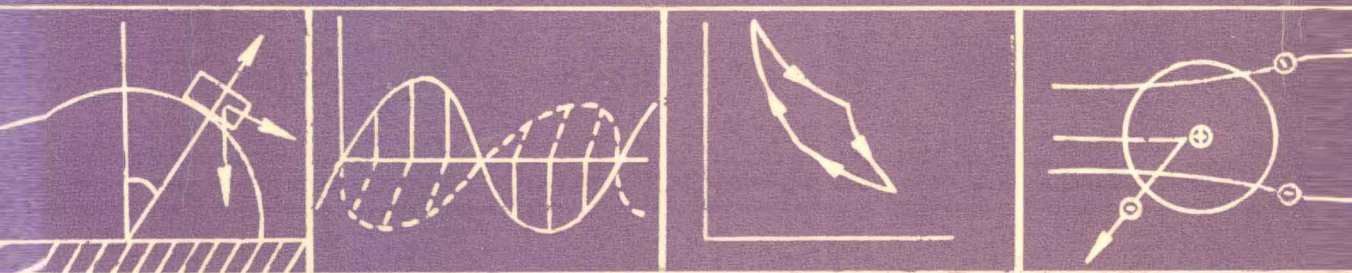


大学物理简明教程

DAXUE WULI JIANMING JIAOCHENG

关祖杰 李冕丰 邓雪儿 编著



中山大学出版社

大学物理简明教程

关祖杰 李冕丰 邓雪儿 编著

中山大学出版社

大学物理简明教程

关祖杰 李冕丰 邓雪儿 编著

*

中山大学出版社出版发行

广东省新华书店经销

韶关新华印刷厂印刷

•

787×1092 毫米 16 开本 34 印张 82 万字

1991年8月第1版 1991年8月第1次印刷

印数：1—2000册

ISBN 7-306-00281-3
O·19 定价：8.05元

内容简介

本书根据1986年8月“全国高校理科非物理专业普通物理教材、教学研讨会”的精神，在原有讲义的基础上，按照“保证基础，注重方法，面向现代，联系实际”的原则改编而成。

本书内容分为四篇(共18章)，依次为力学(质点力学，相对运动，转动，振动，波动，流动)；热学(热力学，分子运动论)，电磁学(静电场，稳恒电流，稳恒磁场，电磁感应，交流电，电磁场、光波)；量子物理(量子现象、量子理论，量子世界)。各章均附有思考题和习题以及习题答案。

本书内容较新，涉及面较广，兼顾不同专业的需要。主要用作综合大学非物理专业物理基础课教材，亦适用于师范、工科、农林、医科、哲学、经济等专业，还可作为中学物理教师、科研、工程技术人员自学参考之用。

前 言

物理学是自然科学的主要基础学科之一，它已渗透到自然科学的各个领域，深刻地影响着人类社会的各个方面；它既历史悠久，又发展迅速。但是，不少非物理专业的学生觉得物理难学，并对学习缺乏兴趣，认为与本专业的需要及现实生活距离较远，难以挂钩。原因固然很多，其中主要的原因之一是教材内容陈旧。我们在教学实践中深深感到教材改革的重要性和迫切性。为此，我们把原有的非物理专业用的《大学物理简明教程》讲义改编成本书。

在改编过程中，我们遵循的原则是“**保证基础，注重方法，面向现代，联系实际。**”考虑到认识的循序渐近性和教学实践的可行性，在材料取舍和内容安排上，我们一方面是基本上沿用目前已形成的物理学系统，但不恪守“先经典后近代”的模式，而是以发展的观点讲清物理学的基本概念、基本规律，讲清物理学中不同领域的关系，以及物理学与其它基础学科和技术学科的关系。另一方面，突出强调观测、实验、“现象—规律”的唯象分析方法、物理模型和科学假设等方法在物理学中的作用，介绍科学技术的最新发展并选编一些与科技新发展及实际生活有关的生动例子，在传授知识的同时培养学生的能力、激发学生的学习兴趣和主动性。

本书内容较新、涉及面较广，尽量兼顾了不同专业的需要。本书主要作为综合大学理科非物理专业120~160学时物理基础课教材，也适用于师范、工科、农林、医科、哲学、经济等专业，还可作为中等学校物理教师以及科研、工程技术人员自学参考之用。

本书第一章至第八章以及附录由关祖杰执笔，第九章至第十八章由李冕丰执笔，绝大部分习题经由邓雪儿、林云作了演算并给出答案，邓雪儿同志还参加了讲义的修改工作。大部分插图由全志义同志描绘。许多有经验的专家、前辈对本书的编写提出了不少宝贵意见，在此表示衷心感谢。

由于我们水平有限，时间仓促，错误和不妥之处在所难免，欢迎批评指正。

编 者

一九八九年一月于中山大学

目 录

第一篇 力学	1
第一章 质点力学	3
§ 1-1 质点运动的描述	3
一、参考系与坐标系	3
二、描述质点运动的四个物理量	4
三、运动的叠加原理	6
§ 1-2 运动方程与轨道	7
一、运动方程	7
二、一维运动	7
三、二维运动及轨道方程	9
§ 1-3 牛顿运动定律	11
一、牛顿三大运动定律	11
二、力及物体的受力分析	12
三、牛顿定律应用举例	14
§ 1-4 惯性系与非惯性系 惯性力	18
一、惯性系与非惯性系	18
二、惯性力	18
三、惯性离心力	20
四、*科里奥利力	21
§ 1-5 动量定理和动量守恒定律	22
一、力的冲量及动量定理	22
二、动量守恒定律	23
三、穆斯堡尔效应 火箭飞行原理	25
§ 1-6 功、动能定理	26
一、恒力及变力的功	26
二、动能和动能定理	28
§ 1-7 保守力 势能	30
一、保守力做功的特点	30
二、势能及其计算	31
三、势能曲线	33
§ 1-8 功能原理 能量守恒定律	34
一、机械能及功能原理	34
二、机械能守恒定律	35
三、内能 总能量守恒	36
四、*能量与生物学	37
§ 1-9 碰撞	38

一、碰撞的特点及分类	38
二、弹性碰撞	38
三、非弹性碰撞	40
思考题与习题	41
第二章 相对运动	45
§ 2-1 伽里略变换 经典力学时空观	45
一、伽里略变换与速度合成定理	45
二、伽里略相对性原理	46
三、经典力学的时空观	47
§ 2-2 爱因斯坦假说	48
一、迈克尔逊—莫雷实验	48
二、爱因斯坦假说	49
§ 2-3 狭义相对论的时空观	50
一、同时的相对性	50
二、运动时钟变慢(时间膨胀)	51
三、长度收缩	53
§ 2-4 罗仑兹变换	54
一、罗仑兹变换取代伽里略变换	54
二、时序的相对性	56
三、相对论速度变换公式	57
§ 2-5 相对论动力学 质能公式	59
一、相对论质量、动量和运动定律	59
二、相对论能量及质能公式	60
三、动量和能量的相对论关系	62
思考题与习题	64
第三章 转动	66
§ 3-1 转动运动学	66
一、刚体绕定轴转动的角量描述	66
二、线量与角量的关系	68
§ 3-2 角动量 转动定律	68
一、角动量	68
二、力矩	70
三、刚体绕定轴的转动定律	71
§ 3-3 转动惯量	72
一、刚体的转动惯量及其计算	72
二、平行轴定理	74
三、转动定律应用举例	77
§ 3-4 角动量定理 角动量守恒定律	78
一、力矩的冲量及角动量定理	78
二、刚体的角动量守恒定律	79
三、力学系统的角动量守恒定律	80

§ 3-5 刚体的进动	82
§ 3-6 力矩的功 刚体的转动动能	83
一、力矩的功	83
二、刚体绕定轴转动的动能定理	84
三、含转动刚体力学系统的机械能守恒定律	85
§ 3-7 刚体的一般运动	86
一、质心 质心运动定理	86
二、刚体的平面运动	89
三、刚体一般运动的描述 自由度	90
思考题与习题	91
第四章 振动	95
§ 4-1 简谐振动	95
一、简谐振动的特征	95
二、简谐振动方程	97
三、简谐振动的速度和加速度	99
四、简谐振动的能量	100
§ 4-2 简谐振动问题的一般解法	101
一、简谐振动周期的求法	101
二、由初始条件求振动方程	103
三、由振动方程求某些运动状态	104
§ 4-3 微振动	105
§ 4-4 振动的叠加	108
一、简谐振动的矢量图表示法	108
二、同方向简谐振动的叠加 拍	110
三、相互垂直简谐振动的叠加	112
§ 4-5 振动的分解 频谱分析	115
§ 4-6 阻尼振动 受迫振动 共振	117
一、阻尼振动	117
二、受迫振动	118
三、共振	119
思考题与习题	121
第五章 波动	125
§ 5-1 波动的基本概念	125
一、机械波的产生和传播	125
二、波速、波长、频率	126
三、惠更斯原理及惠更斯作图法	128
§ 5-2 波的表达式——波函数	130
一、一维平面简谐波的波函数	130
二、波函数的物理意义	131
三、在三维空间传播的平面波和球面波	133
§ 5-3 波动方程	133

§ 5-4 波的能量	135
一、波的能量 能量密度	135
二、能流 能流密度	136
三、波的吸收	137
§ 5-5 波的叠加	137
一、波的叠加原理	138
二、波的干涉	138
三、驻波	140
§ 5-6 声波	142
一、声音的感觉及声强级	142
二、超声波	143
三、次声波(亚声波)	143
§ 5-7 多普勒效应 冲击波	144
一、声波及光波的多普勒效应	144
二、多普勒效应的应用	145
三、冲击波 切伦科夫辐射	146
思考题与习题	146
第六章 流动	149
§ 6-1 流体的属性	149
一、连续介质的概念	149
二、流体的基本属性	149
三、理想流体	150
§ 6-2 流体静力学	150
一、应力 静止流体内一点的压力	150
二、重力场中静止流体内压力的分布	152
三、流体静力学应用举例	152
§ 6-3 流体运动学	153
一、研究流体运动的两种方法	153
二、流体运动的描述 定常流动	154
三、定常流动的连续性方程	154
§ 6-4 伯努利方程及其应用	155
一、伯努利方程	155
二、托里折里定理 文托里流量计	156
三、障碍物前受阻挡的流体 皮托管	157
四、运动流体的吸力	158
§ 6-5 粘滞流体的流动	158
一、粘滞定律	159
二、层流 泊肃叶公式	159
三、湍流 雷诺数及动力学相似	160
§ 6-6 物体在粘滞流体中运动所受的阻力	160
一、粘滞阻力 斯托克斯定律	161
二、压差阻力与流线型	161

思考题与习题.....	162
第二篇 热学	165
第七章 热力学基础	167
§ 7-1 平衡态 热力学第零定律.....	167
一、平衡态及状态参量.....	167
二、温度和温标.....	168
三、热力学第零定律.....	169
四、态函数——内能.....	169
§ 7-2 理想气体及其状态方程.....	169
一、气体的三个基本实验定律.....	169
二、理想气体状态方程.....	170
三、理想气体状态方程应用举例.....	172
§ 7-3 热量和功 热力学第一定律.....	173
一、热力学过程 准静态过程.....	173
二、热量和功.....	174
三、热力学第一定律及其实质.....	176
§ 7-4 热力学第一定律对理想气体准静态过程的应用.....	177
一、等容过程.....	177
二、等压过程.....	177
三、等温过程.....	178
四、绝热过程.....	179
§ 7-5 循环过程 卡诺循环.....	183
一、正循环 热机及其效率.....	183
二、逆循环 致冷机及致冷系数.....	185
三、卡诺循环.....	186
§ 7-6 热力学第二定律.....	187
一、热力学第二定律的两种表述.....	187
二、热力学第二定律与过程的不可逆性.....	188
三、卡诺定理 热力学温标.....	189
§ 7-7 熵 熵增加原理.....	191
一、熵的引入.....	191
二、熵增加原理.....	192
三、熵的意义.....	195
思考题与习题.....	195
第八章 分子运动论	198
§ 8-1 气体分子运动论及统计规律的基本概念.....	198
一、气体分子热运动的特征.....	198
二、统计规律的基本概念.....	198
三、理想气体的分子模型及统计假设.....	200
§ 8-2 理想气体压力公式 温度的微观解释.....	201
一、理想气体压力公式.....	201

二、用分子运动论推导压力公式	202
三、温度的微观解释	204
§ 8-3 能量均分定理	205
一、能量按自由度均分定理	205
二、理想气体的内能	206
三、摩尔热容	207
§ 8-4 麦克斯韦速度分布律	209
一、气体分子速度的实验测定	209
二、麦克斯韦速率分布律	210
三、用速率分布函数求统计平均值 三种速率	212
§ 8-5 玻尔兹曼分布律	214
一、麦克斯韦速度分布律	214
二、玻尔兹曼分布律	214
三、重力场中粒子按高度的分布	215
§ 8-6 热力学第二定律的统计解释	215
一、最大几率分布	215
二、混乱度和熵	216
三、热力学第二定律的统计解释	217
§ 8-7 气体的输运过程	217
一、分子的碰撞频率和平均自由程	218
二、气体的扩散	219
三、气体的内摩擦(粘性)	221
四、气体的热传导	222
§ 8-8 非平衡态热力学简介	224
§ 8-9 真实气体	225
一、真实气体的等温线	226
二、范德瓦尔斯方程	227
三、节流过程 真实气体的内能	230
思考题与习题	231
第三篇 电磁学	235
第九章 静电场	237
§ 9-1 电荷和电荷守恒定律	237
一、电荷	237
二、物质的电结构	237
三、电荷守恒定律	237
§ 9-2 库仑定律和叠加原理	237
一、库仑定律	237
二、叠加原理	239
§ 9-3 静电场和电场强度	240
一、静电场	240
二、电场强度	240
§ 9-4 高斯定理	245

一、电力线	245
二、电通量	247
三、高斯定理	247
四、应用高斯定理求场强	249
§ 9-5 环流定理和电位(势)	253
一、静电场力作功与路径无关	253
二、环流定理	254
三、电位(电势)	254
§ 9-6 场强和电位的关系	259
一、等位面(等势面)	259
二、场强是电位梯度的负值	260
§ 9-7 带电粒子在电场中的运动	262
一、带电粒子在电场中的加速和偏转	262
二、电偶极子在电场中所受的作用	263
§ 9-8 静电场中的导体	264
一、静电平衡	264
二、导体空腔	267
三、导体的电容和电容器	270
§ 9-9 静电场中的电介质	273
一、介质的极化	273
二、电介质中的电场	276
三、介质中的高斯定理和电位移 \vec{D}	277
四、有介质存在时的静电场方程	280
§ 9-10 电场的能量	280
一、点电荷系统的相互作用能(电位能)	280
二、任意带电系统的(总)静电能	281
三、电场的能量	282
§ 9-11 静电现象的应用 静电复印	284
思考题与习题	284
第十章 稳恒电流	291
§ 10-1 稳恒电流和稳恒电场	291
一、电流	291
二、电流强度	291
三、电流密度矢量	291
四、连续性方程	292
五、稳恒电流	292
§ 10-2 欧姆定律和焦耳-楞次定律	293
一、欧姆定律	293
二、欧姆定律的微分形式	294
三、电场力的功和功率	295
四、焦耳-楞次定律	295
五、电阻率和超导现象	296
§ 10-3 电源和电动势	297

一、电源和非静电力	297
二、电动势	298
§ 10-4 闭合电路的欧姆定律	299
一、闭合电路的欧姆定律	299
二、负载获得最大功率的条件	300
§ 10-5 一段含源电路的欧姆定律	301
§ 10-6 基尔霍夫定律	303
§ 10-7 电学测量及其仪表	305
一、电学测量方法的基本原理	305
二、电位差计	306
三、直流电桥	307
思考题与习题	309
第十一章 稳恒磁场	312
§ 11-1 磁场和磁感应强度	312
一、磁场	312
二、安培假设	312
三、磁感应强度	313
§ 11-2 毕奥-沙伐尔-拉普拉斯定律	313
一、毕奥-沙伐尔-拉普拉斯定律	314
二、毕-沙-拉定律应用举例	315
三、运动电荷的磁场	319
§ 11-3 磁场的高斯定理	320
一、磁感应线(B 线)	320
二、磁感应通量	321
三、磁场的高斯定理	321
§ 11-4 安培环路定理	322
§ 11-5 罗仑兹力 磁场对运动电荷的作用	326
一、罗仑兹力	326
二、带电粒子在匀强磁场中的运动	326
三、霍尔效应	328
四、磁流体发电 电磁泵	329
§ 11-6 安培力 磁场对载流导线的的作用力	329
一、安培力	329
二、磁场对载流线圈的作用	331
三、磁力的功	332
§ 11-7 磁场中的介质	333
一、介质的磁化	334
二、介质中的磁场 磁场强度	337
三、铁磁质	339
四、磁路定理	343
§ 11-8 稳恒电场和稳恒磁场的比较	345
思考题与习题	346

第十二章 电磁感应	350
§ 12-1 电磁感应的基本规律	350
一、电磁感应现象	350
二、楞次定律	351
三、法拉第电磁感应定律	351
§ 12-2 动生电动势和感生电动势	352
一、动生电动势	353
二、感生电动势	354
三、涡电流	357
四、关于电场的定理	358
§ 12-3 自感和互感	358
一、自感	358
二、互感	359
§ 12-4 磁场的能量	361
§ 12-5 暂态过程	363
一、 LR 电路的暂态过程	363
二、 RC 电路的暂态过程	364
思考题与习题	365
第十三章 交流电路	368
§ 13-1 交流电	368
一、简谐交流电	369
二、似稳条件	370
§ 13-2 交流电路中的元件	370
一、阻抗和位相差	370
二、纯电阻	370
三、纯电容	371
四、纯电感	371
§ 13-3 交流电路的矢量图解法	372
一、串联电路	373
二、并联电路	375
§ 13-4 交流电路的复数解法	375
一、交流电的复数表示	375
二、阻抗的复数表示	375
三、串联和并联电路的复数解法	375
四、交流电路的基尔霍夫方程组	377
§ 13-5 交流电的功率	377
一、瞬时功率和平均功率	378
二、有功功率和无功功率	379
三、视在功率(额定容量)	379
四、功率因数的提高	380
§ 13-6 交流电路的频率响应	382
一、串联谐振	382

二、并联谐振	383
思考题与习题	384
第十四章 电磁场	387
§ 14-1 麦克斯威电磁理论	387
一、电磁场规律的小结	387
二、位移电流	388
三、麦克斯威方程组	391
§ 14-2 电磁波	392
一、电磁场的波动性	392
二、电磁波的性质	394
三、电磁波的能量和能流	394
四、电磁波的产生	395
五、光的电磁理论和电磁波谱	397
§ 14-3 电磁场的统一性和相对性	397
思考题与习题	399
第十五章 光波	401
§ 15-1 光的本性	401
§ 15-2 光波的基本性质	401
一、光矢量和光强	401
二、惠更斯-费涅尔-基尔霍夫原理	402
三、光波和波列	403
§ 15-3 光的干涉	403
一、相干叠加和光程差	403
二、双缝干涉	406
三、薄膜干涉	409
四、迈克尔逊干涉仪	413
§ 15-4 光的衍射	414
一、单缝方和费衍射	415
二、衍射光栅	418
三、圆孔衍射和光学仪器的分辨本领	423
四、X射线的衍射	425
五、全息照相	427
§ 15-5 光的偏振	428
一、自然光和偏振光	429
二、偏振片和马吕斯定律	429
三、反射光和折射光的偏振	430
四、双折射现象	431
五、偏振光的干涉	434
六、旋光现象及其应用	435
七、偏振光的应用	436
思考题与习题	437

第四篇 量子物理学	441
第十六章 量子现象	443
§ 16-1 热辐射和普朗克假设	443
一、基尔霍夫定律	443
二、黑体的经典辐射定律	444
三、普朗克公式和普朗克假设	446
§ 16-2 光的波-粒二象性	448
一、光电效应和爱恩斯坦光量子	448
二、康普顿-吴有训效应	450
三、光的波-粒二象性	451
§ 16-3 原子有核结构和原子光谱	452
一、原子的质量和大小	452
二、原子的有核结构	452
三、原子光谱的实验规律	453
四、经典物理学的困难	456
§ 16-4 玻尔的氢原子理论	456
一、玻尔的基本假设	456
二、氢原子的定态轨道和定态能级	457
三、氢原子结构与原子光谱规律的解释	459
四、原子能级的实验证明——夫兰克-赫兹(Franck-Hertg)实验	460
思考题与习题	462
第十七章 量子理论	464
§ 17-1 物质的波动-粒子二象性	464
一、德·布罗意假设	464
二、德·布罗意假设的实验证实	465
§ 17-2 波函数	466
一、波函数的统计解释	466
二、波函数的叠加原理	467
§ 17-3 测不准关系	468
§ 17-4 薛定格方程	472
思考题与习题	477
第十八章 量子世界	479
§ 18-1 单电子原子	479
一、氢原子的薛定格方程	479
二、能量的量子化	480
三、轨道角动量的量子化和空间量子化	481
四、电子的几率密度	482
五、电子自旋	485
§ 18-2 多电子原子	486
一、独立粒子近似	487

二、泡里不相容原理	487
三、原子的壳层结构与元素周期表	489
四、X光的发射和吸收	490
五、激光	496
§ 18-3 凝聚态物理	498
一、固体的基本性质	498
二、固体的能带结构	500
三、半导体的特性和应用	502
四、金属的自由电子理论	505
五、超导性	507
六、超流性	508
§ 18-4 原子核物理	508
一、原子核的基本性质	508
二、核力和核结构模型	510
三、原子核的衰变	512
四、原子核反应和核能的利用	515
思考题与习题	518
附录 I 国际单位制	520
表1. 国际单位制的基本单位	520
表2. 国际单位制的辅助单位	521
表3. 国际单位制的词头	521
表4. 绝对单位制和国际单位制的某些物理量	522
附录 II 常用的基本物理常数及数据	523
附录 III 矢量微分与积分	524