



主 编 何克明  
参 编 潘正权  
陆文琴  
薛大建

# 大学物理学

浙江大學出版社

# 大学物理学

主编 何克明  
参编 潘正权  
陆文琴  
薛大建

浙江大学出版社

## 内 容 提 要

本书在知识的现代化,结构体系的系统性、完整性,内容的实用性,选材的趣味性方面作了有益的探索。

全书共 17 章。其中,第 1~16 章,除大学物理学的基本内容外,还在各章的最后,编写了与该章教学内容相关的“物理学与现代科学技术”一节。第 17 章简要地介绍了当代物理的新进展及应用。本书对物理模型的建立、思想方法和研究方法的培养、科学家探索历程的介绍给予相当的重视,以期学生物理素质的培养和提高。

本书具有内容丰富多彩、结构合理完整,深度、广度得当,易教易学及适用面广的特点。本书参考教学学时为 68~100 学时,尤为适用于大学物理教学学时为 72 学时左右的专业。对于教学学时为 96 学时左右的专业可将打星号“\*”的内容全部讲授。

### 图书在版编目(CIP)数据

大学物理学 / 何克明主编. —杭州:浙江大学出版社,  
2002.9  
ISBN 7-308-02527-6

I. 大... II. 何... III. 物理学—高等学校—教材  
IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 012541 号

出版发行 浙江大学出版社  
(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)  
(网址: <http://www.zjupress.com>)  
(E-mail: [zupress@mail.hz.zj.cn](mailto:zupress@mail.hz.zj.cn))

责任编辑 李桂云  
排 版 者 浙江大学出版社电脑排版中心  
印 刷 浙江大学印刷厂  
开 本 787mm×1092mm 1/16  
印 张 23.75  
字 数 605 千  
版 印 次 2002 年 9 月第 1 版 2002 年 9 月第 1 次印刷  
印 数 0001—3000  
书 号 ISBN 7-308-02527-6/O·276  
定 价 36.00 元

# 前 言

当今世界科学技术正以前所未有的速度向前发展,不同学科、不同专业相互渗透、融合,交叉学科正在不断涌现。“专业化”教育模式已越来越显示出它的局限性。为了让学生了解当今科学技术现状及发展的前沿,为培养“重基础、宽口径”的全面发展的和谐人才,目前高校开设的课程普遍增多了。由于受总学时数的限制,一些基础课的学时数减少了,有些专业的大学物理课程只安排 68 学时。而物理学又是自然科学的一门重要基础学科,它历来是人类探索未知世界的有力工具和人类物质文明发展的动力。

## 一、本书编写的指导思想

如何在较少的学时内,比较系统全面地向学生介绍物理学的基础知识、思维方法及现代物理学的发展和应用是我们在编写这本书时反复讨论、仔细斟酌的问题,也是很多兄弟院校的同事正面临的和正在思考的问题,在借鉴国内外优秀教材的同时,结合我们长期讲授大学物理课程的经验,经过多次讨论,逐渐确定了两点编写指导思想:

1. 努力使学生对物理学的内容、方法,物理图像和概念,历史和现状及前沿有一个整体的理解和了解,力求将当今前沿的科学技术问题的物理内核在基础层次上反映到教学内容中来。
2. 努力培养学生的物理素质和科学思维,使学生逐步掌握科学研究方法,具有提出问题、解决问题及探索自然规律的能力,并具有创新精神。

## 二、本书的特色

本教材对科学知识的现代性,编写的系统性、完整性,内容的实用简明性,选材的趣味性四个特色作了探索。下面对这些特色作一点说明。

1. 为了能反映当代科学技术的新成就,我们在本书的最后,专门写了一章:当代物理的新进展及应用简介。内容包括现代光学中的激光、全息技术、光通信、亚原子物理中的放射性衰变、核反应、粒子物理与宇宙演化。而且结合各章的教学内容,在各章的最后,大多数安排了一节:物理学与现代科学技术。把新兴学科、边缘学科、交叉学科中,如混沌、超声波、熵和信息、耗散结构、超导、生物电现象……等等很有实用价值的内容作了简明地介绍。这样,既突出了课程内容的现代化,又拓宽了学生的视野,有利于激发学生的学习热情。

2. 为了在较少的学时中,保持物理内容的系统性、完整性,我们采取改革教材结构,精选教材内容,回避烦琐的数学运算等措施。如在光的干涉、衍射和偏振等章节,我们对传统的教材结构作了较大的变动。有的章节,写法上也是在其他教材中未曾见过的,如写抛体,则写:斜抛体的理想运动应满足哪些假设条件?其意图是使学生注意物理公式、定律中的隐含条件,培养学生正确运用物理知识及提高分析问题能力。对于不太重要的内容,在保持系统完整性的前提

下,点到为止。

3. 对学生的物理素质培养,本教材给以相当的注重。如注重物理模型的建立(质点模型、刚体模型、弹簧振子模型等),注重思想方法和研究方法的培养等。在力学中,每章开始,大多数都编写了本章的研究方法,在不少章节中也插入思想方法。如:用有效质量替代法求解复合阿特伍德机等,对培养学生的创新能力是有益的。本书还介绍了牛顿、爱因斯坦、法拉第、波尔四位有代表性的科学家,试图通过介绍他们探索科学的历程和科学的研究方法,使学生从中受到启发,以期学生今后为科学事业奋斗、献身。

4. 对于例题、思考题和习题,本教材也作了某些更新,尤其是光学和近代物理部分,做到内容新颖,并尽量反映物理学在各个领域的广泛应用。例题、习题中的数据也按有效数字运算规则进行数据处理。

在编写过程中,我们特别注意教材的易教性、易学性。本书采用国际单位制。

本书参考学时数为 68~100 学时。其中不打“\*”号的内容,为 68 学时;若连同打“\*”号的全部讲授则为 100 学时。

本书共 17 章,其中第 1~6 章及附录 1~5 由何克明编写,第 7、8、15、16 章由薛大建编写,第 9、10、11 章由陆文琴编写,第 12、13、14、17 章由潘正权编写。全书由何克明教授统稿,担任主编。

全书由陈凤至教授、吴惠桢教授、杨焕雄副教授、吕子君副教授组成审稿组。具体分工是陈凤至教授审阅力学第 1~6 章及第 17 章;吕子君副教授审阅热学第 7、8 章,杨焕雄副教授审阅电磁学第 9~11 章,吴惠桢教授审阅光学第 12~14 章及近代物理第 15、16 章。他们对原稿提出了不少宝贵的意见和建议,为保证本书质量起到了重要作用。在本书的编写出版过程中,自始至终得到浙江大学教务处,院、系领导的大力支持和关怀。特在此向他们表示深切的谢意。

由于编者能力、水平有限,错误不妥之处在所难免,敬请使用者多提宝贵建议和意见,不胜感激之至。

编 者

2002 年 5 月

# 目 录

## 第一篇 力学

<b>第 1 章 质点运动学</b> .....	3
1.1 质点,参考系和坐标系.....	3
1.1.1 理想模型——质点 .....	3
1.1.2 参考系和坐标系 .....	3
* 1.2 时间和空间的测量 .....	3
1.2.1 时间的测量 .....	4
1.2.2 空间的测量 .....	5
1.3 位矢、速度和加速度.....	5
1.3.1 位矢和运动方程 .....	6
1.3.2 位移 .....	6
1.3.3 速度 .....	6
1.3.4 加速度 .....	7
1.3.5 切向加速度和法向加速度.....	8
1.4 运动学中的问题类型和常见运动 .....	9
1.4.1 直线运动 .....	10
1.4.2 理想的抛体运动应满足哪四个假设条件 .....	11
1.4.3 圆周运动 .....	12
* 1.5 相对运动 .....	14
思考题 .....	16
习 题 .....	16
物理学与现代科学技术 .....	17
探索太空 .....	17
<b>第 2 章 质点动力学</b> .....	22
2.1 牛顿运动定律.....	22
2.1.1 牛顿第一定律 .....	22

2.1.2	牛顿第二定律	22
2.1.3	牛顿第三定律	23
2.1.4	牛顿运动定律的适用范围	23
2.2	四种基本的力和力学中的常见力	23
2.2.1	四种基本的相互作用力	23
2.2.2	力学中的常见力	24
2.3	牛顿运动定律的应用	25
2.3.1	动力学问题的类型及解题的基本方法	25
2.3.2	在使用牛顿定律解题时的解题步骤	25
* 2.4	用有效质量替代法求解复合阿特伍德机	27
2.4.1	简单阿特伍德机的有效质量	27
2.4.2	求解复合机	28
2.4.3	多次复合机	28
2.4.4	学生练习	29
* 2.5	非惯性系、非惯性系中的运动定律	30
2.5.1	惯性系和非惯性系	30
2.5.2	非惯性系中的运动定律	30
2.5.3	惯性力	30
2.5.4	宇航员遇到的超重和失重	31
* 2.6	惯性离心力	32
2.6.1	惯性离心力	32
2.6.2	惯性离心力的典型事例及其应用	32
2.6.3	科里奥利力简介	32
	思考题	33
	习题	33
	科学家介绍	35
	牛顿(Isaac Newton, 1642—1727)	35
<b>第3章</b>	<b>运动守恒定律</b>	37
3.1	功、动能定理	37
3.1.1	变力沿曲线所作的功	37
3.1.2	功率	39
3.1.3	动能 动能定理	39
3.2	保守力和势能	40
3.2.1	保守力、非保守力和耗散力	40
3.2.2	势能	41
3.3	功能原理、机械能守恒、能量守恒定律	42
3.3.1	功能原理	42
3.3.2	机械能守恒和转换定律	43
* 3.3.3	能量守恒和转换定律	43
* 3.3.4	第一、第二、第三宇宙速度	44
3.4	动量定理	46

3.4.1	质点的动量和动量定理	46
3.4.2	冲力和冲量	46
3.4.3	对动量定理的几点说明	47
3.5	动量守恒	48
3.5.1	质点系的动量定理	48
3.5.2	动量守恒定律	48
3.5.3	同一性问题	50
3.6	火箭飞行原理	50
3.6.1	单级火箭的飞行	50
3.6.2	多级火箭	51
3.6.3	火箭的推力及火箭的运动方程	51
3.7	质点的角动量定理和角动量守恒	52
3.7.1	力矩	52
3.7.2	角动量	53
3.7.3	质点的角动量定理和角动量守恒	53
3.7.4	角动量守恒定律的应用	54
3.8	刚体运动的描述	55
3.8.1	刚体	55
3.8.2	刚体的平动和转动	55
3.8.3	刚体定轴转动的描述	56
3.9	定轴转动的转动定律及转动惯量	56
3.9.1	定轴转动的转动定律	56
3.9.2	转动惯量的概念	57
3.9.3	转动惯量的计算	57
3.10	刚体的角动量定理和角动量守恒	60
3.10.1	刚体的角动量	60
3.10.2	刚体的角动量定理	60
3.10.3	角动量守恒及其应用	61
3.11	对称性与守恒定律	62
3.11.1	对称性	62
3.11.2	物理定律的对称性	62
3.11.3	物理定律对称性与守恒定律	63
	思考题	64
	习 题	65
	物理学与现代科学技术	67
	中国与其他强国重要科技成就时间比较	67
<b>第 4 章</b>	<b>狭义相对论基础</b>	<b>68</b>
4.1	伽利略变换和力学的相对性原理	68
4.1.1	伽利略变换	68
4.1.2	经典力学的时空观	69
4.1.3	力学的相对性原理	69



4.2 狭义相对论的基本原理	70
4.2.1 经典力学的困难	70
4.2.2 狭义相对论的基本原理	70
4.3 洛伦兹变换	71
* 4.3.1 洛伦兹	71
4.3.2 洛伦兹变换	72
* 4.3.3 相对论的速度变换式	72
4.4 相对论的时空观	74
4.4.1 同时性的相对性	74
4.4.2 时间间隔的相对性	74
4.4.3 空间长度的相对性	76
4.5 狭义相对论动力学方程	77
4.5.1 相对论质量与速率的关系	77
4.5.2 相对论动量	78
4.5.3 相对论动力学方程	78
4.6 相对论动能和质能关系式	79
4.6.1 相对论动能	79
4.6.2 相对论质能关系式	79
4.6.3 相对论能量和动量关系式	80
* 4.7 广义相对论简介	81
4.7.1 等效原理 广义相对性原理	81
4.7.2 广义相对论效应及其实验验证	82
思考题	83
习题	83
科学家介绍	83
爱因斯坦 (Albert Einstein, 1879—1955)	83
<b>第5章 机械振动</b>	<b>86</b>
5.1 简谐振动	86
5.1.1 弹簧振子模型	86
5.1.2 简谐振动的动力学方程	86
5.1.3 简谐振动的速度和加速度	87
5.1.4 描绘简谐振动的三个特征参量——振幅、周期和相位	88
5.1.5 相位差	88
5.2 简谐振动的旋转矢量表示法	91
5.3 简谐振动的能量	92
5.4 简谐振动的合成	93
5.4.1 同方向同频率的两简谐振动的合成	94
5.4.2 两个互相垂直的同频率的简谐振动的合成	95
* 5.5 阻尼振动、受迫振动及共振	97
5.5.1 阻尼振动	97
5.5.2 受迫振动 共振	98

思考题 .....	98
习 题 .....	99
物理学与现代科学技术 .....	100
混沌(chaos) .....	100
<b>第 6 章 机械波</b> .....	<b>102</b>
6.1 机械波的基本概念 .....	102
6.1.1 机械波的产生条件和传播特征 .....	102
6.1.2 机械波的类型 .....	103
6.1.3 波长、波速和波的频率 .....	103
6.2 平面简谐波的表达式 .....	104
6.2.1 平面波的研究方法 .....	104
6.2.2 平面简谐波的表达式 .....	104
6.2.3 平面简谐波表达式的物理意义 .....	105
6.2.4 计算题的类型 .....	106
* 6.3 波的能量和能流密度 .....	107
6.3.1 在波动存在的媒质内任一体积元 $\Delta V$ 中的能量 .....	107
6.3.2 波的能量传播特征 .....	108
6.3.3 能量密度 .....	108
6.3.4 能流、能流密度或波强 .....	108
6.3.5 声强和声强级 .....	109
6.4 波的叠加原理和波的干涉 .....	110
6.4.1 波的叠加原理 .....	110
6.4.2 波的干涉 .....	110
* 6.5 反射波的相位和驻波 .....	112
6.5.1 反射波的相位 .....	112
6.5.2 驻波 .....	113
* 6.6 多普勒效应 .....	114
思考题 .....	115
习 题 .....	116
物理学与现代科学技术 .....	117
超声波的特性及其应用 .....	117

## 第二篇 热 学

<b>第 7 章 气体动理论</b> .....	<b>123</b>
7.1 气体动理论的基本观点 .....	123
7.1.1 分子运动的基本观点 .....	123

7.1.2	气体系统的平衡态	124
7.1.3	分子运动的统计规律性	125
7.2	气体运动状态的描述	125
7.2.1	物态参量	125
7.2.2	物态方程	125
7.2.3	道尔顿分压定律	127
7.3	理想气体的压强公式和温度的意义	127
7.3.1	克劳修斯的理想气体模型	127
7.3.2	理想气体的压强公式	128
7.3.3	温度的统计意义	129
7.4	能量均分定理 理想气体的内能	130
7.4.1	分子运动的自由度	130
7.4.2	能量均分定理	130
7.4.3	理想气体的内能	131
7.5	麦克斯韦和玻耳兹曼统计分布律	131
7.5.1	麦克斯韦速率分布定律	131
7.5.2	分子速率的统计平均值	132
7.5.3	玻耳兹曼分布定律	134
7.5.4	大气密度和压强随高度的变化	135
7.6	气体分子的碰撞	135
7.6.1	平均碰撞频率	135
7.6.2	平均自由程	136
*7.7	非平衡态下气体内的迁移现象	137
7.7.1	粘滞现象	137
7.7.2	热传导现象	137
7.7.3	扩散现象	138
*7.8	液体的表面现象	138
7.8.1	液体的表面张力	138
7.8.2	弯曲液面下的附加压强	140
7.8.3	润湿现象 毛细现象	141
7.8.4	表面活性物质 表面吸附	143
	思考题	144
	习题	144
<b>第8章</b>	<b>热力学基础</b>	146
8.1	热力学第一定律	146
8.1.1	热力学的一些基本概念	146
8.1.2	热力学第一定律	148
8.2	理想气体的热力学过程	148
8.2.1	理想气体的等体过程	149
8.2.2	理想气体的等压过程	149
8.2.3	理想气体的等温过程	151

8.2.4 理想气体的绝热过程 .....	152
8.2.5 理想气体的多方过程 .....	153
8.3 循环过程 .....	154
8.3.1 热机循环与致冷机循环 .....	154
8.3.2 卡诺循环 .....	156
8.4 热力学第二定理 .....	158
8.4.1 热力学第二定理的表述 .....	158
8.4.2 可逆过程和不可逆过程 .....	159
8.4.3 卡诺定理 .....	159
8.4.4 热力学第二定理的统计意义 .....	160
8.5 熵 .....	161
8.5.1 熵和熵增加原理 .....	161
8.5.2 熵变计算 .....	162
思考题 .....	164
习 题 .....	164
物理学与现代科学技术 .....	165
熵与信息 .....	165
耗散结构 .....	167

## 第三篇 电磁学

第9章 静电场 .....	173
9.1 电荷的基本性质和库仑定律 .....	173
9.1.1 电荷守恒 .....	173
9.1.2 电荷的量子化 .....	174
9.1.3 库仑定律 .....	174
9.1.4 静电力的叠加原理 .....	175
9.2 电场 电场强度 .....	177
9.2.1 电场 .....	177
9.2.2 电场强度 .....	177
9.2.3 点电荷的场强 .....	177
9.2.4 电场强度叠加原理 .....	178
9.3 高斯定理 .....	180
9.3.1 电力线 .....	180
9.3.2 电通量 .....	181
9.3.3 高斯定理 .....	181
9.3.4 利用高斯定理求场强 .....	183
9.4 静电场环路定理 电势 .....	185

9.4.1 静电场力做的功	185
9.4.2 静电场的环路定理	186
9.4.3 电势	186
9.4.4 电势叠加原理	188
9.5 静电场中的导体 电容器	189
9.5.1 导体的静电平衡	189
9.5.2 导体上的电荷分布	190
9.5.3 导体表面的场强	190
9.5.4 静电屏蔽	191
9.5.5 电容器的电容	191
* 9.6 静电场中的电介质	194
9.6.1 有电介质的电容器	194
9.6.2 电介质的极化	195
9.6.3 电介质中的静电场	196
9.6.4 有电介质时的高斯定理 电位移矢量	197
9.7 静电场的能量	199
9.7.1 带电电容器的静电能	199
9.7.2 电场的能量	200
思考题	201
习题	202
物理学与现代科学技术	204
生物的电现象及其应用	204
<b>第 10 章 稳恒磁场</b>	207
10.1 磁场 磁感应强度	207
10.1.1 基本磁现象	207
10.1.2 磁场	208
10.1.3 磁感应强度	208
10.2 毕奥—萨伐尔定律	209
10.2.1 毕奥—萨伐尔定律	209
10.2.2 运动电荷的磁场	210
10.2.3 毕奥—萨伐尔定律的应用	211
10.3 磁场的高斯定理	213
10.3.1 磁感应线	213
10.3.2 磁通量	213
10.3.3 磁场的高斯定理	214
10.4 安培环路定理	214
10.4.1 安培环路定理的表述及验证	214
10.4.2 安培环路定理的应用	216
10.5 洛仑兹力 安培力	218
10.5.1 洛仑兹力	218
10.5.2 安培力	219

* 10.5.3 磁约束原理 .....	220
* 10.6 介质中的磁场 .....	221
10.6.1 磁介质对磁场的影响 .....	221
10.6.2 有磁介质时的高斯定理 .....	222
10.6.3 有磁介质时的安培环路定理 .....	222
思考题 .....	223
习 题 .....	224
物理学与现代科学技术 .....	226
超导的基本特性及其应用 .....	226
<b>第 11 章 电磁感应 电磁场</b> .....	<b>229</b>
11.1 电磁感应的基本定律 .....	229
11.1.1 电磁感应现象 .....	229
11.1.2 电动势 .....	230
11.1.3 楞次定律 .....	231
11.1.4 法拉第电磁感应定律 .....	231
11.2 动生电动势 感生电动势 .....	232
11.2.1 动生电动势 .....	233
11.2.2 感生电动势 感生电场 .....	234
11.3 自感 * 互感 .....	236
11.3.1 自感现象 .....	236
11.3.2 自感电动势和自感系数 .....	236
* 11.3.3 互感 .....	237
11.4 磁场的能量 .....	238
11.4.1 自感磁能 .....	238
11.4.2 磁场的能量 .....	239
11.5 位移电流 麦克斯韦方程组 .....	239
11.5.1 位移电流 .....	240
11.5.2 麦克斯韦方程组 .....	241
11.6 电磁波 .....	242
11.6.1 电磁波存在的预言及证实 .....	242
11.6.2 电磁波的基本性质 .....	243
11.6.3 电磁波谱 .....	243
思考题 .....	244
习 题 .....	245
科学家介绍 .....	246
法拉第(Michael Faraday, 1791—1867) .....	246

## 第四篇 波动光学

<b>第 12 章 光的干涉</b> .....	251
12.1 光干涉的基本原理 .....	251
12.1.1 光的干涉现象 .....	251
12.1.2 产生光干涉的基本条件 .....	251
12.1.3 光干涉的计算方法 .....	252
12.2 光干涉的实现方法及应用 .....	254
12.2.1 分波阵面的双光束干涉 .....	254
12.2.2 分振幅的双光束干涉 .....	257
12.2.3 光干涉在现代科技领域的应用 .....	263
思考题 .....	266
习 题 .....	267
<b>第 13 章 光的衍射</b> .....	269
13.1 光衍射的基本原理 .....	269
13.1.1 光的衍射现象 .....	269
13.1.2 产生光衍射的基本条件 .....	269
13.1.3 光衍射的分类及计算方法 .....	270
13.2 光衍射的实现方法及应用 .....	271
13.2.1 单缝夫琅禾费衍射 .....	271
13.2.2 圆孔夫琅禾费衍射 .....	274
13.2.3 光栅衍射 .....	275
13.2.4 光衍射在现代科技领域中的应用 .....	278
思考题 .....	283
习 题 .....	283
<b>第 14 章 光的偏振</b> .....	286
14.1 光偏振的基本原理 .....	286
14.1.1 光的偏振现象 .....	286
14.1.2 光偏振的产生及计算 .....	286
14.1.3 光偏振状态的分类及表示 .....	287
14.2 光偏振的实现方法及应用 .....	288
14.2.1 偏振片的起偏和检偏 .....	288
14.2.2 介质分界面上的反射和折射 .....	290
14.2.3 双折射 .....	292
14.2.4 光偏振在现代科技领域中的应用 .....	295

思考题	298
习 题	299

## 第五篇 近代物理及其应用

<b>第 15 章 量子光学概论</b>	303
15.1 黑体辐射	303
15.1.1 热辐射现象	303
15.1.2 黑体辐射定律	304
15.1.3 普朗克量子假设	305
15.2 光电效应	306
15.2.1 光电效应的实验规律	306
15.2.2 爱因斯坦的光子假设和光电效应方程	308
15.2.3 光电效应的应用	308
15.3 康普顿效应	309
15.3.1 康普顿效应	309
15.3.2 光子理论的解释	309
15.3.3 光的波粒二象性	310
思考题	311
习 题	311
<b>第 16 章 量子力学简介</b>	312
16.1 早期量子论	312
16.1.1 原子模型	312
16.1.2 氢原子光谱	313
16.1.3 玻尔氢原子理论	314
16.2 量子力学基本概念	315
16.2.1 物质波	316
16.2.2 波函数及其统计解释	318
16.2.3 不确定关系	319
16.2.4 薛定谔方程	320
思考题	324
习 题	324
<b>第 17 章 当代物理的新进展及应用简介</b>	325
17.1 现代光学及其应用	325
17.1.1 激光	325



17.1.2 激光全息术	328
17.1.3 激光生物学与现代农业	330
17.1.4 光通信	332
17.2 亚原子物理简介	333
17.2.1 原子核的基本结构	334
17.2.2 放射性衰变和应用	335
17.2.3 核反应及其应用	335
17.2.4 粒子物理与宇宙演化	341
思考题	345
科学家介绍	345
波尔(Niels Bohr,1885—1962)	345
附录 I 矢量	347
附录 II 常用物理常量表	351
附录 III 有关银河系、太阳、地球、月球的数据	352
附录 IV 数学公式	352
附录 V 希腊字母表	353
习题答案	354
主要参考文献	361