基础物理学. 下册

蔡怀新

高等教育出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

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》。行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。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。

现公布举报电话及通讯地址:

电　　话:(010) 84043279　13801081108

传　　真:(010) 64033424

E - mail:dd@hep.com.cn

地　　址:北京市东城区沙滩后街 55 号

邮　　编:100009

责任编辑　胡凯飞

封面设计　张　楠

责任绘图　杜晓丹

版式设计　王艳红

责任校对　杨雪莲

责任印制

内 容 提 要

本书是教育部“面向21世纪教学内容和课程体系改革研究项目——理科非物理类专业基础物理内容和课程体系研究”的成果,是面向21世纪课程教材.

本书在体系和内容方面进行了改革,全书不仅将近代物理的基础理论适当提前至上册,使得以在课程的较多部分运用近代物理概念、方法进行阐释,而且在经典物理的各个部分,结合近代物理的概念、理论和思想方法,介绍了经典物理在前沿学科和高新科学技术中的广泛应用,既体现了经典物理内容的现代化,又切实而有效地加强了基础,同时又注意适应现代社会和学科发展的要求.

全书分上、下册.上册主要内容为质点运动与牛顿定律、狭义相对论的时空观、守恒定律(一)、守恒定律(二)、弹性体与流体、振动、波、波粒二象性、薛定谔方程、原子结构、核与粒子等11章.下册主要内容为静电场、磁场、电磁感应和电磁场、交流电、电磁波、光通过各向同性介质及其边界时的传播、干涉和衍射、光在各向异性介质中的传播、热力学、统计物理基础、物态与相等11章.本册为下册.

本书可作为高等学校非物理类专业基础物理课程的教材,也可供其他专业的师生及科技人员参考.

图书在版编目(CIP)数据

基础物理学.下册 蔡怀新等.—北京:高等教育出版社,2003.7
面向21世纪课程教材
ISBN 7-04-011849-1

Ⅰ.基… Ⅱ.蔡… Ⅲ.物理学-高等学校-教材
Ⅳ.04

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第009835号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市东城区沙滩后街55号
邮政编码 100009
传 真 010-64014048
购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 http://www.hep.edu.cn
http://www.hep.com.cn

经 销 新华书店北京发行所
排 版 高等教育出版社照排中心
印 刷

开 本 787×960 1/16
印 张 34.25
字 数 630 000
插 页 1
版 次 年 月第 版
印 次 年 月第 次印刷
定 价 36.00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

目　　录

第十二章　静电场 …… 1
§12.1　电荷和电荷守恒　库仑定律 …… 1
一、电荷和电荷守恒定律 …… 1
二、物质的电结构 …… 3
三、库仑定律 …… 4
四、例题 …… 7
§12.2　电场　电场强度　电场的叠加原理 …… 8
一、电场 …… 8
二、电场强度 …… 8
三、场强叠加原理 …… 9
四、例题 …… 10
§12.3　电场线和电通量　高斯定理 …… 13
一、电场线和电通量 …… 13
二、高斯定理及其应用 …… 15
三、例题 …… 17
§12.4　静电场的环路定理　电势差　泊松方程 …… 20
一、静电场的环路定理 …… 20
二、电势差和电势 …… 20
三、场强与电势的关系 …… 22
*四、泊松方程和拉普拉斯方程 …… 23
五、例题 …… 24
§12.5　导体的静电平衡　电容　电容器 …… 26
一、导体的静电平衡条件 …… 26
二、导体表面的电荷分布和电场 …… 27
三、尖端效应　静电屏蔽 …… 29
四、电容　电容器 …… 30
五、电容器的联接 …… 33
§12.6　电介质的极化　介质中的高斯定理 …… 34
一、介质的极化 …… 34
二、电极化强度和极化电荷密度 …… 35
三、电位移矢量 D　有介质时的高斯定理 …… 37
四、例题 …… 38

需要全本请访问 www.ertongbook.com

§12.7 静电场的边界条件 …… 40
一、两种介质交界面上电位移的法向分量连续 …… 40
二、两种介质交界面上电场强度的切向分量连续 …… 41
§12.8 带电体系的能量 静电场的能量 …… 42
一、带电体系的能量 …… 42
二、电场的能量 …… 44
三、例题 …… 45
* §12.9 库仑阻塞和单电子隧穿 …… 47
§12.10 稳恒电流 欧姆定律 基尔霍夫定律 …… 49
一、电流的连续性方程 稳恒电流 …… 49
二、欧姆定律 电动势 …… 50
三、基尔霍夫定律 …… 53
四、例题 …… 56
思考题 …… 57
习题 …… 60
第十三章 磁场 …… 68
§13.1 基本磁现象 电流的磁效应 …… 68
一、基本磁现象 …… 68
二、电流的磁效应 …… 68
§13.2 磁场 磁场的高斯定理 …… 70
一、磁场 磁感应强度 …… 70
二、磁感应线 磁场的高斯定理 …… 71
§13.3 磁场对电流元的作用 磁矩 …… 72
一、磁场对电流元的作用 安培公式 …… 72
二、磁场对平面载流线圈的作用 磁矩 …… 73
三、例题 …… 75
§13.4 毕奥 - 萨伐尔定律 …… 75
一、毕奥 - 萨伐尔定律 …… 75
二、例题 …… 76
§13.5 安培环路定理 …… 80
一、安培环路定理 …… 80
二、例题 …… 82
§13.6 带电粒子在电场和磁场中的运动 …… 84
一、洛伦兹力 …… 84
二、带电粒子在磁场中的运动 …… 85
* 三、回旋加速器 …… 88
* 四、质谱仪 …… 90

*五、霍耳效应 …… 91
*§13.7　磁介质　有介质时的安培环路定理 …… 93
一、磁介质和磁化强度矢量 …… 93
二、磁化电流 …… 94
三、有磁介质时的安培环路定理 …… 96
四、铁磁质 …… 97
*五、铁磁质的磁化机理 …… 98
*六、磁光效应 …… 98
七、磁场的边界条件 …… 99
八、例题 …… 100
*§13.8　磁学的应用 …… 101
一、地震预报和气候预测 …… 101
二、磁流体及其应用 …… 102
三、磁示踪和磁性药物 …… 103
四、电磁陷阱 …… 104
*§13.9　磁场的矢势和 AB 效应 …… 105
一、磁场的矢势 …… 105
二、AB 效应 …… 106
三、例题 …… 107
附录　矢量运算公式 …… 108
思考题 …… 109
习题 …… 110
第十四章　电磁感应和电磁场 …… 115
§14.1　电磁感应现象和电磁感应定律 …… 115
一、电磁感应现象 …… 115
二、法拉第电磁感应定律 …… 117
三、楞次定律 …… 117
四、例题 …… 119
§14.2　动生电动势和感生电动势 …… 120
一、动生电动势 …… 120
二、感生电动势与感生电场 …… 122
*三、块状导体中的电磁感应现象 …… 124
*四、电磁感应现象的一些应用 …… 126
五、例题 …… 129
§14.3　自感与互感 …… 131
一、自感应 …… 131
二、互感应 …… 132
三、例题 …… 133

§14.4 磁场的能量 …… 135
一、自感磁能 …… 135
二、互感磁能 …… 138
三、磁场的能量 …… 139
四、例题 …… 140
§14.5 位移电流与感生磁场 …… 142
一、位移电流 …… 142
二、感生磁场 …… 144
三、例题 …… 145
§14.6 麦克斯韦方程组 …… 147
一、麦克斯韦方程组 …… 147
二、电磁场的性质 …… 149
* §14.7 超导体 …… 149
一、超导电现象 …… 149
二、库珀对和 BCS 理论 …… 152
三、第二类超导体 …… 152
四、高温超导体 …… 153
五、超导体的应用简介 …… 153
* §14.8 核磁共振 …… 154
思考题 …… 157
习题 …… 159
第十五章 交流电路 …… 163
§15.1 交流电路的表示方法 …… 163
一、简谐交流电的函数表示方法 …… 163
二、简谐交流电的振幅矢量表示法 …… 164
三、交流电的复数表示法 …… 165
§15.2 RLC 电路 …… 166
一、交流电路中的电阻、电感和电容 …… 166
二、RLC 串联电路 …… 169
三、串联谐振 …… 170
四、RLC 并联电路 …… 172
五、并联谐振 …… 174
六、例题 …… 175
§15.3 交流电路的功率 …… 179
一、瞬时功率和平均功率 …… 179
二、有功功率和无功功率 …… 180
三、例题 …… 181

思考题 …… 183
习题 …… 184
第十六章　电磁波 …… 188
§16.1　电磁波的产生和传播 …… 188
一、电磁波的产生　平面电磁波 …… 188
二、电磁波的性质 …… 188
§16.2　电磁波的能流与动量 …… 189
一、电磁波的能流与动量 …… 189
二、例题 …… 190
§16.3　电磁波的辐射 …… 192
一、辐射电磁波的条件 …… 192
* 二、电偶极子辐射 …… 193
* 三、磁偶极辐射 …… 197
* 四、轫致辐射 …… 199
* 五、同步辐射 …… 200
六、例题 …… 202
* §16.4　利用电磁波研究物质结构 …… 203
思考题 …… 205
习题 …… 205
第十七章　光通过各向同性物质及其边界时的传播 …… 207
§17.1　光的电磁波特性 …… 207
一、光是电磁波中的一部分 …… 207
二、光强 …… 208
§17.2　偏振光与自然光 …… 209
一、光波的偏振性 …… 209
二、偏振光与自然光 …… 209
§17.3　光的传播——费马原理 …… 210
§17.4　菲涅耳公式 …… 212
一、界面上的电磁理论 …… 212
二、反射比和透射比 …… 213
三、布儒斯特角 …… 215
四、相位变化 …… 216
五、全内反射　光学扫描隧道显微镜 …… 218
§17.5　光的吸收 …… 221
一、朗伯定律 …… 221
二、光学材料 …… 221
三、比尔定律 …… 222

四、吸收光谱 …… 222
五、吸收的机制 …… 222
§17.6 光的散射 …… 223
一、散射的种类 …… 223
二、瑞利散射 …… 224
三、拉曼散射 …… 225
§17.7 色散 …… 227
一、色散现象 …… 227
二、三棱镜的色散 …… 228
三、棱镜的角色散率 …… 230
§17.8 非线性光学 …… 231
一、非线性现象 …… 231
二、非线性极化 …… 232
§17.9 光在导电媒质中的传播 …… 236
一、导电媒质中的电磁波 …… 236
二、金属的反射 …… 237
习题 …… 237
第十八章 光的干涉与衍射 …… 240
§18.1 惠更斯原理 …… 240
§18.2 波的特性——干涉 …… 240
一、波的叠加 …… 240
二、相干条件 …… 241
§18.3 分波阵面干涉 …… 242
一、杨氏双缝干涉 …… 242
二、干涉条纹的可见度 …… 245
三、洛埃镜 …… 246
四、例题 …… 247
§18.4 薄膜干涉 …… 247
一、分振幅双光束干涉 …… 247
二、等倾干涉 …… 249
三、等厚干涉 …… 250
四、牛顿环 …… 251
五、增透膜 …… 252
六、例题 …… 254
§18.5 迈克耳孙干涉仪 …… 255
一、结构与原理 …… 255
二、干涉条纹 …… 256

三、激光比长仪 …… 258
§18.6　分振幅多光束干涉 …… 259
一、多光束干涉特点 …… 259
二、法布里 - 珀罗(F - P)干涉仪 …… 261
三、金属膜干涉滤光片 …… 264
§18.7　惠更斯 - 菲涅耳原理 …… 265
一、光的衍射现象 …… 265
二、惠更斯 - 菲涅耳原理 …… 265
§18.8　菲涅耳衍射 …… 267
一、菲涅耳波带 …… 267
二、菲涅耳圆孔衍射 …… 270
三、菲涅耳圆盘衍射 …… 272
§18.9　菲涅耳波带片 …… 272
§18.10　全息照相 …… 274
一、全息照相的拍摄 …… 274
二、全息照相原理 …… 275
三、彩虹全息 …… 276
§18.11　夫琅禾费衍射 …… 277
一、夫琅禾费单缝衍射 …… 277
二、夫琅禾费双缝衍射 …… 280
三、例题 …… 282
§18.12　光栅 …… 283
一、夫琅禾费多缝衍射 …… 283
二、光栅的色散 …… 285
三、光谱分辨率 …… 286
四、闪耀光栅 …… 288
§18.13　晶体的 X 射线衍射 …… 289
§18.14　光学仪器的分辨率 …… 291
一、夫琅禾费圆孔衍射 …… 291
二、分辨本领 …… 293
三、显微镜的分辨率 …… 294
§18.15　激光 …… 295
一、辐射跃迁 …… 295
二、粒子数反转 …… 297
三、光学谐振腔 …… 298
习题 …… 300
第十九章　光在各向异性介质中的传播 …… 305

需要全本请访问 www.ertongbook.com

§19.1 二向色性 …… 305
一、导体线栅 …… 305
二、二向色性晶体 …… 306
三、人造偏振片 …… 306
§19.2 起偏与检偏 …… 307
一、线偏振光的获得和检验 …… 307
二、马吕斯定律 …… 307
三、偏振度 …… 307
四、椭圆偏振光 …… 308
§19.3 双折射 …… 309
一、双折射现象 …… 309
二、双折射及二向色性的经典振子模型 …… 310
三、单轴晶体中的波面 …… 311
四、单轴晶体中光波的传播 …… 312
§19.4 偏振器件 …… 315
一、渥拉斯顿棱镜 …… 315
二、尼科耳棱镜 …… 316
三、波片 …… 316
§19.5 偏振光的干涉及应用 …… 319
一、偏光干涉 …… 319
二、光弹性效应 …… 321
三、电光效应 …… 321
§19.6 旋光 …… 322
一、旋光性 …… 322
二、旋光色散 …… 324
三、圆二色性 …… 325
习题 …… 326
第二十章 热力学 …… 329
§20.1 热力学系统 …… 330
一、热力学系统与外界 …… 330
二、平衡与非平衡态 …… 330
三、宏观描述 状态参量和状态图 …… 332
§20.2 温度 物态方程 …… 334
一、热力学第零定律 …… 334
二、温度 …… 335
三、温标 …… 335
四、状态方程 …… 339

五、例题 …… 342
§20.3　热力学第一定律 …… 343
一、热力学过程 …… 343
二、功 …… 345
三、内能 …… 346
四、热力学第一定律的数学表述 …… 347
§20.4　热力学第一定律的应用 …… 348
一、热容、内能的微分表示和焓 …… 348
二、理想气体的内能、焓和热容 …… 351
三、理想气体的多方过程 …… 353
四、热机和致冷机的工作原理 …… 357
五、卡诺循环 …… 360
六、例题 …… 362
§20.5　热力学第二定律 …… 365
一、几个与热现象有关的实验事实 …… 365
二、热力学第二定律的两种表述 …… 365
三、可逆过程与不可逆过程 …… 366
四、卡诺定理 …… 368
五、热力学温标 …… 371
§20.6　熵和热力学第二定律的数学表述 …… 373
一、克劳修斯等式和不等式 …… 373
二、熵和热力学第二定律的数学表述 …… 374
三、理想气体的熵 …… 376
四、熵增加原理 …… 378
*五、能量退化原理 …… 379
*六、熵流和熵产生 …… 381
七、例题 …… 383
§20.7　热力学第三定律 …… 385
一、热力学第三定律 …… 385
二、焦耳 - 汤姆孙效应 …… 386
思考题 …… 388
习题 …… 390
第二十一章　统计物理基础 …… 391
§21.1　热力学系统的微观描述和热力学概率 …… 391
一、热力学系统的微观描述 …… 391
二、近独立子系系统 …… 392
三、热力学概率 …… 393
§21.2　玻耳兹曼统计法 …… 395

一、分布出现的概率 …… 395
二、平衡态——最概然分布 …… 396
三、热力学公式和玻耳兹曼关系 …… 397
§21.3 麦克斯韦 - 玻耳兹曼分布对理想气体的应用 …… 400
一、麦克斯韦速度分布律 …… 400
二、速率分布函数 …… 402
三、速度分量的分布函数 …… 404
四、用麦克斯韦分布律求平均值 …… 405
五、温度的微观意义 …… 406
六、误差函数和积分公式 …… 408
七、例题 …… 408
§21.4 麦克斯韦 - 玻耳兹曼分布的实验验证 …… 410
一、理想气体的压强公式和状态方程 …… 410
二、气体分子在重力场中按高度分布 …… 411
三、在转动系统中分子按径向的分布 …… 411
四、麦克斯韦分布律的实验验证 …… 412
五、例题 …… 414
§21.5 能量按自由度均分定理 …… 416
一、气体分子的自由度 …… 416
二、能量按自由度均分定理 …… 416
三、理想气体的内能和热容 …… 418
* §21.6 费米分布和玻色分布 …… 421
一、量子系统的微观态和宏观态 …… 421
二、半经典的玻耳兹曼分布 …… 422
三、费米 - 狄拉克分布 …… 423
四、玻色 - 爱因斯坦分布 …… 424
五、量子统计的经典近似 …… 425
六、对氢及双原子分子理想气体的热容与温度关系的定性解释 …… 426
* §21.7 负温度 …… 428
一、核自旋系统的负温度 …… 428
二、关于系统负温度状态的统计解释 …… 429
§21.8 气体中的输运现象 …… 431
一、分子的碰撞和碰撞截面 …… 431
二、分子的碰撞频率和平均自由程 …… 432
三、气体中的输运现象 …… 435
思考题 …… 442
习题 …… 443
第二十二章 物态和相变 …… 445

§22.1　物态和相 …… 445
一、物态 …… 445
二、相 …… 445
§22.2　实际气体 …… 446
一、CO_2 气体的等温线 …… 446
二、范德瓦耳斯方程 …… 448
三、范德瓦耳斯等温线 …… 452
四、临界参数和对比态方程 …… 453
§22.3　液体 …… 454
一、液体的微观结构 …… 454
二、液体的表面张力 …… 455
三、毛细现象 …… 458
四、渗透压 …… 462
*五、液晶 …… 463
六、例题 …… 467
§22.4　固体 …… 470
一、晶体与非晶体 …… 470
二、晶体的对称结构 …… 474
三、晶体结合的基本形式 …… 476
四、晶体的结合能 …… 478
五、晶体的一些热学性质 …… 478
*六、晶体中的缺陷 …… 481
*七、固气界面现象 …… 483
*八、准晶 …… 483
§22.5　相变 …… 485
一、气液相变 …… 485
二、固液相变 …… 488
三、固气相变 …… 490
四、三相图 …… 491
五、克拉珀龙方程 …… 492
*六、化学势和相平衡条件 …… 494
七、例题 …… 497
*§22.6　非平衡相变和自组织现象 …… 498
一、贝纳德花样 …… 499
二、激光 …… 499
三、化学钟 …… 500
四、生物学方面的例子 …… 500
*§22.7　信息熵和遗传密码 …… 500

一、信息和不确定性 …… 501
二、信息熵——不确定性的量度 …… 501
三、信息量 …… 502
四、信息熵 S(α)与热学熵 S(k)的关系 …… 503
五、遗传密码和遗传信息 …… 503
* §22.8 金属中的电子 …… 506
一、金属中的电子气模型 …… 506
二、费米球 …… 509
三、自由电子气体的热容和电导率 …… 511
* §22.9 理想玻色系统的性质和光子气体 …… 513
一、化学势 μ …… 513
二、玻色-爱因斯坦凝聚 …… 513
三、玻色-爱因斯坦凝聚的新发现 …… 515
四、激光冷却的基本原理 …… 516
五、光子气体和普朗克黑体辐射公式 …… 517
* §22.10 液氦及其超流动性 …… 518
一、^{4}He的一些奇妙实验现象 …… 518
二、^{4}HeⅡ性质的简单理论解释 …… 522
三、液^{3}He的超流动性 …… 524
思考题 …… 525
习题 …… 526
附录 …… 528
基本物理常量 …… 528
一些常用单位的换算因子 …… 529
元素周期表

第十二章　静　电　场

任何电荷(静止的和运动的电荷)周围都存在着电场,相对于观察者为静止的电荷所激发的电场称为静电场.本章的主要内容是介绍静电场的基本性质和规律.我们分别从电场对电荷的作用力和电荷在电场中移动时电场力对电荷作功的特性,引入电场强度和电势这两个重要的物理量,并讨论两者之间的关系.静电场的另一特征是具有能量,我们在这里对带电体系的静电能作了分析.

当金属导体和电介质处在静电场中时,静电场的分布将受到影响,这与导体和电介质本身的电结构有关,我们将在本章作讨论.

当导体中有恒定电流通过时,电荷的分布及其所激发的电场都不随时间而改变,这种电场称为恒定电场.恒定电场和静电场一样,都遵从高斯定理和环路定理,都可以用电势来描述,本章介绍了求解一般直流电路的基本方法.

§12.1　电荷和电荷守恒　库仑定律

一、电荷和电荷守恒定律

早在古希腊时代,人们就发现用毛皮摩擦过的琥珀能吸引羽毛、头发、草屑等轻小物体.有关这方面的文字记载最早见之于我国东汉时期王充所著的《论衡》.当物体具有吸引轻小物体的性质时,我们就说该物体带了电,或有了电荷.

大量实验表明:电荷有两类;同类电荷互相排斥,异类电荷相互吸引.历史上,富兰克林最早对电荷作了规定:经丝绸摩擦过的玻璃棒上所带的电荷称为正电荷,经毛皮摩擦过的硬胶木棒上所带的电荷称为负电荷.电荷同质量一样,被作为物理学中表征粒子特征的标志.我们知道,一般物质都是由分子组成的,分子由原子组成,原子由原子核和绕核运动的电子所组成,原子核又由质子和中子组成,质子和中子统称核子.所有的电子都带有确定数量的负电荷,所有的质子都带有和电子同样数量的正电荷,中子不带电,整个原子的净电荷量为零.质子和电子所带电荷量的数值完全相等的事实已被实验证实.把大量氢气压进一个与周围高度电绝缘的容器内,然后,采用特殊方法使任何普通的离子都不能逸出,只让氢气从容器中逸出,若质子的电荷与电子的电荷相差 $10^{-9}\,e$,氢分子中的两个质子和两个电子就有 $2\times10^{-9}\,e$ 的电荷量之差,亦即每个氢分子都不是电中性的,而是带电荷量为 $2\times10^{-9}\,e$,当氢分子大量从容器中逸出时,将改变容器

需要全本请访问 www.ertongbook.com