



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

Physics

物理学

(第六版) 下册

东南大学等七所工科院校 编
马文蔚 周雨青 解希顺 改编

高等教育出版社



“十二五”普通高等教育本



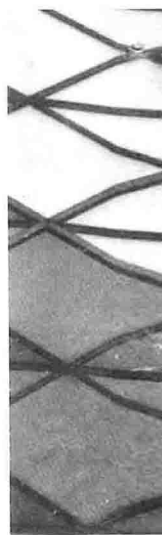
面向 2 1 世 纪

Textbook Series for 21st Century

物理学

(第六版) 下册

东南大学等七所工科院校 编
马文蔚 周雨青 解希顺 改编



WULIXUE

高等教育出版社·北京

内容提要

本书是在《物理学》(第五版)基础上,参照教育部高等学校物理学与天文学教学指导委员会编制的《理工科类大学物理课程教学基本要求》(2010年版)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,适应面广等特点,添加了部分近代物理的内容,加强用现代观点来诠释经典物理的思想,从而体现出物理学的发展对人类认识自然所起到的基础性作用。

本书分为上、下两册,上册包括力学和电磁学,下册包括振动和波动、光学、气体动理论和热力学基础、相对论、量子物理和原子核与粒子物理简介等。与本书相配套的还有《物理学(第六版)电子教案》《物理学原理在工程技术中的应用》(第四版)、《物理学(第六版)习题分析与解答》和《物理学(第六版)学习指导》等。

本书可作为高等学校理工科非物理类专业的教材,也可供文理科相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/东南大学等七所工科院校编;马文蔚,周雨青,解希顺改编.--6版.--北京:高等教育出版社,2014.8

ISBN 978-7-04-040390-9

I. ①物… II. ①东…②马…③周…④解… 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(2014)第 161254 号

策划编辑 郭亚娜

责任编辑 张海雁

封面设计 王凌波

版式设计 王艳红

插图绘制 尹文军

责任校对 殷然

责任印制 张福涛

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 北京市白帆印务有限公司
开 本 787mm×960mm 1/16
印 张 30
字 数 550千字
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.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>
版 次 1978年2月第1版
2014年8月第6版
印 次 2014年8月第1次印刷
定 价 42.00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 40390-00

振动、波动、光学、热学和 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
波数	σ	每米	m^{-1}
角波数	k	弧度每米	$\text{rad} \cdot \text{m}^{-1}$
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	$\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$
分子平均自由程	$\bar{\lambda}$	米	m

量		单位	
名称	符号	名称	符号
分子平均碰撞频率	\bar{Z}	次每秒	s^{-1}
黏度	η	帕斯卡秒	$Pa \cdot s$
热导率	κ	瓦特每米开尔文	$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$
扩散系数	D	二次方米每秒	$m^2 \cdot s^{-1}$
比热容	c	焦耳每千克开尔文	$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$
摩尔热容	$C_m, C_{v,m}, C_{p,m}$	焦耳每摩尔开尔文	$J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$
摩尔热容比	$\gamma = C_{p,m} / C_{v,m}$	—	1
热机效率	η	—	1
制冷机制冷系数	e	—	1
熵	S	焦耳每开	$J \cdot K^{-1}$
辐射出射度	M	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	a_0	米	m

续表

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

第九章 振动	1
9-1 简谐振动 振幅 周期和频率 相位	2
一、简谐振动	2
二、振幅	4
三、周期和频率	4
四、相位	5
五、常量 A 和 φ 的确定	6
9-2 旋转矢量	6
9-3 单摆和复摆	11
一、单摆	11
二、复摆	12
9-4 简谐振动的能量	13
9-5 简谐振动的合成	16
一、两个同方向同频率简谐振动的合成	16
二、两个相互垂直的同频率的简谐振动的合成	17
三、多个同方向同频率简谐振动的合成	20
四、两个同方向不同频率简谐振动的合成 拍	21
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	29
一、振荡电路 无阻尼自由电磁振荡	29
二、无阻尼电磁振荡的振荡方程	30
三、无阻尼电磁振荡的能量	31
9-8 简述非线性系统	33
问题	36
习题	37
第十章 波动	44
10-1 机械波的几个概念	45
一、机械波的形成	45

二、横波与纵波	45
三、波长 波的周期和频率 波速	46
四、波线 波面 波前	48
10-2 平面简谐波的波函数	49
一、平面简谐波的波函数	49
二、波函数的物理含义	51
10-3 波的能量 能流密度	55
一、波动能量的传播	55
二、能流和能流密度	57
10-4 惠更斯原理 波的衍射和干涉	58
一、惠更斯原理	58
二、波的衍射	59
三、波的干涉	60
10-5 驻波	64
一、驻波的产生	64
二、驻波方程	65
三、相位跃变	68
四、驻波的能量	68
五、振动的简正模式	69
10-6 多普勒效应	71
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	72
三、波源与观察者同时相对介质运动	73
10-7 平面电磁波	77
一、电磁波的产生与传播	77
二、平面电磁波的特性	80
三、电磁波的能量	81
四、电磁波谱	82
10-8 声波 超声波与次声波	84
一、声波	84
二、超声波	86
三、次声波	87
问题	87
习题	89
第十一章 光学	95
11-1 相干光	97
11-2 杨氏双缝干涉 劳埃德镜	99
一、杨氏双缝干涉	99

二、杨氏双缝干涉的光强分布	102
三、光程和光程差	103
四、缝宽对干涉条纹的影响 空间相干性	105
五、劳埃德镜	106
11-3 薄膜干涉	108
一、薄膜干涉的光程差	108
二、等倾干涉	113
11-4 劈尖 牛顿环 迈克耳孙干涉仪	113
一、劈尖	113
二、牛顿环	117
三、迈克耳孙干涉仪	119
四、时间相干性	121
11-5 光的衍射	122
一、光的衍射现象	122
二、惠更斯-菲涅耳原理	124
三、菲涅耳衍射和夫琅禾费衍射	124
11-6 夫琅禾费单缝衍射	125
11-7 夫琅禾费圆孔衍射 光学仪器的分辨本领	130
11-8 衍射光栅	133
一、光栅	134
二、光栅衍射条纹的形成	135
三、衍射光谱	138
四、X射线的衍射	140
11-9 光的偏振性 马吕斯定律	143
一、自然光 偏振光	143
二、偏振片 起偏与检偏	144
三、马吕斯定律	145
11-10 反射光和折射光的偏振	147
11-11 双折射	149
一、双折射的寻常光和非常光	149
二、惠更斯原理对双折射现象的解释	152
三、 $1/4$ 波片和半波片	153
四、人为双折射现象	153
11-12 偏振光的干涉	155
一、椭圆偏振光和圆偏振光	155
二、偏振光的干涉	156
11-13 液晶	158
一、液晶的分类	158

二、液晶的电光效应与显示原理	159
三、液晶显示	160
* 11-14 几何光学	162
一、几何光学基本定律	162
二、光在平面上的反射和折射成像	164
三、光在球面上的反射和折射成像	165
四、薄透镜	168
五、显微镜、望远镜和照相机	171
问题	173
习题	177
第十二章 气体动理论	184
12-1 平衡态 理想气体物态方程 热力学第零定律	185
一、气体的物态参量	185
二、平衡态	186
三、理想气体物态方程	186
四、热力学第零定律	188
12-2 物质的微观模型 统计规律性	188
一、分子的线度和分子力	188
二、分子热运动的无序性及统计规律性	189
12-3 理想气体的压强公式	191
一、理想气体的微观模型	191
二、理想气体的压强公式	192
12-4 理想气体分子的平均平动动能与温度的关系	194
12-5 能量均分定理 理想气体的内能	196
一、自由度	196
二、能量均分定理	199
三、理想气体的内能	199
12-6 麦克斯韦气体分子速率分布律	200
一、测定气体分子速率分布的实验	201
二、麦克斯韦气体分子速率分布律	203
三、三种统计速率	204
* 四、关于气体逃逸地球大气层问题和对克劳修斯的质疑	206
* 12-7 玻耳兹曼能量分布律 等温气压公式	207
一、玻耳兹曼能量分布律	207
二、重力场中的等温气压公式	209
12-8 分子的平均碰撞频率和平均自由程	210
* 12-9 气体的迁移现象	212

一、黏性现象	212
二、热传导现象	213
三、扩散现象	214
四、三种迁移系数	215
12-10 实际气体的范德瓦耳斯方程	217
问题	219
习题	220
第十三章 热力学基础	224
13-1 准静态过程 功 热量	225
一、准静态过程	225
二、功	226
三、热量	226
13-2 热力学第一定律 内能	227
13-3 理想气体的等体过程和等压过程 摩尔热容	229
一、等体过程 摩尔定容热容	229
二、等压过程 摩尔定压热容	231
三、固体热容	234
四、比热容	235
13-4 理想气体的等温过程和绝热过程 多方过程	236
一、等温过程	236
二、绝热过程	237
三、绝热线和等温线	239
四、多方过程	242
13-5 循环过程 卡诺循环	243
一、循环过程	243
二、热机和制冷机	244
三、卡诺循环	246
13-6 热力学第二定律的表述 卡诺定理	250
一、热力学第二定律的两种表述	250
二、可逆过程与不可逆过程	252
三、卡诺定理	253
四、能量品质	253
13-7 熵 熵增加原理	254
一、熵	254
二、熵变的计算	257
三、熵增加原理	259
四、熵增加原理与热力学第二定律	259
13-8 热力学第二定律的统计意义	262

一、熵与无序度	262
二、无序度与微观状态数	263
三、熵与热力学概率 玻耳兹曼关系式	264
四、自组织现象	266
* 13-9 信息熵简介	267
一、信息和熵的关系	267
二、信息量	267
三、信息熵	268
问题	269
习题	270
第十四章 相对论	278
14-1 伽利略变换式 经典力学的绝对时空观	280
一、伽利略变换式 经典力学的相对性原理	280
二、经典力学的绝对时空观	282
14-2 迈克耳孙-莫雷实验否定绝对参考系的存在	282
14-3 狭义相对论的基本原理 洛伦兹变换式	285
一、狭义相对论的基本原理	285
二、洛伦兹变换式	286
三、洛伦兹速度变换式	287
14-4 狭义相对论的时空观	289
一、同时的相对性	289
二、长度的收缩	291
三、时间的延缓	293
四、关于时间延缓和长度收缩的实验证明	294
14-5 光的多普勒效应	295
14-6 相对论性动量和能量	298
一、动量与速度的关系	298
二、狭义相对论力学的基本方程	299
三、质量与能量的关系	300
四、质能公式在原子核裂变和聚变中的应用	303
五、动量与能量的关系	305
14-7 等离子体与受控核聚变	307
一、等离子体及其基本性质	307
二、等离子体在磁场中的特性	308
三、受控核聚变的展望	309
14-8 广义相对论简介	310
一、广义相对论的等效原理	310
二、广义相对论时空特性的几个例子	312

问题	314
习题	316
第十五章 量子物理	319
15-1 黑体辐射 普朗克量子假设	321
一、黑体 黑体辐射	321
二、斯特藩-玻耳兹曼定律 维恩位移定律	322
三、黑体辐射的瑞利-金斯公式 经典物理的困难	324
四、普朗克假设 普朗克黑体辐射公式	327
15-2 光电效应 光的波粒二象性	332
一、光电效应实验的规律	332
二、光子 爱因斯坦方程	333
三、光电效应在近代技术中的应用	336
四、光的波粒二象性	337
15-3 康普顿效应	338
15-4 氢原子的玻尔理论	343
一、近代氢原子观的回顾	343
二、氢原子的玻尔理论及其困难	348
15-5 弗兰克-赫兹实验	351
15-6 德布罗意波 实物粒子的二象性	352
一、德布罗意假设	353
二、德布罗意波的实验证明	355
三、应用举例	358
四、德布罗意波的统计解释	359
15-7 不确定关系	359
15-8 量子力学简介	362
一、波函数 概率密度	363
二、薛定谔方程	365
三、一维势阱问题	367
四、对应原理	370
五、一维方势垒 隧道效应	372
15-9 氢原子的量子理论简介	373
一、氢原子的薛定谔方程	373
二、三个量子数	375
三、氢原子在基态时的径向波函数和电子的分布概率	377
15-10 多电子原子中的电子分布	379
一、电子自旋 自旋磁量子数	379
二、多电子原子中的电子分布	381

* 15-11 激光	386
一、自发辐射 受激辐射	386
二、激光原理	387
三、激光器	389
四、激光的特性和应用	390
* 15-12 半导体	391
一、固体的能带	391
二、本征半导体和杂质半导体	393
三、pn 结	395
四、光生伏打效应	397
* 15-13 超导电性	398
一、超导体的转变温度	398
二、超导体的主要特性	399
三、超导电性的 BCS 理论	400
四、超导的应用前景	401
五、简介约瑟夫森效应	402
* 15-14 扫描隧穿显微镜	402
一、STM 的原理简介	403
二、STM 的工作方式	404
三、STM 的应用	404
四、STM 的发展	405
* 15-15 纳米材料简介	407
一、纳米效应	407
二、纳米材料的制备	409
三、与碳纳米有关的两种新材料	409
问题	411
习题	413
* 第十六章 原子核与粒子物理简介	417
16-1 原子核的基本性质和规律	418
一、原子核的基本性质	418
二、原子核的变化及其规律	422
16-2 粒子的相互作用及粒子分类	426
一、相互作用	426
二、粒子分类	428
三、粒子的观察	430
16-3 守恒定律、对称性和标准模型	430
一、守恒量与对称性	430
二、标准模型	432

问题	432
习题	432
习题答案	434
索引	443
照片说明	454

第九章 振 动

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, 例如行星的运动、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.

本章主要研究简谐振动, 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 简谐振动 振幅 周期和频率 相位

一、简谐振动

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,就称为简谐振动.简谐振动是最简单、最基本的振动.下面以弹簧振子为例,研究简谐振动的运动规律.

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零,位置 O 叫做平衡位置.取平衡位置 O 为坐标原点,水平向右为 Ox 轴的正方向.现将物体向右移到位置 B [图 9-1(b)].此时,由于弹簧被拉长而使物体受到一个指向平衡位置的弹性力.撤去外力后,物体将会在弹性力的作用下向左加速运动,当抵达平衡位置时,物体所受的弹性力减小到零.但物体的惯性会使它继续向左运动,致使弹簧被压缩,因弹簧被压缩而出现的弹性力将阻碍物体的运动,使物体的运动速度减小,到达点 C 时,速度减小到零[图 9-1(c)].此时物体又将在弹性力的作用下,从 C 点返回,向右运动.这样,在弹性力作用下,物体将在平衡位置附近作往复运动,这一包含弹簧和物体的振动系统就叫做弹簧振子

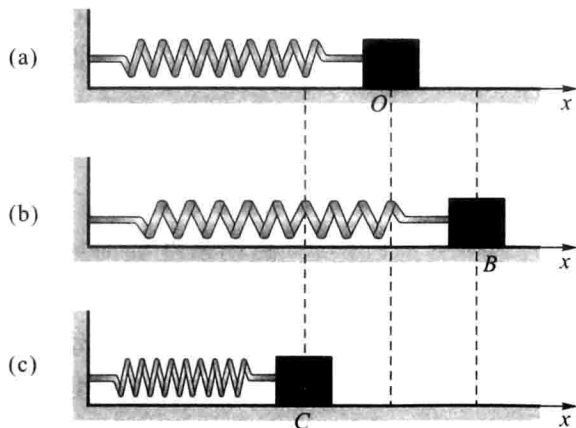


图 9-1 弹簧振子的振动

由胡克定律可知,物体所受到的弹性力 F ,与物体相对于平衡位置的位移 x 成正比,弹性力的方向与位移的方向相反,始终指向平衡位置,故此力常称为恢复力.于是有