



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

Physics

物理学

(第五版) 下册

东南大学等七所工科院校 编
马文蔚 解希顺 周雨青 改编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

物理学

(第五版) 下册

东南大学等七所工科院校 编
马文蔚 解希顺 周雨青 改编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内容简介

本书是在《物理学》(第四版)基础上,参照教育部非物理类专业物理基础课程教学指导分委员会新制订的《理工科非物理类专业大学物理课程教学基本要求(讨论稿)》修订而成的,书中涵盖了基本要求中所有的核心内容,并选取了一定数量的扩展内容,供不同专业选用。在修订过程中,本书保持原书体系合理,深广度适当,分量适中,适应面宽等特点,同时加强了近代物理的内容,增强用现代观点来诠释经典物理,以及近代物理的成就对科学技术的影响。

本书为上、下两册,上册包括力学和电磁学,下册包括振动和波动、光学、分子动理论和热力学基础、相对论、量子物理等。与本书相配套的还有多媒体《物理学(第五版)电子教案》、《物理学原理在工程技术中的应用》(第三版)、《物理学(第五版)习题分析与解答》和《物理学(第五版)学习指南》等。

本书可作为高等学校理工科非物理类专业的教材,也可供文理科有关专业选用和社会读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

物理学.下册/东南大学等编;马文蔚等改编. —5版. —北京:高等教育出版社,2006.3

ISBN 7-04-018254-8

I. 物... II. ①东... ②马... III. 物理学-高等学校-教材 IV. O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 004181 号

策划编辑 庞永江 责任编辑 庞永江 封面设计 王凌波 责任绘图 朱 静
版式设计 王艳红 责任校对 殷 然 责任印制 孔 源

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 100011
总 机 010-58581000
经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京四季青印刷厂

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

开 本 787×960 1/16
印 张 27
字 数 500 000

版 次 1978 年 2 月第 1 版
2006 年 3 月第 5 版
印 次 2006 年 3 月第 1 次印刷
定 价 31.00 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 18254-00

波动过程、热物理和近代物理的量 and 单位

量		单 位	
名称	符号	名称	符号
周期	T	秒	s
频率	$f(\nu)$	赫兹	Hz
角频率	ω	弧度每秒	$\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$
波长	λ	米	m
角波数	k	每米	m^{-1}
光速	c	米每秒	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
振动位移	x, y	米	m
振动速度	v	米每秒	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
声强	I	瓦特每平方米	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$
压强	p	帕斯卡	Pa
体积	V	立方米	m^3
		升	L(1)
热力学温度	T	开尔文	K
摄氏温度	t	摄氏度	$^{\circ}\text{C}$
物质的量	ν, n	摩尔	mol
摩尔质量	M	千克每摩尔	$\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$
分子自由程	λ	米	m

续表

量		单 位	
名称	符号	名称	符号
分子碰撞频率	Z	次每秒	s^{-1}
粘度	η	千克每米秒	$kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-1}$
热导率	κ	瓦每米开	$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$
扩散系数	D	平方米每秒	$m^2 \cdot s^{-1}$
比热容	c	焦耳每千克开	$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$
摩尔热容	$C_m, C_{V,m}, C_{p,m}$	焦耳每摩尔开	$J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$
摩尔热容比	$\gamma = C_{p,m}/C_{V,m}$	—	1
热机效率	η	—	1
制冷系数	e	—	1
熵	S	焦耳每开	$J \cdot K^{-1}$
辐射强度	I	瓦特每平方米	$W \cdot m^{-2}$
辐射能密度	$w(u)$	焦耳每立方米	$J \cdot m^{-3}$
原子序数	Z	—	1
中子数	N	—	1
核子数	A	—	1
电子静质量	m_e	千克	kg
质子静质量	m_p	千克	kg
中子静质量	m_n	千克	kg
元电荷	e	库仑	C
普朗克常量	h	焦耳秒	$J \cdot s$
玻尔半径	r_b	米	m

波动过程、热物理和近代物理的量和单位

续表

量		单 位	
名称	符号	名称	符号
里德伯常量	R	每米	m^{-1}
轨道角动量量子数	l	—	1
自旋角动量磁量子数	m_s	—	1
主量子数	n	—	1
轨道角动量磁量子数	m_l	—	1
波函数	ψ	—	1

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。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给予严厉打击。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) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

目 录

第九章 振动	1
9-1 简谐运动 振幅 周期和频率 相位	1
一、简谐运动	1
二、振幅	3
三、周期和频率	3
四、相位	5
五、常数 A 和 φ 的确定	5
9-2 旋转矢量	6
9-3 单摆和复摆	10
一、单摆	10
二、复摆	11
9-4 简谐运动的能量	13
9-5 简谐运动的合成	15
一、两个同方向同频率简谐运动的合成	15
二、两个相互垂直的同频率的简谐运动的合成	17
* 三、多个同方向同频率简谐运动的合成	19
四、两个同方向不同频率简谐运动的合成 拍	20
* 9-6 阻尼振动 受迫振动 共振	23
一、阻尼振动	23
二、受迫振动	26
三、共振	27
9-7 电磁振荡	28
一、振荡电路 无阻尼自由电磁振荡	28
二、无阻尼电磁振荡的振荡方程	29
三、无阻尼自由电磁振荡的能量	31
* 9-8 简述非线性系统	32
问题	35
习题	37
第十章 波动	43

10-1	机械波的几个概念	43
一、	机械波的形成	43
二、	横波与纵波	44
三、	波长 波的周期和频率 波速	45
四、	波线 波面 波前	47
10-2	平面简谐波的波函数	48
一、	平面简谐波的波函数	48
二、	波函数的物理含义	50
10-3	波的能量 能流密度	54
一、	波动能量的传播	54
二、	能流和能流密度	56
10-4	惠更斯原理 波的衍射和干涉	57
一、	惠更斯原理	57
二、	波的衍射	59
三、	波的干涉	59
10-5	驻波	64
一、	驻波的产生	64
二、	驻波方程	65
三、	相位跃变	67
四、	驻波的能量	68
五、	振动的简正模式	68
10-6	多普勒效应	70
一、	波源不动,观察者相对介质以速度 v_0 运动	71
二、	观察者不动,波源相对介质以速度 v_s 运动	71
三、	波源与观察者同时相对介质运动	72
10-7	平面电磁波	75
一、	电磁波的产生与传播	76
二、	平面电磁波的特性	79
三、	电磁波的能量	80
四、	电磁波谱	81
*10-8	声波 超声波与次声波	83
一、	声波	83
二、	超声波	85
三、	次声波	86
	问题	86

习题	88
第十一章 光学	93
11-1 相干光	94
11-2 杨氏双缝干涉 劳埃德镜	97
一、杨氏双缝干涉	97
*二、缝宽对干涉条纹的影响 空间相干性	100
三、劳埃德镜	100
11-3 光程 薄膜干涉	102
一、光程	102
二、透镜不引起附加的光程差	103
三、薄膜干涉	104
*四、等倾干涉	107
11-4 劈尖 牛顿环	108
一、劈尖	108
二、牛顿环	111
11-5 迈克耳孙干涉仪 时间相干性	114
一、迈克耳孙干涉仪	114
*二、时间相干性	116
11-6 光的衍射	116
一、光的衍射现象	116
二、惠更斯-菲涅耳原理	118
三、菲涅耳衍射和夫琅禾费衍射	119
11-7 单缝衍射	120
11-8 圆孔衍射 光学仪器的分辨本领	125
11-9 衍射光栅	128
一、光栅	128
二、光栅衍射条纹的形成	130
三、衍射光谱	132
*四、X射线的衍射	133
11-10 光的偏振性 马吕斯定律	136
一、自然光 偏振光	137
二、偏振片 起偏与检偏	138
三、马吕斯定律	139
11-11 反射光和折射光的偏振	140
11-12 双折射	142

一、双折射的寻常光和非常光	142
* 二、惠更斯原理对双折射现象的解释	144
* 三、1/4 波片和半波片	145
* 四、人为双折射现象	146
* 11-13 液晶显示	147
一、液晶的分类	148
二、液晶的电光效应与显示原理	149
三、液晶显示	151
* 11-14 几何光学	151
一、几何光学基本定律	151
二、光在平面上的反射和折射成像	153
三、光在球面上的反射和折射成像	154
四、薄透镜	157
五、显微镜、望远镜和照相机	160
问题	162
习题	166
第十二章 气体动理论	172
12-1 平衡态 理想气体物态方程 热力学第零定律	172
一、气体的物态参量	172
二、平衡态	173
三、理想气体物态方程	174
四、热力学第零定律	175
12-2 物质的微观模型 统计规律性	176
一、分子的线度和分子力	176
二、分子热运动的无序性及统计规律性	177
12-3 理想气体的压强公式	178
一、理想气体的微观模型	179
二、理想气体的压强公式	179
12-4 理想气体分子的平均平动动能与温度的关系	182
12-5 能量均分定理 理想气体内能	183
一、自由度	183
二、能量均分定理	186
三、理想气体的内能	187
12-6 麦克斯韦气体分子速率分布律	188
一、测定气体分子速率分布的实验	189

二、麦克斯韦气体分子速率分布定律	190
三、三种统计速率	191
* 四、关于气体逃逸地球大气层问题和对克劳修斯的质疑	193
* 12-7 玻耳兹曼能量分布律 等温气压公式	194
一、玻耳兹曼能量分布律	194
二、重力场中的等温气压公式	196
12-8 分子平均碰撞次数和平均自由程	197
* 12-9 气体的迁移现象	199
一、粘滞现象	200
二、热传导现象	201
三、扩散现象	201
四、三种迁移系数	202
* 12-10 实际气体的范德瓦耳斯方程	204
问题	206
习题	207
第十三章 热力学基础	211
13-1 准静态过程 功 热量	211
一、准静态过程	211
二、功	212
三、热量	213
13-2 热力学第一定律 内能	214
13-3 理想气体的等体过程和等压过程 摩尔热容	215
一、等体过程 摩尔定体热容	215
二、等压过程 摩尔定压热容	217
* 三、固体热容	220
四、比热容	221
13-4 理想气体的等温过程和绝热过程* 多方过程	222
一、等温过程	222
二、绝热过程	223
三、绝热线和等温线	225
* 四、多方过程	228
13-5 循环过程 卡诺循环	229
一、循环过程	229
二、热机和致冷机	230
三、卡诺循环	232

13-6 热力学第二定律的表述 卡诺定理	235
一、热力学第二定律的两种表述	236
二、可逆过程与不可逆过程	237
三、卡诺定理	239
四、能量品质	239
13-7 熵 熵增加原理	240
一、熵	240
二、熵变的计算	243
三、熵增加原理	244
四、熵增加原理与热力学第二定律	245
13-8 热力学第二定律的统计意义	247
一、玻耳兹曼关系式——熵与热力学概率	247
二、无序度与热力学概率	249
* 三、自组织现象	250
* 13-9 信息熵简介	251
一、信息和熵的关系	251
二、信息量	252
三、信息熵	252
问题	253
习题	255
第十四章 相对论	261
14-1 伽利略变换式 牛顿的绝对时空观	262
一、伽利略变换式 经典力学的相对性原理	262
二、经典力学的绝对时空观	264
14-2 迈克耳孙-莫雷实验	264
14-3 狭义相对论的基本原理 洛伦兹变换式	267
一、狭义相对论的基本原理	267
二、洛伦兹变换式	268
三、洛伦兹速度变换式	270
14-4 狭义相对论的时空观	271
一、同时的相对性	271
二、长度的收缩	273
三、时间的延缓	275
* 四、关于时间延缓和长度收缩的实验证明	276
* 14-5 光的多普勒效应	277

14-6 相对论性动量和能量	279
一、动量与速度的关系	279
二、狭义相对论力学的基本方程	281
三、质量与能量的关系	282
四、质能公式在原子核裂变和聚变中的应用	285
五、能量与动量的关系	286
* 14-7 等离子体与受控核聚变	288
一、等离子体及其基本性质	288
二、等离子体在磁场中的特性	289
三、受控核聚变的展望	290
* 14-8 广义相对论简介	292
一、广义相对论的等效原理	292
二、广义相对论时空特性的几个例子	293
问题	296
习题	297
第十五章 量子物理	300
15-1 黑体辐射 普朗克能量子假设	301
一、黑体 黑体辐射	301
二、斯特藩-玻耳兹曼定律 维恩位移定律	302
三、黑体辐射的瑞利-金斯公式 经典物理的困难	304
四、普朗克假设 普朗克黑体辐射公式	307
15-2 光电效应 光的波粒二象性	309
一、光电效应实验的规律	310
二、光子 爱因斯坦方程	311
三、光电效应在近代技术中的应用	314
四、光的波粒二象性	315
15-3 康普顿效应	316
15-4 氢原子的玻尔理论	320
一、近代氢原子观的回顾	320
二、氢原子的玻尔理论及其困难	325
* 15-5 弗兰克-赫兹实验	328
15-6 德布罗意波 实物粒子的二象性	330
一、德布罗意假设	330
二、德布罗意波的实验证明	333
三、应用举例	335

四、德布罗意波的统计解释	336
15-7 不确定关系	336
15-8 量子力学简介	339
一、波函数 概率密度	340
二、薛定谔方程	342
三、一维势阱问题	344
* 四、对应原理	347
五、一维方势垒 隧道效应	348
15-9 氢原子的量子理论简介	349
一、氢原子的薛定谔方程	349
二、三个量子数	351
三、氢原子在基态时的径向波函数和电子的分布概率	353
* 15-10 多电子原子中的电子分布	356
一、电子自旋 自旋磁量子数	356
二、多电子原子中的电子分布	357
* 15-11 激光	362
一、自发辐射 受激辐射	362
二、激光原理	363
三、激光器	365
四、激光的特性和应用	366
* 15-12 半导体	367
一、固体的能带	367
二、本征半导体和杂质半导体	369
三、pn 结	371
四、光生伏特效应	373
* 15-13 超导电性	373
一、超导体的转变温度	373
二、超导体的主要特性	375
三、超导电性的 BCS 理论	376
四、超导的应用前景	377
* 15-14 扫描显微镜	378
一、STM 的原理简介	378
二、STM 的工作方式	379
三、STM 的应用	380
四、STM 的发展	380

* 15 - 15 纳米材料简介	383
一、纳米效应	383
二、纳米材料的制备	384
三、一种纳米新材料——碳纳米管	385
四、应用	385
问题	387
习题	388
下册习题答案	392
索引	400
照片说明	410

第九章 振 动

我们通常研究的振动是一种周期性的运动。所谓周期性运动是指在时间上具有重复性或往复性的一种运动,是遍及自然界及社会科学界的一种运动形式。比如:行星的运动、血液的循环、生态的循环、消费指数的振荡等等。如果周期性运动只限于物体在空间某位置附近的“一再往复出现”,就称为机械振动。例如心脏的跳动、钟摆的摆动、活塞的往复运动、固体中原子的振动等,都是机械振动。在物理学中,广义地说,凡描述物质运动状态的物理量,在某一数值附近作周期性的变化,都叫做振动。例如,交流电路中的电流在某一电流值附近作周期性的变化;光波、无线电波传播时,空间某点的电场强度和磁场强度随时间作周期性的变化等。这些振动常称为电磁振荡,虽然在本质上和机械振动不同,但对两者的描述却有着许多共同之处,所以,机械振动的基本规律也是研究其他振动以及波动、波动光学、无线电技术等的基础,在生产技术中有着广泛的应用。

本章主要研究简谐运动,并简要介绍阻尼振动、受迫振动和共振现象、电磁振荡等。

9-1 简谐运动 振幅 周期和频率 相位

一、简谐运动

振动的形式是多种多样的,情况大多比较复杂。如果振动可以用时间的单一谐和函数,即一个余弦或正弦函数来描述,就称为简谐运动。简谐运动是最简单、最基本的振动。下面以弹簧振子为例,研究简谐运动的运动规律。

如图9-1所示,把轻弹簧(质量可以忽略不计)的左端固定,右端连一质量为 m 的物体,放置在光滑的水平面上。物体所受的阻力略去不计。当物体在位置 O 时,弹簧具有自然长度[图9-1(a)],此时物体在水平方向所受的合外力为