

K2版

张三慧 编著

大学物理学简程

清华大学出版社

大学物理学简程

K2版

张三慧 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

《大学物理学简程(K2版)》内容共分4篇。力学篇讲述经典的质点力学、理想流体的运动、刚体的转动。电磁学篇按传统体系讲述了电场、磁场、电磁感应和电磁波的基本概念和规律。热学基础篇讲述气体动理论和热力学定理,用统计概念说明温度、气体的压强以及麦克斯韦分布率。光学基础篇介绍了振动与波的基本特征和光的干涉、衍射、偏振和几何光学的基本规律。

本书内容涵盖了大学非物理专业物理学教学的基本要求,可作为高等院校物理课程的教材,也可作为中学物理教师或其他读者的自学参考书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

未经清华大学出版社授权,请不要专门为本书编写学习辅导材料,如思考题和习题解答等。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理学简程:K2版/张三慧编著. —北京:清华大学出版社,2016

ISBN 978-7-302-42845-9

I. ①大… II. ①张… III. ①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028702号

责任编辑:朱红莲

封面设计:常雪影

责任校对:赵丽敏

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印装者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:21.25

字 数:518千字

版 次:2016年2月第1版

印 次:2016年2月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:49.00元

产品编号:068105-01

前言

FOREWORD

这部《大学物理学简程》含力学篇、电磁学篇、热学基础篇和光学基础篇。内容涵盖了2006年我国教育部发布的“非物理类理工学科大学物理课程基本要求”中的核心内容。

本书是根据当前我国大学教育的情势和物理课程的需要,基于拙作《大学基础物理学》(第2版)进行编写的,删减了一些讲解繁难的章节(如铁磁体、实际气体等温线)、公式推导(如单缝衍射、质速关系)和例题,简化了一些概念原理的讲解(如电势、介电质和爱因斯坦两个基本假设),增加了一些基础性的习题。在延续了《大学基础物理学》(第2版)的基本体系、讲述风格和特色的同时,本书篇幅更加精练,对难度进行了适当调整,使之更适合少学时大学物理学的教学。

力学篇完全按传统体系讲述。以牛顿定律为基础和出发点,引入动量、角动量和能量概念,导出动量、角动量和机械能等的守恒定律,最后将它们推广到普遍的形式。守恒定律在物理思想和方法上讲固然是重要的,但在解决实际问题时经典的动力学概念与规律也常是不可或缺的。本书对后者也作了较详细的讲解。力学篇还强调了参考系的概念,说明了守恒定律的意义,并注意物理概念和理论的衍生和发展。

电磁学篇以库仑定律、毕奥-萨伐尔定律和法拉第定律为基础展开,直至麦克斯韦方程组。在分析方法上,本篇强调了对称性的分析,如在求电场和磁场的分布时,都应用了空间对称性的概念。

热学基础篇除了对系统——特别是气体——的宏观性质及其变化规律作了清晰的介绍外,大大加强了在分子理论基础上的统计概念和规律的讲解。除了在温度和气体动理论中着重介绍了统计规律外,在其他各章对功、热的实质、热力学第一定律、热力学第二定律以及熵的微观意义和宏观表示式等都结合统计概念作了许多独特而清晰的讲解。

光学基础篇主要着眼于清晰地讲解波、光的干涉和衍射的基本现象和规律,最后,根据光电波动性在特定条件下的近似特征——直接传播,讲述了几何光学的基本定律及反射镜和透镜的成像原理。

大学物理课程是大学阶段一门重要的基础课,它将在高中物理的基础上进一步提高学生的现代科学素质。为此,物理课程应提供内容更广泛、更深入

的系统的现代物理学知识,并在介绍这些知识的同时进一步培养学生的科学思想、方法和态度,激发学生的创新意识和能力。

根据上述对大学物理课程任务的理解,本书在高中物理的基础上系统而又严谨地讲述了基本的物理原理。书中具体内容主要是经典物理基本知识,同时也包含了许多现代物理,乃至一些物理学前沿的理论和实验以及它们在现代技术中应用的知识。

本书选编了大量联系实际的例题和习题,从光盘到打印机,从跳水到蹦极,从火箭到对撞机,从人造卫星到行星、星云等都有涉及。其中还特别注意选用了我国古老文明与现代科技的资料,如王充论力,苏东坡的回文诗,神舟飞船的升空等。对这些例题和习题的分析与求解能使更实在又深刻地理解物理概念和规律,了解物理基础知识的重要的实际意义,同时也有助于培养学生联系实际的学风,增强民族自信心。

本书内容涵盖了大学物理学教学的基本要求。为了帮助学生掌握各篇内容,每篇开始都综述了该篇内容,每章末都总结了各章提要。在习题的选编上分了3个层次:自测简题、思考题和习题。其中自测简题主要考查学生对基本原理和概念的理解,答案可经过简单直接计算获得,或需要对原理论叙述的正确性分析后得出。

本书还简述了若干位科学家的生平、品德与贡献,用以提高学生素养,鼓励成才。书末附有物理学常用数据的最新公认取值的“数值表”,便于学生查阅和应用。

本书若存在错误缺点,请各位老师、同学批评指正。

目 录

CONTENTS

第 1 篇 力 学

第 1 章 质点运动学	3
1.1 参考系	3
1.2 质点的位矢、位移和速度	4
1.3 加速度	6
1.4 匀加速运动	8
1.5 抛体运动	9
1.6 圆周运动	10
1.7 相对运动	13
提要	15
自测简题	15
思考题	16
习题	17
第 2 章 牛顿运动定律	18
2.1 牛顿三定律	18
2.2 常见的几种力	20
2.3 应用牛顿定律解题	23
2.4 流体的稳定流动	27
2.5 伯努利方程	28
提要	31
自测简题	32
思考题	32
习题	33

第3章 动量与角动量	36
3.1 冲量与动量定理	36
3.2 动量守恒定律	38
3.3 火箭飞行原理	40
3.4 质点的角动量和角动量定理	41
3.5 角动量守恒定律	42
提要	43
自测简题	44
思考题	44
习题	45
第4章 功和能	46
4.1 功	46
4.2 动能定理	49
4.3 势能	51
4.4 引力势能	52
4.5 机械能守恒定律	53
4.6 碰撞	56
提要	60
自测简题	60
思考题	61
习题	62
第5章 刚体的定轴转动	64
5.1 刚体转动的描述	64
5.2 转动定律	65
5.3 转动惯量的计算	67
5.4 刚体的角动量和角动量守恒	70
5.5 转动中的功和能	72
提要	74
自测简题	76
思考题	76
习题	77
第6章 振动	79
6.1 简谐运动的描述	79
6.2 简谐运动的动力学	82
6.3 简谐运动的能量	84

6.4 阻尼振动·····	85
6.5 受迫振动 共振·····	85
6.6 一维同频率的简谐运动的合成·····	86
6.7 一维不同频率的简谐运动的合成·····	87
提要·····	88
自测简题·····	89
思考题·····	89
习题·····	89
 第7章 波动·····	 92
7.1 物体的弹性形变·····	92
7.2 简谐波的形成过程·····	94
7.3 简谐波的波函数 波长·····	96
7.4 弹性介质中的波速·····	99
7.5 波的能量·····	100
7.6 惠更斯原理·····	103
7.7 波的叠加 驻波·····	104
7.8 声波·····	106
7.9 多普勒效应·····	108
提要·····	111
自测简题·····	112
思考题·····	112
习题·····	113

第2篇 电 磁 学

第8章 静电场·····	117
8.1 电荷·····	117
8.2 电场和电场强度·····	118
8.3 库仑定律与静电场的计算·····	119
8.4 电场线和电通量·····	122
8.5 高斯定律·····	124
8.6 利用高斯定律求静电场的分布·····	126
8.7 导体的静电平衡·····	129
8.8 电场对电荷的作用力·····	132
提要·····	133
自测简题·····	134

思考题	134
习题	135
第 9 章 电势	137
9.1 静电场的保守性	137
9.2 电势和电势差	138
9.3 电势叠加原理	140
9.4 等势面	142
9.5 电势梯度	143
9.6 点电荷在外电场中的静电势能	145
9.7 静电场的能量	146
提要	147
自测简题	148
思考题	148
习题	148
第 10 章 电容器和介电质	150
10.1 电容器及其电容	150
10.2 电容器的联接	152
10.3 介电质对电场的影响	154
10.4 介电质的极化	155
10.5 D 矢量及其高斯定律	156
10.6 电容器的能量	157
10.7 介电质中电场的能量	158
提要	159
自测简题	160
思考题	160
习题	160
第 11 章 电流和磁场	162
11.1 电流和电流密度	162
11.2 磁力与电荷的运动	165
11.3 磁场与磁感应强度	166
11.4 毕奥-萨伐尔定律	168
11.5 安培环路定理	172
11.6 利用安培环路定理求磁场的分布	174
11.7 与变化电场相联系的磁场	176

提要	178
自测简题	179
思考题	179
习题	180
第 12 章 磁力	183
12.1 带电粒子在磁场中的运动	183
12.2 霍尔效应	185
12.3 载流导线在磁场中受的磁力	186
12.4 载流线圈在均匀磁场中受的磁力矩	187
12.5 平行载流导线间的相互作用力	189
提要	190
自测简题	191
思考题	191
习题	192
第 13 章 物质的磁性	194
13.1 物质对磁场的影响	194
13.2 物质的磁化	195
13.3 H 矢量及其环路定理	196
提要	197
自测简题	197
思考题	198
习题	198
第 14 章 电磁感应和电磁波	199
14.1 法拉第电磁感应定律	199
14.2 动生电动势	201
14.3 感生电动势和感生电场	204
14.4 互感	206
14.5 自感	207
14.6 磁场的能量	208
14.7 麦克斯韦方程组	209
14.8 电磁波	210
提要	213
自测简题	214
思考题	214

习题.....	215
---------	-----

第3篇 热学基础

第15章 温度和气体动理论	219
15.1 平衡态.....	219
15.2 温度的概念.....	220
15.3 理想气体温标.....	220
15.4 理想气体状态方程.....	221
15.5 气体分子的无规则运动.....	223
15.6 理想气体的压强.....	224
15.7 温度的微观意义.....	227
15.8 能量均分定理.....	228
15.9 麦克斯韦速率分布律.....	230
提要.....	233
自测简题.....	234
思考题.....	234
习题.....	235
第16章 热力学定律	237
16.1 功 热量 热力学第一定律.....	237
16.2 准静态过程.....	238
16.3 热容.....	240
16.4 绝热过程.....	243
16.5 循环过程.....	246
16.6 卡诺循环.....	247
16.7 制冷循环.....	249
16.8 自然过程的方向.....	250
16.9 热力学第二定律及其微观意义.....	251
16.10 热力学概率与自然过程的方向	252
提要.....	255
自测简题.....	256
思考题.....	257
习题.....	257

第4篇 光学基础

第 17 章 光的干涉	263
17.1 杨氏双缝干涉	263
17.2 相干光	265
17.3 光程	266
17.4 薄膜干涉	267
17.5 迈克耳孙干涉仪	270
提要	270
自测简题	271
思考题	271
习题	272
第 18 章 光的衍射	274
18.1 光的衍射和惠更斯-菲涅耳原理	274
18.2 单缝的夫琅禾费衍射	275
18.3 光学仪器的分辨本领	278
18.4 光栅衍射	280
提要	284
自测简题	284
思考题	285
习题	285
第 19 章 光的偏振	287
19.1 自然光和偏振光	287
19.2 偏振光的获得与检测	288
19.3 由反射引起的光的偏振	290
19.4 双折射现象	291
提要	293
自测简题	293
思考题	293
习题	294
第 20 章 几何光学	295
20.1 光线	295
20.2 光的反射	296
20.3 球面反射镜	297

20.4 光的折射.....	300
20.5 薄透镜的焦距.....	302
20.6 薄透镜成像.....	304
20.7 助视仪器.....	308
提要.....	310
自测简题.....	311
思考题.....	311
习题.....	312
元素周期表	315
数值表	316
自测简题答案	318
习题答案	321

第

1

篇

力 学

力学是一门古老的学问,其渊源在西方可追溯到公元前 4 世纪古希腊学者柏拉图认为圆运动是天体的最完美的运动和亚里士多德关于力产生运动的说教,在中国可以追溯到公元前 5 世纪《墨经》中关于杠杆原理的论述。但力学(以及整个物理学)成为一门科学理论应该说是从 17 世纪伽利略论述惯性运动开始,继而牛顿提出了后来以他的名字命名的三个运动定律。现在以牛顿定律为基础的力学理论叫牛顿力学或经典力学。它曾经被尊为完美普遍的理论而兴盛了约 300 年。在 20 世纪初虽然发现了它的局限性,在高速领域为相对论所取代,在微观领域为量子力学所取代,但在一般的技术领域,包括机械制造、土木建筑,甚至航空航天技术中,经典力学仍保持着充沛的活力而处于基础理论的地位。它的这种实用性是我们要学习经典力学的一个重要原因。

由于经典力学是最早形成的物理理论,后来的许多理论,包括相对论和量子力学的形成都受到它的影响。后者的许多概念和思想都是经典力学概念和思想的发展或改造。经典力学在一定意义上是整个物理学的基础,这是我们要学习经典力学的另一个重要原因。

本篇要讲述的内容包括质点力学和刚体力学基础,着重阐明动量、角动量和能量诸概念及相应的守恒定律。振动和波动作为物体的一种运动形式,放在力学篇来讲解。本篇第 6 章、第 7 章介绍振动、波动的基本概念和原理。

质点运动学

经典力学是研究物体的机械运动的规律的。为了研究,首先描述。力学中描述物体运动的内容叫做运动学。实际的物体结构复杂,大小各异,为了从最简单的研究开始,引进质点模型,即以具有一定质量的点来代表物体。本章讲解质点运动学,内容包括参考系、速度、加速度等概念,以及圆周运动和相对运动的基本知识。

1.1 参考系

物体的机械运动是指它的位置随时间的改变。位置总是相对的,这就是说,任何物体的位置总是相对于其他物体或物体系来确定的。这个其他物体或物体系就叫做确定物体位置时用的参考物。例如,确定交通车辆的位置时,我们用固定在地面上的一些物体,如房子或路牌作参考物。

确定了参考物之后,为了定量地说明一个质点相对于此参考物的空间位置,就在此参考物上建立固定的坐标系。最常用的坐标系是笛卡儿直角坐标系。它以参考物上某一固定点为原点 O ,从此原点沿3个相互垂直的方向引3条直线作为坐标轴,通常分别叫做 x, y, z 轴(图1.1)。在这样的坐标系中,一个质点在任意时刻的空间位置,如 P 点,就可以用3个坐标值 (x, y, z) 来表示。

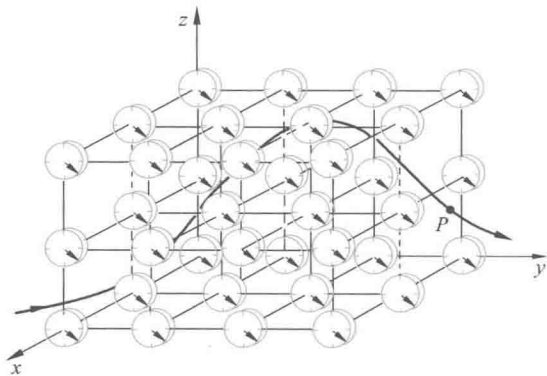


图 1.1 一个坐标系和一套同步的钟构成一个参考系

质点的运动就是它的位置随时间的变化。为了描述质点的运动,需要指出质点到达各个位置 (x, y, z) 的时刻 t 。这时刻 t 是由在坐标系中各处配置的许多同步的钟(如图 1.1,在任意时刻这些钟的指示都一样)就近给出的。

一个固定在参考物上的坐标系和相应的一套同步的钟组成一个**参考系**。参考系通常以所用的参考物命名。例如,坐标轴固定在地面上(通常一个轴竖直向上)的参考系叫**地面参考系**(图 1.2 中 $O''x''y''z''$);坐标原点固定在地心而坐标轴指向空间固定方向(以恒星为基准)的参考系叫**地心参考系**(图 1.2 中 $O'x'y'z'$);原点固定在太阳中心而坐标轴指向空间固定方向(以恒星为基准)的参考系叫**太阳参考系**(图 1.2 中 $Oxyz$)。常用的固定在实验室的参考系叫**实验室参考系**。

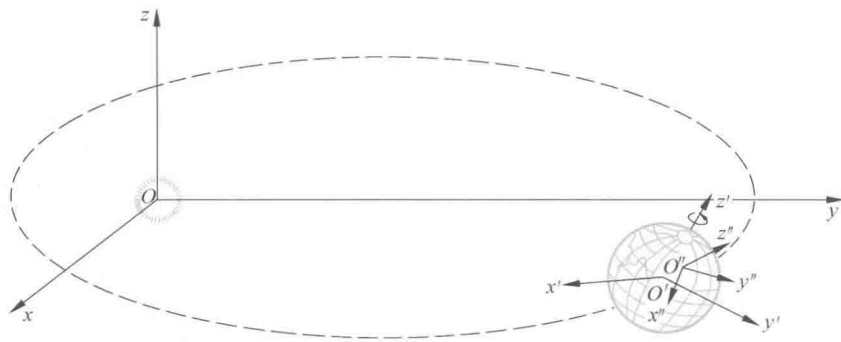


图 1.2 参考系示意图

质点位置的空间坐标值是沿着坐标轴方向从原点开始量起的长度。在国际单位制 SI (其单位也是我国的法定计量单位)中,长度的基本单位是米(符号是 m)。现在国际上采用的米是 1983 年规定的: **1 m** 是光在真空中在 $(1/299\,792\,458)\text{s}$ 内所经过的距离。这一规定的基础是激光技术的完善和相对论理论的确立。

指示质点到达空间某一位置的时刻在 SI 中是以秒(符号是 s)为基本单位计量的。以前曾规定平均太阳日的 $1/86\,400$ 是 1 s。现在 SI 规定: **1 s** 是铯的一种同位素 ^{133}Cs 原子发出的一个特征频率的光波周期的 **9 192 631 770** 倍。

1.2 质点的位矢、位移和速度

选定了参考系,一个质点的运动,即它的位置随时间的变化,就可以用数学函数的形式表示出来了。作为时间 t 的函数的 3 个坐标值一般可以表示为

$$x = x(t), \quad y = y(t), \quad z = z(t) \quad (1.1)$$

这样的一组函数叫做质点的**运动函数**(有的书上叫做运动方程),每一个函数表示沿相应坐标轴的分运动。

质点的位置可以用**矢量的概念**更简洁清楚地表示出来。为了表示质点在时刻 t 的位置 P ,我们从原点向此点引一有向线段 OP ,并记作矢量 $\mathbf{r}$ (图 1.3)。 $\mathbf{r}$ 的方向说明了 P 点相对于坐标轴的方位, $\mathbf{r}$ 的大小(即它的“模”)表明了原点到 P 点的距离。这一矢量 $\mathbf{r}$ 叫做质点的**位置矢量**,简称**位矢**,也叫**径矢**。