



全国高协组织教材研究与编写委员会审定

# 大学物理基础

(上册)

陈治 刘志刚 陈祖刚

中国科学技术出版社

本书由全国高协组织教育发展中心、香港教科文出版有限公司资助出版  
全国高协组织教材研究与编写委员会审定

# 大学物理基础

FUNDAMENTAL UNIVERSITY PHYSICS

陈志 刘志刚 陈祖刚

中国科学文化出版社

## 内容简介

本书是北京市教育科学“95”规划重点课题《突破课程传统界限更新内容开发工科数理基础平台》的研究成果。是作者长期从事工科基础课教学与教改实践的总结。可以作为工科大学物理课程的教学参考书。本书与其它同类教材的不同之处是更加注重了经典物理学与近代物理学之间的统一性，注重了物理学与周边课程的整合与衔接，特别是与高等数学的积极配合。将科学方法论（模型、演绎、归纳、类比、系统等）的教学渗透全书，成为统率全部素材的灵魂。全书例题丰富，图文并茂，对教学的重点和难点循序渐进的、有阶梯式的论述。对学生和初涉讲坛的教师形成了绿色通道。

## 大学物理基础（上册）

陈志 刘志刚 陈祖刚

---

**出版发行：**中国科学文化出版社  
**排 版：**新天地文印中心  
**印 刷：**盛源印务有限公司  
**开 本：**787×1092mm 1/16  
**印 张：**28.437  
**字 数：**649 千字  
**版 次：**2001 年 12 月第 1 版  
**书 号：**ISBN 962—8467—63—8  
**定 价：**50.00 元

---

**版权所有 翻印必究**

## 摘录代前言

### 物理学对社会的重要性

物理学——研究物质、能量和它们的相互作用的学科——是一项国际事业，它对人类未来的进步起着关键的作用。对物理教育的支持和研究，在所有国家都是重要的，这是因为：1.物理学是一项激动人心的智力探险活动，它鼓舞着年轻人，并扩展着我们关于大自然知识的疆界。2.物理学发展着未来技术进步所需的基本知识，而技术进步将持续驱动着世界经济发动机的运转。3.物理学有助于技术的基本建设，它为科学进步和发明的利用，提供所需训练有素的人才。

——《第23届国际纯粹物理与应用物理联合会(IUPAP)代表大会决议》(3-21-1999)

教学内容、课程体系的改革是人才培养模式改革的主要落脚点，也是教学改革的重点和难点。本科教学内容、课程体系改革，要适应21世纪科学技术、经济社会发展的趋势，从整体人才培养目标出发，根据培养目标和人才培养模式的要求，更新教学内容，优化课程体系，打破学科间的壁垒，加强课程与课程体系间在逻辑和结构上的联系与综合。要精选经典教学内容，不断充实反映科学技术和社会发展的最新成果，注意把体现当代学科发展特征的、多学科间的知识交叉与渗透反映到教学内容中来。要注重教给学生科学的思维方法，为学生探索新事物、培养创新能力奠定基础。

——《关于深化教育改革，培养适应21世纪需要的高质量人才的意见》

数学和物理学象一对“双生的”树叶，他们只在基部有很小的公共部分，多数部分则是相互分离的。“它们有各自不同的目标和价值判断准则，也有不同的传统。在它们的基础概念部分，令人吃惊地分享着若干共同的概念，即使如此，每个学科仍旧按着自身的脉络在发展。

——杨振宁

同气连枝，同胞共哺

——陈省身

求学问，需学问，只学答，非学问。

——李政道

# 目 录

## 牛顿力学及狭义相对论力学基础

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 第一章 质点运动学.....                  | 2  |
| § 1.1 空间 时间 模型与质点 参考系.....      | 2  |
| 1.1.1 关于空间 .....                | 3  |
| 1.1.2 关于时间 .....                | 3  |
| 1.1.3 模型与质点 .....               | 4  |
| 1.1.4 参考系与坐标系 .....             | 5  |
| § 1.2 质点运动学的基本概念.....           | 6  |
| 1.2.1 位置矢量 .....                | 6  |
| 1.2.2 运动方程 .....                | 7  |
| 1.2.3 轨道 .....                  | 7  |
| 1.2.4 位移与路程 .....               | 7  |
| 1.2.5 速率与速度 .....               | 7  |
| 1.2.6 速度变化量与加速度 .....           | 8  |
| 1.2.7 在直角坐标系中的运动方程、速度和加速度 ..... | 8  |
| § 1.3 运动学问题举例.....              | 9  |
| 1.3.1 恒定加速度运动 .....             | 9  |
| 1.3.2 利用几何约束处理运动学问题 .....       | 11 |
| 1.3.3 质点的圆周运动 .....             | 12 |
| § 1.4 自然坐标 加速度的本性方程 .....       | 13 |
| 1.4.1 自然坐标 .....                | 13 |
| 1.4.2 自然坐标中的加速度——加速度的本性方程 ..... | 14 |
| § 1.5 平动参考系变换.....              | 15 |
| 第二章 Newton 运动定律.....            | 19 |
| § 2.1 Newton 运动定律 .....         | 19 |
| 2.1.1 惯性定律与惯性参考系 .....          | 19 |
| 2.1.2 质量概念 .....                | 20 |
| 2.1.3 Newton 第二定律 .....         | 20 |
| 2.1.4 Newton 第三定律 .....         | 21 |
| § 2.2 力学中常见的力.....              | 21 |
| 2.2.1 万有引力 .....                | 21 |

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 2.2.2 重力 .....                       | 22 |
| 2.2.3 线性回复力 .....                    | 23 |
| 2.2.4 接触力 .....                      | 24 |
| § 2.3 Newton 定律应用举例 .....            | 30 |
| § 2.4 非惯性参考系 惯性力.....                | 37 |
| 2.4.1 非惯性系相对于惯性系平动 .....             | 37 |
| 2.4.2 匀角速转动的非惯性系中的静止质点 惯性离心力.....    | 38 |
| 第三章 运动定理与守恒定律.....                   | 42 |
| § 3.1 功的概念 动能定理.....                 | 42 |
| 3.1.1 功的概念 .....                     | 42 |
| 3.1.2 功率 .....                       | 43 |
| 3.1.3 功与参考系 .....                    | 44 |
| 3.1.4 质点动能定理——Newton 第二定律的空间积分.....  | 46 |
| § 3.2 保守力 系统的势能.....                 | 49 |
| 3.2.1 重力的功 .....                     | 50 |
| 3.2.2 保守力的概念 .....                   | 50 |
| 3.2.3 万有引力的功 .....                   | 51 |
| 3.2.4 线性回复力的功 .....                  | 51 |
| 3.2.5 建立质点系统 .....                   | 52 |
| 3.2.6 保守内力的功和系统势能的变化 .....           | 52 |
| 3.2.7 势能零点与势能函数 .....                | 53 |
| 3.2.8 非保守力 .....                     | 54 |
| § 3.3 质点系的功能定理 机械能守恒 .....           | 55 |
| 3.3.1 质点系的功能定理 .....                 | 55 |
| 3.3.2 机械能守恒 .....                    | 56 |
| 3.3.3 相互作用的势能描写 .....                | 61 |
| § 3.4 冲量 质点和质点系的动量定理 变质量质点动力学.....   | 64 |
| 3.4.1 冲量概念 .....                     | 64 |
| 3.4.2 质点的动量定理——Newton 第二定律的时间积分..... | 64 |
| 3.4.3 质点系的动量定理 .....                 | 66 |
| 3.4.4 变质量质点动力学 .....                 | 70 |
| § 3.5 质心 质心运动定理 动量守恒定律 质心参考系 .....   | 75 |
| 3.5.1 质心概念 .....                     | 75 |
| 3.5.2 质心运动定理 .....                   | 78 |
| 3.5.3 动量守恒定律 .....                   | 79 |
| 3.5.4 质心参考系 .....                    | 84 |

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| § 3.6 碰撞                              | 85  |
| 3.6.1 碰撞的特点                           | 86  |
| 3.6.2 一维碰撞                            | 86  |
| 3.6.3 碰撞过程中的能量传递与转化                   | 89  |
| 3.6.4 二维碰撞                            | 91  |
| 3.6.5 在质心系中处理两质点的碰撞问题                 | 91  |
| 3.6.6 质点与物体表面的碰撞                      | 95  |
| § 3.7 角动量 力矩 角动量定理                    | 97  |
| 3.7.1 质点的角动量                          | 98  |
| 3.7.2 力(对点之)矩                         | 98  |
| 3.7.3 质点的角动量定理——Newton 第二定律的矩变形       | 99  |
| § 3.8 质点系的角动量定理 角动量守恒定律 物体的平衡条件       | 100 |
| 3.8.1 力矩矢量和                           | 100 |
| 3.8.2 系统内力性质小结                        | 101 |
| 3.8.3 质点系的总角动量                        | 101 |
| 3.8.4 质点系的总动量、总动能和总角动量                | 102 |
| 3.8.5 质点系的角动量定理                       | 103 |
| 3.8.6 角动量守恒定律                         | 104 |
| 3.8.7 关于物体的平衡条件                       | 109 |
| 第四章 刚体的转动                             | 111 |
| § 4.1 刚体定轴转动运动学 自由度                   | 111 |
| 4.1.1 刚体的平动                           | 111 |
| 4.1.2 刚体的定轴转动                         | 111 |
| 4.1.3 自由度                             | 112 |
| § 4.2 刚体定轴转动动力学 转动惯量                  | 113 |
| 4.2.1 定轴转动刚体角动量在转轴 $oz$ 上的投影 $L_z$    | 114 |
| 4.2.2 定轴转动刚体的动能                       | 114 |
| 4.2.3 刚体的转动定理——质点系角动量定理在固定轴或过质心轴上的投影式 | 114 |
| 4.2.4 刚体对指定轴线的转动惯量                    | 115 |
| 4.2.5 关于计算转动惯量的两个定理                   | 117 |
| 4.2.6 力矩的功和功率 转动定理的空时积分               | 119 |
| § 4.3 刚体的平面运动——刚体平动与转动的结合             | 126 |
| 4.3.1 刚体的平面运动 基点                      | 126 |
| 4.3.2 刚体平动与转动的结合                      | 127 |
| 第五章 狭义相对论力学基础                         | 138 |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| § 5.1 对 Newton 力学的偏离 .....       | 139 |
| 5.1.1 极限速率的存在 .....              | 139 |
| 5.1.2 光传播现象上的疑难 .....            | 140 |
| 5.1.3 质量是常数吗? .....              | 142 |
| § 5.2 狭义相对论的两个基本原理 .....         | 142 |
| 5.2.1 狭义相对性原理 .....              | 143 |
| 5.2.2 光速不变原理 .....               | 143 |
| § 5.3 时间延缓与长度收缩 .....            | 144 |
| 5.3.1 光脉冲钟 .....                 | 144 |
| 5.3.2 时间延缓 原时 .....              | 144 |
| 5.3.3 长度收缩 原长 .....              | 145 |
| 5.3.4 倒易性 .....                  | 147 |
| 5.3.5 时间延缓的确凿证据 .....            | 148 |
| § 5.4 时钟整步与同时的相对性 .....          | 150 |
| 5.4.1 建立每个惯性系的时间标度是时间测量的基础 ..... | 150 |
| 5.4.2 时钟整步程序 .....               | 151 |
| 5.4.3 同时的相对性 .....               | 151 |
| § 5.5 Lorentz 变换 .....           | 152 |
| 5.5.1 Galileo 变换 .....           | 153 |
| 5.5.2 Lorentz 变换 .....           | 153 |
| § 5.6 相对论速度变换法则 .....            | 159 |
| § 5.7 狭义相对论基本原理的再认识 .....        | 160 |
| 5.7.1 相对性和绝对性 .....              | 161 |
| 5.7.2 信号传递的极限速率 .....            | 161 |
| § 5.8 相对论动力学建立的途径 .....          | 162 |
| § 5.9 相对论中的动量和质量 .....           | 163 |
| § 5.10 相对论能量 质能关系 .....          | 165 |
| 5.10.1 相对论力定律 .....              | 165 |
| 5.10.2 粒子的相对论动能 .....            | 165 |
| 5.10.3 粒子的静能与总能量 .....           | 166 |
| 5.10.4 能量——动量不变量 .....           | 167 |
| 5.10.5 关于动量——能量的变换 .....         | 168 |
| 5.10.6 质量和能量的当量关系 .....          | 170 |
| 5.10.7 结合能 .....                 | 171 |
| § 5.11 狭义相对论的意义 .....            | 173 |



# 热学

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 引言——热学的研究对象与方法 .....            | 175 |
| 第一章 温度内能热量与功 .....              | 176 |
| § 1.1 热力学系统的描述 .....            | 176 |
| 1.1.1 宏观描述及状态参量 .....           | 176 |
| 1.1.2 平衡态 .....                 | 176 |
| 1.1.3 弛豫时间 .....                | 177 |
| 1.1.4 准静态过程 .....               | 178 |
| § 1.2 热力学第零定律 温度 .....          | 178 |
| 1.2.1 绝热壁 透热壁 热平衡 .....         | 178 |
| 1.2.2 热平衡的可传递性与热力学第零定律 .....    | 179 |
| 1.2.3 温度与温标 .....               | 179 |
| § 1.3 热量与功 .....                | 180 |
| 1.3.1 历史的回顾 .....               | 180 |
| 1.3.2 热量与功的区别和联系 .....          | 181 |
| § 1.4 内能 热力学第一定律 .....          | 182 |
| 1.4.1 内能 .....                  | 182 |
| 1.4.2 热力学第一定律 .....             | 183 |
| § 1.5 准静态过程的体积变化功 .....         | 185 |
| 第二章 气体动理论 .....                 | 187 |
| § 2.1 理想气体的宏观描述与微观描述 .....      | 187 |
| 2.1.1 应当熟悉的一些量和它们的联系 .....      | 187 |
| 2.1.2 理想气体的状态方程 .....           | 187 |
| 2.1.3 理想气体的微观描述 .....           | 188 |
| § 2.2 统计规律性 .....               | 190 |
| 2.2.1 力学规律与统计规律 .....           | 190 |
| 2.2.2 概率 .....                  | 192 |
| § 2.3 理想气体压强和温度的统计意义 .....      | 193 |
| 2.3.1 气体压强的成因 .....             | 193 |
| 2.3.2 平衡态下气体系统的一些统计性假设 .....    | 194 |
| 2.3.3 压强公式推导和意义 .....           | 194 |
| 2.3.4 器壁移动时的作功问题 .....          | 195 |
| 2.3.5 温度的统计意义 .....             | 196 |
| 2.3.6 理想气体分子的方均根速率 .....        | 196 |
| § 2.4 能量均分定理 理想气体的内能 摩尔热容 ..... | 197 |

|       |                                       |     |
|-------|---------------------------------------|-----|
| 2.4.1 | 温度公式的启迪 .....                         | 197 |
| 2.4.2 | 能量均分定理 .....                          | 197 |
| 2.4.3 | 理想气体系统的内能 .....                       | 199 |
| 2.4.4 | 理想气体的摩尔热容 热容比 .....                   | 199 |
| 2.4.5 | 固体的摩尔热容 Dulong-Petit 定律 .....         | 202 |
| § 2.5 | 气体分子的速度和速率分布 .....                    | 203 |
| 2.5.1 | 关于分布函数 .....                          | 203 |
| 2.5.2 | 速度空间 速度分布函数 .....                     | 204 |
| 2.5.3 | 速率分布函数 .....                          | 207 |
| § 2.6 | Boltzmann 密度分布律 .....                 | 214 |
| 2.6.1 | Boltzmann 密度分布律 .....                 | 215 |
| 2.6.2 | 重力场中气体分子按高度的分布 等温压强公式 .....           | 215 |
| § 2.7 | 气体分子的相互碰撞平均自由程 .....                  | 217 |
| 2.7.1 | 分子平均碰撞频率和平均自由程 .....                  | 217 |
| 2.7.2 | 分子自由程的分布 .....                        | 219 |
| 第三章   | 循环 热力学第二定律与熵 .....                    | 222 |
| § 3.1 | 理想气体的准静态过程 .....                      | 222 |
| 3.1.1 | 等容过程 .....                            | 222 |
| 3.1.2 | 等压过程 .....                            | 222 |
| 3.1.3 | 等温过程 .....                            | 222 |
| 3.1.4 | 绝热过程 .....                            | 223 |
| 3.1.5 | $pV$ 图上的等温线与绝热线 .....                 | 224 |
| 3.1.6 | 多方过程 .....                            | 226 |
| § 3.2 | 热量与功的相互转换 循环过程的效率 .....               | 227 |
| § 3.3 | 可逆 Carnot 循环 .....                    | 229 |
| 3.3.1 | 可逆过程和不可逆过程 .....                      | 229 |
| 3.3.2 | 可逆 Carnot 循环 .....                    | 229 |
| § 3.4 | 制冷循环 热泵 .....                         | 232 |
| § 3.5 | 技术上的循环 .....                          | 233 |
| 3.5.1 | 热机 .....                              | 233 |
| 3.5.2 | 制冷机 .....                             | 235 |
| § 3.6 | 热力学第二定律的经典表述与自然过程的不可逆性 .....          | 237 |
| 3.6.1 | 由来 .....                              | 237 |
| 3.6.2 | 热力学第二定律的 Kelvin 表述和 Clausius 表述 ..... | 237 |
| 3.6.3 | 自然过程的不可逆性与热力学第二定律 .....               | 239 |
| § 3.7 | Carnot 定理 .....                       | 240 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| § 3.8 熵 热力学第二定律的数学表述 .....     | 242 |
| 3.8.1 态函数与过程量在数学上的区别 .....     | 242 |
| 3.8.2 Clausius 等式 .....        | 243 |
| 3.8.3 态函数熵 .....               | 244 |
| 3.8.4 可逆过程的宇宙熵变为零 .....        | 245 |
| 3.8.5 不可逆过程宇宙熵总是增加 .....       | 246 |
| 3.8.6 热力学第二定律的熵表述 .....        | 247 |
| 3.8.7 熵增加的后果分析 .....           | 247 |
| § 3.9 热力学第二定律的统计意义 熵与无序性 ..... | 249 |
| 3.9.1 热力学第二定律的统计意义 .....       | 249 |
| 3.9.2 热力学概率 .....              | 250 |
| 3.9.3 Boltzmann 公式 熵与无序性 ..... | 251 |
| 3.9.4 关于耗散结构 .....             | 252 |

## 电磁学

|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| 第一章 真空中的静电场 .....                          | 255 |
| § 1.1 电荷 电荷守恒定律 Coulomb 定律 .....           | 255 |
| 1.1.1 电荷 .....                             | 255 |
| 1.1.2 电荷守恒定律 .....                         | 256 |
| 1.1.3 Coulomb 定律 .....                     | 257 |
| § 1.2 电场 电场强度矢量 场强叠加原理 .....               | 258 |
| 1.2.1 电场 .....                             | 259 |
| 1.2.2 电场强度矢量 .....                         | 259 |
| 1.2.3 场强叠加原理 .....                         | 259 |
| 1.2.4 静电场计算 .....                          | 260 |
| § 1.3 数学补充 .....                           | 267 |
| 1.3.1 关于曲面上的有向面积元素 $d\vec{S}$ .....        | 267 |
| 1.3.2 球坐标系 .....                           | 267 |
| 1.3.3 柱坐标系 .....                           | 269 |
| 1.3.4 立体角 .....                            | 269 |
| § 1.4 电通量 Gauss 定理矢量场的通量 .....             | 271 |
| 1.4.1 矢量场的通量 .....                         | 271 |
| 1.4.2 电通量 .....                            | 272 |
| 1.4.3 Gauss 定理 .....                       | 272 |
| 1.4.4 应用 Gauss 定理求解具有高度对称性带电体产生电场的步骤 ..... | 274 |
| § 1.5 环路定理 电势 .....                        | 279 |

|       |                                 |     |
|-------|---------------------------------|-----|
| 1.5.1 | 静电场力作功与路径无关 .....               | 279 |
| 1.5.2 | 静电场的环路定理 .....                  | 280 |
| 1.5.3 | 静电势能 .....                      | 280 |
| 1.5.4 | 电势差 电势零点 电势 .....               | 281 |
| 1.5.5 | 电势的叠加原理 .....                   | 281 |
| § 1.6 | 电场的形象描述 .....                   | 286 |
| 1.6.1 | 静电场电场线的基本性质是静电场场方程的形象表述 .....   | 286 |
| 1.6.2 | 等势面的性质 .....                    | 287 |
| [附录]  | 电场线微分方程 .....                   | 287 |
| [附录]  | 标量场的方向导数与梯度 .....               | 288 |
| [附录]  | 电场强度与电势的微分关系 .....              | 289 |
| 第二章   | 静电场中的导体与电介质 .....               | 291 |
| § 2.1 | 静电场中的导体 .....                   | 291 |
| 2.1.1 | 金属导体电结构的经典图像 .....              | 291 |
| 2.1.2 | 导体的静电平衡状态 .....                 | 291 |
| 2.1.3 | 静电平衡下导体的电学性质 .....              | 292 |
| 2.1.4 | 静电平衡下的空腔导体 .....                | 296 |
| 2.1.5 | Van de Graaff 起电机原理 静电加速器 ..... | 297 |
| 2.1.6 | 导体对静电场的反作用 .....                | 298 |
| § 2.2 | 电容与电容器 .....                    | 301 |
| 2.2.1 | 孤立导体的电容 .....                   | 301 |
| 2.2.2 | 邻伴导体将提高原导体的电容 .....             | 302 |
| 2.2.3 | 电容器及其电容量 .....                  | 302 |
| 2.2.4 | 真空电容器电容量计算 .....                | 303 |
| 2.2.5 | 电容器组合的等效电容 .....                | 304 |
| § 2.3 | 电场的能量 .....                     | 307 |
| 2.3.1 | 带电系统的相互作用能 .....                | 307 |
| 2.3.2 | 连续分布带电体系的静电能 .....              | 308 |
| 2.3.3 | 电容器充电后具有的静电能 .....              | 309 |
| 2.3.4 | 静电势能是怎样分布的? .....               | 310 |
| [附录]  | 真空中电场的场能密度 .....                | 311 |
| § 2.4 | 静电场中的电介质 .....                  | 313 |
| 2.4.1 | 电介质电学行为的研究方法 .....              | 313 |
| 2.4.2 | 电介质的极化 .....                    | 313 |
| 2.4.3 | 中性电荷组的电矩 .....                  | 314 |
| 2.4.4 | 极化强度矢量 $\vec{P}$ .....          | 315 |

|                        |                                                  |     |
|------------------------|--------------------------------------------------|-----|
| 2.4.5                  | 各向同性线性介质的极化规律 .....                              | 318 |
| 2.4.6                  | 极化将受到自身增长的制约 .....                               | 318 |
| 2.4.7                  | 电位移矢量 $\vec{D}$ 与介质中的 Gauss 定理 .....             | 319 |
| 2.4.8                  | 两个值得注意的关系 .....                                  | 320 |
| 2.4.9                  | 电介质中的电场能量密度 .....                                | 321 |
| 2.4.10                 | 电介质在电容器和电缆中的应用 .....                             | 321 |
| 2.4.11                 | 三个电矢量 $\vec{P}$ , $\vec{E}$ , $\vec{D}$ 小结 ..... | 322 |
| <b>第三章 电流与电场</b> ..... |                                                  | 328 |
| § 3.1                  | 金属导电的经典微观图象 .....                                | 328 |
| § 3.2                  | 稳恒电流与稳恒电场 .....                                  | 329 |
| 3.2.1                  | 电流强度 .....                                       | 329 |
| 3.2.2                  | 电流密度矢量 电流场 .....                                 | 330 |
| 3.2.3                  | 电流的连续性方程——电荷守恒定律的数学表述 .....                      | 330 |
| 3.2.4                  | 电流的稳恒条件 .....                                    | 331 |
| 3.2.5                  | 稳恒电场及其特点 .....                                   | 331 |
| § 3.3                  | Ohm 定律 Joule 定律 .....                            | 332 |
| 3.3.1                  | Ohm 定律的微分形式 .....                                | 332 |
| [附录]                   | 载流子平均漂移速度 $\vec{u}$ 与导体内电场 $\vec{E}$ 的关系 .....   | 333 |
| 3.3.2                  | Ohm 定律 .....                                     | 334 |
| 3.3.3                  | 导体的电阻 .....                                      | 334 |
| 3.3.4                  | Ohm 定律积分形式与微分形式的关系 .....                         | 335 |
| 3.3.5                  | Joule 定律 .....                                   | 335 |
| § 3.4                  | 电源及其电动势 .....                                    | 339 |
| 3.4.1                  | 非静电性电场的存在是维持电流连续不断的必要条件 .....                    | 339 |
| 3.4.2                  | 电源的电动势与路端电压 .....                                | 340 |
| 3.4.3                  | 电源两端电势差的普通确定法 .....                              | 342 |
| 3.4.4                  | 电源释放与吸收的功率 .....                                 | 342 |
| § 3.5                  | 稳恒电路 Kirchhoff 方程组 .....                         | 343 |
| 3.5.1                  | 电路问题中的常用术语 .....                                 | 343 |
| 3.5.2                  | 稳恒电路方程的理论基础 .....                                | 343 |
| 3.5.3                  | Kirchhoff 第一方程组——节点电流方程组 .....                   | 344 |
| 3.5.4                  | 一段含源含节点电路两端的电势差 .....                            | 344 |
| 3.5.5                  | Kirchhoff 第二方程组——回路电压方程组 .....                   | 345 |
| 3.5.6                  | 复杂电路的求解 .....                                    | 345 |
| 3.5.7                  | Kirchhoff 方程的适用范围 .....                          | 347 |
| § 3.6                  | RC 电路的暂态过程 .....                                 | 348 |

|       |                                           |     |
|-------|-------------------------------------------|-----|
| 3.6.1 | 在阶跃电压作用下 RC 电路的暂态过程与稳态.....               | 348 |
| 3.6.2 | 在阶跃电压作用下电容器的行为 .....                      | 349 |
| § 3.7 | Peltier 效应 Thomson 效应 温差电动势 .....         | 351 |
| 3.7.1 | 接触电势差 .....                               | 351 |
| 3.7.2 | Peltier 效应.....                           | 352 |
| 3.7.3 | Thomson 电动势.....                          | 353 |
| 3.7.4 | Thomson 效应.....                           | 354 |
| 3.7.5 | Seebeck 效应.....                           | 354 |
| 3.7.6 | 关于温差电动势的三个定理 .....                        | 355 |
| 3.7.7 | 温差电动势的实验规律 .....                          | 355 |
| 第四章   | 稳恒磁场 .....                                | 357 |
| § 4.1 | 磁感应强度矢量 Lorentz 力 Hall 效应.....            | 357 |
| 4.1.1 | 磁场 .....                                  | 357 |
| 4.1.2 | 磁感应强度矢量 $\vec{B}$ .....                   | 357 |
| 4.1.3 | Lorentz 力.....                            | 358 |
| 4.1.4 | Lorentz 方程.....                           | 359 |
| 4.1.5 | Hall 效应.....                              | 359 |
| 4.1.6 | 磁流体发电原理简介 .....                           | 361 |
| 4.1.7 | 带电粒子在磁场中的运动 .....                         | 361 |
| [附录]  | 等离子体 .....                                | 365 |
| § 4.2 | 磁场对载流导线的作用 载流线圈的磁矩 .....                  | 365 |
| 4.2.1 | 电流元 .....                                 | 366 |
| 4.2.2 | 磁场对线电流元的作用力 —— Ampere 力.....              | 366 |
| 4.2.3 | 磁场对线电流的作用力 .....                          | 367 |
| 4.2.4 | 载流线圈的磁矩 $\vec{p}_m$ 及均匀外磁场对载流线圈的磁力矩 ..... | 368 |
| § 4.3 | 真空中稳恒磁场的场方程 .....                         | 371 |
| 4.3.1 | 真空中静电场场方程回顾 .....                         | 371 |
| 4.3.2 | 稳恒磁场及其场方程 .....                           | 371 |
| 4.3.3 | 磁感应通量与磁 Gauss 定理 .....                    | 371 |
| 4.3.4 | Ampere 环路定理.....                          | 373 |
| 4.3.5 | 利用场方程计算具有高度对称性电流所激发的磁场.....               | 373 |
| § 4.4 | 电流的磁场 Biot-Savart 定律 .....                | 377 |
| 4.4.1 | Biot-Savart 定律 电流元的贡献与磁场的叠加 .....         | 377 |
| 第五章   | 电磁感应 .....                                | 383 |
| § 5.1 | 在统一“电”和“磁”的道路上 .....                      | 383 |

|                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|
| § 5.2 电磁感应定律.....                                | 385 |
| 5.2.1 电磁感应现象与感应电动势 .....                         | 385 |
| 5.2.2 动生电动势的计算 .....                             | 386 |
| 5.2.3 电磁感应过程中的能量守恒与转化 .....                      | 390 |
| 5.2.4 Lenz 定律 .....                              | 392 |
| 5.2.5 感生电动势 .....                                | 393 |
| § 5.3 涡旋电场 .....                                 | 394 |
| 5.3.1 Coulomb 电场与涡旋电场 .....                      | 394 |
| 5.3.2 电场方程的修正 .....                              | 395 |
| § 5.4 互感与自感 .....                                | 399 |
| 5.4.1 互感系数 .....                                 | 399 |
| 5.4.2 自感系数 .....                                 | 400 |
| § 5.5 LR 电路的暂态过程 磁场的能量 .....                     | 403 |
| 5.5.1 理想电感 .....                                 | 403 |
| 5.5.2 LR 电路的暂态过程 .....                           | 404 |
| 5.5.3 真空中磁场的场能密度 .....                           | 406 |
| 第六章 物质的磁性 .....                                  | 410 |
| § 6.1 介质磁化的基本理论 .....                            | 410 |
| 6.1.1 分子磁矩与分子环流模型 .....                          | 410 |
| 6.1.2 磁化强度矢量 $\vec{M}$ .....                     | 411 |
| 6.1.3 磁化电流 .....                                 | 411 |
| 6.1.4 存在磁介质时的 Ampere 环路定理 磁场强度矢量 $\vec{H}$ ..... | 413 |
| 6.1.5 介质磁化理论与极化理论的对照 .....                       | 414 |
| § 6.2 物质的磁性 .....                                | 414 |
| 6.2.1 介质的磁化规律 .....                              | 414 |
| 6.2.2 磁性分类与物质对磁场的响应 .....                        | 415 |
| 6.2.3 物质磁性的起源 .....                              | 419 |
| § 6.3 铁磁性 .....                                  | 423 |
| 6.3.1 铁磁质的宏观磁化性能 .....                           | 423 |
| 6.3.2 铁磁材料的分类及应用 .....                           | 426 |
| 6.3.3 铁磁性的起因 .....                               | 427 |
| 6.3.4 地球的磁性 .....                                | 428 |
| § 6.4 磁路与磁路定理 .....                              | 429 |
| 第七章 Maxwell 方程组 .....                            | 432 |
| § 7.1 位移电流 .....                                 | 432 |

|       |                        |     |
|-------|------------------------|-----|
| 7.1.1 | 位移电流的引出 .....          | 432 |
| 7.1.2 | 位移电流本性 .....           | 433 |
| § 7.2 | Maxwell 方程组的积分形式 ..... | 435 |



# Newton 力学

## 及狭义相对论力学基础