



Contemporary University Physics

当代大学物理教程

(简明版)

胡盘新 钟季康 编

高等教育出版社

Contemporary University Physics

当代大学物理教程

(简明版)

胡盘新 钟季康 编

高等教育出版社·北京

内容提要

本书根据编者多年教学经验,结合物理学的最新发展编写而成。内容包括了力学、热学、电磁学、光学、狭义相对论、量子力学基础、粒子物理学及宇宙学简介等大学物理基本要求95%以上的内容,全书共16章。本书内容删繁就简,文字简洁流畅,在体系安排上作了探索性的改革,例如把刚体和质点的运动平行讨论,把经典和相对论的时空观结合物体的运动对比讨论等,使学生能够在有限的教学时间内学到那些最基本、最精彩的物理内容和物理思想。本书引入的大量应用实例及前瞻性课题(其中相当一部分是其他同类教材所未曾有的),将大大开阔读者的视野、启发读者的创新思维,是本书的一大亮点。

本书可作为高等学校理工科非物理类专业的教材,尤其是学时数较少的学校选作教材,也可供文科有关专业选用和社会读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

当代大学物理教程:简明版/胡盘新,钟季康编

—北京:高等教育出版社,2017.4

ISBN 978-7-04-044486-5

I. ①当… II. ①胡… ②钟… 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(2015)第309178号

Dangdai Daxue Wuli Jiaocheng(Jianmingban)

策划编辑 程福平

责任编辑 程福平

封面设计 王鹏

版式设计 王艳红

插图绘制 杜晓丹

责任校对 窦丽娜

责任印制 田甜

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 北京市昌平百善印刷厂
开本 787mm×960mm 1/16
印张 28.5
字数 510千字
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 2017年4月第1版
印 次 2017年4月第1次印刷
定 价 54.00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 44486-00

前 言

当今世界，由于物理学及信息科学不断取得令人欣喜的突破，信息、能源、材料、医药、环保等领域突飞猛进，新一轮科技革命和产业变革浪潮席卷而来。为顺应这一潮流，需要千千万万基础扎实、视野开阔的高素质人才，特别是具有创新精神的理工科人才大军，才能把我们的社会带入智能生产、绿色生活的新时代，把我们的国家建设成为创新型国家。

面对时代的要求，作为理工科各专业重要基础课的大学物理，在人才培养方面必须有所作为。为此，我们在高等教育出版社物理分社的建议下，力图编写一本体系新颖、内容丰富、适应时代要求的新教材，供广大理工科学生选用，充分体现“努力实现学生知识、能力、素质的协调发展”[摘自《理工科类大学物理课程教学基本要求》(2010年版)]。

基于上述考虑，本教材着力精选和安排了适量的必修内容，使得学时数不多的学校能够在有限的时间内完成那些最基本、最精彩的物理内容和物理思想的教学。同时，我们努力做到理论联系实际，引入大量生活及生产的应用实例，将近代物理和科学技术发展的最新成就最大限度地引入传统的教学内容中，拓展学生的思路，极大地激发学生学习物理学的兴趣。概括地说，本教材在如下方面作了新的尝试。

(1) 每章开头插入1~2幅图片和简略的导入语，有历史的回顾、当今的成就、未来的展望等，简明扼要地体现物理学对人类文明发展的卓越贡献，以此引导学生关注重点内容，有利于引起学生对这一章的学习兴趣。

(2) 在内容的安排上作了精心地设计，努力探索与实践长期以来提倡“保证经典，加强现代”的教学理念。例如，力学部分在体系上作了较大的变动，将质点与刚体交织处理，将相对论力学与经典力学结合讲解，这就加强了学生对力学模型的认识，及早地引导学生进入近代物理领域，树立起相对论时空观，消除他们对大学物理与中学物理的重复感。又如在热力学一章加强了热力学第二定律的论述，特别是从微观的角度着力介绍了玻耳兹曼熵的定义，有利于学生在更广泛的基础上理解热力学第二定律和熵的意义。在量子理论的应用方面也加入了许多新内容，具有前瞻性的引导意义。

II 前言

(3) 在所引入的大量与生活密切相关的应用实例中, 有相当一部分是过去国内传统教材中没有涉及的。例如在力学和光学中以不同角度介绍了目前大量使用的光盘及液晶显示的工作原理; 讲绝热过程时, 提到绝热膨胀解释雾霾天形成的机理; 在电磁学中以一简单的电磁力例子验证了相对论的有关结论; 在讲热辐射时以人体皮肤表面热辐射为例, 计算辐射波长和净辐射功率, 并把它与食入能量作了比较, 使原本比较抽象的内容更贴近生活实际……这样的例子分布在教材正文、例题和习题中, 多达近百个, 在理论联系实际有所前进, 大大提升了本教材的可读性。

(4) 引入了大量近年来物理学新成就, 如 2013 年诺贝尔物理学奖的“上帝粒子”, 2014 年诺贝尔物理学奖的蓝光 LED, 相对论在 GPS 上的应用, 量子计算机, 量子生物学等。另外, 在本教材的最后一章还简要介绍了粒子物理学和天体物理学。这些内容不仅拉近了基础物理与前沿的距离, 而且有助于开阔学生的视野, 是增强学生学习物理学兴趣的又一举措。

(5) 虽然本教材并没有在数学计算上下太多的工夫, 但为了帮助那些对计算机应用有兴趣的学生, 本教材列举了若干利用计算机程序解题的例子, 并在书后附录中给出了相应的 MATLAB 程序; 在每章的习题中也增加了少量计算机程序解题的题目, 学生可以通过网络查看它们的参考程序。将计算机数值计算方法引入课程教学有助于学生学习兴趣和综合素质的培养, 但作为基础性课程, 教学中完全可以根据实际情况加以取舍, 不作要求。

纵观本教材, 我们在力求做到表述简洁的同时, 涵盖了大学物理基本要求 95% 的 A 类内容, 并涉及了 14 个 B 类内容, 在体系上有较大的变动, 遴选了一批颇有新意的例题, 列举了大量应用实例和前沿成就。这是一项探索性的工作, 是否成功敬请读者评述, 不当之处也敬请批评指正。

在本书的编写过程中, 我们参阅了大量国内外教材及相关文献资料, 借鉴了一些插图、例题和习题, 在此谨向相关作者表示由衷的感谢。同时, 我们还要感谢高等教育出版社物理分社高建分社长和程福平编辑对本书的出版给予的大力支持和帮助。

编者
2015 年 6 月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010)58581999 58582371 58582488

反盗版举报传真 (010)82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社法律事务与版权管理部

邮政编码 100120

防伪查询说明

用户购书后刮开封底防伪涂层，利用手机微信等软件扫描二维码，会跳转至防伪查询网页，获得所购图书详细信息。也可将防伪二维码下的20位密码按从左到右、从上到下的顺序发送短信至106695881280，免费查询所购图书真伪。

反盗版短信举报

编辑短信“JB，图书名称，出版社，购买地点”发送至10669588128

防伪客服电话

(010)58582300

网络增值服务使用说明

一、注册/登录

访问 <http://abook.hep.com.cn/>，点击“注册”，在注册页面输入用户名、密码及常用的邮箱进行注册。已注册的用户直接输入用户名和密码登录即可进入“我的课程”页面。

二、课程绑定

点击“我的课程”页面右上方“绑定课程”，正确输入教材封底防伪标签上的20位密码，点击“确定”完成课程绑定。

三、访问课程

在“正在学习”列表中选择已绑定的课程，点击“进入课程”即可浏览或下载与本书配套的课程资源。刚绑定的课程请在“申请学习”列表中选择相应课程并点击“进入课程”。

如有账号问题，请发邮件至：abook@hep.com.cn。

目 录

绪论	1
一、科学技术——从学习物理开始	1
二、学习物理学——从观察与实验开始	2
三、学习物理学的研究方法——建模	3
四、理解物理学的理论	3
第一章 物体的运动与时空观	5
§ 1-1 运动的参考系与运动物体的模型	5
一、参考系和坐标系	6
二、运动物体的模型	6
§ 1-2 质点运动的描述	7
一、位置矢量与运动学方程	7
二、位移	8
三、速度	9
四、加速度	10
§ 1-3 质点的圆周运动 切向加速度与法向加速度	16
一、变速圆周运动	16
二、圆周运动的角量描述	18
§ 1-4 刚体运动的描述	20
§ 1-5 相对运动 伽利略变换	23
一、相对运动	23
二、伽利略坐标变换式	25
三、速度和加速度的变换	26
四、伽利略相对性原理	27
§ 1-6 洛伦兹变换及狭义相对论的时空观	27
一、狭义相对论基本原理 洛伦兹坐标变换式	27
二、狭义相对论的速度变换	29

II 目录

三、狭义相对论的时空观	31
四、相对论效应对 GPS 的影响	37
习题	39
第二章 牛顿运动定律与刚体定轴转动定律	43
§2-1 牛顿运动定律	43
一、牛顿运动定律	43
二、力学中的常见力	45
三、牛顿运动定律应用举例	47
四、刚体的平动	51
§2-2 非惯性系与惯性力	52
一、非惯性系	52
二、惯性力	53
§2-3 刚体的定轴转动 转动惯量	55
一、力矩	55
二、刚体定轴转动定律	56
三、转动惯量的计算	58
习题	61
第三章 功与能	66
§3-1 功 动能 功能原理	66
一、功的概念	66
二、质点的动能定理	68
三、刚体定轴转动的功能关系	70
§3-2 保守力 势能	71
一、保守力与非保守力	71
二、保守力做功与势能	72
§3-3 机械能守恒定律	76
习题	79
第四章 动量与角动量	83
§4-1 动量守恒定律	83
一、动量定理	83
二、动量守恒定律	86
§4-2 火箭飞行原理	88
§4-3 碰撞	90

一、完全非弹性碰撞	91
二、完全弹性碰撞	91
§ 4-4 质点的角动量及其守恒定律	93
一、质点的角动量	93
二、质点的角动量守恒定律	95
§ 4-5 刚体定轴转动的角动量及其守恒定律	98
一、刚体定轴转动的角动量	98
二、刚体的角动量守恒定律	98
习题	101
第五章 相对论动力学	105
§ 5-1 相对论的动量和质量	105
§ 5-2 相对论的动能 质能关系	107
§ 5-3 相对论动量和能量的关系	109
习题	110
第六章 机械振动	112
§ 6-1 谐振动	112
一、谐振动的一般描述	112
二、谐振动与圆周运动的关系	114
§ 6-2 谐振动的运动方程及能量	118
一、谐振动的运动方程	118
二、谐振动的能量	120
§ 6-3 阻尼振动 受迫振动 共振	123
一、阻尼振动	123
二、受迫振动	125
三、共振	125
习题	127
第七章 机械波	131
§ 7-1 平面简谐振动的描述	131
一、机械波的传播特征	132
二、描述机械波的特征量	133
三、平面简谐振动的表达式	135
四、波动方程	137
§ 7-2 波的能量 波的强度	138

IV 目录

一、波的能量	138
二、波的强度	139
§ 7-3 波的叠加	141
一、波的干涉	141
二、驻波	144
三、拍	146
§ 7-4 多普勒效应	148
§ 7-5 其他振动与波动	151
一、振动与波动的分解	151
二、激波	153
三、非线性振动与混沌	154
习题	155
第八章 气体动理论	160
§ 8-1 热现象的研究	160
一、研究热现象的方法	160
二、状态参量与平衡态	161
§ 8-2 麦克斯韦速率分布律	162
一、麦克斯韦速率分布律	162
二、三个统计速率	164
§ 8-3 压强和温度的统计意义	166
一、理想气体模型	166
二、理想气体压强的统计意义	166
三、温度的统计意义	168
四、理想气体物态方程	168
§ 8-4 能量均分定理 理想气体的内能	170
一、能量按自由度均分定理	170
二、理想气体的内能	172
§ 8-5 分子碰撞频率和平均自由程	173
§ 8-6 真实气体的范德瓦耳斯方程建模	175
习题	177
第九章 热力学基础	180
§ 9-1 热力学第零定律和第一定律	180
一、热力学第零定律	180

二、准静态过程	181
三、热力学第一定律	182
四、功与热量	182
§ 9-2 理想气体的摩尔热容	185
一、理想气体的摩尔定容热容	185
二、理想气体的摩尔定压热容	186
§ 9-3 绝热过程	188
§ 9-4 循环过程 热机和制冷机	191
一、循环过程	191
二、热机及其效率	192
三、制冷机 热泵	193
§ 9-5 可逆过程与不可逆过程 卡诺定理	195
一、可逆过程与不可逆过程	195
二、卡诺循环与卡诺定理	196
§ 9-6 热力学第二定律	198
§ 9-7 熵	200
一、熵	200
二、熵增加原理 热力学第二定律的统计意义	202
三、进化论与热力学第二定律	203
四、熵与信息	204
习题	205
第十章 静止电荷的电场	209
§ 10-1 库仑定律	209
一、电荷	209
二、库仑定律	210
§ 10-2 电场强度	212
一、电场及电场强度	212
二、电场强度的叠加原理	213
三、电荷连续分布带电体的电场强度	215
四、电场线	218
§ 10-3 电场强度通量 静电场的高斯定理	219
一、电场强度通量	219
二、静电场的高斯定理	220

VI 目录

三、应用高斯定理求解电场强度示例	222
§ 10-4 电势 静电场的环路定理	225
一、电势与电势差	225
二、静电场的环路定理	226
三、电势的叠加原理	226
四、电荷连续分布带电体的电势	227
五、电场强度与电势的微分关系	228
六、等势面	229
§ 10-5 静电场中的导体与电介质	230
一、导体的静电平衡	230
二、静电场中的电介质	236
三、有电介质时的高斯定理	239
§ 10-6 电容器的电容	241
一、电容器的电容	241
二、电容器电容的计算	241
三、电容器的组合连接	243
§ 10-7 静电场的能量	245
习题	247
第十一章 恒定电流的磁场	251
§ 11-1 磁感应强度	251
一、磁场 磁感应强度	251
二、磁感应线和磁通量	253
§ 11-2 毕奥-萨伐尔定律	254
§ 11-3 磁场的高斯定理和安培环路定理	258
一、磁场的高斯定理	258
二、安培环路定理	258
三、有磁介质时的安培环路定理	260
四、应用安培环路定理求解磁感应强度示例	260
§ 11-4 带电粒子在电场和磁场中的运动	264
一、洛伦兹力	264
二、带电粒子在磁场中的运动	265
三、回旋加速器	267
四、霍尔效应	268

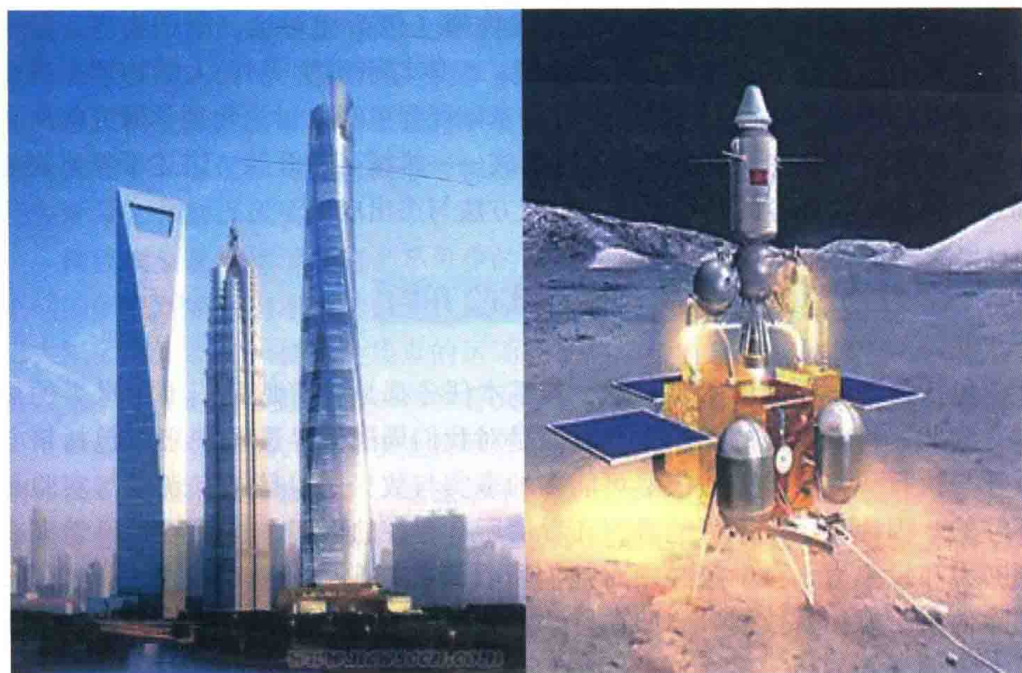
§ 11-5 磁场对载流导线和载流线圈的作用	271
一、磁场对载流导线的作用	271
二、磁场对载流线圈的作用	275
§ 11-6 铁磁介质	277
一、铁磁介质的性质	277
二、铁磁质的分类及应用	279
习题	281
第十二章 电磁感应与电磁波	286
§ 12-1 电磁感应定律	286
一、电磁感应现象	286
二、法拉第电磁感应定律	288
三、楞次定律	289
§ 12-2 动生电动势	292
§ 12-3 感生电动势及感生电场	295
一、感生电动势及感生电场	295
二、涡电流	298
§ 12-4 互感应和自感应	300
一、互感应	300
二、自感应	302
§ 12-5 磁场的能量	305
§ 12-6 位移电流 电磁场理论	306
一、位移电流	306
二、麦克斯韦方程组	308
§ 12-7 电磁波	309
一、赫兹实验 电磁波的产生	309
二、平面电磁波的性质	310
三、电磁波谱	311
四、电磁波的能量	312
习题	315
第十三章 波动光学	319
§ 13-1 相干光 双缝干涉	319
一、相干光的获得	319
二、分波阵面法——杨氏双缝实验	320

三、劳埃德镜实验与半波损失	322
§ 13-2 分振幅法——薄膜干涉	325
一、光程与光程差	325
二、平行平面膜干涉	326
三、劈尖膜干涉	328
四、迈克耳孙干涉仪	331
§ 13-3 光的衍射	332
一、惠更斯原理 光的衍射现象	332
二、单缝的夫琅禾费衍射	334
三、光学仪器的分辨率	336
§ 13-4 光栅	338
一、光栅方程与光栅光谱	338
二、缺级	340
§ 13-5 偏振光	342
一、自然光与偏振光	342
二、马吕斯定律	344
三、反射和折射时光的偏振	346
§ 13-6 光盘与液晶显示	347
一、光盘中的光学	347
二、液晶显示中的偏振光	349
习题	350
第十四章 量子力学基础	354
§ 14-1 热辐射 普朗克的能量子假设	354
一、热辐射 黑体辐射	354
二、经典理论的困难	357
三、普朗克的能量子假设	358
§ 14-2 光子理论	359
一、光电效应	359
二、康普顿效应	362
三、光的波粒二象性	364
§ 14-3 微观粒子的波粒二象性 波函数及其统计诠释	365
一、德布罗意波	365
二、波函数及其统计诠释	367

§ 14-4 不确定关系	369
§ 14-5 薛定谔方程	372
§ 14-6 一维定态薛定谔方程的应用	373
一、粒子在无限深势阱中的运动	373
二、一维势垒 隧道效应	375
§ 14-7 氢原子理论	378
一、氢原子光谱的实验公式	378
二、玻尔的氢原子理论	379
三、德布罗意波对原子的应用	380
四、氢原子的量子力学描述	381
§ 14-8 电子的自旋 原子的壳层结构	383
一、电子的自旋	383
二、四个量子数	384
三、原子的壳层结构	384
习题	385
第十五章 量子力学应用	388
§ 15-1 激光	388
一、自发辐射与受激辐射	389
二、产生激光的条件	389
三、激光的特性及应用	392
§ 15-2 半导体	393
一、晶体的能带结构	393
二、杂质半导体	394
三、pn 结及其应用	395
§ 15-3 纳米材料	398
一、纳米微粒的性质	398
二、巴克球	399
三、碳纳米管和石墨烯	400
§ 15-4 量子态叠加原理 量子计算机	402
一、量子态叠加原理	402
二、量子计算机	403
§ 15-5 量子生物学	405
一、光合作用	406

二、嗅觉作用	407
三、大脑是量子机器?	407
第十六章 粒子物理学与宇宙学简介	409
§ 16-1 粒子物理学简介	409
一、高能加速器	409
二、基本粒子与相互作用力	410
三、粒子的性质与分类	412
四、夸克	414
五、标准模型	415
§ 16-2 宇宙学简介	416
一、星球与星系	416
二、宇宙的起源	418
三、宇宙的未来	421
附录: MATLAB 程序	423
部分习题参考答案	427
参考书目	439

绪论



上海中心大厦
嫦娥三号登陆月球

一、科学技术——从学习物理开始

什么是物理学？在公元前5世纪，希腊人对运动的研究给出了一个名称：物理，意为研究物体运动的道理。今天我们把物理学定义为研究物质、能量及其相互作用的科学。运动无处不在，它和能量都是物质存在的基本属性。物理学是自然界最基本的学科，同时，物理学与化学、生物学、材料学、气象学等学科相互渗透、交叉发展，所有其他领域的研究者都必须理解物理学的基本原理。物理学是工程技术的基础，不通晓物理学的基本原理就不能设计与建造上海中心大厦这样宏伟的现代建筑，就不能实现嫦娥奔月的美丽梦想，就没有今