



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

普通物理学 简明教程

(第三版)

上册

■ 主 编 胡盘新 汤毓骏 钟季康

高等教育出版社



普通高等教育“十五”

普通物理学 简明教程

(第三版)

上册

主 编 胡盘新 汤毓骏 钟季康

高等教育出版社·北京

内容提要

本书是在程守洙、江之永主编的《普通物理学》(第七版)的基础上,根据《理工科类大学物理课程教学基本要求》(2010年版)改编而成。本书在保持原书选材精当、论述严谨、行文简明的前提下,删繁就简,突出重点,由浅入深,力求更加易教易学。本书涵盖了《教学基本要求》中的核心(A类)内容,并精选了适量重要的扩展(B类)内容,对经典物理内容进行了精简和深化,对近代物理内容进行了精选和普化,并适当介绍现代工程技术的新发展和新动态。

本书分为上、下两册,上册包括力学、振动和波动、狭义相对论和热学,下册包括电磁学、波动光学和量子力学。本书可作为高等院校非物理类理工科专业 80~110 学时大学物理基础课程的教材,也可供其他相关专业选用和社会读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

普通物理学简明教程. 上册 / 胡盘新, 汤毓骏, 钟季康主编. -- 3 版. -- 北京: 高等教育出版社, 2017. 1
ISBN 978-7-04-044934-1

I. ①普… II. ①胡… ②汤… ③钟… III. ①普通物理学-高等学校-教材 IV. ①O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 035256 号

Putong Wulixue Jianming Jiaocheng

策划编辑	程福平	责任编辑	忻 蓓	封面设计	王 鹏	版式设计	王艳红
插图绘制	杜晓丹	责任校对	吕红颖	责任印制	毛斯璐		

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街 4 号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
印 刷	国防工业出版社印刷厂		http://www.hepmall.com
开 本	787mm×960mm 1/16		http://www.hepmall.cn
印 张	16.25	版 次	2004 年 1 月第 1 版
字 数	290 千字		2017 年 1 月第 3 版
购书热线	010-58581118	印 次	2017 年 1 月第 1 次印刷
咨询电话	400-810-0598	定 价	28.60 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 44934-00

第三版前言

本书的第三版又和大家见面了。第二版曾被列为普通高等教育“十一五”国家级规划教材、“2008年普通高等教育精品教材”,被很多院校采用,得到广大师生的好评。但部分院校因学时数的限制,仍嫌内容略多。

此次修订力求做到精益求精。在第二版的基础上,更加注意突出“物质、能量和相互作用”来统率物理各部内容,使它们的内在联系更加清晰。我们在不削减《教学基本要求》*所提出的大学“本科生学习本课程应达到的最低要求”的A类内容基础上,进一步结合实际,筛选内容,删繁就简,重新整合,确保重点,务必使大家易教易学。本版仍保留少量B类和拓展的内容,用*号标记,并用小字印刷,供有条件的学生自学。

此次修订得到高等教育出版社物理分社高建社长、程福平编辑和忻蓓编辑的关心和支持,得到兄弟院校师生和广大读者赐予的宝贵意见和建议,我们在此表示衷心的感谢。

限于编者的水平,恳请同行专家和读者继续提出批评和建议。

编者
2015年冬

* 教育部高等学校物理学与天文学教学指导委员会编制的《理工科类大学物理课程教学基本要求》(2010年版)。

物理之歌

1=E

汤毓骏 词

黄慰平 曲

($\underline{\dot{5}} \underline{\dot{1}}$ $\underline{1 \ 3}$ $\underline{\dot{5}} \underline{\dot{6}}$ $\underline{\dot{5}} \underline{\dot{3}}$ | $\underline{\dot{1}} \underline{\dot{2}}$ $\underline{\dot{1} \dot{2} \dot{6} \dot{1}}$ $\dot{5} -$ | $\underline{\dot{5}} \underline{\dot{1}}$ $\underline{\dot{5}} \underline{\dot{3}}$ $\underline{3 \ 1}$ $\underline{2 \ \dot{5}}$ | $\underline{\dot{5}} \underline{\dot{3}}$ $\underline{2 \underline{1} \underline{2}}$ $\dot{1} -$)

$\underline{\dot{5}} \underline{\dot{5}}$ $\underline{\dot{6}} \underline{\dot{5}}$ $\underline{\dot{1} \dot{2} \dot{1}}$ $\underline{\dot{6}} \underline{\dot{5}}$ | $\underline{3 \ 3}$ $\underline{\dot{5}} \underline{\dot{1}}$ $\underline{1 \underline{2} \underline{5}}$ $\dot{3}$ | $\underline{\dot{5}} \underline{\dot{1}}$ $\underline{2 \ 3}$ $\dot{3}$ $\underline{2 \underline{3} \underline{1}}$ | $\dot{5} - - -$ |

物理物理 科学先驱 高新技术之源泉 探索宇宙之武器

$\underline{\dot{5}} \underline{\dot{5}}$ $\underline{3}$ $\underline{\dot{5}} \underline{\dot{6}}$ $\dot{6}$ | $\underline{\dot{1}} \underline{\dot{2}}$ $\underline{\dot{2} \dot{1}}$ $\underline{\dot{1} \underline{6} \underline{5}}$ $\dot{6}$ | $\dot{3}$ $\underline{3 \ 5}$ $\underline{3 \underline{2} \underline{1}}$ $\dot{6}$ | $\underline{\dot{5}} \underline{\dot{1}}$ $\underline{2 \ 5}$ $\dot{3}$ $\underline{2 \underline{1} \underline{6}}$ |

运动 有多样 力热声光波与电 实物无巨细 宇观宏观亚到

$\dot{1} - - -$ | $\underline{1 \ 1}$ $\underline{3 \ 5}$ $\underline{\dot{5}} \underline{\dot{6}}$ | $\underline{6 \underline{5} \underline{6}}$ $\underline{\dot{5}} \underline{\dot{1}}$ $\dot{3} -$ | $\underline{3 \ 3}$ $\underline{\dot{5}} \underline{\dot{6}}$ $\underline{\dot{1} \ \dot{2}}$ |

微 无形之场 能放异彩 有形之相

$\underline{\dot{1} \dot{2} \dot{1}}$ $\underline{6 \underline{5} \underline{6}}$ $\dot{5} -$ | $\underline{\dot{5}} \underline{\dot{5}}$ $\underline{\dot{1} \dot{2}}$ $\underline{\dot{2} \ \dot{1}}$ | $\dot{2}$ $\underline{\dot{1} \underline{2} \underline{6} \underline{5}}$ $\dot{6} -$ | $\underline{\dot{5}} \underline{\dot{1}}$ $\underline{6 \ \dot{1}}$ $\underline{6 \underline{5} \underline{6}}$ $\underline{\dot{5}} \underline{\dot{3}}$ |

变化神奇 优化自然 显威力 创造奇迹

$\dot{5}$ $\underline{3 \underline{2} \underline{1}}$ $\dot{1} -$ | ($\underline{\dot{5}} \underline{\dot{1}}$ $\underline{1 \ 3}$ $\underline{\dot{5}} \underline{\dot{6}}$ $\underline{\dot{5}} \underline{\dot{3}}$ | $\underline{\dot{1}} \underline{\dot{2}}$ $\underline{\dot{1} \dot{2} \dot{6} \dot{1}}$ $\dot{5} -$ | $\underline{\dot{5}} \underline{\dot{1}}$ $\underline{\dot{5}} \underline{\dot{3}}$ $\underline{3 \ 1}$ $\underline{2 \ \dot{5}}$ |

仗原理

$\underline{\dot{5}} \underline{\dot{3}}$ $\underline{2 \underline{1} \underline{2}}$ $\dot{1} -$) | $\underline{\dot{5}} \underline{\dot{5}}$ $\underline{\dot{6}} \underline{\dot{5}}$ $\underline{\dot{1} \dot{2} \dot{1}}$ $\underline{\dot{6}} \underline{\dot{5}}$ | $\underline{3 \ 3}$ $\underline{\dot{5}} \underline{\dot{1}}$ $\underline{1 \underline{2} \underline{5}}$ $\dot{3}$ | $\underline{\dot{5}} \underline{\dot{1}}$ $\underline{2 \ 3}$ $\dot{3}$ $\underline{2 \underline{3} \underline{1}}$ |

提高素质倡导实验 建功立业有基础 科教兴国作贡

$\dot{5} - - -$ | $\underline{\dot{5}} \underline{\dot{5}} \underline{\dot{3}}$ $\underline{\dot{5}} \underline{\dot{6}}$ $\dot{6}$ | $\underline{\dot{1}} \underline{\dot{2}}$ $\underline{\dot{2} \dot{1}}$ $\underline{\dot{1} \underline{6} \underline{5}}$ $\dot{6}$ | $\underline{3 \ 3}$ $\underline{\dot{5}}$ $\underline{3 \underline{2} \underline{1}}$ $\dot{6}$ |

献 学物理 用物理 物理武装人生路 学物理 用物理

$\underline{\dot{5}} \underline{\dot{1}}$ $\underline{2 \ 5}$ $\dot{3}$ $\underline{2 \underline{1} \underline{6}}$ | $\dot{1} - - -$ || $\underline{1 \ 1}$ $\underline{3 \ 5}$ $\underline{\dot{6}}$ $\underline{6 \underline{5} \underline{3}}$ | $\dot{5} - - -$ |

未来掌握在手里 物理武装人生路

1. $\underline{3 \ 3}$ $\underline{\dot{5}} \underline{\dot{6}}$ $\underline{\dot{5}}$ $\underline{3}$ | $\underline{\dot{5}}$ $\underline{3 \underline{2} \underline{1}}$ $\dot{1} -$ || 2. $\underline{3 \ 3}$ $\underline{\dot{5}} \underline{\dot{6}}$ $\underline{\dot{1} \ \dot{2}}$ | $\dot{2}$ $\underline{\dot{2} \underline{1} \underline{6}}$ $\dot{1} -$ ||

未来掌握 在手里 未来掌握 在手里

常用基本物理常量表

(2010 年国际推荐值)

物理量	符号	数值
真空中的光速	c	299 792 458 m/s (精确)
真空磁导率	μ_0	$4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$ $12.566\,370\,614 \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$ (精确)
真空电容率	ε_0	$8.854\,187\,817 \dots \times 10^{-12} \text{ F/m}$ (精确)
万有引力常量	G	$6.673\,84(80) \times 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg} \cdot \text{s})$
普朗克常量	h	$6.626\,069\,57(29) \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
	$\hbar = h/2\pi$	$1.054\,571\,686(18) \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
阿伏伽德罗常量	N_A	$6.022\,141\,29(27) \times 10^{23}/\text{mol}$
普适气体常量	R	$8.314\,472(15) \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$
玻耳兹曼常量	k	$1.380\,648\,8(13) \times 10^{23} \text{ J/K}$
斯特藩 - 玻耳兹曼常量	σ	$5.670\,373(21) \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$
摩尔体积 (理想气体, $T = 273.15 \text{ K}$, $p = 101\,325 \text{ Pa}$)	V_m	$22.414\,10(19) \text{ L/mol}$
维恩位移定律常量	b	$2.897\,772\,1(26) \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$
元电荷	e	$1.602\,176\,565(35) \times 10^{-19} \text{ C}$
电子静质量	m_e	$9.109\,382\,91(40) \times 10^{-31} \text{ kg}$
质子静质量	m_p	$1.672\,621\,717(74) \times 10^{-27} \text{ kg}$
中子静质量	m_n	$1.674\,927\,351(74) \times 10^{-27} \text{ kg}$
电子荷质比	e/m_e	$1.758\,820\,12(15) \times 10^{11} \text{ C/kg}$
电子磁矩	μ_e	$-9.284\,764\,12(80) \times 10^{-24} \text{ J/T}$
质子磁矩	μ_p	$1.410\,606\,71(12) \times 10^{-26} \text{ J/T}$
中子磁矩	μ_n	$-0.966\,236\,45(24) \times 10^{-26} \text{ J/T}$
电子康普顿波长	λ_C	$2.426\,310\,238\,9(16) \times 10^{-12} \text{ m}$
里德伯常量	R_∞	$10\,973\,731.568\,539(55)/\text{m}$
玻尔半径	a_0	$0.529\,177\,210\,92(17) \times 10^{-10} \text{ m}$
经典电子半径	r_e	$2.817\,940\,326\,7(27) \times 10^{-15} \text{ m}$
原子质量常量	u	$1.660\,538\,86(28) \times 10^{-27} \text{ kg}$

本书中物理量的名称、符号和单位

量		单位		量纲	备注
名称	符号	名称	符号		
长度	l, s	米	m	L	1 L(升) = 10^{-3} m ³
面积	$A, (S)$	平方米	m ²	L ²	
体积	V	立方米	m ³	L ³	
时间	t	秒	s	T	
位移	Δr	米	m	L	
速度	v, u	米每秒	m/s	LT ⁻¹	1 N = 1 kg · m/s ²
加速度	a	米每二次方秒	m/s ²	LT ⁻²	
角位移	θ	弧度	rad	—	
角速度	ω	弧度每秒	rad/s	T ⁻¹	
角加速度	α	弧度每二次方秒	rad/s ²	T ⁻²	
质量	m	千克	kg	M	1 J = 1 N · m
力	F	牛顿	N	LMT ⁻²	
重力	G	牛顿	N	LMT ⁻²	
功	$W, (A)$	焦耳	J	L ² MT ⁻²	
能量	$E, (W)$	焦耳	J	L ² MT ⁻²	
动能	E_k	焦耳	J	L ² MT ⁻²	1 W = 1 J/s
势能	E_p	焦耳	J	L ² MT ⁻²	
功率	P	瓦特	W	L ² MT ⁻³	
摩擦因数	μ	—	1	—	
动量	p	千克米每秒	kg · m/s	LMT ⁻¹	
冲量	I	牛顿秒	N · s	LMT ⁻¹	1 W = 1 J/s
力矩	M	牛顿米	N · m	L ² MT ⁻²	
转动惯量	J	千克二次方米	kg · m ²	L ² M	
角动量(动量矩)	L	千克二次方米每秒	kg · m ² /s	LMT ⁻¹	
振幅	A	米	m	L	
周期	T	秒	s	T	1 W = 1 J/s
频率	ν	赫[兹]	Hz	T ⁻¹	
角频率	ω	每秒	s ⁻¹	T ⁻¹	
相位	ϕ	—	1	—	

续表

量		单位		量纲	备注
名称	符号	名称	符号		
波长	λ	米	m	L	主要用于光谱学
波数	$\frac{1}{\lambda}$	每米	m^{-1}	L^{-1}	
波速	u, c	米每秒	m/s	LT^{-1}	
角波数	k	每米	m^{-1}	L^{-1}	
波的强度	I	瓦[特]每平方米	W/m^2	MT^{-3}	
坡印廷矢量	S	瓦[特]每平方米	W/m^2	MT^{-3}	
声压	p	帕[斯卡]	Pa	$\text{L}^{-1}\text{MT}^{-2}$	
声强级	L_I	贝[尔]	B	—	常用分贝 (dB)为单位
压力(压强)	p	帕[斯卡]	Pa	$\text{L}^{-1}\text{MT}^{-2}$	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N}/\text{m}^2$
热力学温度	T	开[尔文]	K	Θ	$t/^{\circ}\text{C} = T/\text{K} - 273.15$
摄氏温度	t	摄氏度	$^{\circ}\text{C}$	Θ	
摩尔质量	M	千克每摩尔	kg/mol	MN^{-1}	
分子质量	m_0	千克	kg	M	
分子有效直径	d	米	m	L	
分子平均自由程	$\bar{\lambda}$	米	m	L	
分子平均碰撞频率	$\bar{Z}$	次每秒	1/s	T^{-1}	
体积分子数	n	每立方米	$1/\text{m}^3$	L^{-3}	
热量	Q	焦耳	J	L^2MT^{-2}	
摩尔定容热容	$C_{V,m}$	焦耳每摩尔开尔文	$\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$	$\text{L}^2\text{MT}^{-2}\Theta^{-1}\text{N}^{-1}$	
摩尔定压热容	$C_{p,m}$	焦耳每摩尔开尔文	$\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$	$\text{L}^2\text{MT}^{-2}\Theta^{-1}\text{N}^{-1}$	
比热容比	γ	—	1	—	
黏度	η	帕秒	$\text{Pa} \cdot \text{s}$	$\text{L}^{-1}\text{MT}^{-1}$	
热导率	κ	瓦每米开尔文	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	$\text{LMT}^{-3}\Theta^{-1}$	
扩散系数	D	二次方米每秒	m^2/s	L^2T^{-1}	
熵	S	焦耳每开尔文	J/K	$\text{L}^2\text{MT}^{-2}\Theta^{-1}$	
电流	I	安培	A	I	
电荷量	Q, q	库仑	C	TI	
电荷线密度	λ	库仑每米	C/m	L^{-1}TI	

续表

量		单位		量纲	备注
名称	符号	名称	符号		
电荷面密度	σ	库仑每平方米	C/m^2	$\text{L}^{-2}\text{T}\text{I}$	$1 \text{ V}/\text{m} = 1 \text{ N}/\text{C}$
电荷体密度	ρ	库仑每立方米	C/m^3	$\text{L}^{-3}\text{T}\text{I}$	
电场强度	E	伏特每米	V/m 或 N/C	$\text{LMT}^{-3}\text{I}^{-1}$	
电势	V	伏特	V	$\text{L}^2\text{MT}^{-3}\text{I}^{-1}$	
电势差、电压	U	伏特	V	$\text{L}^2\text{MT}^{-3}\text{I}^{-1}$	$1 \text{ F} = 1 \text{ C}/\text{V}$
电容率	ε	法拉每米	F/m	$\text{L}^{-3}\text{M}^{-1}\text{T}^4\text{I}^2$	
真空电容率	ε_0	法拉每米	F/m	$\text{L}^{-3}\text{M}^{-1}\text{T}^4\text{I}^2$	
相对电容率	ε_r	—	1	—	
电偶极矩	p, p_e	库仑米	$\text{C} \cdot \text{m}$	LTI	$1 \text{ T} = 1 \text{ Wb}/\text{m}^2$
电极化强度	P	库仑每平方米	C/m^2	$\text{L}^{-2}\text{T}\text{I}$	
电位移	D	库仑每平方米	C/m^2	$\text{L}^{-2}\text{T}\text{I}$	
电位移通量	Ψ_D	库仑	C	TI	
电容	C	法拉	F	$\text{L}^{-2}\text{M}^{-1}\text{T}^4\text{I}^2$	$1 \text{ S} = 1 \text{ A}/\text{V}$
电流密度	j	安培每平方米	A/m^2	L^{-2}I	
电动势	$\mathcal{E}$	伏特	V	$\text{L}^2\text{MT}^{-3}\text{I}^{-1}$	
电阻	R	欧姆	Ω	$\text{L}^2\text{MT}^{-3}\text{I}^{-2}$	
电导	G	西门子	S	$\text{L}^{-2}\text{M}^{-1}\text{T}^3\text{I}^2$	$1 \text{ Wb} = 1 \text{ V} \cdot \text{s}$
电阻率	ρ	欧姆米	$\Omega \cdot \text{m}$	$\text{L}^3\text{MT}^{-3}\text{I}^{-2}$	
电导率	γ	西门子每米	S/m	$\text{L}^{-3}\text{M}^{-1}\text{T}^3\text{I}^2$	
磁感应强度	B	特斯拉	T	$\text{MT}^{-2}\text{I}^{-1}$	
磁导率	μ	亨利每米	H/m	$\text{LMT}^{-2}\text{I}^{-2}$	$1 \text{ H} = 1 \text{ Wb}/\text{A}$
真空磁导率	μ_0	亨利每米	H/m	$\text{LMT}^{-2}\text{I}^{-2}$	
相对磁导率	μ_r	—	1	—	
磁通量	Φ	韦伯	Wb	$\text{L}^2\text{MT}^{-2}\text{I}^{-1}$	
磁化强度	M	安培每米	A/m	L^{-1}I	
磁化率	χ_m	—	1	—	
磁场强度	H	安培每米	A/m	L^{-1}I	
线圈的磁矩	m	安培平方米	$\text{A} \cdot \text{m}^2$	L^2I	
自感	L	亨利	H	$\text{L}^2\text{MT}^{-2}\text{I}^{-2}$	$1 \text{ H} = 1 \text{ Wb}/\text{A}$
互感	M	亨利	H	$\text{L}^2\text{MT}^{-2}\text{I}^{-2}$	
电场能量	W_e	焦耳	J	ML^2T^{-2}	
磁场能量	W_m	焦耳	J	ML^2T^{-2}	
电磁能密度	w	焦耳每立方米	J/m^3	$\text{ML}^{-1}\text{T}^{-2}$	
折射率	n	—	1	—	
光程差	δ	米	m	L	

续表

量		单位		量纲	备注
名称	符号	名称	符号		
辐[射]出 [射]度	M	瓦[特]每平方米	W/m^2	MT^{-3}	常用电子伏 (eV)为单位
单色辐出度	M_λ	瓦[特]每立方米	W/m^3	$\text{L}^{-1}\text{MT}^{-3}$	
单色吸收比	a_λ	—	1	—	
斯特藩-玻 耳兹曼常量	σ	瓦[特]每平方米 四次方开[尔文]	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$	$\text{T}^{-3}\text{M}\Theta^{-4}$	
维恩常量	b	米开[尔文]	$\text{m} \cdot \text{K}$	$\text{L}\Theta$	
逸出功	A	焦[耳]	J	L^2MT^{-2}	
康普顿波长	λ_c	米	m	L	
普朗克常量	$h, \hbar$	焦[耳]秒	$\text{J} \cdot \text{s}$	L^2MT^{-1}	
波函数	ψ				
概率密度	$\psi\psi^*$	每立方米	m^{-3}	L^{-3}	
主量子数	n	—	1	—	
角量子数	l	—	1	—	
磁量子数	m_l	—	1	—	
自旋量子数	s	—	1	—	
自旋磁量子数	m_s	—	1	—	
里德伯常量	R	每米	m^{-1}	L^{-1}	

目 录

绪论	1
一、物理学和物质世界	1
二、物理学和科学技术	1
三、物理学与人才培养	3
第一章 运动和力	4
§ 1-1 质点运动的描述	4
一、质点	4
二、参考系和坐标系	5
三、空间和时间	6
四、位矢	7
五、运动学方程	8
六、位移	8
七、速度	9
八、加速度	10
§ 1-2 圆周运动和一般曲线运动	14
一、圆周运动的描述	14
二、一般曲线运动的描述	18
三、抛体运动的矢量描述	19
§ 1-3 相对运动 伽利略变换	22
一、相对运动	22
二、伽利略坐标变换	22
三、速度变换与加速度变换	23
§ 1-4 力学中的常见力和基本力	26
一、常见力	26
二、基本力	28
§ 1-5 牛顿运动定律	29
一、牛顿第一定律	29
二、牛顿第二定律	30
三、牛顿第三定律	31
四、牛顿运动定律应用举例	32

* § 1-6 非惯性系 惯性力	38
习题	40
第二章 运动的守恒量和守恒定律	44
§ 2-1 动量定理 动量守恒定律	44
一、动量定理	44
二、动量守恒定律	48
* 三、火箭飞行	50
§ 2-2 功 动能 动能定理	52
一、功的概念	52
二、能量	53
三、动能定理	53
§ 2-3 保守力 势能	56
一、保守力	56
二、势能	59
三、势能曲线	61
§ 2-4 质点系的功能原理 机械能守恒定律	62
一、质点系的动能定理	62
二、质点系的功能原理	63
三、机械能守恒定律	64
四、能量守恒定律	65
§ 2-5 碰撞	69
§ 2-6 质点的角动量和角动量守恒定律	73
一、角动量	73
二、角动量守恒定律	75
习题	77
第三章 刚体的定轴转动	82
§ 3-1 刚体的转动动能 转动惯量	82
一、刚体的定轴转动	82
二、刚体的转动动能	84
三、转动惯量	85
§ 3-2 力矩的功 定轴转动定律	88
一、力矩的功	88
二、定轴转动的动能定理	89
三、定轴转动定律	90
§ 3-3 刚体绕定轴转动的角动量定理和角动量守恒定律	93
一、刚体绕定轴转动的角动量定理	93

二、刚体绕定轴转动的角动量守恒定律	94
* § 3-4 进动	98
习题	100
第四章 机械振动和机械波	103
§ 4-1 谐振动	103
一、谐振动的特征及其表达式	103
二、描述谐振动的特征量	106
三、谐振动的旋转矢量图示法	107
四、谐振动的能量	111
* § 4-2 阻尼振动	114
* § 4-3 受迫振动 共振	116
一、受迫振动	116
二、共振	117
* 三、非线性振动与混沌	119
§ 4-4 谐振动的合成	120
一、同一直线上两个同频率的谐振动的合成	120
二、同一直线上两个不同频率的谐振动的合成 拍	123
§ 4-5 机械波的产生和传播	124
一、机械波产生的条件	124
二、机械波的传播特征	124
三、波的几何描述	126
四、描述波的特征量	127
§ 4-6 平面简谐波的波动表达式	128
§ 4-7 波的能量 波的强度	134
一、波的能量	134
二、波的强度	135
三、球面简谐波表达式	135
四、声强级	136
§ 4-8 波的干涉 驻波	138
一、波的干涉	138
二、驻波	140
三、半波损失	144
§ 4-9 多普勒效应	145
习题	149
第五章 狭义相对论基础	156
§ 5-1 狭义相对论基本原理 洛伦兹变换	156

一、狭义相对论基本原理	156
二、洛伦兹坐标变换式	157
§ 5-2 相对论速度变换式	159
§ 5-3 狭义相对论的时空观	161
一、“同时”的相对性	162
二、时间延缓	163
三、长度收缩	164
§ 5-4 狭义相对论动力学基础	166
一、相对论力学的基本方程	166
二、质量和能量的关系	168
三、动量和能量的关系	169
习题	172
第六章 气体动理论	174
§ 6-1 平衡态 理想气体的物态方程	174
一、状态参量	174
二、平衡态 准静态过程	175
三、理想气体的物态方程	176
§ 6-2 分子热运动的基本特征 理想气体的微观模型	177
一、分子热运动的基本特征	177
二、理想气体的微观模型	179
§ 6-3 理想气体的压强和温度公式	180
一、理想气体压强公式的推导	180
二、温度的本质和统计意义	181
三、气体分子的方均根速率	182
§ 6-4 能量按自由度均分定理 理想气体的内能	183
一、分子的自由度	183
二、能量按自由度均分定理	184
三、理想气体的内能	185
§ 6-5 麦克斯韦速率分布律	186
一、气体分子的速率分布函数	187
二、麦克斯韦速率分布律	188
三、分子速率的三个统计值	189
* § 6-6 麦克斯韦-玻耳兹曼能量分布律	191
§ 6-7 分子碰撞和平均自由程	192
一、分子碰撞的研究	192
二、平均自由程公式	193

* § 6-8 气体的输运现象	195
一、黏滞现象	195
二、热传导现象	196
三、扩散现象	197
习题	199
第七章 热力学基础	201
§ 7-1 热力学第零定律和第一定律	201
一、热力学第零定律	201
二、热力学过程	202
三、功 热量 内能	202
四、热力学第一定律	204
§ 7-2 热力学第一定律对于理想气体准静态过程的应用	205
一、等体过程 气体的摩尔定容热容	205
二、等压过程 气体的摩尔定压热容	207
三、等温过程	209
四、绝热过程	210
五、多方过程	213
§ 7-3 循环过程 卡诺循环	215
一、循环过程	215
二、卡诺循环	217
§ 7-4 热力学第二定律	221
一、热力学第二定律	221
二、两种表述的等价性	222
§ 7-5 可逆过程与不可逆过程 卡诺定理	223
一、可逆过程与不可逆过程	223
二、卡诺定理	225
§ 7-6 熵 熵增加原理	225
一、熵	225
二、自由膨胀的不可逆性	228
三、熵增加原理	229
四、热力学第二定律的统计意义 玻耳兹曼关系式	230
习题	231
附录 国际单位制(SI)	234
习题答案	236

绪 论

学习知识要善于思考、思考、再思考。我就是靠这个学习方法成为科学家的。

——A. 爱因斯坦

一、物理学和物质世界

1999 年第 23 届国际物理与应用物理联合会 (International Union of Pure and Applied Physics, IUPAU) 代表大会通过的决议指出: 物理学是研究物质、能量和它们相互作用的学科, 是一项国际事业, 它对人类未来的进步起着关键的作用。

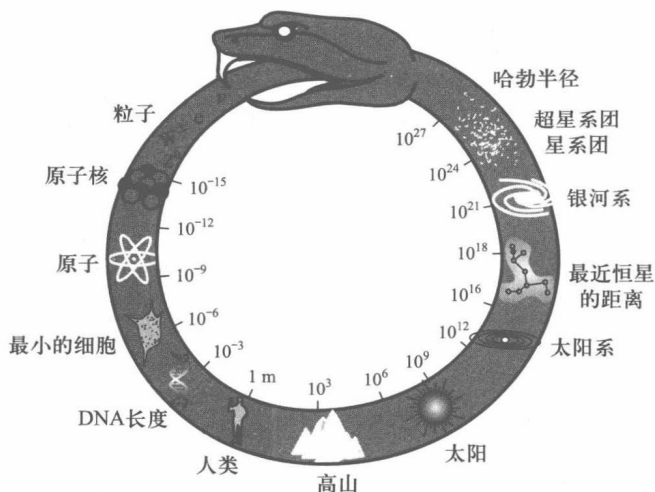
自然界, 浩瀚广阔, 丰富多彩, 形形色色的物质在其中不断地运动变化着。什么是物质? 大至日、月、星辰, 小到分子、原子、电子, 都是物质。固体、液体、气体和等离子体, 这些实物是物质; 电场、磁场、重力场和引力场, 这些场也是物质。总之, 物质是独立于人们意识之外的客观实在。

物理学是研究物质、能量和它们相互作用的学科, 而物质、能量的研究必须涉及物质运动的普遍形式。这些普遍的运动形式包括机械运动、分子热运动、电磁运动、原子和原子核内的运动等等, 它们普遍地存在于其他高级的、复杂的物质运动形式之中, 因此, 物理学所研究的规律具有极大的普遍性。

物理学的研究对象是形形色色的物质。这些物质的空间尺度, 从宇观的 10^{27} m 到微观的 10^{-15} m; 时间尺度从宇宙年龄 10^{18} s 到硬 γ 射线的周期 10^{-27} s; 速率范围从 0 到 3×10^8 m/s, 这些尺度范围十分广泛。生命现象是宇宙中最为复杂的运动形式, 而人则是复杂的生命现象之一。由人体大小的实物起, 向非常大和非常小的两个方向去观察, 物质世界的结构都逐渐变得简单, 还未发现类似生物体中见到的复杂组织存在。小尺度和大尺度的世界所用的一些理论竟是相通的。目前, 天体物理与粒子物理两大尖端正在紧密地衔接起来, 如图所示。

二、物理学和科学技术

物理学的发展已经经历了三次大突破, 在 17、18 世纪, 牛顿力学的建立和热力学的发展, 不仅有力地推动了其他学科的进展, 而且适应了研制蒸汽机和

物质世界和物理学^①

发展机械工业的社会需要,机械能、热能的有效应用引起了第一次工业革命.到了19世纪,在电磁理论的推动下,人们成功地制造了电机、电器和电讯设备,引起了工业电气化,使人类进入了应用电能的时代,这就是第二次工业革命.20世纪以来,由于相对论和量子力学的建立,人们对原子、原子核结构的认识日益深入.在此基础上,人们实现了原子核能和人工放射性同位素的利用,促成了半导体、核磁共振、激光、超导、红外遥感、信息技术等新兴技术的发明,许多边缘学科也发展起来了.新兴工业犹如雨后春笋,现代科学技术正在经历一场伟大的革命,人类进入了原子能、电子计算机、自动化、半导体、激光、空间科学、网络技术、机器人、人工智能等高新技术的时代.

第二次世界大战以来,许多物理学家把物理学的理论、研究方法和实验手段用于自然科学的其他领域,从而形成了许多交叉学科.如量子力学渗透到化学而形成量子化学;量子力学渗透到生物学而形成量子生物学.此外,还有宇宙学、天体物理学、地球物理学、物理仿生学、遗传工程学等等.物理学向其他自然科学的渗透,开拓了横向研究的新领域,推动了自然科学的发展.

20世纪以来,物理学一方面向认识的深度进军,另一方面又向应用的广度发展.它在发掘新能源、新材料以及革新工艺过程、检测方法等方面,都提供了丰富的实验资料和理论根据;而许多新技术新工艺的实现,又大大地发展了生产力.生产技术的发展,反过来也为物理学的进一步研究准备了雄厚的物质

^① 本图是北京大学物理学院赵凯华教授在咬尾蛇的基础上为《新概念物理教程》设计的,征得同意后在本书中引用,在此特向赵凯华教授表示感谢.