

(原书第8版)

Mc
Graw
Hill
Education

物理学与生活

The Physics of Everyday Phenomena
A Conceptual Introduction to Physics, Eighth Edition

◇ [美] W. Thomas Griffith Juliet W. Brosing 著
◇ 秦克诚 译



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

(原书第8版)

物理学与生活

The Physics of Everyday Phenomena
A Conceptual Introduction to Physics, Eighth Edition

[美] W. Thomas Griffith 著
Juliet W. Brossing

秦克诚 译



Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书针对的是一学期的概念性物理课程。全书共分 6 单元 21 章, 内容包括力学、热力学、电磁学、光学、核物理学、近代物理学等, 具体涉及运动的基本概念, 落体运动和抛体运动, 牛顿运动定律, 圆周运动, 行星和引力, 能量和振动, 冲量和动量, 转动, 流体, 温度和热力学, 热机和热力学第二定律, 静电现象, 电路, 磁体和电磁学, 波的生成, 光波和颜色, 光和成像, 原子的结构, 原子核和核能, 相对论, 日常现象深入研究等。本书的特点是在介绍物理学概念的同时, 引入了可用这些概念来解释的日常现象, 强调了物理学的实用性及其与日常生活的关联性, 而不要求读者具备高深的数学知识。

全书以叙述性文体撰写, 并用事先设定的问题将读者引入有关物理思想的对话中。因此, 本书适合那些有兴趣了解物理世界的本质并希望解释日常物理现象的人们, 也可作为大学预科学生的导论性物理学教材。

W. Thomas Griffith, Juliet W. Brossing: The Physics of Everyday Phenomena: A Conceptual Introduction to Physics, Eighth Edition
9780073513904

Copyright © 2015 by McGraw-Hill Education.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including without limitation photocopying, recording, taping, or any database, information or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

This authorized Chinese translation edition is jointly published by McGraw-Hill Education and Publishing House of Electronics Industry. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan.

Copyright © 2016 by McGraw-Hill Education and Publishing House of Electronics Industry.

版权所有。未经出版人事先书面许可, 对本出版物的任何部分不得以任何方式或途径复制或传播, 包括但不限于复印、录制、录音, 或通过任何数据库、信息或可检索的系统。本授权中文简体翻译版由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司和电子工业出版社合作出版。此版本经授权仅限在中国大陆销售。

版权©2016 由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司与电子工业出版社所有。

本书封面贴有 McGraw-Hill Education 公司防伪标签, 无标签者不得销售。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2014-6343

图书在版编目(CIP)数据

物理学与生活: 第 8 版/ (美) 格瑞福斯(Griffith, W. T.), (美) 布罗斯(Brossing, J. W.) 著; 秦克诚译.

北京: 电子工业出版社, 2016.1

书名原文: The Physics of Everyday Phenomena: A Conceptual Introduction to Physics, Eighth Edition

ISBN 978-7-121-27673-6

I. ①物… II. ①格… ②布… ③秦… III. ①物理学—青少年读物 IV. ①O4-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 285527 号

策划编辑: 谭海平

责任编辑: 谭海平 特约编辑: 王 崧

印 刷: 北京中新伟业印刷有限公司

装 订: 北京中新伟业印刷有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 25 字数: 640 千字

版 次: 2016 年 1 月第 1 版(原著第 8 版)

印 次: 2016 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 68.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

序 言

我们经常看到彩虹、滑冰者急速自转和潮涨潮落等日常现象。了解彩虹是怎样形成的、滑冰者为什么会急速自转和潮汐为什么会涨落，会使人得到满足，而这种满足感是培育科学素养的动力之一。本书试图让非科技人员也具有这种满足感。本书针对的是一学期的概念性物理课程，因此以叙述性文体撰写，并用事先设定的问题将读者引入有关物理思想的对话中。因此，本书适合那些有兴趣了解物理世界的本质并希望解释日常物理现象的人们。

本书的组织方式

除了在第 4 版中重新调整了第 15~17 章的顺序外，后续版本基本上未对章节顺序进行调整。尽管这种章节顺序的安排符合传统做法，但我们还是做了一些变动。关于能量的一章（第 6 章）现在调整到了关于动量的一章（第 7 章）之前，因此在讨论碰撞时就可以使用能量的概念。波动在第 15 章讨论，它安排在关于电学和磁学的内容之后、光学内容（第 16 章和第 17 章）之前。关于流体的一章（第 9 章）安排在关于力学的各章之后、热力学的各章之前。前 17 章介绍经典物理学的主要思想，经过适当的删节后适用于一个学期的课程。

全部 21 章适合于一学期的课程，如果要透彻且细致地介绍物理思想，本书也适合于两个学期的课程。即使是在一学期的课程中，许多教师认为讨论原子现象的第 18 章和讨论原子核现象的第 19 章必不可少。因此，若在一学期的课程中使用本书，那么这里建议削减其他章节的内容，以减轻学生的学习负担。

有些教师在讲授时，更喜欢将关于相对论的第 20 章放在关于力学的各章之后，或放在关于近代物理学的各章之前。尽管相对论与日常现象的关联并不紧密，但本书中包含它们的原因是学生对此很感兴趣。第 21 章介绍了现代物理学中的几个热门主题，如粒子物理学、宇宙学、半导体和超导电性，包含这些主题的目的是为了提升学生的学习兴趣。

我们并不希望在短时间内教授或学习太多的内容。我们已尽力使本书保持合理的篇幅，同时覆盖物理学引论书籍应包含的核心概念。要了解这些概念，需要有充分的讨论和思考时间。欲速则不达。若试图很快地学完本书，则掌握的将只是词语和定义。如果能很好地理解所学的内容，那么少即是多。

概念性物理课程中的数学

对许多主修非科学专业的学生而言，物理学课程中关于数学的内容越少越好。尽管有人曾试图不用任何数学知识来讲授概念性物理课程，但这种做法错失了帮助学生树立信心来使用和处理简单定量关系的机会。

显然，数学是表示物理学中定量关系的有力工具。因此，我们可以在物理学中对数学的使用加以限制，让其只从属于要讨论的物理概念。本书第 1 版推出后，读者认为书中的数学公式太多，理解起来有困难。因此我们在再版的书中删除了大量的数学公式。由于多数读者认同这样的改动，因此在本书随后的各版中保持了这一特性。

本书的一个显著特点是逻辑性强。书中的每章都是在介绍基本概念后，才给出相应的数学公式，并用文字详细解释了各个数学公式。为便于理解相关的概念，书中提供了许多简单的例子，这些例子仅需要学生掌握高中的代数知识。

本版的新内容

第8版做了几处重大的改动。在本书的改进过程中，我们仍遵循的此前指导原则，即章数和整个内容的篇幅都不能太长。许多图书会随用户和评论者的要求添加相关的主题，因此会变得“臃肿”不堪。我们在添加内容时非常审慎，总体而言有增有减，但篇幅保持不变。

日常现象专栏是帮助学生了解物理学与日常世界间的关系的一条途径。我们改写了日常现象专栏19.2，它原来是关于切尔诺贝利核事故的，现在换成了日本福岛的核反应堆事故。

除了这些特别的改动之外，还更新了照片和插图。此外，还修改了书中的多处文字内容，以便读者更易于理解那些有难度的概念。

- 强调了能量的概念。尽管本书是一本关于物理学基本概念的教程，但我们希望本书有助于讲授能量这一概念的教师。本书未来的版本仍将强调这一点。
- 改进了版式和文字说明。尽管本书概念的清晰性受到了用户的称赞，但仍具有改进的空间。用户指出了许多关于装帧和文字的改进之处，因此我们对此进行了改进。

每章的序言

每章的章首都有一幅源自日常经验的图片，接着以它为主题引入有关的物理概念。对许多学生而言，物理学很抽象，但日常现象和具体的例子降低了这种抽象性。“本章概述”列出了读者阅读该章后可望学到的内容，介绍了要讨论的概念及它们之间的关系，可让学生在学时保持专注性和条理性。“本章大纲”包含了该章正文中各节的标题，并提出了一些问题，可指导学生需要具备哪些知识来理解该章的重要概念。

各章的大纲和小结为所介绍的概念给出了清晰的框架。学习物理学的困难之一是，学生有时无法将各个概念关联起来。前后一致的框架是帮助学生将各个概念融合起来的强大工具。

其他行文特征

只要有可能，本书就会基于日常现象来引入物理概念。为实现这一目标，本书具有使读者有效研究日常现象的物理学的特点。不多的关键概念是理解物理学的基础，行文的方式强调了这一特点，读者不会迷失在定义和公式中。

- 每节的结尾提供了加有灰底的一段内容，它们是对每章章末更一般性小结的补充。
- 各节的标题常常写成疑问句的方式，以激发学生的好奇心。
- 日常现象专栏将正文中讨论的物理概念与现实生活中的主题、社会问题和现代技术关联起来，强调了物理学的实用性及它与日常生活是如何关联的。第1章和最后两章各有一个日常现象专栏，其他各章中的每章则有两个。
- 例题出现在各章的正文中，仔细研究这些例题可帮助学生更好地了解物理学中的解题方法。
- “可以讨论的问题”提供了有关能量和环境等没有标准答案的问题，可以作为课堂讨论、完成作业之用。
- 每章末尾的“小结”突出了该章的关键内容，并与章首序言中的重要概念相呼应。

目录

CONTENTS

第1章 物理学是基础科学	1	1.3.1 物理学如何定义?	8
1.1 能量是怎么回事?	2	1.3.2 物理学的主要分支有哪些?	8
1.1.1 全球变暖的争论	2	1.4 测量和数学在物理学中的作用	9
1.1.2 能量是怎样卷入的?	3	1.4.1 为什么测量这么重要?	9
1.1.3 物理学和能量	3	1.4.2 数学能帮什么忙?	10
1.2 科学事业	4	1.4.3 为什么使用公制单位?	10
1.2.1 科学和彩虹	4	1.5 物理学和日常现象	11
1.2.2 什么是科学方法?	5	1.5.1 为什么要研究日常现象?	11
1.2.3 应当如何介绍科学?	6	小结	12
1.2.4 可以讨论的问题	6	关键词语	13
1.3 物理学的范围	7		

第1单元 牛顿革命

第2章 运动的描述	16	2.5.1 匀加速运动中速度怎样变化?	28
2.1 平均速率和瞬时速率	17	2.5.2 走过的距离如何随时间变化?	28
2.1.1 平均速率的定义	17	小结	29
2.1.2 速率的单位	17	关键词语	30
2.1.3 瞬时速率	18	第3章 落体运动和抛体运动	31
2.1.4 可以讨论的问题	19	3.1 重力引起的加速度	32
2.2 速度	20	3.1.1 如何测量重力加速度?	32
2.2.1 速率和速度的区别	20	3.1.2 伽利略关于落体运动的想法与 亚里士多德的想法有何不同?	34
2.2.2 矢量	21	3.2 落体追踪	34
2.2.3 瞬时速度的定义	21	3.2.1 速度如何随时间变化?	35
2.3 加速度	21	3.2.2 小球在不同时间里下落多大的距离?	35
2.3.1 平均加速度的定义	22	3.2.3 下扔小球	36
2.3.2 瞬时加速度的定义	23	3.3 向上扔球	38
2.3.3 加速度的方向	23	3.3.1 小球的速度如何变化?	38
2.3.4 汽车速率不变时能作加速运动吗?	23	3.3.2 小球能飞到多高?	39
2.4 运动的图形表示	24	3.4 抛体运动	40
2.4.1 一幅图形能告诉我们什么?	24	3.4.1 抛体的轨迹是什么样子的?	40
2.4.2 速度图和加速度图	25	3.4.2 飞行时间由什么决定?	41
2.4.3 能从速度图求走过的距离吗?	26		
2.5 匀加速运动	27		

3.5 打靶	42	5.1.3 向心加速度的大小有多大?	66
3.5.1 枪支射出的子弹会下落吗?	42	5.1.4 什么力产生向心加速度?	66
3.5.2 橄榄球的飞行	43	5.2 向心力	67
3.5.3 怎样才能达到最大的距离?	43	5.2.1 什么力帮助汽车顺利通过弯道?	67
小结	46	5.2.2 弯道修成内低外高会发生什么?	69
关键术语	46	5.2.3 坐摩天轮时遇到哪些力?	70
第4章 牛顿运动定律:运动的解释	47	5.3 行星运动	71
4.1 历史简述	48	5.3.1 早期的天界模型是什么样?	71
4.1.1 亚里士多德关于运动的原因 有何看法?	48	5.3.2 哥白尼与托勒密的模型有何区别?	72
4.1.2 伽利略怎样挑战亚里士多德的 看法?	49	5.3.3 开普勒行星运动定律	73
4.1.3 牛顿完成了什么业绩?	49	5.4 牛顿万有引力定律	75
4.2 牛顿第一定律和第二定律	51	5.4.1 牛顿有什么惊人发现?	75
4.2.1 什么是牛顿第一运动定律?	51	5.4.2 什么是牛顿万有引力定律?	75
4.2.2 力和加速度有什么关系?	51	5.4.3 重量与引力定律怎样关联?	76
4.2.3 力怎样相加?	52	5.5 月亮和其他卫星	77
4.3 质量和重量	54	5.5.1 如何解释月相?	77
4.3.1 如何对质量进行比较?	54	5.5.2 月亮服从开普勒定律吗?	78
4.3.2 如何定义重量?	54	5.5.3 人造卫星的轨道	79
4.3.3 为何重力加速度与质量无关?	55	5.5.4 可以争论的问题	79
4.4 牛顿第三定律	56	小结	80
4.4.1 第三定律怎样帮助我们定义力?	56	关键术语	81
4.4.2 怎样用第三定律来证认力?	56	第6章 能量和振动	82
4.4.3 一头骡子能够加速一辆小车吗?	57	6.1 简单机械、功和功率	83
4.4.4 什么力使汽车加速?	57	6.1.1 什么是简单机械?	83
4.5 牛顿定律的应用	59	6.1.2 功怎么定义?	84
4.5.1 推椅子时涉及哪些力?	59	6.1.3 任何力都做功吗?	84
4.5.2 跳伞运动员不开伞时会持续 加速吗?	60	6.1.4 功和功率有什么关系?	85
4.5.3 小球扔出后发生了什么事情?	61	6.2 动能	85
4.5.4 怎样分析连接在一起物体的运动?	61	6.2.1 如何定义动能?	85
小结	62	6.2.2 什么是负功?	86
关键术语	63	6.2.3 汽车的停车距离	86
第5章 圆周运动、行星和引力	64	6.3 势能	87
5.1 向心加速度	65	6.3.1 什么是重力势能?	87
5.1.1 什么是向心加速度?	65	6.3.2 势能的实质是什么?	87
5.1.2 怎样求速度的改变量 Δv ?	66	6.3.3 什么是弹性势能?	88
		6.3.4 什么是保守力?	89
		6.4 能量守恒	89
		6.4.1 摆在摆动时的能量有何变化?	89
		6.4.2 能量守恒是什么意思?	89
		6.4.3 为什么使用能量的概念?	90

6.4.4	能量分析为何像记账似的?	91
6.4.5	可以争论的问题	92
6.5	弹簧和简谐运动	94
6.5.1	拴在弹簧上的质块的振动	94
6.5.2	什么是周期和频率?	95
6.5.3	任何回复力都产生简谐运动吗?	95
	小结	96
	关键术语	97
第7章	动量和冲量	98
7.1	动量和冲量	99
7.1.1	小球弹跳时发生了什么事?	99
7.1.2	怎样分析如此快速的变化?	99
7.1.3	什么是冲量和动量?	100
7.1.4	如何应用冲量-动量原理?	100
7.2	动量守恒	102
7.2.1	动量为何及何时守恒?	103
7.2.2	动量守恒和碰撞	103
7.3	反冲	104
7.3.1	什么是反冲?	104
7.3.2	猎枪的反冲	105
7.3.3	火箭怎么工作?	105
7.4	弹性碰撞和非弹性碰撞	106
7.4.1	什么是完全非弹性碰撞?	106
7.4.2	碰撞中能量守恒吗?	106
7.4.3	台球弹跳时发生了什么事?	107
7.5	互成一角度的碰撞	108
7.5.1	二维非弹性碰撞	108
7.5.2	二维弹性碰撞	110
7.5.3	可以讨论的问题	111

	小结	111
	关键术语	112
第8章	固体的转动	113
8.1	什么是转动?	114
8.1.1	角位移和角速度	114
8.1.2	什么是角加速度?	115
8.1.3	恒定角加速度	115
8.1.4	线速度和角速度有什么关系?	116
8.2	转矩和杆秤	116
8.2.1	杆秤何时平衡?	116
8.2.2	什么是转矩?	117
8.2.3	多个转矩如何相加?	118
8.2.4	什么重心?	118
8.3	转动惯量和牛顿第二定律	119
8.3.1	什么是转动惯量?	119
8.3.2	适用于转动的牛顿第二定律	120
8.3.3	求旋转木马的转动惯量	121
8.4	角动量守恒	122
8.4.1	什么是角动量?	122
8.4.2	角动量何时守恒?	122
8.4.3	滑冰运动员自转速率的变化	123
8.4.4	开普勒第二定律	124
8.5	骑自行车和其他惊人绝技	125
8.5.1	角动量是矢量吗?	125
8.5.2	角动量和自行车	126
8.5.3	旋转凳和陀螺	127
	小结	129
	关键术语	130

第2单元 流体的行为和热学

第9章	流体的行为	132
9.1	压强和帕斯卡原理	133
9.1.1	压强如何定义?	133
9.1.2	什么是帕斯卡原理?	134
9.1.3	水压机如何工作?	134
9.2	气压和气体的行为	135
9.2.1	怎样测量气压?	135
9.2.2	气压如何变化?	136
9.2.3	空气柱的重量	137
9.2.4	气体的体积如何随压强改变?	138

9.3	阿基米德原理	140
9.3.1	什么是阿基米德原理?	140
9.3.2	浮力来源于什么?	140
9.3.3	有哪些力作用在浮体上?	141
9.3.4	为何一艘钢船会浮在水面上?	142
9.3.5	气球何时上浮?	142
9.4	运动的流体	143
9.4.1	为什么流速会变?	143
9.4.2	黏性如何影响流动?	144
9.4.3	层流和湍流	145
9.5	伯努利原理	146

9.5.1	什么是伯努利原理?	146
9.5.2	管道和软管中各处压力 如何变化?	146
9.5.3	气流和伯努利原理	147
9.5.4	商店前的广告球为何会 悬在空中?	147
	小结	149
	关键术语	150
第 10 章	温度和热量	151
10.1	温度及其测量	152
10.1.1	怎样测量温度?	152
10.1.2	温标的发展	153
10.1.3	有热力学零度吗?	154
10.2	热量和比热	155
10.2.1	什么是比热?	155
10.2.2	热量和温度有何区别?	156
10.2.3	热量怎样参与融化或凝固 过程?	156
10.3	焦耳实验和热力学第一定律 ..	159
10.3.1	焦耳实验表明了什么?	159
10.3.2	热力学第一定律	160
10.3.3	什么是内能?	160
10.3.4	计算食物的热量	161
10.4	气体的行为与热力学 第一定律	162
10.4.1	压缩气体时发生什么事?	162
10.4.2	内能与温度有什么关系?	162
10.4.3	怎样保持气体的温度不变?	163
10.4.4	热气球中的气体发生了什么?	163
10.5	热流	164

10.5.1	热传导产生的热流	164
10.5.2	什么是对流?	165
10.5.3	什么是辐射, 辐射怎样传 递能量?	166

小结

关键术语

第 11 章 热机和热力学第二定律

11.1 热机

11.1.1 热机是干什么的?

11.1.2 热机的效率

11.1.3 热力学第一定律关于热机告诉
我们什么?

11.2 热力学第二定律

11.2.1 什么是卡诺机?

11.2.2 卡诺循环包含哪几步?

11.2.3 卡诺机的效率是多少?

11.2.4 热力学第二定律

11.3 制冷机、热泵和焓

11.3.1 制冷机和热泵是干什么的?

11.3.2 热力学第二定律的克劳修斯
表述

11.3.3 什么是焓?

11.4 热电厂和能源

11.4.1 热电厂是如何工作的?

11.4.2 化石燃料的替代者

11.4.3 高品位热量和低品位热量

11.4.4 可以讨论的问题

11.5 永动机和能量骗局

11.5.1 第一类永动机

11.5.2 第二类永动机

小结

关键术语

第 3 单元 电学和磁学

第 12 章 静电现象

12.1 电荷的作用

12.1.1 从木髓球实验能学到什么?

12.1.2 什么是验电器?

12.1.3 富兰克林的单流体模型

12.2 导体和绝缘体

12.2.1 绝缘体与导体有何不同?

12.2.2 用感应让导体起电

12.2.3 为何绝缘体被吸向带电物体?

12.3 静电力: 库仑定律

12.3.1 库仑是怎样测量静电力的?

12.3.2 库仑的测量结果如何?

12.3.3 库仑定律与万有引力定律的比较	197	13.5.1 交流与直流电有哪些区别?	220
12.4 电场	198	13.5.2 什么是电流和电压的有效值?	221
12.4.1 求几个电荷所施加的力	198	13.5.3 家用电路如何布线?	221
12.4.2 什么是电场?	198	小结	222
12.4.3 电场线是怎样用的?	199	关键术语	223
12.5 电势	200	第 14 章 磁体和电磁学	224
12.5.1 求电荷势能的变化	200	14.1 磁体和磁力	225
12.5.2 什么是电势?	201	14.1.1 什么是磁极?	225
12.5.3 电势和电场的关系	202	14.1.2 磁力和库仑定律	226
小结	204	14.1.3 能将场线与磁体联系起来吗?	226
关键术语	205	14.1.4 地球是一个磁体吗?	227
第 13 章 电路	206	14.2 电流的磁效应	228
13.1 电路和电流	207	14.2.1 一个出乎意料的效应	228
13.1.1 怎样使灯泡发光?	207	14.2.2 载流导线所受的磁力	229
13.1.2 什么是电流?	208	14.2.3 运动电荷所受的磁力	229
13.1.3 什么限制了电流?	210	14.2.4 运动电荷上的磁力方向	230
13.1.4 和水流的类比	210	14.3 电流回路的磁效应	230
13.2 欧姆定律和电阻	211	14.3.1 电流回路的磁场	231
13.2.1 电流对电压的依赖关系	211	14.3.2 电流回路上作用有磁转矩吗?	231
13.2.2 什么是电池的电动势?	212	14.3.3 怎样制作一个电磁体?	232
13.2.3 电池没电了是怎么回事?	213	14.4 法拉第定律: 电磁感应	234
13.3 串联电路和并联电路	213	14.4.1 法拉第的实验表明了什麼?	234
13.3.1 什么是串联电路?	213	14.4.2 法拉第定律	235
13.3.2 什么是并联电路?	214	14.4.3 楞次定律	236
13.3.3 安培计和伏特计的使用	216	14.4.4 什么是自感应?	236
13.4 电能和电功率	217	14.5 发电机和变压器	238
13.4.1 电路中发生了什么能量转化?	217	14.5.1 发电机是如何工作的?	238
13.4.2 电功率与电流和电压有何关系?	217	14.5.2 变压器是干什么用的?	239
13.4.3 怎样分配和使用电功率?	218	14.5.3 变压器和功率分配	240
13.5 交流电和家用电路	220	小结	241
		关键术语	241

第 4 单元 波动和光学

第 15 章 波的生成	244	15.1.4 纵波和横波的区别	246
15.1 脉冲波和周期波	245	15.1.5 什么是周期波?	246
15.1.1 脉冲波在弹簧上怎样行进?	245	15.2 绳索上的波	248
15.1.2 波动的一些共同特征	245	15.2.1 波的曲线图是什么样?	248
15.1.3 可以讨论的问题	246	15.2.2 绳索上的波速由什么决定?	249
		15.2.3 波的频率和波长由什么决定?	250

15.3 干涉和驻波	251	16.5.2 怎样产生偏振光?	280
15.3.1 绳索上的两个波如何合并?	251	16.5.3 为什么要用偏光太阳镜?	281
15.3.2 什么是驻波?	252	16.5.4 什么是双折射?	281
15.3.3 吉他弦上波的频率由什么 决定?	252	小结	282
15.4 声波	254	关键术语	283
15.4.1 声波的实质是什么?	254	第 17 章 光和成像	284
15.4.2 声速由什么决定?	255	17.1 反射和成像	285
15.4.3 用饮料瓶生成音乐	257	17.1.1 光线与波前有什么关系?	285
15.5 音乐的物理学	258	17.1.2 什么是反射定律?	286
15.5.1 什么是谐波分析?	258	17.1.3 平面镜如何成像?	286
15.5.2 音程是如何定义的?	259	17.2 光的折射	287
15.5.3 为何有些乐音组合声音和谐?	261	17.2.1 什么是折射定律?	287
小结	262	17.2.2 为何水下物体显得比实际位 置高?	288
关键术语	262	17.2.3 全内反射	289
第 16 章 光波和颜色	264	17.2.4 棱镜如何使光弯折? 什么是 色散?	290
16.1 电磁波	265	17.3 透镜和成像	292
16.1.1 什么是电磁波?	265	17.3.1 追踪穿过正透镜的光线	292
16.1.2 电磁波的速率是多少?	266	17.3.2 像距和物距有什么关系?	293
16.1.3 有多种不同的电磁波吗?	267	17.3.3 追踪通过负透镜的光线	294
16.1.4 可以争论的问题	268	17.4 用曲面镜聚焦光束	295
16.2 波长和颜色	268	17.4.1 用凹面镜的光线追踪	295
16.2.1 光是由不同的颜色组成的吗?	268	17.4.2 物距和像距	296
16.2.2 眼睛如何分辨不同的颜色?	269	17.4.3 凸面镜	297
16.2.3 为什么物体有不同的颜色?	270	17.5 眼镜、显微镜和望远镜	298
16.3 光波的干涉	272	17.5.1 眼睛是如何工作的?	298
16.3.1 杨氏双缝实验	273	17.5.2 眼镜矫正的是哪些问题?	299
16.3.2 条纹间距由什么决定?	274	17.5.3 显微镜如何工作?	299
16.3.3 什么是薄膜干涉?	274	17.5.4 望远镜如何工作?	300
16.4 衍射和光栅	277	17.5.5 双筒镜和观剧镜	302
16.4.1 单缝如何衍射光?	277	小结	303
16.4.2 光如何被其他形状衍射?	278	关键术语	304
16.4.3 什么是衍射光栅?	279		
16.5 偏振光	280		
16.5.1 什么是偏振光?	280		

第 5 单元 原子和原子核

第 18 章 原子的结构	306	18.1.2 质量在化学反应中守恒吗?	308
18.1 原子的存在: 从化学中得到的 证据	307	18.1.3 原子量的概念是怎样产生的?	308
18.1.1 化学研究揭示了原子的哪些 方面?	307	18.1.4 可以争论的问题	311
		18.1.5 元素周期表是怎样发展的?	311
		18.2 阴极射线、电子和 X 射线	312

18.2.1	阴极射线是怎样产生的?	313	19.1.3	什么是同位素?	332
18.2.2	阴极射线的组成成分	315	19.2	放射性衰变	334
18.2.3	X射线是怎样发现的?	315	19.2.1	α 衰变中发生了什么?	334
18.3	放射性和原子核的发现	317	19.2.2	β 衰变和衰变中会发生什么?	335
18.3.1	放射性是怎样发现的?	317	19.2.3	如何描述衰变的快慢?	336
18.3.2	放射性中包含的辐射多于 一种吗?	317	19.2.4	为何放射性对人体健康有害?	336
18.3.3	原子核是怎样发现的?	318	19.3	核反应和核裂变	337
18.4	原子光谱和玻尔原子模型	320	19.3.1	什么是核反应?	338
18.4.1	氢光谱的本质是什么?	320	19.3.2	能量和质量如何参与核反应?	338
18.4.2	光能的量子化	321	19.3.3	核裂变是怎样发现的?	339
18.4.3	玻尔模型有哪些特征?	322	19.4	核反应堆	341
18.5	粒子波和量子力学	323	19.4.1	如何实现链式反应?	341
18.5.1	什么是德布罗意波?	324	19.4.2	为什么反应堆中会产生钚?	342
18.5.2	量子力学与玻尔模型有何不同?	325	19.4.3	现代反应堆有何设计特征?	342
18.5.3	什么是海森伯不确定原理?	325	19.4.4	核动力的环境问题	343
18.5.4	量子力学如何解释周期表?	326	19.4.5	可以讨论的问题	344
小结	.....	327	19.5	核武器和核聚变	345
关键术语	.....	328	19.5.1	什么是临界质量?	345
第 19 章	原子核和核能	329	19.5.2	钚弹是怎样设计的?	346
19.1	原子核的结构	330	19.5.3	什么是核聚变?	347
19.1.1	质子是怎样发现的?	330	19.5.4	能从受控聚变产出功率吗?	348
19.1.2	中子是怎样发现的?	331	小结	.....	349
			关键术语	.....	350

第 6 单元 相对论及其他

第 20 章	相对论	352	20.4	牛顿定律和质能等价	364
20.1	经典物理学中的相对运动	353	20.4.1	牛顿第二定律须怎样修改?	364
20.1.1	速度如何相加?	353	20.4.2	质能等价观念是如何提出的?	364
20.1.2	在二维空间速度如何相加?	354	20.4.3	如何解释静止能?	365
20.1.3	相对性原理	355	20.5	广义相对论	365
20.1.4	惯性参考系	355	20.5.1	什么是等价原理?	366
20.2	光速和爱因斯坦的假设	356	20.5.2	光束在强引力场中会弯曲吗?	367
20.2.1	什么是以太?	356	20.5.3	广义相对论有哪些空时效应?	368
20.2.2	以太能够当普适参考系用吗?	356	20.5.4	什么是黑洞?	369
20.2.3	迈克尔孙-莫雷实验	357	小结	.....	369
20.2.4	爱因斯坦的狭义相对论假设	358	关键术语	.....	370
20.3	时间膨胀和长度收缩	359	第 21 章	日常现象深入研究	371
20.3.1	不同观察者的时间测量	359	21.1	夸克和其他基本粒子	372
20.3.2	对不同观察者长度测量如何 变化?	361	21.1.1	新粒子是怎样发现的?	372

21.1.2	粒子园的成员	373	21.3.2	什么是晶体管?	380
21.1.3	什么是夸克?	373	21.3.3	计算机和集成电路	380
21.1.4	有哪些基本作用力?	374	21.4	超导体和其他新材料	382
21.2	宇宙学: 向外窥视宇宙	375	21.4.1	什么是超导电性?	382
21.2.1	宇宙在膨胀吗?	375	21.4.2	什么是高温超导体?	383
21.2.2	追溯我们宇宙的开端	377	21.4.3	其他新材料	384
21.3	半导体和微电子学	378	小结		386
21.3.1	什么是半导体?	378	关键词语		387



物理学是基础科学

本章概述

本章的主要目的是帮助读者了解什么是物理学，以及它在更广阔的科学架构中处于何种地位。次要目的是让读者熟悉公制单位系统，以及使用简单数学带来的好处。

本章大纲

1. 能量是怎么回事？当前关于全球变暖的争论是怎么回事？对全球变暖和气候变化的担心与能量有什么关系？物理学为何被卷入这场争论？

2. 科学事业。什么是科学方法？科学解释与其他解释有何区别？
3. 物理学的范围。什么是物理学？它与其他科学和技术有何关系？物理学有哪些主要的分支领域？
4. 测量和数学在物理学中的作用。为何测量如此重要？为何在科学中数学用得如此广泛？公制单位有哪些优点？
5. 物理学和日常现象。物理学与日常现象和常识有何关系？用物理学来理解日常经验有哪些好处？

试想在阳春三月的一个午后，你骑着自行车走在一条乡村小路上。在一场短暂的阵雨后，太阳又出来了，随着雨云散开，彩虹出现在东方（见图 1.1）。一片树叶飘落到地上，一颗被松鼠摇落的橡果，差一点儿就掉到你头上。太阳把你的背晒得暖暖的，你和周围的世界沉浸在一片祥和、安宁之中。

品味这一时刻并不需要物理学知识，但你的好奇心可能会提出一些问题。为何彩虹出现在东方而非西方，那边是否也同样下着雨？是什么使彩虹的那些颜色出现？为何橡果掉落得比树叶快？为何骑行自行车时要比不动时更不易倒？

你对这类问题的好奇，与科学家的研究动机很相似。学习如何设计理论或模型，与应用它们来理解、说明和预言这些现象，是会带来

丰厚报酬的智力游戏。精心给出一种解释，并用简单的实验和观察来检验它，是令人愉快的事情。一部科学教程，如果过于将重点放在事实的积累上，就会失去这种精神享受。



图 1.1 午后彩虹出现在东方。这一现象怎样解释？（见日常现象专栏 17.1）

本书可提升你欣赏日常现象的能力。学着给出一种你自己对这些现象的解释,并进行简单的实验检验,会是令人快意的。我们在这里所提的问题属于物理学领域,但探索和解释的精神却是一切科学学科和人类活动的其他许多领域中都存在的。科学研究的最大奖赏,便是理解了以前不理解的某件事情所带来的快乐和激动。不论是一位物理学家作出了重大的科学突破,还是一名自行车骑士懂得了彩虹怎样形成,概莫如此。了解政治和政策争论问题背后的物理学概念也会带来实际好处。下一节将介绍非常重要的能量使用和气候变化领域的问题,它们牵涉比彩虹现象更急迫的日常现象。

1.1 能量是怎么回事?

假设你刚和一位朋友就全球变暖和能量问题发生过一场激烈的争论。你的朋友的政治倾向与你不同,你怀疑他/她对全球变暖的意见只不过是政治偏见。但由于你对能量问题的详情所知甚少,你实际上并不能反驳他/她的论据。这时该怎么办?

所有人都会发现,我们时不时地处于这一困境之中。能量问题是有关全球变暖和气候变化这一政治争论的核心。懂得这些问题的基本知识对于政治家、政策制定者和普通公民(他们讨论这些问题,并且就是赞成还是反对某一措施或候选人投票表决)都很重要。什么是能量?它是怎样用掉的?哪些能源是可再生的,哪些能源不能?现在所谓的要过“绿色”生活是什么意思?你作为个人能够做哪些事来避免全球变暖的发生?(你相信这正在发生吗?)

1.1.1 全球变暖的争论

对全球变暖有些什么不同意见?实际上,在气象学家当中,对于地球正在变暖并且这已发生了几百年或更长时间,并没有什么

争论。在其他方面争论的人们,却忽略了关于地球平均温度的大量数据。这一变暖似乎很慢,一个世纪或更长时间内才升高一两摄氏度,但上升的速率在过去50年里却不断增大,如图1.2所示。正是这一不断增大的变暖速率警示了许多气象科学家。

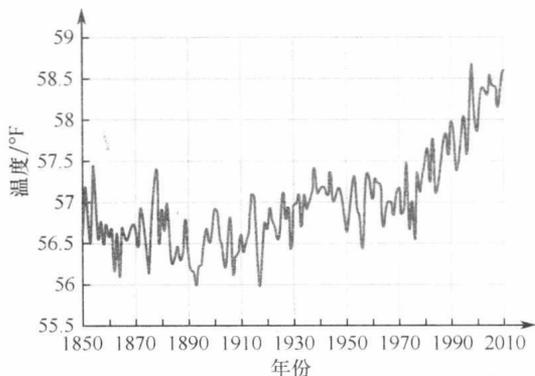


图 1.2 1850 年以来的地表平均温度(绘图数据来自政府间气候变化小组)。过去 50 年的温度上升大致对应于大气中二氧化碳含量的增加

全球温度有不可胜数的涨落,还有一些周期往复的效应,其原因我们仅部分理解,但是这些掩盖不了逐渐变暖的长期趋势。20 世纪 90 年代观察到的变暖速度的加快,可能部分是这些周期往复效应之一的结果,正如现在变暖速度的减慢可能也反映了这些周期往复的下行段。应小心避开围绕这些短期效应的争论,长期效应才是最要紧的。

在科学领域内部,争论的并不是全球变暖是否正在发生,而是是什么引起了全球变暖及它将如何发展。人类造成的环境变化所起的作用是基础问题之一。特别是,我们知道,化石燃料(煤、石油和天然气)的燃烧增加了大气中二氧化碳的含量,而二氧化碳是所谓的温室气体之一,它们减缓了热量从地表的散逸,从而使地球变暖(关于温室效应的讨论见第 10 章)。因此我们对化石燃料的使用是这一争论的重要组成部分。

影响地球气候的因素是复杂的,难以建立模型。科学家在开发计算机模型方面曾取得了

相当大的进展，这些计算机模型能够抓住气候变化的许多方面。这些模型在描述过去 50 年来发生的气候变化方面较为成功，但它们在预测未来天气变化的精度方面仍然存在问题。我们预期，温室气体的增加将使地表变暖，但未知因素如全球云覆盖的可能变化使得我们难以作出精确的预言。

1.1.2 能量是怎样卷入的？

所有这些都与能量有什么关系？前面已经指出，我们对能量的使用有许多是燃烧化石燃料。这一过程释放出来的碳，是在几百万年前被封藏在煤、石油和天然气中的。因此，这些碳并不是正在进行的吸收和释放二氧化碳过程的一部分。从地质年代的角度来看，现在这种燃烧化石燃料的行为发生在很短的时间尺度里。它只是“煎锅”中的一朵地质学“火花”（见图 1.3）。

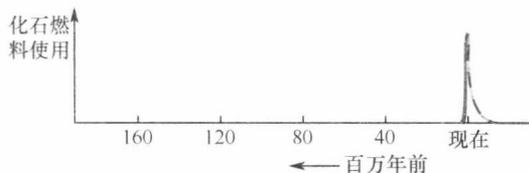


图 1.3 从地质学时间尺度看我们对化石燃料的使用。煤、石油和天然气是在 4000 万年至 2 亿年前在各处生成的

自然发生的关于碳的过程是怎样的？树木和其他绿色植物从大气中吸收二氧化碳——这对它们的生长是至关重要的。植物死后腐烂，放出一些二氧化碳回到大气中。森林或丛林大火更快地将二氧化碳释放回大气。植物中的二氧化碳的一小部分可能被埋在地下，经过几百万年时间，最后变成化石燃料。当我们燃烧木材时，会释放二氧化碳，但这对温室气体没有长期效应，因为释放出来的二氧化碳是在不太久之前从大气中吸收的。但燃烧木材的确会产生灰烬粒子和其他污染物，它们会带来我们不想见到的后果。

因此，降低森林覆盖率来建筑城市、高速

公路等，也将影响二氧化碳在大气中的平衡。但最大的冲击来自化石燃料的焚烧，因此，如果我们要改变温室气体增加的速度，重点应当放在这上面。这样，就使我们陷入了这场熟悉的争论：我们怎样产生能量，怎样使用能量，可以做些什么事来改变这种模式？

究竟什么是能量？虽然这个词一直被随意使用，且我们全都以为自己了解其含义，但我们发现，要对它给出一个令人满意的定义并不容易。全球变暖争论中的许多误解，就来自对什么是能量的不恰当理解。例如，究竟氢是一种能源，还是只是一种输送能量的手段？二者的差别何在（见日常现象专栏 18.1）？许多关于氢经济的政治争吵并未谈到这个基本问题。

本书将在讨论能量和振动的第 6 章首次定义能量。在此之前，关于力学的几章提供了引入能量概念的基础。事实上，没有一些力学知识是难以理解能量是怎样定义的。第 6 章引入参量这个概念后，在随后的所有章节中，能量概念都将出现并得到扩展。这些概念是全部物理学的核心。

1.1.3 物理学和能量

懂得能量的定义显然是讨论能量政策的一个良好出发点。能量的意义、能量变换的本质在物理学中已经牢固地建立。怎样将一种形式的能量变成另一种，怎样才能高效地使用能量，能量对节能有什么意义？这些都是我们在学习物理学时将要遇到的问题。

物理学中的许多其他论题在讨论能量问题时也起着重要作用。例如，交通是人类社会使用能量的主要领域之一。轿车、卡车、飞机、轮船和火车都是交通的一部分。它们以各种不同的方式使用能量，但它们的基础物理学，由本书引入能量概念之前的几章中所讨论的力学概念就可以理解。

短期内，要减少人类对化石燃料的使用，最佳选项之一是节能。在这方面，可以比发展替代能源更快地作出变化。汽油、柴油和取暖用的燃油不断上升的价格，已对我们的能量消

耗产生了重大影响。严格地说,我们实际上并不消耗能量,而仅仅是将它变成可用程度较低的形式(见第6章和第11章)。对交通工具的力学的研究(第2~4章)和对发动机的热力学的研究(第9~11章),对节能有重要作用。

关于选择如何产生可用能量形式的问题,全都与物理学概念有关。譬如,使用天然气是否比使用核能(见图1.4)更好?核能多年来一直是人们争论的问题,且受到政治风向变动的严重影响。什么是核能?我们应当为它的使用大开绿灯,还是避之唯恐不及?天然气燃烧时,单位能量所释放的二氧化碳要比烧煤或烧油时的少,是比较干净的燃料。但它会产生温室气体,而且其长期供应成问题。

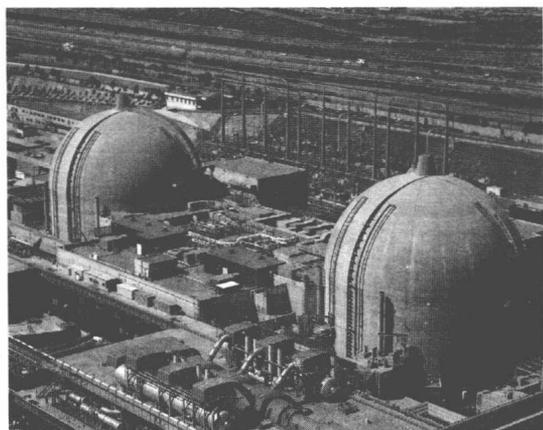


图 1.4 核电站是我们的救星还是过去的遗迹?

核能不烧碳基燃料,因此它不将二氧化碳释放到大气中。由于这一原因,它现在重新受到注意,被人们视为一种能够减少“碳排放”的可行能源。核能必须开采有限的铀矿资源,而开采矿床会导致严重的环境问题,如可能的事事故问题及废物处理问题。但是,使用任何能源都会带来环境后果,因此综合权衡这些问题必定是我们决策的一个重要方面。

我们不会对刚才提出的这些问题给出确定的答案。我们要做的是讨论核电站、天然气电站和电力生产中使用的其他能源的基础物理学。化石燃料电站在第11章讨论,核能在第19章讲述。在本书的许多地方,也将讨论许多其他生产能量的方法,以及赞成和反对使用它们的一些论据。

了解这些内容之后,你能在和朋友的争论中取胜吗?也许还不能,但是你将立足于更有力的论据来争论这些问题。你们双方都将会更好地理解实际的问题。

气候变化和能量使用的政治争论是当前局势的重要特征。这两个议题紧密相关,因为为了产生能量而燃烧化石燃料,是将温室气体二氧化碳释放到大气中的主要原因。物理学是关于能量的科学,因此与能量转换和使用决策有密切的关系。于是学习物理学就提供了理解这些争论中某些基本问题的基础。

1.2 科学事业

科学家怎样解释像地表温度变化或本章引言中描写的彩虹这样一些现象?科学解释与其他解释有些什么不同?能够依靠科学方法解释几乎一切事物吗?懂得科学能够做什么和不能做什么是很重要的。

哲学家为了回答关于知识特别是科学知识的本源问题,已花了无数时间,写下了无数的书页。许多论点仍在提炼和争论之中。科学在20世纪迅速成长,对我们的生活产生了极大的影响。医药、通信、交通运输和计算机技术等领域的发明创新,全是科学进步的结果。那么,是科学的什么品性解释了它令人印象深刻的进步和持续的扩展?

1.2.1 科学和彩虹

让我们来看一个具体的例子,了解科学解释是如何得到的。你到哪里去找到一种解释,说明彩虹是怎样产生的?如果从自行车之旅回来后,心中想着这个问题,就可能会到一本物理学教科书中或互联网上,搜索“彩虹”一词,并阅读在那里查到的解释。你的这些做法符合一名科学家的行为规范吗?

答案是,符合也不符合。许多科学家,如果他们不熟悉某一现象的解释,会做同样的事。我们这样做,是求助于教科书作者和在他之前得出了彩虹解释的那些人的权威。求助于