

# 物理学

第一卷

第一册

[美] R. 瑞斯尼克 D. 哈里德 著

科学出版社

## 内 容 简 介

本书为美国近年较为流行的高等院校理工科用物理学教材。原书分两卷,1960年初版,1966年第二版,1977年第三版作了较多修改。现在的中译本就是按原书第一卷1977年第三版译出的。

第一卷中译本分为两册。第一册内容为质点运动学、质点动力学、转动运动学、转动动力学、刚体的运动与平衡等。第二册内容为振动、万有引力、流体力学、波动、气体分子运动论、热力学等。

本书是一部普通物理学,适合我国高等院校理工科一、二年级师生作为教学参考书。

第一册由郑永令译前言与第一、二、三、四章,林荣富译第五、六章,李洪芳译第七、八、十四章,周鲁卫译第九、十章,吴子仪译第十一、十二、十三章。本册由吴剑华负责校订。

R. Resnick, D. Halliday  
PHYSICS (Part I)  
John Wiley, 1977

## 物 理 学

第一卷 第一册

[美] R. 瑞斯尼克 著  
D. 哈里德

郑永令等译

吴剑华校

\*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

1979年12月第一版 开本:850×1168 1/32

1982年10月第二次印刷 印张:13 3/4

印数:58,901—93,760 字数:358,000

统一书号:13031·1147

本社书号:1604·13—3

定价: 1.70 元

## 内 容 简 介

本书为美国近年来较为流行的高等院校理工科物理学教科书。原书分两卷,1960年初版,1966年第二版,1977年第三版作了重大修改。现在的中译本就是按原书第一卷1977年第三版译出的。

第一卷中译本分为两册。第一册内容为质点运动学、质点动力学、转动运动学、转动动力学、刚体的运动与平衡等。第二册内容为振动、万有引力、流体力学、波动、气体分子运动论、热力学等。

R. Resnick, D. Halliday

PHYSICS (Part I)

John Wiley, 1977

## 物 理 学

第一卷 第二册

[美] R. 瑞斯尼克 著  
D. 哈里德 著  
郑永令等译  
吴剑华校

\*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

1980年2月第一版 开本 850×1168 1/32

1980年2月第一次印刷 印张 14 5/8

印数 0001—59,700 字数 382,000

统一书号 130·1·1148

本社书号 1605·13—3

定价: ~~1.50~~ 元

7.80

# 物 理 学

第一卷 第二册

[美] R. 瑞斯尼克 著  
D. 哈里德

郑永令等译

吴剑华校

科 学 出 版 社

1 9 8 0

## 一些物理常数

(较为完全的常数表请看附录 B, 那里还列有最佳实验值)

光速	$c$	$3.00 \times 10^8$ 米/秒 $1.86 \times 10^5$ 英里/秒
质能关系	$c^2$	$8.99 \times 10^{16}$ 焦耳/千克 931 兆电子伏/原子质量单位
引力常数	$G$	$6.67 \times 10^{-11}$ 牛顿·米 <sup>2</sup> /千克 <sup>2</sup> $3.44 \times 10^{-8}$ 磅·英尺 <sup>2</sup> /斯勒格 <sup>2</sup>
气体普适常数 <sup>1)</sup>	$R$	8.31 焦耳/摩尔·开 0.0823 升·大气压/摩尔·开
真空磁导率	$\mu_0$	$1.26 \times 10^{-6}$ 亨利/米
真空电容率	$\epsilon_0$	$8.85 \times 10^{-12}$ 法拉/米
阿伏伽德罗常数	$N_0$	$6.02 \times 10^{23}$ 个分子/摩尔
玻耳兹曼常数	$k$	$1.38 \times 10^{-23}$ 焦耳/分子·开 $8.63 \times 10^{-5}$ 电子伏/分子·开
普朗克常数	$h$	$6.63 \times 10^{-34}$ 焦耳·秒 $4.14 \times 10^{-15}$ 电子伏·秒
基本电荷	$e$	$1.60 \times 10^{-19}$ 库仑
电子静止质量	$m_e$	$9.11 \times 10^{-31}$ 千克
电子荷质比	$e/m_e$	$1.76 \times 10^{11}$ 库仑/千克
质子静止质量	$m_p$	$1.67 \times 10^{-27}$ 千克

## 一些物理性质

空气(干燥, 在 20°C 与 1 大气压下)

密度	1.29 千克/米 <sup>3</sup>
定压比热	$1.00 \times 10^3$ 焦耳/千克·开 0.240 卡/克·开
比热比( $\gamma$ )	1.40
声速	331 米/秒 1090 英尺/秒

水(在 20°C 与 1 大气压下)

1) 这里和全书中, “1 摩尔” = “1 克分子量”( =  $10^{-3}$  千克分子量)。

密度	$1.00 \times 10^3$ 千克/米 <sup>3</sup> 1.00 克/厘米 <sup>3</sup>
声速	1460 米/秒 4790 英尺/秒
折射率( $\lambda=5890$ 埃)	1.33
定压比热	4180 焦耳/千克·开 1.00 卡/克·开
熔解热(0°C)	$3.33 \times 10^5$ 焦耳/千克 79.7 卡/克
汽化热(100°C)	$2.26 \times 10^6$ 焦耳/千克 539 卡/克
<b>地球</b>	
质量	$5.98 \times 10^{24}$ 千克
平均半径	$6.37 \times 10^6$ 米 3960 英里
地球到太阳平均距离	$1.49 \times 10^8$ 千米 $9.29 \times 10^7$ 英里
地球到月球平均距离	$3.80 \times 10^5$ 千米 $2.39 \times 10^5$ 英里
标准重力加速度	9.81 米/秒 <sup>2</sup> 32.2 英尺/秒 <sup>2</sup>
标准大气压	$1.01 \times 10^5$ 帕 14.7 磅/英寸 <sup>2</sup> 760 毫米汞高 29.9 英寸汞高

## 一些换算因子

(较为完全的换算因子请看附录 G, 这里只摘一部分)

### 质量

1 千克 = 2.21 磅(质量) =  $6.02 \times 10^{26}$  原子质量单位

1 斯勒格 = 32.2 磅(质量) = 14.6 千克

1 原子质量单位 =  $1.66 \times 10^{-27}$  千克

### 长度

1 米 = 39.4 英寸 = 3.28 英尺

1 英里 = 1.61 千米 = 5280 英尺

1 英寸 = 2.54 厘米

1 毫微米 =  $10^{-9}$  米 = 10 埃

### 时间

$$1 \text{ 天} = 86400 \text{ 秒}$$

$$1 \text{ 年} = 365 \text{ 天} = 3.16 \times 10^7 \text{ 秒}$$

#### 角度

$$1 \text{ 弧度} = 57.3^\circ = 0.159 \text{ 转}$$

$$\pi \text{ 弧度} = 180^\circ = 1/2 \text{ 转}$$

#### 速率

$$1 \text{ 英里/小时} = 1.47 \text{ 英尺/秒} = 0.447 \text{ 米/秒}$$

#### 电磁单位

$$1 \text{ 库仑} = 3.00 \times 10^9 \text{ 静电库仑}$$

$$1 \text{ 安培} = 3.00 \times 10^9 \text{ 静电安培}$$

$$1 \text{ 韦伯/米}^2 = 1 \text{ 特斯拉} = 10^4 \text{ 高斯}$$

#### 力与压强

$$1 \text{ 牛顿} = 10^5 \text{ 达因} = 0.225 \text{ 磅}$$

$$1 \text{ 磅} = 4.45 \text{ 牛顿}$$

$$1 \text{ 牛顿/米}^2 = 10 \text{ 达因/厘米}^2 = 1.45 \times 10^{-4} \text{ 磅/英寸}^2 = 9.87 \times 10^{-6} \text{ 大气压}$$
$$= 7.50 \times 10^{-4} \text{ 厘米汞高}$$

#### 能量与功率

$$1 \text{ 卡} = 4.19 \text{ 焦耳}$$

$$1 \text{ 焦耳} = 10^7 \text{ 尔格} = 0.239 \text{ 卡} = 0.738 \text{ 英尺} \cdot \text{磅} = 2.78 \times 10^{-7} \text{ 千瓦小时}$$

$$1 \text{ 电子伏} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ 焦耳} = 1.60 \times 10^{-12} \text{ 尔格}$$

$$1 \text{ 马力} = 746 \text{ 瓦} = 550 \text{ 英尺} \cdot \text{磅/秒}$$

### 一些常用的数

$$\sqrt{2} = 1.414 \quad \sqrt{3} = 1.732 \quad \sqrt{10} = 3.162 \quad \pi = 3.142$$

$$\pi^2 = 9.870 \quad \sqrt{\pi} = 1.773 \quad \log \pi = 0.4971 \quad 4\pi = 12.57$$

$$e = 2.718 \quad 1/e = 0.3679 \quad \log e = 0.4343 \quad \ln 2 = 0.6932$$

$$\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = 0.5000 \quad \cot 30^\circ = \tan 60^\circ = 1.7321$$

$$\cos 30^\circ = \sin 60^\circ = 0.8660 \quad \sin 45^\circ = \cos 45^\circ = 0.7071$$

$$\tan 30^\circ = \cot 60^\circ = 0.5774 \quad \tan 45^\circ = \cot 45^\circ = 1.0000$$

#### 对数换底

$$\log x = \ln x / \ln 10 = 0.4343 \ln x$$

$$\ln x = \log x / \log e = 2.303 \log x$$

## 中译本前言

本书是美国近年来较为普遍采用的高等院校理工科用物理学教材。原书初版于1960年，书名为《高等院校理工科用物理学》。此后曾经多次修订再版。1966年起，书名改为《物理学》，并被许多理工院校采用作教材或主要参考书。本书的特点是取材比较全面系统，内容比较近代化，对物理概念的阐述比较清楚，叙述简明扼要，深入浅出，并附有大量的习题和思考题，以进一步加深读者对内容的理解。本书是一部普通物理学，适合我国高等院校理工科一、二年级师生作为教学参考书。

这次中译本按原书1977年第三次修订版译出。作者在第三版中对内容作了较多修订，并增加了不少新的习题和思考题，以提高教学效果。原书共两卷，中译本分成四册出版。

本书译文不当之处，欢迎读者批评指正。



## 第一卷第三版前言

《物理学》分为两卷。第一卷包括力学、声学 and 热学；第二卷包括电磁学、光学和量子物理学。第一版出版于 1960 年(书名为《理工科用物理学》)，第二版出版于 1966 年(书名改为《物理学》)。

本教材是打算给那些同时学习微积分的学生用的，例如理工科学生。它的着重点在于为学生掌握经典物理学原理打下一个坚实的基础，并增强解题的能力。但全书也注意到实际应用、最新理论以及历史的和哲学的论点。这一目的是通过一些专门的章节和思考题以及对内容所作的完整表述来达到的。在全书各处都举有许多例题，每章之末还附有大量习题。对于为学好本书内容已证明行之有效的教学方法给予了充分注意。

自从《物理学》第二版问世以来已有十一年了。在此期间本书一直受到全世界的欢迎，与此同时，我们一直与使用者保持着不断的通信联系，从这些联系中得出一个结论：现在出版一本新版本是适合时宜的。

在美国，米制单位的使用日益增多，在全世界也日益普遍。为了适应这一情况，我们更加重视了米制单位的应用，因而在全书中采用国际制(SI)单位及其命名法。对美国来说，现在计量单位正由英制向着国际制过渡，所以在看来合适的地方，我们仍保留了英制(工程制)的某些内容。为了帮助学生学习国际制单位，使他们对这种单位有一些感性认识，我们强调了两种单位制之间的换算关系。为此，特别在习题和例题中，我们常常用两种单位制来表示同一个数据。

为了改进教学，我们主要根据使用者的经验和最新的科学文献，对全书内容作了仔细审查。审查结果促使我们改写了某些部分，主要是改进它们的表述方式，注意内容的正确性和物理学的实

用性。对有些论题和内容增添了一些必要的新例题；更新了所有的参考文献，并增加了一些新插图，改进了许多旧插图，使它们更能说明问题；扩充并更新了表和附录，使它们提供较新的数据和较多的资料。此外，还增加了狭义相对论这一补充论题。

思考题和习题都作了较大改进。整个第一卷的题目数比第二版净增了35%，在总的1567题中有430题是新的。思考题数目现在是611题，而以前只有413题。这些思考题所涉及的概念范围较广，其着重点大体上放在现代的和应用的论题方面，并且在这些思考题中增加了许多新的科普参考资料，我们鼓励学生和教师利用它们。象思考题一样，大部分以前的习题仍保留下来，不过其中有一些作了修改，使其意义更加明确，但在第一卷中增加了225个新的经过试用的习题，以使所涉及的材料范围更广，所适应的学生水平更宽，并使教师有较多的选择余地。

为帮助学生和教师组织与演算这样大量的习题（以前是746题，而现在有956题），我们做了几件事。首先，将每章中的习题按节分组，就是说，在一组习题前冠以解题所需的主要原理所在章节的编号。其次，把每一组按节编号的习题大致按照难度逐渐增加的次序加以排列。当然，不论是节号的规定或是难度的安排，都不是绝对的，因为有些习题有不同的解法，各人又有不同的爱好，由此产生的教学效果就不一样。最后，我们在思考题和习题所用的插图下面加上该题的编号，并把编号为奇数的习题的答案直接放在题后，不再放在书末。

我们希望《物理学》第三版的出版，将对物理学的教学改进有所贡献。

R. 瑞斯尼克 D. 哈里德

1977年1月

## 一些物理常数

(较为完全的常数表请看附录 B, 那里还列有最佳实验值)

光速	$c$	$3.00 \times 10^8$ 米/秒 $1.86 \times 10^5$ 英里/秒
质能关系	$c^2$	$8.99 \times 10^{16}$ 焦耳/千克 931 兆电子伏/原子质量单位
引力常数	$G$	$6.67 \times 10^{-11}$ 牛顿·米 <sup>2</sup> /千克 <sup>2</sup> $3.44 \times 10^{-8}$ 磅·英尺 <sup>2</sup> /斯勒格 <sup>2</sup>
气体普适常数 <sup>1)</sup>	$R$	8.31 焦耳/摩尔·开 0.0823 升·大气压/摩尔·开
真空磁导率	$\mu_0$	$1.26 \times 10^{-6}$ 亨利/米
真空电容率	$\epsilon_0$	$8.85 \times 10^{-12}$ 法拉/米
阿伏伽德罗常数	$N_0$	$6.02 \times 10^{23}$ 个分子/摩尔
玻耳兹曼常数	$k$	$1.38 \times 10^{-23}$ 焦耳/分子·开 $8.63 \times 10^{-5}$ 电子伏/分子·开
普朗克常数	$h$	$6.63 \times 10^{-34}$ 焦耳·秒 $4.14 \times 10^{-15}$ 电子伏·秒
基本电荷	$e$	$1.60 \times 10^{-19}$ 库仑
电子静止质量	$m_e$	$9.11 \times 10^{-31}$ 千克
电子荷质比	$e/m_e$	$1.76 \times 10^{11}$ 库仑/千克
质子静止质量	$m_p$	$1.67 \times 10^{-27}$ 千克

## 一些物理性质

空气(干燥, 在 20°C 与 1 大气压下)

密度	1.29 千克/米 <sup>3</sup>
定压比热	$1.00 \times 10^3$ 焦耳/千克·开 0.240 卡/克·开
比热比( $\gamma$ )	1.40
声速	331 米/秒 1090 英尺/秒

水(在 20°C 与 1 大气压下)

1) 这里和全书中, “1 摩尔” = “1 克分子量”( =  $10^{-3}$  千克分子量 )。

密度	$1.00 \times 10^3$ 千克/米 <sup>3</sup>
声速	1.00 克/厘米 <sup>3</sup> 1460 米/秒 4790 英尺/秒
折射率 ( $\lambda=5890$ 埃)	1.33
定压比热	4.180 焦耳/千克·开 1.00 卡/克·开
熔解热 (0°C)	$3.35 \times 10^5$ 焦耳/千克 79.7 卡/克
汽化热 (100°C)	$2.26 \times 10^6$ 焦耳/千克 539 卡/克
地球	
质量	$5.98 \times 10^{24}$ 千克
平均半径	$6.37 \times 10^6$ 米 3960 英里
地球到太阳平均距离	$1.49 \times 10^8$ 千米 $9.29 \times 10^7$ 英里
地球到月球平均距离	$3.80 \times 10^5$ 千米 $2.39 \times 10^5$ 英里
标准重力加速度	9.81 米/秒 <sup>2</sup> 32.2 英尺/秒 <sup>2</sup>
标准大气压	$1.01 \times 10^5$ 帕 14.7 磅/英寸 <sup>2</sup> 760 毫米汞高 29.9 英寸汞高

### 一些换算因子

(较为完全的换算因子请看附录 G, 这里只摘一部分)

#### 质量

1 千克 = 2.21 磅(质量) =  $6.02 \times 10^{26}$  原子质量单位

1 斯勒格 = 32.2 磅(质量) = 14.6 千克

1 原子质量单位 =  $1.66 \times 10^{-27}$  千克

#### 长度

1 米 = 39.4 英寸 = 3.28 英尺

1 英里 = 1.61 千米 = 5280 英尺

1 英寸 = 2.54 厘米

1 毫微米 =  $10^{-9}$  米 = 10 埃

#### 时间

$$1 \text{ 天} = 86400 \text{ 秒}$$

$$1 \text{ 年} = 365 \text{ 天} = 3.16 \times 10^7 \text{ 秒}$$

角度

$$1 \text{ 弧度} = 57.3^\circ = 0.159 \text{ 转}$$

$$\pi \text{ 弧度} = 180^\circ = 1/2 \text{ 转}$$

速率

$$1 \text{ 英里/小时} = 1.47 \text{ 英尺/秒} = 0.447 \text{ 米/秒}$$

电磁单位

$$1 \text{ 库仑} = 3.00 \times 10^9 \text{ 静电库仑}$$

$$1 \text{ 安培} = 3.00 \times 10^9 \text{ 静电安培}$$

$$1 \text{ 韦伯/米}^2 = 1 \text{ 特斯拉} = 10^4 \text{ 高斯}$$

力与压强

$$1 \text{ 牛顿} = 10^5 \text{ 达因} = 0.225 \text{ 磅}$$

$$1 \text{ 磅} = 4.45 \text{ 牛顿}$$

$$1 \text{ 牛顿/米}^2 = 10 \text{ 达因/厘米}^2 = 1.45 \times 10^{-4} \text{ 磅/英寸}^2 = 9.87 \times 10^{-4} \text{ 大气压} \\ = 7.50 \times 10^{-4} \text{ 厘米汞高}$$

能量与功率

$$1 \text{ 卡} = 4.19 \text{ 焦耳}$$

$$1 \text{ 焦耳} = 10^7 \text{ 尔格} = 0.239 \text{ 卡} = 0.738 \text{ 英尺} \cdot \text{磅} = 2.78 \times 10^{-7} \text{ 千瓦小时}$$

$$1 \text{ 电子伏} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ 焦耳} = 1.60 \times 10^{-12} \text{ 尔格}$$

$$1 \text{ 马力} = 746 \text{ 瓦} = 550 \text{ 英尺} \cdot \text{磅/秒}$$

## 一些常用的数

$$\sqrt{2} = 1.414 \quad \sqrt{3} = 1.732 \quad \sqrt{10} = 3.162 \quad \pi = 3.142$$

$$\pi^2 = 9.870 \quad \sqrt{\pi} = 1.773 \quad \log \pi = 0.4971 \quad 4\pi = 12.57$$

$$e = 2.718 \quad 1/e = 0.3679 \quad \log e = 0.4343 \quad \ln 2 = 0.6932$$

$$\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = 0.5000 \quad \cot 30^\circ = \tan 60^\circ = 1.7321$$

$$\cos 30^\circ = \sin 60^\circ = 0.8660 \quad \sin 45^\circ = \cos 45^\circ = 0.7071$$

$$\tan 30^\circ = \cot 60^\circ = 0.5774 \quad \tan 45^\circ = \cot 45^\circ = 1.0000$$

对数换底

$$\log x = \ln x / \ln 10 = 0.4343 \ln x$$

$$\ln x = \log x / \log e = 2.303 \log x$$

## 中译本前言

本书是美国近年来较为普遍采用的高等院校理工科用物理学教材。原书初版于1960年，书名为《高等院校理工科用物理学》。此后曾经多次修订再版。1966年起，书名改为《物理学》。本书的特点是取材比较全面系统，内容比较近代化，对物理概念的阐述比较清楚，叙述简明扼要，深入浅出，并附有大量的习题和思考题，以进一步加深读者对内容的理解。本书是一部普通物理学，适合我国高等院校理工科一、二年级师生作为教学参考书。

这次中译本按原书1977年第三次修订版译出。作者在第三版中对内容作了较多修订，并增加了不少新的习题和思考题，以提高教学效果。原书共两卷，中译本分成四册出版。

本书由朱耘译第十五章，吴子仪译第十六章，刘贵兴译第十七、十八章，范鹰译第十九、二十、二十一章，诸长生译第二十二章，李仲卿译第二十三、二十四、二十五章，金尚年译补充论题，郑永令译附录。全书由吴剑华负责校订。本书译文不当之处，欢迎读者批评指正。

# 目 录

中译本前言 .....	iv
第一卷第三版前言 .....	v
<b>第一章 测量</b> .....	<b>1</b>
1-1 物理量 标准与单位 .....	1
1-2 国际单位制 .....	2
1-3 长度标准 .....	4
1-4 质量标准 .....	7
1-5 时间标准 .....	8
思考题 .....	12
习 题 .....	14
<b>第二章 矢量</b> .....	<b>17</b>
2-1 矢量与标量 .....	17
2-2 矢量加法 几何方法 .....	18
2-3 矢量分解与合成 分析方法 .....	20
2-4 矢量乘法 .....	25
2-5 矢量与物理定律 .....	30
思考题 .....	31
习 题 .....	32
<b>第三章 一维运动</b> .....	<b>38</b>
3-1 力学 .....	38
3-2 质点运动学 .....	38
3-3 平均速度 .....	39
3-4 瞬时速度 .....	41
3-5 变速一维运动 .....	42
3-6 加速度 .....	46
3-7 变加速一维运动 .....	48
3-8 匀加速一维运动 .....	48

3-9	单位、量纲一致性的重要性 .....	52
3-10	自由落体 .....	56
3-11	自由落体的运动方程 .....	57
	思考题 .....	60
	习 题 .....	62
<b>第四章</b>	<b>平面运动</b> .....	<b>70</b>
4-1	位移 速度与加速度 .....	70
4-2	恒定加速度平面运动 .....	71
4-3	抛体运动 .....	73
4-4	匀速圆周运动 .....	79
4-5	圆周运动的切向加速度 .....	84
4-6	相对速度与相对加速度 .....	86
	思考题 .....	89
	习 题 .....	91
<b>第五章</b>	<b>质点动力学 (I)</b> .....	<b>100</b>
5-1	经典力学 .....	100
5-2	牛顿第一运动定律 .....	102
5-3	力 .....	105
5-4	质量 牛顿第二运动定律 .....	106
5-5	牛顿第三运动定律 .....	108
5-6	力学单位制 .....	112
5-7	力的定律 .....	114
5-8	重量和质量 .....	115
5-9	力的静力学测量方法 .....	117
5-10	牛顿运动定律的一些应用 .....	118
	思考题 .....	127
	习 题 .....	129
<b>第六章</b>	<b>质点动力学 (II)</b> .....	<b>137</b>
6-1	引言 .....	137
6-2	摩擦力 .....	137
6-3	匀速圆周运动的动力学 .....	145
6-4	力的分类 惯性力 .....	150
6-5	经典力学 相对论力学与量子力学 .....	152



思考题 .....	156
习 题 .....	158
<b>第七章 功与能 .....</b>	<b>166</b>
7-1 引言 .....	166
7-2 恒定力所作之功 .....	167
7-3 变力所作之功 一维情况 .....	172
7-4 变力所作之功 二维情况 .....	175
7-5 动能与功能定理 .....	177
7-6 功能定理的重要性 .....	181
7-7 功率 .....	181
思考题 .....	183
习 题 .....	184
<b>第八章 能量守恒 .....</b>	<b>191</b>
8-1 引言 .....	191
8-2 保守力 .....	191
8-3 势能 .....	196
8-4 一维保守系统 .....	200
8-5 只与位置有关的一维力问题的完全解 .....	205
8-6 二维保守系统与三维保守系统 .....	209
8-7 非保守力 .....	211
8-8 能量守恒 .....	214
8-9 质量与能量 .....	216
思考题 .....	220
习 题 .....	221
<b>第九章 动量守恒 .....</b>	<b>232</b>
9-1 质心 .....	232
9-2 质心的运动 .....	238
9-3 质点的动量 .....	241
9-4 质点系统的动量 .....	242
9-5 动量守恒 .....	244
9-6 动量原理的一些应用 .....	245
9-7 可变质量系统 .....	249
思考题 .....	256