5 章）、波动与光学（第 6~8 章）；下册包括电磁学（第 9~12 章）、近代物理基础（第 13~14 章）。

虽然编者有多年的教学研究和教学实践经验，但疏漏之处在所难免，恳请批评指正。

编 者

目 录

前 言

上 册

第0章 物理学导论	2
0.1 物理学的地位与意义	2
0.1.1 什么是物理学	2
0.1.2 物理学的地位	2
0.1.3 物理学与科学技术	2
0.2 物理学方法	3
0.2.1 物理学是一门实验科学	3
0.2.2 物理思想、物理模型	3
0.2.3 物理学是一门定量科学	4
0.3 单位制和量纲	4
0.4 矢量简介	5
0.4.1 矢量和标量	5
0.4.2 矢量的加减法	6
0.4.3 矢量的正交分解与合成	7
0.4.4 矢量的乘法	8
第一篇 经典力学	11
第一章 质点运动学	12
1.1 质点运动的描述	12
1.1.1 描述质点在空间中的位置——位置矢量	13
1.1.2 描述质点位置变化的大小和方向——位移	14
1.1.3 描述质点位置变动的快慢和方向——速度	14
1.1.4 描写质点运动速度变化的快慢和方向——加速度	15
1.2 平面曲线运动	18
1.2.1 抛体运动	18
1.2.2 圆周运动	19
1.2.3 一般曲线运动	21
1.2.4 圆周运动的角量描述	22
1.3 相对运动	23
思考题	26
习题	26

第二章 质点动力学	29
2.1 牛顿运动定律及其应用	29
2.1.1 牛顿运动定律	29
2.1.2 常见的几种力	30
2.1.2 牛顿定律应用举例	32
2.2 非惯性系中的力学问题	35
2.2.1 惯性参考系	35
2.2.2 非惯性系中的力学问题	36
2.3 功与能	37
2.3.1 功	37
2.3.2 动能 质点的动能定理	39
2.3.3 保守力与非保守力 势能	40
2.4 机械能守恒定律	41
2.4.1 质点系的动能定理	41
2.4.2 功能原理与机械能守恒定律	42
2.5 动量定理与动量守恒定律	45
2.5.1 冲量 质点的动量定理	45
2.5.2 质点系的动量定理	46
2.5.3 动量守恒定律	47
2.6 碰撞	49
2.7 质心 质心运动定律	50
2.7.1 质心	50
2.7.2 质心运动定理	52
思考题	53
习题	53
第三章 刚体力学	55
3.1 刚体的运动	55
3.2 转动定律	57
3.2.1 力矩	57
3.2.2 转动定律	58
3.2.3 转动惯量	60
3.2.4 转动定律应用举例	62
3.3 转动中的功与能	64
3.3.1 力矩做功	64
3.3.2 刚体的转动动能和重力势能	64
3.3.3 定轴转动的动能定理	65
3.4 角动量 角动量守恒定律	66
3.4.1 质点的角动量和角动量守恒定律	66
3.4.2 刚体的角动量和角动量守恒定律	68

思考题	71
习题	72
物理与人文之——伽利略的新物理学	75
第二篇 热学	79
第四章 气体动理论	80
4.1 理想气体及其状态描述	80
4.1.1 平衡态 状态参量	80
4.1.2 理想气体状态方程	81
4.2 理想气体的压强和温度	82
4.2.1 分子热运动的统计规律	82
4.2.2 理想气体的微观模型	82
4.2.3 理想气体压强公式的推导	83
4.2.4 理想气体的温度公式	85
4.3 能量均分定理 理想气体的内能	86
4.3.1 分子的自由度	86
4.3.2 能量均分定理	87
4.3.3 理想气体的内能	87
4.4 麦克斯韦速率分布律	88
4.4.1 速率分布的描述	89
4.4.2 速率分布函数	90
4.4.3 麦克斯韦速率分布律	90
4.4.4 三种统计速率	91
4.5 气体分子的平均碰撞频率和平均自由程	92
4.6 范德瓦耳斯方程	94
思考题	95
习题	96
第五章 热力学基础	98
5.1 热力学第一定律	98
5.1.1 准静态过程	98
5.1.2 功、热量、内能	99
5.1.3 热力学第一定律	99
5.2 理想气体的等值过程	101
5.2.1 等体过程	101
5.2.2 等压过程	102
5.2.3 等温过程	104
5.3 绝热过程	105
5.3.1 绝热过程方程	106
5.3.2 绝热过程的功	107
5.3.3 绝热线与等温线	107

5.4 循环过程	108
5.4.1 循环过程	108
5.4.2 循环效率	109
5.4.3 卡诺循环	111
5.5 热力学第二定律	113
5.5.1 可逆过程与不可逆过程	114
5.5.2 热力学第二定律	115
5.5.3 卡诺定理	116
5.6 热力学第二定律的统计意义	116
5.6.1 热力学第二定律的统计意义	116
5.6.2 玻尔兹曼熵	118
思考题	119
习题	119
物理与人文之——自然定律	123
第三篇 波动与光学	127
第六章 机械振动	128
6.1 简谐振动	128
6.1.1 简谐振动的基本特征	128
6.1.2 描述简谐振动的物理量	129
6.1.3 单摆和复摆	132
6.1.4 简谐振动的能量	133
6.2 简谐振动的旋转矢量法	135
6.3 简谐振动的合成	137
6.3.1 两个同方向同频率简谐振动的合成	137
6.3.2 两个同方向不同频率简谐振动的合成	138
6.3.3 两个相互垂直的同频率简谐振动的合成	140
6.4 阻尼振动 受迫振动 共振	141
6.4.1 阻尼振动	141
6.4.2 受迫振动 共振	142
思考题	143
习题	143
第七章 机械波	146
7.1 机械波的产生和传播	146
7.1.1 机械波的产生	146
7.1.2 横波和纵波	146
7.1.3 波动的描述	147
7.2 平面简谐波	149
7.2.1 简谐波的波动方程	149
7.2.2 波动方程的物理意义	150

7.3 波的能量	152
7.3.1 波动的能量	152
7.3.2 能流 能流密度	154
7.4 惠更斯原理 波的衍射	154
7.4.1 惠更斯原理	154
7.4.2 波的衍射	155
7.5 波的叠加原理 波的干涉	156
7.5.1 波的叠加原理	156
7.5.2 波的干涉	156
7.5.3 驻波	158
7.6 多普勒效应	161
7.6.1 波源不动, 接收器以速度 v_R 相对介质运动	161
7.6.2 接收器不动, 波源以速度 v_S 相对介质运动	162
7.6.3 波源与接收器同时相对介质运动	163
思考题	164
习题	164
第八章 波动光学	168
8.1 光的相干性	168
8.1.1 光源的发光机理	168
8.1.2 相干光	168
8.1.3 获得相干光的方法	170
8.2 光程 光程差	170
8.3 杨氏双缝干涉	172
8.3.1 杨氏双缝干涉	172
8.3.2 洛埃德镜实验	174
8.4 薄膜干涉	175
8.4.1 厚度均匀薄膜的干涉	175
8.4.2 劈尖干涉	178
8.4.3 牛顿环	180
8.5 迈克尔逊干涉仪	181
8.6 光的衍射 惠更斯-菲涅耳原理	182
8.6.1 光的衍射现象	182
8.6.2 惠更斯-菲涅耳原理	183
8.7 单缝夫琅禾费衍射	183
8.7.1 单缝夫琅禾费衍射	183
8.7.2 圆孔夫琅禾费衍射	187
8.8 光栅衍射	188
8.8.1 光栅衍射	188
8.8.2 缺级现象	189

8.8.3 X 射线衍射	191
8.9 光的偏振	192
8.9.1 光的偏振性	192
8.9.2 马吕斯定理	193
8.9.3 反射光和折射光的偏振	194
8.10 光的双折射	195
8.10.1 晶体的双折射现象	195
8.10.2 双折射现象的解释	196
思考题	197
习题	197
物理与人文之——波粒战争	202

下 册

第四篇 电磁学	207
第九章 真空中的静电场	208
9.1 库仑定律	208
9.1.1 电荷及其基本属性	208
9.1.2 库仑定律	209
9.2 电场 电场强度	210
9.2.1 电场	210
9.2.2 电场强度	210
9.2.3 电场强度的计算	211
9.3 静电场的高斯定理	216
9.3.1 电场线	216
9.3.2 电通量	217
9.3.3 高斯定理	218
9.3.4 高斯定理的应用	220
9.4 静电场的环路定理	223
9.4.1 电场力做功的特征	223
9.4.2 静电场的环路定理	223
9.5 电势	224
9.5.1 电势 电势差	224
9.5.2 电势的计算	225
9.6 电场强度与电势的微分关系	228
9.6.1 等势面	228
9.6.2 电势与电场强度的微分关系	229
思考题	230

习题	230
第十章 静电场中的导体和电介质	234
10.1 静电场中的导体	234
10.1.1 导体的静电平衡条件	234
10.1.2 静电平衡时导体上电荷的分布	235
10.1.3 空腔导体与静电屏蔽	236
10.1.4 有导体存在时电场的分析与计算	238
10.2 静电场中的电介质	238
10.2.1 电介质的极化	238
10.2.2 电位移矢量 有电介质时的高斯定理	240
10.3 电容 电容器	242
10.3.1 孤立导体的电容	242
10.3.2 电容器及其电容	242
10.3.3 充满电介质的电容器	244
10.4 电场的能量	246
10.4.1 电容器的能量	246
10.4.2 电场的能量密度	246
思考题	247
习题	248
第十一章 恒定磁场	251
11.1 恒定电流的基本概念	251
11.1.1 电流和电流密度	251
11.1.2 欧姆定律的微分形式	252
11.2 磁场 磁感应强度	253
11.2.1 基本磁现象	253
11.2.2 磁感应强度	254
11.3 毕奥-萨伐尔定律	255
11.3.1 毕奥-萨伐尔定律	255
11.3.2 毕奥-萨伐尔定律应用举例	256
11.3.3 运动电荷的磁场	259
11.4 磁场的高斯定理	259
11.4.1 磁感应线 磁通量	259
11.4.2 磁场的高斯定理	261
11.5 磁场的安培环路定理	261
11.5.1 安培环路定理	262
11.5.2 安培环路定理的应用	263
11.6 磁场对运动电荷的作用	265
11.6.1 洛伦兹力	265
11.6.2 带电粒子在均匀磁场中的运动	266

11.6.3 霍尔效应	267
11.7 磁场对载流导线的作用	269
11.7.1 安培力	269
11.7.2 磁场对载流线圈的作用	271
11.8 物质的磁性	273
11.8.1 磁介质及其磁化机制	273
11.8.2 磁化强度与磁化电流	275
11.8.3 有磁介质时的安培环路定理	275
11.9 铁磁质	278
11.9.1 磁畴	278
11.9.2 铁磁质的磁化规律	279
11.9.3 铁磁质分类	280
思考题	281
习题	281
第十二章 电磁感应 电磁波	286
12.1 电源 电动势	286
12.2 电磁感应定律	287
12.2.1 电磁感应现象	287
12.2.2 法拉第电磁感应定律	288
12.3 动生电动势	290
12.4 感生电动势	293
12.4.1 感生电场	293
12.4.2 涡电流	295
12.5 自感和互感	296
12.5.1 自感	297
12.5.2 互感	299
12.6 磁场的能量	301
12.7 位移电流 麦克斯韦方程	303
12.7.1 位移电流 全电流安培环路定律	303
12.7.2 麦克斯韦方程组	306
12.8 电磁振荡和电磁波	308
12.8.1 电磁波的辐射	308
12.8.2 电磁波的性质	309
12.8.3 电磁波的能量	310
12.8.4 电磁波谱	310
思考题	312
习题	312
物理与人文之——电磁理论与对称性	316
第五篇 近代物理基础	319

第十三章 狭义相对论	320
13.1 经典力学时空观	320
13.2 狭义相对论基本原理 洛伦兹变换式	321
13.2.1 狭义相对论基本原理	321
13.2.2 洛伦兹变换	322
13.3 狭义相对论时空观	325
13.3.1 同时的相对性	325
13.3.2 长度的收缩	326
13.3.3 时间的延缓	327
13.4 相对论速度变换式	328
13.5 狭义相对论动力学	330
13.5.1 相对论质量	330
13.5.2 相对论动力学的基本方程	331
13.5.3 质量与能量的关系	331
附：广义相对论建立简介	333
思考题	335
习题	335
第十四章 量子物理基础	337
14.1 热辐射 普朗克的量子假设	337
14.1.1 热辐射	337
14.1.2 黑体辐射实验定律	338
14.1.3 普朗克量子假设	339
14.2 光电效应 爱因斯坦光子理论	340
14.2.1 光电效应的实验规律及其与经典理论的矛盾	340
14.2.2 爱因斯坦的光子理论	341
14.2.3 光的波粒二象性	342
14.3 康普顿效应	343
14.3.1 康普顿效应	343
14.3.2 康普顿效应的量子解释	344
14.4 玻尔的氢原子理论	347
14.4.1 氢原子光谱的实验规律	347
14.4.2 玻尔氢原子理论	348
14.5 实物粒子的波粒二象性	351
14.5.1 德布罗意假设	351
14.5.2 物质波的实验验证	352
14.6 不确定关系	355
14.7 波函数 薛定谔方程	357
14.7.1 波函数	357
14.7.2 波函数的统计诠释	358

14.7.3 薛定谔方程	359
14.8 一维定态问题	360
14.8.1 一维无限深势阱	360
14.8.2 一维方势垒 隧道效应	362
思考题	364
习题	365
物理与人文之——波粒战争终结了吗?.....	367

下 册

第四篇 电 磁 学

电磁学是研究电磁运动的规律及其应用的一门学科。电磁运动是自然界的四种基本相互作用之一，电磁场则是构成物质世界的重要组成部分。

人类对电磁现象的认识非常早，但直到 1819 年奥斯特发现了电流的磁效应，1820 年安培发现了磁铁对电流的作用，人们才开始认识到电和磁的关系。1831 年，法拉第建立了电磁感应定律，并最先提出了场的观点。麦克斯韦在前人的基础上，于 1865 年建立了完整的电磁场理论。电磁学的研究对人类文明历史的进程具有划时代的意义，在电磁学研究基础上发展起来的电能的生产和利用，导致了一场新的技术革命，使人类进入了电气化时代。20 世纪中叶，在电磁学基础上发展起来的微电子技术和电子计算机，使人类跨入了信息时代。电磁学还是人类深入认识物质世界必不可少的理论基础。从学科体系的外延来看，电磁学是电工学、无线电电子学、遥控和自动控制学、通信工程等学科必须具备的基础理论。

电磁学内容按性质来分，主要包括“场”和“路”两部分，大学物理侧重于对场的研究，强电线路、电子线路等有关“路”的研究留待后续课程学习。“场”不同于实物粒子，从概念到描述方法对初学者来说都是全新的。应该强调指出，通量和环流是描述矢量场的两个重要特征量，考察矢量场的通量和环流是研究矢量场的基本方法。这一思想和方法将贯穿电磁学的始末，把握了这一点就厘清了电磁场理论的框架，这对于电磁学的学习是十分有益的。

本篇首先研究静电场的性质和规律，继而研究恒定磁场，最后是电磁感应和电磁场基本知识。