

学而思物理

# 高二物理竞赛教程



# 目录

图例	ix
表例	xi
1 普通物理学概论	1
阅读本书前需要明白的资料...	
1.1 范畴与方法论	1
1.2 编排与客制化	2
1.3 预备知识	3
I 力学	7
2 运动学	9
认识与描述物质的世界...	
2.1 时空与物质	9
2.2 运动的描述	11
2.3 参考系变换	12
2.4 运动的牵连	13
3 动力学	17
从牛顿力学的视角来看世界的规律...	
3.1 牛顿定律	18
3.2 动量定律	19
3.3 角动量定律	20
3.4 能量定律	21
3.5 动力学问题求解	22
3.6 碰撞	23
4 静力学	27
矢量力学的局限, 分析力学的预备...	
4.1 约束	28
4.2 力系的简化	29
4.3 平衡问题求解 I	30
4.4 平衡问题求解 II	31
4.5 * 分析力学基础	32
4.6 稳定性问题	33
	iii

<b>5</b>	<b>简谐振动</b>	<b>37</b>
	串连几百年物理学发展的谐振子模型的经典力学讨论...	
5.1	谐振子 . . . . .	37
5.2	简谐振动的拓广 . . . . .	39
5.3	简单的多自由度小振动 . . . . .	40
5.4	* 摄动理论 . . . . .	41
5.5	* 可数无穷自由度情况 . . . . .	42
<b>6</b>	<b>万有引力</b>	<b>45</b>
	探索宇宙与星辰运动的奥妙...	
6.1	万有引力定律 . . . . .	45
6.2	有心力问题 . . . . .	46
6.3	开普勒问题 . . . . .	47
6.4	* 潮汐 . . . . .	48
<b>7</b>	<b>刚体</b>	<b>51</b>
	质点概念修改为质元, 建立新的理想模型: 讨论刚体的动力学...	
7.1	刚体的物理描述 . . . . .	51
7.2	刚体的平面平行运动 . . . . .	52
7.3	* 刚体的空间运动 . . . . .	53
<b>8</b>	<b>* 弹性体</b>	<b>57</b>
	当连续介质的内相互作用力正比于其形变...	
8.1	弹性体的物理描述 . . . . .	57
8.2	弹性模型 . . . . .	59
8.3	弹性波 . . . . .	60
<b>9</b>	<b>流体</b>	<b>63</b>
	当连续介质不再具有恢复形变的能力...	
9.1	流体的物理描述 . . . . .	63
9.2	定常流体动力学 . . . . .	65
9.3	黏滞流体动力学 . . . . .	66
9.4	* 流体中的波 . . . . .	67
9.5	* 波的傅里叶分析 . . . . .	68
<b>II</b>	<b>热学</b>	<b>71</b>
<b>10</b>	<b>热力学第一定律</b>	<b>73</b>
	宏观体系与它的能量守恒...	
10.1	热力学系统的状态 . . . . .	74
10.2	热力学第一定律 . . . . .	75
10.3	理想气体的过程 . . . . .	76
10.4	常见气体模型 . . . . .	77

目录	v
<b>11 热力学第二定律</b>	<b>81</b>
破镜难重圆, 自然界写下如是之深刻规律...	
11.1 循环过程	82
11.2 理想气体的熵	83
11.3 热力学第二定律	84
11.4 熵的计算	85
11.5 * 热力学函数及其特性	86
<b>12 固体与液体性质</b>	<b>89</b>
面对复杂多体问题, 我们唯象地描述背后的物理...	
12.1 固体晶格论	90
12.2 * 固体电子论	91
12.3 * 液体的彻体性质	92
12.4 液体的表面性质	93
12.5 * 其他物态的性质	94
<b>13 相与相变</b>	<b>97</b>
就像雪山上植被的分壤, 宏观性质迥异的物质可以共存与转化...	
13.1 相平衡	97
13.2 相变	99
13.3 * 朗道相变理论	100
<b>14 统计物理概述</b>	<b>103</b>
好的数学工具让还原论发挥其强大的威力...	
14.1 概率统计, 信息论与随机过程	104
14.2 统计假设	105
14.3 麦克斯韦分布律	106
14.4 麦克斯韦-玻尔兹曼统计	107
14.5 * 其他物理统计模型	108
<b>III 电磁学</b>	<b>111</b>
<b>15 静电学</b>	<b>113</b>
电荷阴阳激荡, 时空激起涟漪, 我们称之为场...	
15.1 电荷与电场	114
15.2 两个定律与电势	115
15.3 静电能	116
15.4 电荷体系	117
<b>16 导体与介质</b>	<b>121</b>
静电学在很大程度上决定物质微观层面的结合, 从而影响宏观属性...	
16.1 导体与静电平衡	122
16.2 电像法	123
16.3 电介质	124
16.4 再论静电能	125

<b>17 稳恒电流</b>	<b>129</b>
当电荷受到驱动力而开始在介质中定向漂移...	
17.1 稳恒电流描述与形成	130
17.2 电路与电路方程	131
17.3 电路分析基础	132
17.4 电路分析方法	133
17.5 电阻等效方法	134
17.6 半导体器件	135
<b>18 静磁场</b>	<b>139</b>
当磁现象逐渐开始用电现象的术语来解释...	
18.1 电流与磁场	140
18.2 两个定律与电势	141
18.3 电流体系	142
18.4 磁介质与磁能	143
<b>19 电磁感应</b>	<b>147</b>
电磁之间的联系隐藏于黑暗中, 电磁感应将光芒照亮于其发展的道路...	
19.1 磁生电	147
19.2 电磁感应与电路	149
19.3 自感与互感	150
19.4 * 再论标势与矢势	151
<b>20 麦克斯韦方程组</b>	<b>155</b>
集齐电磁理论拼图的最后一块, 经典电磁学发展到了其最高峰...	
20.1 电生磁	155
20.2 电磁波解	157
20.3 * 电磁波的辐射与吸收	158
20.4 电磁单位制	159
<b>21 交流电路</b>	<b>163</b>
如果电磁波是河水, 那么导引其能量流动的河道就是交流电路...	
21.1 交流电网	164
21.2 交流元件特性	165
21.3 交流电路解法	166
21.4 常见电路	167
<b>IV 光学</b>	<b>171</b>
<b>22 光波与光线</b>	<b>173</b>
光的确是电磁波, 光线模型是历史遗产, 两者不是不可调和...	
22.1 波动光学引论	174
22.2 界面光学	175
22.3 光线方程	176
22.4 从费马到费曼	177

目录	vii
<b>23 光学成像</b>	<b>181</b>
物光必将经过像, 物理上堪称完美, 数学上也不平凡...	
23.1 傍轴光成像	181
23.3 理想成像系统	184
23.3 理想成像系统	184
<b>24 光学仪器</b>	<b>187</b>
聚焦能量, 还原信息, 成像仪器, 信号处理, 服务于人...	
24.1 光度学	187
24.2 光阑	189
24.3 助视仪器	190
24.4 观像仪器	191
<b>25 光的干涉</b>	<b>195</b>
万千花样, 只源于两相干光之前的巧遇...	
25.1 干涉引论	195
25.2 分波面干涉	197
25.3 分振幅干涉	198
25.4 相干性	199
<b>26 光的衍射</b>	<b>203</b>
波前中蕴藏着光学信息, 傅里叶分析恰能呈现背后规律...	
26.1 多光束干涉	203
26.2 衍射引论	205
26.3 * 傅里叶光学	206
<b>27 物理光学</b>	<b>209</b>
历史螺旋上升, 智慧历久弥新, 真理越辩越明...	
27.1 光的本性	210
27.2 * 光与物质相互作用	211
27.3 发射, 传播与吸收的唯象描述	212
27.4 经典色散理论	213
<b>V 近代物理</b>	<b>217</b>
<b>28 相对论</b>	<b>219</b>
基于对称的理论, 极致简约的理论, 忠于现实的理论...	
28.1 时空与运动	219
28.2 相互作用	221
28.3 连续体	222
28.4 广义相对论简介	223
<b>29 量子论</b>	<b>227</b>
颠覆经典图像, 重建量子对应, 将上下而求索...	
29.1 光的量子性	227
29.2 粒子波动性	229

29.3 * 量子力学初步 . . . . .	230
<b>30 尺度物理学</b>	<b>233</b>
兼备龙象之力, 燕雀之巧, 似一条巨蟒衔住了其尾巴...	
30.1 基本粒子与相互作用 . . . . .	234
30.2 核物理 . . . . .	235
30.3 * 原子与分子 . . . . .	236
30.4 * 介观物理 . . . . .	237
30.5 宇宙学 . . . . .	238
<b>参考文献</b>	<b>241</b>



## 图例



## 表例



# 1

## 普通物理学概论

阅读本书前需要明白的资料...

### 章节目录

1.1	范畴与方法论 .....	1
1.2	编排与客制化 .....	2
1.3	预备知识 .....	3
1.3.1	力学 .....	3
1.3.2	电磁学 .....	3
1.3.3	近代物理 .....	3
1.3.4	热学 .....	3
1.3.5	光学 .....	3
1.3.6	数学 .....	3
	总结 .....	4
	习题 .....	5
	索引 .....	5

### 章节概述引入

#### 1.1 范畴与方法论

self-contained: 数学知识有一定基础后不需要更多的补充

dependency-requalified:

力学 > 热学 > 电磁学 > 光学 > 近代物理

picture-oriented: 由于数理基础不够而导致的有关物理原理背后的理论基础造成困难的现象, 我们企图用“物理图像”帮助读者理解其结果的自然性, 这样的章节用星号来标注, 读者不应当忽略其重要性, 应当在基础足够以后重新阅读相关章节.

---

## 1.2 编排与客制化

---

## 1.3 预备知识

\nobreak

### 1.3.1 力学

\nobreak

### 1.3.2 电磁学

\nobreak

### 1.3.3 近代物理

\nobreak

### 1.3.4 热学

\nobreak

### 1.3.5 光学

\nobreak

### 1.3.6 数学

---

## 总结



---

习题

**Exercise 1.1** *some*

**Exercise 1.2** *some*

---

索引

...: ...



第 I 部分

力学



# 2

## 运动学

认识与描述物质的世界...

### 章节目录

2.1	时空与物质 .....	9
2.1.1	时空观 .....	9
2.1.2	物质观 .....	9
2.1.3	世界观 .....	10
2.2	运动的描述 .....	11
2.2.1	质点的运动 .....	11
2.2.2	刚体的运动 .....	11
2.3	参考系变换 .....	12
2.3.1	质点运动的变换 .....	12
2.3.2	刚体运动的变换 .....	12
2.4	运动的牵连 .....	13
2.4.1	相交系 .....	13
2.4.2	接触系 .....	13
2.4.3	纯滚系 .....	13
	总结 .....	14
	习题 .....	15
	索引 .....	15

### 章节概述引入

#### 2.1 时空与物质

\nobreak

##### 2.1.1 时空观

\nobreak

### 2.1.2 物质观

\nobreak

### 2.1.3 世界观

---

## 2.2 运动的描述

\nobreak

### 2.2.1 质点的运动

\nobreak

### 2.2.2 刚体的运动

---

## 2.3 参考系变换

\nobreak

### 2.3.1 质点运动的变换

\nobreak

### 2.3.2 刚体运动的变换



---

## 2.4 运动的牵连

\nobreak

### 2.4.1 相交系

\nobreak

### 2.4.2 接触系

\nobreak

### 2.4.3 纯滚系

---

## 总结

---

习题

**Exercise 2.1** *some*

**Exercise 2.2** *some*

---

索引

...: ...



# 3

## 动力学

从牛顿力学的视角来看世界的规律...

### 章节目录

3.1	牛顿定律 .....	18
3.1.1	牛顿第一定律 .....	18
3.1.2	牛顿第二定律 .....	18
3.1.3	牛顿第三定律 .....	18
3.1.4	质点系 .....	18
3.1.5	非惯性系 .....	18
3.2	动量定律 .....	19
3.2.1	质点的动量 .....	19
3.2.2	质点系的动量 .....	19
3.3	角动量定律 .....	20
3.3.1	质点的角动量 .....	20
3.3.2	质点系的角动量 .....	20
3.4	能量定律 .....	21
3.4.1	质点的动能 .....	21
3.4.2	质点系的动能 .....	21
3.4.3	势能与其他能量 .....	21
3.5	动力学问题求解 .....	22
3.5.1	运动积分 .....	22
3.5.2	单坐标变量情况 .....	22
3.5.3	多坐标变量情况 .....	22
3.6	碰撞 .....	23
3.6.1	二质点弹性正碰 .....	23
3.6.2	若干拓广 .....	23
3.6.2.1	斜碰 .....	23
3.6.2.2	刚体碰撞 .....	23
3.6.2.3	带约束的碰撞 .....	23
3.6.2.4	多体碰撞 .....	23
3.6.3	* 几个普遍定理 .....	23
总结	.....	24
习题	.....	25
索引	.....	25
		17

---

### 3.1 牛顿定律

\nobreak

#### 3.1.1 牛顿第一定律

\nobreak

#### 3.1.2 牛顿第二定律

\nobreak

#### 3.1.3 牛顿第三定律

\nobreak

#### 3.1.4 质点系

\nobreak

#### 3.1.5 非惯性系

---

## 3.2 动量定律

\nobreak

### 3.2.1 质点的动量

\nobreak

### 3.2.2 质点系的动量

---

### 3.3 角动量定律

\nobreak

#### 3.3.1 质点的角动量

\nobreak

#### 3.3.2 质点系的角动量



---

### 3.4 能量定律

\nobreak

#### 3.4.1 质点的动能

\nobreak

#### 3.4.2 质点系的动能

\nobreak

#### 3.4.3 势能与其他能量

---

### 3.5 动力学问题求解

\nobreak

#### 3.5.1 运动积分

\nobreak

#### 3.5.2 单坐标变量情况

\nobreak

#### 3.5.3 多坐标变量情况

## 3.6 碰撞

\nobreak

### 3.6.1 二质点弹性正碰

\nobreak

### 3.6.2 若干拓广

\nobreak

#### 3.6.2.1 斜碰

\nobreak

#### 3.6.2.2 刚体碰撞

\nobreak

#### 3.6.2.3 带约束的碰撞

\nobreak

#### 3.6.2.4 多体碰撞

\nobreak

### 3.6.3 \* 几个普遍定理

---

## 总结

---

习题

**Exercise 3.1** *some*

**Exercise 3.2** *some*

---

索引

...: ...



# 4

## 静力学

矢量力学的局限, 分析力学的预备...

### 章节目录

4.1	约束 .....	28
4.1.1	约束的类型 .....	28
4.1.2	广义坐标 .....	28
4.1.3	主动力与被动力 .....	28
4.2	力系的简化 .....	29
4.2.1	静力学的公理体系 .....	29
4.2.2	力系简化原理 .....	29
4.2.2.1	若干结论 .....	29
4.2.2.2	平面力系简化的最终结果 .....	29
4.2.2.3	空间力系简化的最终结果 .....	29
4.3	平衡问题求解 I .....	30
4.3.1	平衡条件与平衡判据 .....	30
4.3.2	平衡问题的提法 .....	30
4.3.3	平衡问题的分类 .....	30
4.3.4	矢量力学的解决方案 .....	30
4.4	平衡问题求解 II .....	31
4.4.1	理想约束 .....	31
4.4.2	再论保守力 .....	31
4.4.3	分析力学的解决方案 .....	31
4.5	* 分析力学基础 .....	32
4.5.1	力学的几何化 .....	32
4.5.2	拉格朗日方程 .....	32
4.5.3	再论冲击问题 .....	32
4.6	稳定性问题 .....	33
4.6.1	单自由度体系的平衡稳定性 .....	33
4.6.2	多自由度体系的平衡稳定性 .....	33
4.6.3	动力学稳定性 .....	33
	总结 .....	34
	习题 .....	35
	索引 .....	35

---

## 4.1 约束

\nobreak

### 4.1.1 约束的类型

\nobreak

### 4.1.2 广义坐标

\nobreak

### 4.1.3 主动力与被动力



---

## 4.2 力系的简化

\nobreak

### 4.2.1 静力学的公理体系

\nobreak

### 4.2.2 力系简化原理

\nobreak

#### 4.2.2.1 若干结论

\nobreak

#### 4.2.2.2 平面力系简化的最终结果

\nobreak

#### 4.2.2.3 空间力系简化的最终结果

---

### 4.3 平衡问题求解 I

\nobreak

#### 4.3.1 平衡条件与平衡判据

\nobreak

#### 4.3.2 平衡问题的提法

\nobreak

#### 4.3.3 平衡问题的分类

\nobreak

#### 4.3.4 矢量力学的解决方案

---

## 4.4 平衡问题求解 II

\nobreak

### 4.4.1 理想约束

\nobreak

### 4.4.2 再论保守力

\nobreak

### 4.4.3 分析力学的解决方案

---

## 4.5 \* 分析力学基础

\nobreak

### 4.5.1 力学的几何化

\nobreak

### 4.5.2 拉格朗日方程

\nobreak

### 4.5.3 再论冲击问题

---

## 4.6 稳定性问题

\nobreak

### 4.6.1 单自由度体系的平衡稳定性

\nobreak

### 4.6.2 多自由度体系的平衡稳定性

\nobreak

### 4.6.3 动力学稳定性

---

## 总结

---

习题

**Exercise 4.1** *some*

**Exercise 4.2** *some*

---

索引

...: ...





# 5

## 简谐振动

串连几百年物理学发展的谐振子模型的经典力学讨论...

### 章节目录

5.1	谐振子.....	37
5.1.1	简谐振动的定义 .....	37
5.1.2	简谐振动的运动学性质 .....	38
5.1.3	简谐振动的判定 .....	38
5.1.4	谐振子模型 .....	38
5.2	简谐振动的拓广 .....	39
5.2.1	阻尼振动 .....	39
5.2.2	受迫振动 .....	39
5.3	简单的多自由度小振动 .....	40
5.3.1	位形空间中的振动 .....	40
5.3.1.1	通过特征方程求解 .....	40
5.3.1.2	* 通过坐标变换求解 .....	40
5.3.1.3	* 通过对称性求解 .....	40
5.3.2	相空间中的振动 .....	40
5.4	* 摄动理论 .....	41
5.4.1	线性情况 .....	41
5.4.2	非线性情况 .....	41
5.5	* 可数无穷自由度情况 .....	42
5.5.1	格波 .....	42
	总结 .....	43
	习题 .....	44
	索引 .....	44

### 章节概述引入

## 5.1 谐振子

\nobreak

### 5.1.1 简谐振动的定义

\nobreak

### 5.1.2 简谐振动的运动学性质

\nobreak

### 5.1.3 简谐振动的判定

\nobreak

### 5.1.4 谐振子模型

---

## 5.2 简谐振动的拓广

\nobreak

### 5.2.1 阻尼振动

\nobreak

### 5.2.2 受迫振动

---

## 5.3 简单的多自由度小振动

\nobreak

### 5.3.1 位形空间中的振动

\nobreak

#### 5.3.1.1 通过特征方程求解

\nobreak

#### 5.3.1.2 \* 通过坐标变换求解

\nobreak

#### 5.3.1.3 \* 通过对称性求解

\nobreak

### 5.3.2 相空间中的振动

---

## 5.4 \* 摄动理论

\nobreak

### 5.4.1 线性情况

\nobreak

### 5.4.2 非线性情况

---

## 5.5 \* 可数无穷自由度情况

\nobreak

### 5.5.1 格波

---

## 总结

---

## 习题

**Exercise 5.1** *some*

**Exercise 5.2** *some*

---

## 索引

...: ...



6

万有引力

探索宇宙与星辰运动的奥妙...

章节目录

6.1 万有引力定律 ..... 45

6.2 有心力问题 ..... 46

    6.2.1 一般结论 ..... 46

    6.2.2 几个易求解的模型 ..... 46

6.3 开普勒问题 ..... 47

    6.3.1 轨道分类 ..... 47

    6.3.2 动力学量的计算 ..... 47

    6.3.3 摄动 ..... 47

    6.3.4 二体问题 ..... 47

6.4 \* 潮汐 ..... 48

    6.4.1 引潮力 ..... 48

    6.4.2 若干应用 ..... 48

总结 ..... 49

习题 ..... 50

索引 ..... 50

章节概述引入

6.1 万有引力定律

---

## 6.2 有心力问题

\nobreak

### 6.2.1 一般结论

\nobreak

### 6.2.2 几个易求解的模型

---

## 6.3 开普勒问题

\nobreak

### 6.3.1 轨道分类

\nobreak

### 6.3.2 动力学量的计算

\nobreak

### 6.3.3 摄动

\nobreak

### 6.3.4 二体问题

---

## 6.4 \* 潮汐

\nobreak

### 6.4.1 引潮力

\nobreak

### 6.4.2 若干应用

---

## 总结

---

## 习题

**Exercise 6.1** *some*

**Exercise 6.2** *some*

---

## 索引

...: ...

# 7

## 刚体

质点概念修改为质元, 建立新的理想模型: 讨论刚体的动力学...

### 章节目录

7.1	刚体的物理描述 .....	51
7.1.1	刚体的运动 .....	51
7.1.2	质量几何 .....	51
7.2	刚体的平面平行运动 .....	52
7.2.1	整体牛顿定律 .....	52
7.2.2	动力学定律 .....	52
7.3	* 刚体的空间运动 .....	53
7.3.1	惯量张量 .....	53
7.3.2	欧拉运动学方程 .....	53
7.3.3	欧拉动力学方程 .....	53
	总结 .....	54
	习题 .....	55
	索引 .....	55

### 章节概述引入

#### 7.1 刚体的物理描述

\nobreak

##### 7.1.1 刚体的运动

\nobreak

##### 7.1.2 质量几何

---

## 7.2 刚体的平面平行运动

\nobreak

### 7.2.1 整体牛顿定律

\nobreak

### 7.2.2 动力学定律



---

### 7.3 \* 刚体的空间运动

\nobreak

#### 7.3.1 惯量张量

\nobreak

#### 7.3.2 欧拉运动学方程

\nobreak

#### 7.3.3 欧拉动力学方程

---

## 总结

---

习题

**Exercise 7.1** *some*

**Exercise 7.2** *some*

---

索引

...: ...



# 8

## \* 弹性体

当连续介质的内相互作用力正比于其形变...

### 章节目录

8.1	弹性体的物理描述 .....	57
8.1.1	应变 .....	57
8.1.2	应力 .....	57
8.2	弹性模型 .....	59
8.2.1	弹性棒 .....	59
8.2.2	弹性绳 .....	59
8.2.3	弹性膜 .....	59
8.2.4	弹性体 .....	59
8.3	弹性波 .....	60
8.3.1	分离变量法 .....	60
8.3.2	变量代换法 .....	60
8.3.3	弹性模型的解 .....	60
8.3.4	再论格波 .....	60
	总结 .....	61
	习题 .....	62
	索引 .....	62

### 章节概述引入

## 8.1 弹性体的物理描述

\nobreak

### 8.1.1 应变

\nobreak

### 8.1.2 应力

---

## 8.2 弹性模型

\nobreak

### 8.2.1 弹性棒

\nobreak

### 8.2.2 弹性绳

\nobreak

### 8.2.3 弹性膜

\nobreak

### 8.2.4 弹性体

---

### 8.3 弹性波

\nobreak

#### 8.3.1 分离变量法

\nobreak

#### 8.3.2 变量代换法

\nobreak

#### 8.3.3 弹性模型的解

\nobreak

#### 8.3.4 再论格波



---

## 总结

---

## 习题

**Exercise 8.1** *some*

**Exercise 8.2** *some*

---

## 索引

...: ...

# 9

## 流体

当连续介质不再具有恢复形变的能力...

### 章节目录

9.1	流体的物理描述 .....	63
9.1.1	连续性方程 .....	63
9.1.2	应变率 .....	64
9.1.3	压强与黏滞 .....	64
9.2	定常流体动力学 .....	65
9.2.1	欧拉方程 .....	65
9.2.2	伯努利方程 .....	65
9.3	黏滞流体动力学 .....	66
9.3.1	牛顿黏滞定律 .....	66
9.3.2	* 两个常用定律 .....	66
9.3.3	* 纳维-斯托克斯方程 .....	66
9.4	* 流体中的波 .....	67
9.4.1	浅水波 .....	67
9.4.2	深水波 .....	67
9.4.3	表面波 .....	67
9.5	* 波的傅里叶分析 .....	68
9.5.1	波的群速度 .....	68
9.5.2	波的方向性 .....	68
9.5.3	波的展宽 .....	68
	总结 .....	69
	习题 .....	70
	索引 .....	70

### 章节概述引入

## 9.1 流体的物理描述

\nobreak

### 9.1.1 连续性方程

\nobreak

### 9.1.2 应变率

\nobreak

### 9.1.3 压强与黏滞

---

## 9.2 定常流体动力学

\nobreak

### 9.2.1 欧拉方程

\nobreak

### 9.2.2 伯努利方程

---

### 9.3 黏滯流体动力学

\nobreak

#### 9.3.1 牛顿黏滯定律

\nobreak

#### 9.3.2 \* 两个常用定律

\nobreak

#### 9.3.3 \* 纳维-斯托克斯方程

---

## 9.4 \* 流体中的波

\nobreak

### 9.4.1 浅水波

\nobreak

### 9.4.2 深水波

\nobreak

### 9.4.3 表面波

---

## 9.5 \* 波的傅里叶分析

\nobreak

### 9.5.1 波的群速度

\nobreak

### 9.5.2 波的方向性

\nobreak

### 9.5.3 波的展宽



---

## 总结

---

## 习题

**Exercise 9.1** *some*

**Exercise 9.2** *some*

---

## 索引

...: ...

# 第 II 部分

## 热学



# 10

## 热力学第一定律

宏观体系与它的能量守恒...

### 章节目录

10.1	热力学系统的状态 .....	74
10.1.1	热力学系统的宏观描述 .....	74
10.1.2	热力学第零定律与温度 .....	74
10.1.3	状态方程 .....	74
10.1.4	微观态与宏观态 .....	74
10.2	热力学第一定律 .....	75
10.2.1	状态与过程 .....	75
10.2.2	内能 .....	75
10.2.3	功 .....	75
10.2.4	热量 .....	75
10.2.5	热力学第一定律 .....	75
10.2.6	* 耗散 .....	75
10.3	理想气体的过程 .....	76
10.3.1	理想气体模型 .....	76
10.3.2	四类准静态过程 .....	76
10.3.2.1	等体过程 .....	76
10.3.2.2	等压过程 .....	76
10.3.2.3	等温过程 .....	76
10.3.2.4	绝热过程 .....	76
10.3.3	多方过程类 .....	76
10.3.4	几个非准静态过程 .....	76
10.3.4.1	自由膨胀 .....	76
10.3.4.2	外界等压膨胀 .....	76
10.3.4.3	节流过程 .....	76
10.4	常见气体模型 .....	77
10.4.1	混合理想气体 .....	77
10.4.2	范德瓦尔斯气体 .....	77
10.4.3	重力场中的大气 .....	77
10.4.4	再论流体的定常流动 .....	77
10.4.4.1	欧拉方程 .....	77
10.4.4.2	伯努利方程 .....	77
		73

10.4.4.3	* 传导形式与守恒形式 .....	77
总结.....		78
习题.....		79
索引.....		79

章节概述引入

---

10.1 热力学系统的状态

\nobreak

10.1.1 热力学系统的宏观描述

\nobreak

10.1.2 热力学第零定律与温度

\nobreak

10.1.3 状态方程

\nobreak

10.1.4 微观态与宏观态

---

## 10.2 热力学第一定律

\nobreak

### 10.2.1 状态与过程

\nobreak

### 10.2.2 内能

\nobreak

### 10.2.3 功

\nobreak

### 10.2.4 热量

\nobreak

### 10.2.5 热力学第一定律

\nobreak

### 10.2.6 \* 耗散

---

## 10.3 理想气体的过程

\nobreak

### 10.3.1 理想气体模型

\nobreak

### 10.3.2 四类准静态过程

\nobreak

#### 10.3.2.1 等体过程

\nobreak

#### 10.3.2.2 等压过程

\nobreak

#### 10.3.2.3 等温过程

\nobreak

#### 10.3.2.4 绝热过程

\nobreak

### 10.3.3 多方过程类

\nobreak

### 10.3.4 几个非准静态过程

\nobreak

#### 10.3.4.1 自由膨胀

\nobreak

#### 10.3.4.2 外界等压膨胀

\nobreak

#### 10.3.4.3 节流过程



---

## 10.4 常见气体模型

\nobreak

### 10.4.1 混合理想气体

\nobreak

### 10.4.2 范德瓦尔斯气体

\nobreak

### 10.4.3 重力场中的大气

\nobreak

### 10.4.4 再论流体的定常流动

\nobreak

#### 10.4.4.1 欧拉方程

\nobreak

#### 10.4.4.2 伯努利方程

\nobreak

#### 10.4.4.3 \* 传导形式与守恒形式

---

## 总结

---

习题

**Exercise 10.1** *some*

**Exercise 10.2** *some*

---

索引

...: ...



# 11

## 热力学第二定律

破镜难重圆，自然界写下如是之深刻规律...

### 章节目录

11.1	循环过程 .....	82
11.1.1	热机与热泵 .....	82
11.1.2	热机循环 .....	82
11.1.2.1	勒鲁瓦循环 .....	82
11.1.2.2	奥托循环 .....	82
11.1.2.3	迪塞尔循环 .....	82
11.1.2.4	布莱顿循环 .....	82
11.1.2.5	卡诺循环 .....	82
11.2	理想气体的熵 .....	83
11.2.1	态函数熵 .....	83
11.2.2	初涉卡诺定理 .....	83
11.2.3	局限性 .....	83
11.3	热力学第二定律 .....	84
11.3.1	熵增原理 .....	84
11.3.2	两种等效表述 .....	84
11.3.3	再论卡诺定理 .....	84
11.3.4	克劳修斯不等式 .....	84
11.4	熵的计算 .....	85
11.4.1	宏观与微观 .....	85
11.4.2	理想气体的熵 .....	85
11.4.3	熵变与热容 .....	85
11.4.4	混合熵产生 .....	85
11.4.5	传热熵产生 .....	85
11.5	* 热力学函数及其特性 .....	86
11.5.1	热力学函数 .....	86
11.5.2	麦克斯韦关系 .....	86
11.5.3	若干重要定理 .....	86
11.5.3.1	能态定理 .....	86
11.5.3.2	物性函数关系 .....	86
11.5.4	最小能原理 .....	86
11.5.5	化学势 .....	86
		81

总结..... 87

习题..... 88

索引..... 88

章节概述引入

11.1 循环过程

\nobreak

11.1.1 热机与热泵

\nobreak

11.1.2 热机循环

\nobreak

11.1.2.1 勒鲁瓦循环

\nobreak

11.1.2.2 奥托循环

\nobreak

11.1.2.3 迪塞尔循环

\nobreak

11.1.2.4 布莱顿循环

\nobreak

11.1.2.5 卡诺循环

---

## 11.2 理想气体的熵

\nobreak

### 11.2.1 态函数熵

\nobreak

### 11.2.2 初涉卡诺定理

\nobreak

### 11.2.3 局限性

---

### 11.3 热力学第二定律

\nobreak

#### 11.3.1 熵增原理

\nobreak

#### 11.3.2 两种等效表述

\nobreak

#### 11.3.3 再论卡诺定理

\nobreak

#### 11.3.4 克劳修斯不等式



---

## 11.4 熵的计算

\nobreak

### 11.4.1 宏观与微观

\nobreak

### 11.4.2 理想气体的熵

\nobreak

### 11.4.3 熵变与热容

\nobreak

### 11.4.4 混合熵产生

\nobreak

### 11.4.5 传热熵产生

---

## 11.5 \* 热力学函数及其特性

\nobreak

### 11.5.1 热力学函数

\nobreak

### 11.5.2 麦克斯韦关系

\nobreak

### 11.5.3 若干重要定理

\nobreak

#### 11.5.3.1 能态定理

\nobreak

#### 11.5.3.2 物性函数关系

\nobreak

### 11.5.4 最小能原理

\nobreak

### 11.5.5 化学势

---

## 总结

---

## 习题

**Exercise 11.1** *some*

**Exercise 11.2** *some*

---

## 索引

...: ...

# 12

## 固体与液体性质

面对复杂多体问题, 我们唯象地描述背后的物理...

### 章节目录

12.1	固体晶格论 .....	89
12.1.1	经典晶格论 .....	90
12.1.2	* 量子晶格论 .....	90
12.2	* 固体电子论 .....	91
12.2.1	线性输运现象 .....	91
12.2.2	热电耦合现象 .....	91
12.2.3	德鲁特模型 .....	91
12.2.4	能带模型与半导体 .....	91
12.3	* 液体的彻体性质 .....	92
12.3.1	稠密的范氏气体 .....	92
12.3.2	濒临瓦解的晶格 .....	92
12.3.3	液体宏观性质的描述 .....	92
12.4	液体的表面性质 .....	93
12.4.1	表面与界面的热学性质 .....	93
12.4.2	附加压强 .....	93
12.4.3	接触角 .....	93
12.5	* 其他物态的性质 .....	94
12.5.1	弱关联: 玻色气体 .....	94
12.5.2	强关联: 超流 .....	94
12.5.3	强关联: 超导 .....	94
12.5.4	等离子体 .....	94
12.5.5	白矮星与中子星 .....	94
12.5.6	夸克-胶子-等离子体 .....	94
	总结 .....	95
	习题 .....	96
	索引 .....	96

### 章节概述引入

---

## 12.1 固体晶格论

\nobreak

### 12.1.1 经典晶格论

\nobreak

### 12.1.2 \* 量子晶格论

---

## **12.2 \* 固体电子论**

\nobreak

### **12.2.1 线性输运现象**

\nobreak

### **12.2.2 热电耦合现象**

\nobreak

### **12.2.3 德鲁特模型**

\nobreak

### **12.2.4 能带模型与半导体**

---

### 12.3 \* 液体的彻体性质

\nobreak

#### 12.3.1 稠密的范氏气体

\nobreak

#### 12.3.2 濒临瓦解的晶格

\nobreak

#### 12.3.3 液体宏观性质的描述



---

## 12.4 液体的表面性质

\nobreak

### 12.4.1 表面与界面的热学性质

\nobreak

### 12.4.2 附加压强

\nobreak

### 12.4.3 接触角

---

## 12.5 \* 其他物态的性质

\nobreak

### 12.5.1 弱关联: 玻色气体

\nobreak

### 12.5.2 强关联: 超流

\nobreak

### 12.5.3 强关联: 超导

\nobreak

### 12.5.4 等离子体

\nobreak

### 12.5.5 白矮星与中子星

\nobreak

### 12.5.6 夸克-胶子-等离子体

---

## 总结

---

## 习题

**Exercise 12.1** *some*

**Exercise 12.2** *some*

---

## 索引

...: ...

# 13

## 相与相变

就像雪山上植被的分壤, 宏观性质迥异的物质可以共存与转化...

### 章节目录

13.1	相平衡.....	97
13.1.1	相平衡与相 .....	97
13.1.2	相平衡条件 .....	97
13.1.3	相稳定条件 .....	98
13.2	相变 .....	99
13.2.1	一级相变特性 .....	99
13.2.2	气液相变 .....	99
13.2.3	* 溶解与沉积 .....	99
13.2.4	* 顺磁-铁磁相变 .....	99
13.2.5	* 二级相变特性 .....	99
13.3	* 朗道相变理论 .....	100
13.3.1	序参量与自由能 .....	100
13.3.2	对称性自发破缺 .....	100
	总结.....	101
	习题.....	102
	索引.....	102

### 章节概述引入

#### 13.1 相平衡

\nobreak

##### 13.1.1 相平衡与相

\nobreak

**13.1.2 相平衡条件**

\nobreak

**13.1.3 相稳定条件**

---

## 13.2 相变

\nobreak

### 13.2.1 一级相变特性

\nobreak

### 13.2.2 气液相变

\nobreak

### 13.2.3 \* 溶解与沉积

\nobreak

### 13.2.4 \* 顺磁-铁磁相变

\nobreak

### 13.2.5 \* 二级相变特性

---

### **13.3 \* 朗道相变理论**

\nobreak

#### **13.3.1 序参量与自由能**

\nobreak

#### **13.3.2 对称性自发破缺**



---

## 总结

---

## 习题

**Exercise 13.1** *some*

**Exercise 13.2** *some*

---

## 索引

...: ...

# 14

## 统计物理概述

好的数学工具让还原论发挥其强大的威力...

### 章节目录

14.1	概率统计, 信息论与随机过程 .....	103
14.1.1	统计模型 .....	104
14.1.1.1	样本空间与随机事件 .....	104
14.1.1.2	随机变量及其数字特征 .....	104
14.1.2	信息熵 .....	104
14.1.3	马尔科夫过程 .....	104
14.2	统计假设 .....	105
14.2.1	统计方法 .....	105
14.2.2	等概率原理 .....	105
14.3	麦克斯韦分布律 .....	106
14.3.1	麦克斯韦速度分布律 .....	106
14.3.2	压强与泻流 .....	106
14.3.3	* 输运系数的计算 .....	106
14.4	麦克斯韦-玻尔兹曼统计 .....	107
14.4.1	分布律 .....	107
14.4.2	压强与内能的计算 .....	107
14.4.3	功, 热, 熵的微观解释 .....	107
14.5	* 其他物理统计模型 .....	108
14.5.1	玻色-爱因斯坦统计 .....	108
14.5.2	费米-狄拉克统计 .....	108
14.5.3	涨落与关联 .....	108
	总结 .....	109
	习题 .....	110
	索引 .....	110

### 章节概述引入

---

## 14.1 概率统计, 信息论与随机过程

\nobreak

### 14.1.1 统计模型

\nobreak

#### 14.1.1.1 样本空间与随机事件

\nobreak

#### 14.1.1.2 随机变量及其数字特征

\nobreak

### 14.1.2 信息熵

\nobreak

### 14.1.3 马尔科夫过程

---

## 14.2 统计假设

\nobreak

### 14.2.1 统计方法

\nobreak

### 14.2.2 等概率原理

---

### 14.3 麦克斯韦分布律

\nobreak

#### 14.3.1 麦克斯韦速度分布律

\nobreak

#### 14.3.2 压强与泻流

\nobreak

#### 14.3.3 \* 输运系数的计算

---

## 14.4 麦克斯韦-玻尔兹曼统计

\nobreak

### 14.4.1 分布律

\nobreak

### 14.4.2 压强与内能的计算

\nobreak

### 14.4.3 功, 热, 熵的微观解释

---

## 14.5 \* 其他物理统计模型

\nobreak

### 14.5.1 玻色-爱因斯坦统计

\nobreak

### 14.5.2 费米-狄拉克统计

\nobreak

### 14.5.3 涨落与关联



---

## 总结

---

## 习题

**Exercise 14.1** *some*

**Exercise 14.2** *some*

---

## 索引

...: ...

第 III 部分

电磁学



# 15

## 静电学

电荷阴阳激荡, 时空激起涟漪, 我们称之为场...

### 章节目录

15.1	电荷与电场 .....	113
15.1.1	电荷 .....	114
15.1.2	库仑定律 .....	114
15.1.3	电场 .....	114
15.2	两个定律与电势 .....	115
15.2.1	电场通量定律 .....	115
15.2.2	电势与电场环量定律 .....	115
15.2.3	* 高速运动电荷的电场 .....	115
15.3	静电能 .....	116
15.3.1	静电势能 .....	116
15.3.2	自能与相互作用能 .....	116
15.3.3	电场能 .....	116
15.4	电荷体系 .....	117
15.4.1	电偶极子 .....	117
15.4.2	电荷密度分布 .....	117
15.4.3	极化强度 .....	117
15.4.4	若干对称电荷分布 .....	117
15.4.4.1	球壳与球体 .....	117
15.4.4.2	平面与厚层 .....	117
15.4.4.3	直线与圆柱 .....	117
15.4.4.4	* 带电圆环 .....	117
15.4.4.5	均匀极化的球 .....	117
	总结 .....	118
	习题 .....	119
	索引 .....	119

### 章节概述引入

---

## 15.1 电荷与电场

\nobreak

### 15.1.1 电荷

\nobreak

### 15.1.2 库仑定律

\nobreak

### 15.1.3 电场

---

## 15.2 两个定律与电势

\nobreak

### 15.2.1 电场通量定律

\nobreak

### 15.2.2 电势与电场环量定律

\nobreak

### 15.2.3 \* 高速运动电荷的电场

---

### 15.3 静电能

\nobreak

#### 15.3.1 静电势能

\nobreak

#### 15.3.2 自能与相互作用能

\nobreak

#### 15.3.3 电场能



---

## 15.4 电荷体系

\nobreak

### 15.4.1 电偶极子

\nobreak

### 15.4.2 电荷密度分布

\nobreak

### 15.4.3 极化强度

\nobreak

### 15.4.4 若干对称电荷分布

\nobreak

#### 15.4.4.1 球壳与球体

\nobreak

#### 15.4.4.2 平面与厚层

\nobreak

#### 15.4.4.3 直线与圆柱

\nobreak

#### 15.4.4.4 \* 带电圆环

\nobreak

#### 15.4.4.5 均匀极化的球

---

## 总结

---

习题

**Exercise 15.1** *some*

**Exercise 15.2** *some*

---

索引

...: ...



# 16

## 导体与介质

静电学在很大程度上决定物质微观层面的结合, 从而影响宏观属性...

### 章节目录

16.1	导体与静电平衡 .....	122
16.1.1	绝缘体与导体综述 .....	122
16.1.2	静电平衡部分结果 .....	122
16.1.3	简单体系 .....	122
16.1.3.1	导体平板 .....	122
16.1.3.2	导体球壳 .....	122
16.1.3.3	导体柱壳 .....	122
16.2	电像法 .....	123
16.2.1	半无限大空间的电像法 .....	123
16.2.2	球面内与球面外的电像法 .....	123
16.2.3	* 静电场边值问题的相关结论 .....	123
16.2.3.1	问题的提出 .....	123
16.2.3.2	几个引理 .....	123
16.2.3.3	叠加原理 .....	123
16.2.3.4	唯一性定理 .....	123
16.3	电介质 .....	124
16.3.1	微观角度理解极化 .....	124
16.3.1.1	位移极化 .....	124
16.3.1.2	取向极化 .....	124
16.3.2	宏观角度理解极化 .....	124
16.3.2.1	电位移 .....	124
16.3.2.2	简单体系的静电平衡 .....	124
16.3.2.3	介质中的静电平衡 .....	124
16.3.3	宏观与微观的联系 .....	124
16.4	再论静电能 .....	125
16.4.1	极化能 .....	125
16.4.2	普遍的静电能 .....	125
16.4.3	再论电容模型 .....	125
	总结 .....	126
	习题 .....	127
	索引 .....	127
		121

---

## 16.1 导体与静电平衡

\nobreak

### 16.1.1 绝缘体与导体综述

\nobreak

### 16.1.2 静电平衡部分结果

\nobreak

### 16.1.3 简单体系

\nobreak

#### 16.1.3.1 导体平板

\nobreak

#### 16.1.3.2 导体球壳

\nobreak

#### 16.1.3.3 导体柱壳

---

## 16.2 电像法

\nobreak

### 16.2.1 半无限大空间的电像法

\nobreak

### 16.2.2 球面内与球面外的电像法

\nobreak

### 16.2.3 \* 静电场边值问题的相关结论

\nobreak

#### 16.2.3.1 问题的提出

\nobreak

#### 16.2.3.2 几个引理

\nobreak

#### 16.2.3.3 叠加原理

\nobreak

#### 16.2.3.4 唯一性定理

---

## 16.3 电介质

\nobreak

### 16.3.1 微观角度理解极化

\nobreak

#### 16.3.1.1 位移极化

\nobreak

#### 16.3.1.2 取向极化

\nobreak

### 16.3.2 宏观角度理解极化

\nobreak

#### 16.3.2.1 电位移

\nobreak

#### 16.3.2.2 简单体系的静电平衡

\nobreak

#### 16.3.2.3 介质中的静电平衡

\nobreak

### 16.3.3 宏观与微观的联系



---

## 16.4 再论静电能

\nobreak

### 16.4.1 极化能

\nobreak

### 16.4.2 普遍的静电能

\nobreak

### 16.4.3 再论电容模型

---

## 总结

---

习题

**Exercise 16.1** *some*

**Exercise 16.2** *some*

---

索引

...: ...



# 17

## 稳恒电流

当电荷受到驱动力而开始在介质中定向漂移...

### 章节目录

17.1	稳恒电流描述与形成 .....	130
17.1.1	德鲁特模型 .....	130
17.1.2	* 费米气观点 .....	130
17.1.3	* 能带论观点 .....	130
17.1.4	惯性, 阻尼, 回复力 .....	130
17.1.5	稳恒电流与形成条件 .....	130
17.2	电路与电路方程 .....	131
17.2.1	电路元件 .....	131
17.2.2	基尔霍夫电路定律 .....	131
17.3	电路分析基础 .....	132
17.3.1	电路的整体性质 .....	132
17.3.2	电路求解套路 .....	132
17.3.2.1	支路电流法 .....	132
17.3.2.2	节点电势法 .....	132
17.3.2.3	网孔电流法 .....	132
17.4	电路分析方法 .....	133
17.4.1	叠加原理 .....	133
17.4.2	戴维南-诺尔顿原理 .....	133
17.4.3	* 特勒根原理 .....	133
17.4.4	* 互易原理 .....	133
17.5	电阻等效方法 .....	134
17.5.1	电阻网络的等效变换 .....	134
17.5.2	根据对称性简化电路 .....	134
17.5.3	电流分布法 .....	134
17.6	半导体器件 .....	135
17.6.1	pn 结 .....	135
17.6.2	二极管 .....	135
17.6.3	三极管 .....	135
	总结 .....	136
	习题 .....	137
	索引 .....	137
		129

---

## 17.1 稳恒电流描述与形成

\nobreak

### 17.1.1 德鲁特模型

\nobreak

### 17.1.2 \* 费米气观点

\nobreak

### 17.1.3 \* 能带论观点

\nobreak

### 17.1.4 惯性, 阻尼, 回复力

\nobreak

### 17.1.5 稳恒电流与形成条件

---

## 17.2 电路与电路方程

\nobreak

### 17.2.1 电路元件

\nobreak

### 17.2.2 基尔霍夫电路定律

---

### 17.3 电路分析基础

\nobreak

#### 17.3.1 电路的整体性质

\nobreak

#### 17.3.2 电路求解套路

\nobreak

##### 17.3.2.1 支路电流法

\nobreak

##### 17.3.2.2 节点电势法

\nobreak

##### 17.3.2.3 网孔电流法



---

## 17.4 电路分析方法

\nobreak

### 17.4.1 叠加原理

\nobreak

### 17.4.2 戴维南-诺尔顿原理

\nobreak

### 17.4.3 \* 特勒根原理

\nobreak

### 17.4.4 \* 互易原理

---

## 17.5 电阻等效方法

\nobreak

### 17.5.1 电阻网络的等效变换

\nobreak

### 17.5.2 根据对称性简化电路

\nobreak

### 17.5.3 电流分布法

---

## 17.6 半导体器件

\nobreak

### 17.6.1 pn 结

\nobreak

### 17.6.2 二极管

\nobreak

### 17.6.3 三极管

---

## 总结

---

习题

**Exercise 17.1** *some*

**Exercise 17.2** *some*

---

索引

...: ...



# 18

## 静磁场

当磁现象逐渐开始用电现象的术语来解释...

### 章节目录

18.1	电流与磁场 .....	140
18.1.1	磁现象 .....	140
18.1.2	毕奥-萨伐尔定律 .....	140
18.1.3	磁场 .....	140
18.2	两个定律与电势 .....	141
18.2.1	磁场环量定律 .....	141
18.2.2	矢势与磁场通量定律 .....	141
18.3	电流体系 .....	142
18.3.1	磁偶极子 .....	142
18.3.2	磁化强度 .....	142
18.3.3	若干对称电荷分布 .....	142
18.3.3.1	平面与厚层 .....	142
18.3.3.2	直线与圆柱 .....	142
18.3.3.3	螺线圈 .....	142
18.3.3.4	* 载流圆环 .....	142
18.3.3.5	均匀磁化的球 .....	142
18.4	磁介质与磁能 .....	143
18.4.1	微观角度理解磁化 .....	143
18.4.1.1	顺磁性 .....	143
18.4.1.2	抗磁性 .....	143
18.4.1.3	铁磁性 .....	143
18.4.2	宏观角度理解磁化 .....	143
18.4.2.1	磁场强度 .....	143
18.4.2.2	磁路定律 .....	143
18.4.2.3	电感 .....	143
18.4.3	磁场能量 .....	143
	总结 .....	144
	习题 .....	145
	索引 .....	145

---

## 18.1 电流与磁场

\nobreak

### 18.1.1 磁现象

\nobreak

### 18.1.2 毕奥-萨伐尔定律

\nobreak

### 18.1.3 磁场



---

## 18.2 两个定律与电势

\nobreak

### 18.2.1 磁场环量定律

\nobreak

### 18.2.2 矢势与磁场通量定律

---

### 18.3 电流体系

\nobreak

#### 18.3.1 磁偶极子

\nobreak

#### 18.3.2 磁化强度

\nobreak

#### 18.3.3 若干对称电荷分布

\nobreak

##### 18.3.3.1 平面与厚层

\nobreak

##### 18.3.3.2 直线与圆柱

\nobreak

##### 18.3.3.3 螺线圈

\nobreak

##### 18.3.3.4 \* 载流圆环

\nobreak

##### 18.3.3.5 均匀磁化的球

---

## 18.4 磁介质与磁能

\nobreak

### 18.4.1 微观角度理解磁化

\nobreak

#### 18.4.1.1 顺磁性

\nobreak

#### 18.4.1.2 抗磁性

\nobreak

#### 18.4.1.3 铁磁性

\nobreak

### 18.4.2 宏观角度理解磁化

\nobreak

#### 18.4.2.1 磁场强度

\nobreak

#### 18.4.2.2 磁路定律

\nobreak

#### 18.4.2.3 电感

\nobreak

### 18.4.3 磁场能量

---

## 总结

---

习题

**Exercise 18.1** *some*

**Exercise 18.2** *some*

---

索引

...: ...



# 19

## 电磁感应

电磁之间的联系隐藏于黑暗中, 电磁感应将光芒照亮于其发展的道路...

### 章节目录

19.1	磁生电 .....	147
19.1.1	法拉第电磁感应定律 .....	147
19.1.2	动生电动势 .....	148
19.1.3	感生电动势 .....	148
19.2	电磁感应与电路 .....	149
19.2.1	例: 平行导轨 .....	149
19.2.2	发电机与电动机 .....	149
19.2.3	* 涡电流 .....	149
19.3	自感与互感 .....	150
19.3.1	自感 .....	150
19.3.2	互感 .....	150
19.3.3	变压器 .....	150
19.3.4	再论磁能 .....	150
19.4	* 再论标势与矢势 .....	151
19.4.1	洛伦兹力与势 .....	151
19.4.2	规范 .....	151
19.4.3	势的产生 .....	151
	总结 .....	152
	习题 .....	153
	索引 .....	153

### 章节概述引入

#### 19.1 磁生电

\nobreak

**19.1.1 法拉第电磁感应定律**

\nobreak

**19.1.2 动生电动势**

\nobreak

**19.1.3 感生电动势**



---

## 19.2 电磁感应与电路

\nobreak

### 19.2.1 例：平行导轨

\nobreak

### 19.2.2 发电机与电动机

\nobreak

### 19.2.3 \* 涡电流

---

### 19.3 自感与互感

\nobreak

#### 19.3.1 自感

\nobreak

#### 19.3.2 互感

\nobreak

#### 19.3.3 变压器

\nobreak

#### 19.3.4 再论磁能

---

## 19.4 \* 再论标势与矢势

\nobreak

### 19.4.1 洛伦兹力与势

\nobreak

### 19.4.2 规范

\nobreak

### 19.4.3 势的产生

---

## 总结

---

习题

**Exercise 19.1** *some*

**Exercise 19.2** *some*

---

索引

...: ...



# 20

## 麦克斯韦方程组

集齐电磁理论拼图的最后一块, 经典电磁学发展到了其最高峰...

### 章节目录

20.1	电生磁 .....	155
20.1.1	位移电流 .....	155
20.1.2	麦克斯韦方程组 .....	156
20.2	电磁波解 .....	157
20.2.1	真空中的电磁波 .....	157
20.2.2	介质中的电磁波 .....	157
20.2.3	电磁场的能量与动量 .....	157
20.2.4	电磁波在界面上的反射与折射 .....	157
20.3	* 电磁波的辐射与吸收 .....	158
20.3.1	达朗贝尔方程 .....	158
20.3.2	偶极辐射 .....	158
20.3.3	相对论性辐射 .....	158
20.3.4	辐射阻尼与散射截面 .....	158
20.4	电磁单位制 .....	159
20.4.1	国际单位制 .....	159
20.4.2	高斯单位制 .....	159
20.4.3	自然单位制 .....	159
	总结 .....	160
	习题 .....	161
	索引 .....	161

### 章节概述引入

## 20.1 电生磁

\nobreak

**20.1.1 位移电流**

\nobreak

**20.1.2 麦克斯韦方程组**



---

## 20.2 电磁波解

\nobreak

### 20.2.1 真空中的电磁波

\nobreak

### 20.2.2 介质中的电磁波

\nobreak

### 20.2.3 电磁场的能量与动量

\nobreak

### 20.2.4 电磁波在界面上的反射与折射

---

## 20.3 \* 电磁波的辐射与吸收

\nobreak

### 20.3.1 达朗贝尔方程

\nobreak

### 20.3.2 偶极辐射

\nobreak

### 20.3.3 相对论性辐射

\nobreak

### 20.3.4 辐射阻尼与散射截面

---

## 20.4 电磁单位制

\nobreak

### 20.4.1 国际单位制

\nobreak

### 20.4.2 高斯单位制

\nobreak

### 20.4.3 自然单位制

---

## 总结

---

习题

**Exercise 20.1** *some*

**Exercise 20.2** *some*

---

索引

...: ...



# 21

## 交流电路

如果电磁波是河水, 那么导引其能量流动的河道就是交流电路...

### 章节目录

21.1	交流电网 .....	163
21.1.1	交流电的产生 .....	164
21.1.2	交流电的传输 .....	164
21.1.2.1	良导体 .....	164
21.1.2.2	波导模型 .....	164
21.1.2.3	传输线模型 .....	164
21.1.2.4	拟稳条件 .....	164
21.1.3	市电规范 .....	164
21.1.4	整流, 滤波, 稳压 .....	164
21.2	交流元件特性 .....	165
21.2.1	电阻元件 .....	165
21.2.2	电容元件 .....	165
21.2.3	电感元件 .....	165
21.3	交流电路解法 .....	166
21.3.1	复数解法 .....	166
21.3.2	相量图解 .....	166
21.3.3	功率分析 .....	166
21.4	常见电路 .....	167
21.4.1	谐振电路 .....	167
21.4.2	* 滤波电路 .....	167
21.4.3	* 运算电路 .....	167
	总结 .....	168
	习题 .....	169
	索引 .....	169

### 章节概述引入

---

## 21.1 交流电网

\nobreak

### 21.1.1 交流电的产生

\nobreak

### 21.1.2 交流电的传输

\nobreak

#### 21.1.2.1 良导体

\nobreak

#### 21.1.2.2 波导模型

\nobreak

#### 21.1.2.3 传输线模型

\nobreak

#### 21.1.2.4 拟稳条件

\nobreak

### 21.1.3 市电规范

\nobreak

### 21.1.4 整流, 滤波, 稳压



---

## 21.2 交流元件特性

\nobreak

### 21.2.1 电阻元件

\nobreak

### 21.2.2 电容元件

\nobreak

### 21.2.3 电感元件

---

### 21.3 交流电路解法

\nobreak

#### 21.3.1 复数解法

\nobreak

#### 21.3.2 相量图解

\nobreak

#### 21.3.3 功率分析

---

## 21.4 常见电路

\nobreak

### 21.4.1 谐振电路

\nobreak

### 21.4.2 \* 滤波电路

\nobreak

### 21.4.3 \* 运算电路

---

## 总结

---

习题

**Exercise 21.1** *some*

**Exercise 21.2** *some*

---

索引

...: ...



第 IV 部分

光学





# 22

## 光波与光线

光的确是电磁波, 光线模型是历史遗产, 两者不是不可调和...

### 章节目录

22.1	波动光学引论 .....	173
22.1.1	光波描述的三个层次 .....	174
22.1.2	光波的叠加 .....	174
22.1.3	光波的偏振 .....	174
22.1.4	* 光波的传播子 .....	174
22.2	界面光学 .....	175
22.2.1	斯涅耳公式 .....	175
22.2.2	菲涅尔公式 .....	175
22.2.2.1	半波损失 .....	175
22.2.2.2	布儒斯特角 .....	175
22.2.2.3	全内反射 .....	175
22.2.3	* 全反射与隐失波 .....	175
22.3	光线方程 .....	176
22.3.1	光线模型 .....	176
22.3.2	光线方程 .....	176
22.3.3	* 光力类比 .....	176
22.4	从费马到费曼 .....	177
22.4.1	费马原理 .....	177
22.4.2	惠更斯-菲涅尔原理 .....	177
22.4.3	* 基尔霍夫衍射积分公式 .....	177
22.4.4	* 费曼路径积分理论 .....	177
22.4.5	结论 .....	177
	总结 .....	178
	习题 .....	179
	索引 .....	179

### 章节概述引入

---

## 22.1 波动光学引论

\nobreak

### 22.1.1 光波描述的三个层次

\nobreak

### 22.1.2 光波的叠加

\nobreak

### 22.1.3 光波的偏振

\nobreak

### 22.1.4 \* 光波的传播子

---

## 22.2 界面光学

\nobreak

### 22.2.1 斯涅耳公式

\nobreak

### 22.2.2 菲涅尔公式

\nobreak

#### 22.2.2.1 半波损失

\nobreak

#### 22.2.2.2 布儒斯特角

\nobreak

#### 22.2.2.3 全内反射

\nobreak

### 22.2.3 \* 全反射与隐失波

---

## 22.3 光线方程

\nobreak

### 22.3.1 光线模型

\nobreak

### 22.3.2 光线方程

\nobreak

### 22.3.3 \* 光力类比

---

## 22.4 从费马到费曼

\nobreak

### 22.4.1 费马原理

\nobreak

### 22.4.2 惠更斯-菲涅尔原理

\nobreak

### 22.4.3 \* 基尔霍夫衍射积分公式

\nobreak

### 22.4.4 \* 费曼路径积分理论

\nobreak

### 22.4.5 结论

---

## 总结

---

习题

**Exercise 22.1** *some*

**Exercise 22.2** *some*

---

索引

...: ...





# 23

## 光学成像

物光必将经过像, 物理上堪称完美, 数学上也不平凡...

### 章节目录

23.1	傍轴光成像 .....	181
23.1.1	物与像 .....	181
23.1.2	球面折射与球面反射 .....	182
23.1.3	符号法则 .....	182
23.1.4	薄透镜折射成像 .....	182
23.1.5	几个抽象 .....	182
23.1.6	两个成像系统的复合 .....	182
23.2	理想成像系统 .....	183
23.2.1	作图法 .....	183
23.2.2	基点基面性质 .....	183
23.2.3	望远系统 .....	183
23.2.4	* 理想成像背后的数学理论 .....	183
23.3	理想成像系统 .....	184
23.3.1	作图法 .....	184
23.3.2	基点基面性质 .....	184
23.3.3	望远系统 .....	184
23.3.4	* 理想成像背后的数学理论 .....	184
	总结 .....	185
	习题 .....	186
	索引 .....	186

### 章节概述引入

#### 23.1 傍轴光成像

\nobreak

**23.1.1 物与像**

\nobreak

**23.1.2 球面折射与球面反射**

\nobreak

**23.1.3 符号法则**

\nobreak

**23.1.4 薄透镜折射成像**

\nobreak

**23.1.5 几个抽象**

\nobreak

**23.1.6 两个成像系统的复合**

---

## **23.2 理想成像系统**

\nobreak

### **23.2.1 作图法**

\nobreak

### **23.2.2 基点基面性质**

\nobreak

### **23.2.3 望远系统**

\nobreak

### **23.2.4 \* 理想成像背后的数学理论**

---

### 23.3 理想成像系统

\nobreak

#### 23.3.1 作图法

\nobreak

#### 23.3.2 基点基面性质

\nobreak

#### 23.3.3 望远系统

\nobreak

#### 23.3.4 \* 理想成像背后的数学理论

---

## 总结

---

## 习题

**Exercise 23.1** *some*

**Exercise 23.2** *some*

---

## 索引

...: ...

# 24

## 光学仪器

聚焦能量, 还原信息, 成像仪器, 信号处理, 服务于人...

### 章节目录

24.1	光度学.....	187
24.1.1	* 色度学 .....	187
24.1.2	光度函数 .....	188
24.1.3	亮度与照度 .....	188
24.1.4	物与像的光度学联系.....	188
24.2	光阑 .....	189
24.2.1	孔径光阑与视场光阑.....	189
24.2.2	光瞳与窗 .....	189
24.3	助视仪器 .....	190
24.3.1	人眼与眼睛 .....	190
24.3.2	光学显微镜 .....	190
24.3.3	光学望远镜 .....	190
24.4	观像仪器 .....	191
24.4.1	数字相机.....	191
24.4.2	透视仪 .....	191
24.4.3	电镜.....	191
	总结.....	192
	习题.....	193
	索引.....	193

### 章节概述引入

#### 24.1 光度学

\nobreak

**24.1.1 \* 色度学**

\nobreak

**24.1.2 光度函数**

\nobreak

**24.1.3 亮度与照度**

\nobreak

**24.1.4 物与像的光度学联系**



---

## 24.2 光阑

\nobreak

### 24.2.1 孔径光阑与视场光阑

\nobreak

### 24.2.2 光瞳与窗

---

## 24.3 助视仪器

\nobreak

### 24.3.1 人眼与眼睛

\nobreak

### 24.3.2 光学显微镜

\nobreak

### 24.3.3 光学望远镜

---

## 24.4 观像仪器

\nobreak

### 24.4.1 数字相机

\nobreak

### 24.4.2 透视仪

\nobreak

### 24.4.3 电镜

---

## 总结

---

习题

**Exercise 24.1** *some*

**Exercise 24.2** *some*

---

索引

...: ...



# 25

## 光的干涉

万千花样，只源于两相干光之前的巧遇...

### 章节目录

25.1	干涉引论 .....	195
25.1.1	波前函数 .....	195
25.1.2	傍轴近似与远场近似 .....	196
25.1.3	相干度 .....	196
25.2	分波面干涉 .....	197
25.2.1	杨氏双孔干涉 .....	197
25.2.2	其他变式 .....	197
25.2.3	散斑干涉 .....	197
25.3	分振幅干涉 .....	198
25.3.1	薄膜干涉 .....	198
25.3.2	迈克尔孙干涉仪 .....	198
25.3.3	其他变式 .....	198
25.4	相干性 .....	199
25.4.1	空间相干性 .....	199
25.4.2	时间相干性 .....	199
25.4.3	偏振相干性 .....	199
	总结 .....	200
	习题 .....	201
	索引 .....	201

### 章节概述引入

## 25.1 干涉引论

\nobreak

**25.1.1 波前函数**

\nobreak

**25.1.2 傍轴近似与远场近似**

\nobreak

**25.1.3 相干度**



---

## 25.2 分波面干涉

\nobreak

### 25.2.1 杨氏双孔干涉

\nobreak

### 25.2.2 其他变式

\nobreak

### 25.2.3 散斑干涉

---

### 25.3 分振幅干涉

\nobreak

#### 25.3.1 薄膜干涉

\nobreak

#### 25.3.2 迈克尔孙干涉仪

\nobreak

#### 25.3.3 其他变式

---

## 25.4 相干性

\nobreak

### 25.4.1 空间相干性

\nobreak

### 25.4.2 时间相干性

\nobreak

### 25.4.3 偏振相干性

---

## 总结

---

习题

**Exercise 25.1** *some*

**Exercise 25.2** *some*

---

索引

...: ...



# 26

## 光的衍射

波前中蕴藏着光学信息，傅里叶分析恰能呈现背后规律...

章节目录

26.1	多光束干涉	203
26.1.1	分振幅的多光束干涉	203
26.1.2	分波面的多光束干涉	203
26.1.3	X 射线晶体衍射	204
26.2	衍射引论	205
26.2.1	衍射积分公式	205
26.2.2	几类菲涅尔衍射	205
26.2.3	几类夫琅禾费衍射	205
26.3	* 傅里叶光学	206
26.3.1	傅里叶变换的性质	206
26.3.2	波前分析	206
26.3.3	光学信息处理	206
	总结	207
	习题	208
	索引	208

章节概述引入

### 26.1 多光束干涉

\nobreak

#### 26.1.1 分振幅的多光束干涉

\nobreak

**26.1.2** 分波面的多光束干涉

\nobreak

**26.1.3** X 射线晶体衍射



---

## 26.2 衍射引论

\nobreak

### 26.2.1 衍射积分公式

\nobreak

### 26.2.2 几类菲涅尔衍射

\nobreak

### 26.2.3 几类夫琅禾费衍射

---

## **26.3 \* 傅里叶光学**

\nobreak

### **26.3.1 傅里叶变换的性质**

\nobreak

### **26.3.2 波前分析**

\nobreak

### **26.3.3 光学信息处理**

---

## 总结

---

## 习题

**Exercise 26.1** *some*

**Exercise 26.2** *some*

---

## 索引

...: ...

# 27

## 物理光学

历史螺旋上升, 智慧历久弥新, 真理越辩越明...

### 章节目录

27.1	光的本性 .....	209
27.1.1	光子 .....	210
27.1.2	* 相干态与压缩态 .....	210
27.2	* 光与物质相互作用 .....	211
27.2.1	光与晶体声波 .....	211
27.2.2	光与分子振动 .....	211
27.2.3	光与电子跃迁 .....	211
27.2.4	光的非弹性过程 .....	211
27.2.5	激光 .....	211
27.3	发射, 传播与吸收的唯象描述 .....	212
27.3.1	发射 .....	212
27.3.2	色散 .....	212
27.3.3	散射 .....	212
27.3.4	吸收 .....	212
27.4	经典色散理论 .....	213
27.4.1	洛伦兹电子论 .....	213
27.4.2	* 散射截面 .....	213
27.4.3	* 磁场与色散 .....	213
27.4.3.1	等离子体情况 .....	213
27.4.3.2	法拉第效应 .....	213
	总结 .....	214
	习题 .....	215
	索引 .....	215

### 章节概述引入

---

## 27.1 光的本性

\nobreak

### 27.1.1 光子

\nobreak

### 27.1.2 \* 相干态与压缩态

---

## **27.2 \* 光与物质相互作用**

\nobreak

### **27.2.1 光与晶体声波**

\nobreak

### **27.2.2 光与分子振动**

\nobreak

### **27.2.3 光与电子跃迁**

\nobreak

### **27.2.4 光的非弹性过程**

\nobreak

### **27.2.5 激光**

---

## 27.3 发射, 传播与吸收的唯象描述

\nobreak

### 27.3.1 发射

\nobreak

### 27.3.2 色散

\nobreak

### 27.3.3 散射

\nobreak

### 27.3.4 吸收



---

## **27.4 经典色散理论**

\nobreak

### **27.4.1 洛伦兹电子论**

\nobreak

### **27.4.2 \* 散射截面**

\nobreak

### **27.4.3 \* 磁场与色散**

\nobreak

#### **27.4.3.1 等离子体情况**

\nobreak

#### **27.4.3.2 法拉第效应**

---

## 总结

---

习题

**Exercise 27.1** *some*

**Exercise 27.2** *some*

---

索引

...: ...



第 V 部分  
近代物理



# 28

## 相对论

基于对称的理论, 极致简约的理论, 忠于现实的理论...

### 章节目录

28.1	时空与运动 .....	219
28.1.1	相对论时空观 .....	219
28.1.2	尺缩, 钟慢, 同时相对性 .....	220
28.1.3	洛伦兹变换 .....	220
28.1.4	速度变换 .....	220
28.1.5	转盘佯谬 .....	220
28.2	相互作用 .....	221
28.2.1	动量与能量 .....	221
28.2.2	* 角动量 .....	221
28.2.3	守恒律 .....	221
28.2.4	力与场 .....	221
28.3	连续体 .....	222
28.3.1	四维波矢变换 .....	222
28.3.2	四维电流变换 .....	222
28.3.3	电磁场变换 .....	222
28.4	广义相对论简介 .....	223
28.4.1	度规与测地线 .....	223
28.4.2	弯曲的时空 .....	223
28.4.3	施瓦西黑洞 .....	223
	总结 .....	224
	习题 .....	225
	索引 .....	225

### 章节概述引入

## 28.1 时空与运动

\nobreak

### 28.1.1 相对论时空观

\nobreak

### 28.1.2 尺缩, 钟慢, 同时相对性

\nobreak

### 28.1.3 洛伦兹变换

\nobreak

### 28.1.4 速度变换

\nobreak

### 28.1.5 转盘佯谬



---

## 28.2 相互作用

\nobreak

### 28.2.1 动量与能量

\nobreak

### 28.2.2 \* 角动量

\nobreak

### 28.2.3 守恒律

\nobreak

### 28.2.4 力与场

---

## 28.3 连续体

\nobreak

### 28.3.1 四维波矢变换

\nobreak

### 28.3.2 四维电流变换

\nobreak

### 28.3.3 电磁场变换

---

## 28.4 广义相对论简介

\nobreak

### 28.4.1 度规与测地线

\nobreak

### 28.4.2 弯曲的时空

\nobreak

### 28.4.3 施瓦西黑洞

---

## 总结

---

习题

**Exercise 28.1** *some*

**Exercise 28.2** *some*

---

索引

...: ...



# 29

## 量子论

颠覆经典图像, 重建量子对应, 将上下而求索...

### 章节目录

29.1	光的量子性 .....	227
29.1.1	黑体辐射 .....	227
29.1.2	光电效应 .....	227
29.1.3	康普顿效应 .....	228
29.1.4	* 引力与光 .....	228
29.2	粒子波动性 .....	229
29.2.1	原子模型 .....	229
29.2.2	电子的两个实验 .....	229
29.2.3	物质波 .....	229
29.3	* 量子力学初步 .....	230
29.3.1	运动-波函数 .....	230
29.3.2	相互作用-算符 .....	230
29.3.3	波的动力学 .....	230
29.3.4	全同粒子与福克空间 .....	230
	总结 .....	231
	习题 .....	232
	索引 .....	232

### 章节概述引入

#### 29.1 光的量子性

\nobreak

##### 29.1.1 黑体辐射

\nobreak

**29.1.2 光电效应**

\nobreak

**29.1.3 康普顿效应**

\nobreak

**29.1.4 \* 引力与光**



---

## 29.2 粒子波动性

\nobreak

### 29.2.1 原子模型

\nobreak

### 29.2.2 电子的两个实验

\nobreak

### 29.2.3 物质波

---

## **29.3 \* 量子力学初步**

\nobreak

### **29.3.1 运动-波函数**

\nobreak

### **29.3.2 相互作用-算符**

\nobreak

### **29.3.3 波的动力学**

\nobreak

### **29.3.4 全同粒子与福克空间**

---

## 总结

---

## 习题

**Exercise 29.1** *some*

**Exercise 29.2** *some*

---

## 索引

...: ...

# 30

## 尺度物理学

兼备龙象之力, 燕雀之巧, 似一条巨蟒衔住了其尾巴...

### 章节目录

30.1	基本粒子与相互作用 .....	233
30.1.1	标准模型 .....	234
30.1.2	相互作用过程 .....	234
30.1.3	守恒律 .....	234
30.1.4	* 超越标准模型 .....	234
30.2	核物理 .....	235
30.2.1	核模型 .....	235
30.2.2	核反应 .....	235
30.2.3	核应用 .....	235
30.3	* 原子与分子 .....	236
30.3.1	自旋-轨道相互作用 .....	236
30.3.2	元素周期律 .....	236
30.3.3	键合 .....	236
30.3.4	分子谱 .....	236
30.4	* 介观物理 .....	237
30.4.1	声子模型 .....	237
30.4.2	电子气 .....	237
30.4.3	能带论 .....	237
30.4.4	强关联电子体系 .....	237
30.5	宇宙学 .....	238
30.5.1	宇宙膨胀的证据 .....	238
30.5.2	标准模型 .....	238
30.5.3	暗物质与暗能量 .....	238
	总结 .....	239
	习题 .....	240
	索引 .....	240

### 章节概述引入

---

## 30.1 基本粒子与相互作用

\nobreak

### 30.1.1 标准模型

\nobreak

### 30.1.2 相互作用过程

\nobreak

### 30.1.3 守恒律

\nobreak

### 30.1.4 \* 超越标准模型

---

## 30.2 核物理

\nobreak

### 30.2.1 核模型

\nobreak

### 30.2.2 核反应

\nobreak

### 30.2.3 核应用

---

### 30.3 \* 原子与分子

\nobreak

#### 30.3.1 自旋-轨道相互作用

\nobreak

#### 30.3.2 元素周期律

\nobreak

#### 30.3.3 键合

\nobreak

#### 30.3.4 分子谱



---

## 30.4 \* 介观物理

\nobreak

### 30.4.1 声子模型

\nobreak

### 30.4.2 电子气

\nobreak

### 30.4.3 能带论

\nobreak

### 30.4.4 强关联电子体系

---

## 30.5 宇宙学

\nobreak

### 30.5.1 宇宙膨胀的证据

\nobreak

### 30.5.2 标准模型

\nobreak

### 30.5.3 暗物质与暗能量

---

## 总结

---

## 习题

**Exercise 30.1** *some*

**Exercise 30.2** *some*

---

## 索引

...: ...

## 参考文献