

W U L I X U E J I A O C H E N G



工 科 高 等 教 育 基 础 课 程 教 材

物理学教程 (第2版) 上册

严导淦 主编



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

工科高等教育基础课程教材

物 理 学 教 程

(第2版) 上册

严导淦 主编



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书是在原《物理学教程》(第1版)的基础上,参照教育部高等学校物理与天文教育指导委员会物理基础课程教学指导分委员会颁布的《理工科类大学物理课程教学基本要求》修订的,内容涵盖该基本要求中的A类核心内容和一些有关的B类扩展内容,共18章,内容借鉴国内外诸多名著多年来行之有效、且富具科学性的体系,并结合国情进行安排,且可在教学中灵活调整。主要内容为力学、机械振动和机械波以及热力学基础;电磁学、光学和量子物理学基础等。每章配有习题和问题,习题附有答案。

本书在内容论述上详略得当,难度适中,行文简明,知识系统,深入浅出,好教易学,可作为全日制普通高等院校非物理类本科专业的大学物理课程的教材,并可兼作函授、夜大学、网络教育、高等职业技术学院以及高等自学考试的本、专科教学用书。

与本教材同步出版的教学辅导书——《大学物理教学指导》(第2版)对教师备课、授课和学生学习、复习以及巩固本教材的教学效果不无裨益,亦可作为本教材配套的习题课参考书。

图书在版编目(CIP)数据

物理学教程.上册/严导淦主编.——2版.——上海:同济大学出版社,2014.7

ISBN 978-7-5608-5534-9

I. ①物… II. ①严… 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(2014)第120050号

工科高等教育基础课程教材

物理学教程(第2版)上册

严导淦 主编

责任编辑 陈佳蔚

责任校对 徐春莲

封面设计 潘向葵

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址:上海市四平路1239号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 常熟华顺印刷有限公司

开 本 787mm×960mm 1/16

印 张 17.5

字 数 350 000

版 次 2014年7月第2版 2014年7月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-5534-9

定 价 35.00元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换

版权所有

侵权必究

前言

随着我国经济在科学发展观的指引下持续稳健的增长,为了改革开放和自主创新的需要,推进有中国特色社会主义和谐社会的建设,各类高等学校的“宽口径、厚基础、重能力、求创新”的通识教育理念日益受到各方面的认同。

本书作为《物理学教程》(以下简称“原书”)第2版,根据历年来使用原书第1版的有关院校教学实践反馈的信息,作者重新学习了教育部高等学校物理与天文学教学指导委员会物理基础课程教育指导分委员会颁行的《理工科类大学物理课程教学基本要求》(以下简称《基本要求》),拟定了本书的修订宗旨:在确保教学时数的前提下,基本上涵盖了全部A类核心内容,择要保留了少量B类扩展性内容。为了便于教学,基本上保持原书的体系和内容的论述,仅作少量更动和损益,冀求更适于教学操作和便于读者自学,力图体现培养工科类应用型人才对物理学这门基础课的需求,以提升工科大学生的科学素养。

考虑到本课程一般安排在两个学期内完成教学任务。为此,相应地将全书内容划分为两大部分。建议在第一学期讲授力学(含机械振动和机械波)和热学两个板块;第二学期讲授电磁学(含光学)和近代物理两个板块。旨在分散重点和难点,有助于减轻师生的教学负荷。

其次,如果有些院校对有关专业所安排的本课程学时数偏低,则可仿照国外大学的传统措施,由任课教师根据专业需求,精选本书某些章节施教。其他内容则可供学生毕业后从事专业工作中按需参考自学。

在对原书的修订过程中,参阅有关著作,从中屡挹清芬,深受启迪,获益良多,谨向这些著作的作者深表谢忱。

对于本书错漏和不当之处,希望读者不吝赐正,是所至盼。

最后,在本书修订第2版的过程中,深受同济大学出版社副总编辑曹建和责任编辑陈佳蔚的关注和大力支持,为感无既。

严守沧

2014年仲春于同济学舍

目 次

前 言

第 0 章 引论	(1)
0.1 物理学 物理量 基准单位	(1)
0.1.1 物理学	(1)
0.1.2 物理量 标量和矢量	(1)
0.1.3 物理量的基准单位	(2)
0.2 法定计量单位	(3)
0.2.1 法定计量单位	(3)
0.2.2 在本书中使用法定计量单位的方法和具体要求	(6)
0.3 量纲	(7)
第 1 章 质点运动学	(10)
1.1 参考系和坐标系 位矢、位移和路程	(10)
1.1.1 参考系	(10)
1.1.2 坐标系 空间和时间	(11)
1.1.3 位矢	(12)
1.1.4 运动函数 轨道方程	(13)
1.1.5 位移	(14)
1.2 速度 加速度	(14)
1.2.1 速度 速率	(14)
1.2.2 相对运动	(17)
1.2.3 加速度	(19)
1.3 直线运动	(20)
1.4 抛体运动	(24)
1.5 圆周运动	(26)
1.5.1 变速圆周运动	(26)
1.5.2 圆周运动的角量描述	(28)
1.5.3 圆周运动中的线量和角量的关系	(29)
习题 1	(32)

第2章 质点动力学的基本定律	(34)
2.1 牛顿定律	(34)
2.1.1 牛顿第一定律	(34)
2.1.2 牛顿第二定律	(35)
2.1.3 牛顿第三定律	(37)
2.2 力学中常见的几种力	(38)
2.2.1 万有引力 重力	(38)
2.2.2 弹性力	(40)
2.2.3 摩擦力	(43)
2.3 牛顿定律的应用示例	(45)
2.4 非惯性系 惯性力	(51)
习题2	(53)
第3章 功与能	(56)
3.1 功 动能定理	(56)
3.1.1 功 功率	(56)
3.1.2 质点的动能定理	(58)
3.1.3 系统的动能定理	(60)
3.2 保守力 系统的势能	(62)
3.2.1 重力的功	(62)
3.2.2 万有引力的功	(63)
3.2.3 弹性力的功	(64)
3.2.4 保守力和非保守力 势能	(65)
3.3 系统的功能原理 机械能守恒定律 能量守恒定律	(68)
3.3.1 系统的功能原理	(68)
3.3.2 机械能守恒定律	(69)
3.3.3 能量守恒定律	(69)
3.3.4 宇宙速度 黑洞	(71)
习题3	(72)
第4章 冲量与动量 力矩与角动量	(75)
4.1 冲量与动量 质点的动量定理	(75)
4.2 系统的动量定理 动量守恒定律	(78)
4.2.1 系统的动量定理	(78)
4.2.2 系统的动量守恒定律	(79)
4.3 质心 质心运动定理	(82)
4.3.1 质心	(82)

4.3.2 质心运动定理	(84)
4.4 碰撞	(85)
4.4.1 弹性碰撞	(86)
4.4.2 完全非弹性碰撞	(87)
4.5 力矩与角动量 质点的角动量定理	(88)
4.5.1 质点的角动量	(88)
4.5.2 力矩	(89)
4.5.3 质点的角动量定理	(89)
4.5.4 质点的角动量守恒定律	(90)
* 4.6 系统的角动量定理 角动量守恒定律	(91)
习题4	(93)
第5章 刚体的定轴转动	(97)
5.1 刚体的基本运动	(97)
5.1.1 刚体的平动	(97)
5.1.2 刚体的定轴转动	(98)
5.2 刚体的转动动能 转动惯量	(101)
5.2.1 刚体的转动动能	(101)
5.2.2 刚体的转动惯量	(102)
5.3 力矩的功 刚体定轴转动的动能定理	(103)
5.3.1 力矩	(103)
5.3.2 力矩的功	(104)
5.3.3 刚体定轴转动的动能定理	(105)
5.4 刚体的定轴转动定律	(107)
5.5 刚体绕定轴转动的角动量定理 角动量守恒定律	(109)
5.5.1 角动量 冲量矩 角动量定理	(109)
5.5.2 角动量守恒定律	(109)
习题5	(112)
第6章 机械振动	(114)
6.1 简谐运动	(114)
6.1.1 简谐运动的基本特征	(114)
6.1.2 简谐振子是一个理想模型	(116)
6.1.3 简谐运动表达式	(116)
6.1.4 简谐运动的能量	(118)
6.2 描述简谐运动的物理量	(120)
6.2.1 周期、频率与角频率	(120)

6.2.2 相位和初相 振幅和初相的确定	(122)
6.3 简谐运动的旋转矢量图示法 相位差	(128)
6.3.1 简谐运动的旋转矢量图示法	(128)
6.3.2 相位差	(129)
6.4 同方向简谐运动的合成 拍	(131)
6.4.1 同方向、同频率简谐运动的合成	(131)
6.4.2 同方向、不同频率简谐运动的合成 拍	(133)
6.5 相互垂直的简谐运动的合成 利萨如图	(135)
6.5.1 相互垂直的同频率简谐运动的合成	(135)
6.5.2 相互垂直的不同频率简谐运动的合成 利萨如图形	(137)
* 6.6 阻尼振动	(138)
* 6.7 受迫振动 共振	(140)
习题 6	(142)
第7章 机械波	(145)
7.1 机械波	(145)
7.1.1 机械波的产生和传播	(145)
7.1.2 横波和纵波	(146)
7.2 描述机械波的一些物理量 波的几何表示	(148)
7.2.1 周期、频率、波长与波速	(148)
7.2.2 波的几何表示	(149)
7.3 平面简谐波的波函数	(150)
7.3.1 平面简谐波的波函数	(150)
7.3.2 波函数的物理意义	(152)
7.4 波的能量 能流密度	(157)
7.4.1 波的能量	(157)
7.4.2 能流密度	(159)
7.5 惠更斯原理 波的衍射、反射和折射	(159)
7.5.1 惠更斯原理	(159)
7.5.2 波的衍射	(160)
7.5.3 波的反射和折射	(162)
7.6 波的干涉 驻波	(163)
7.6.1 波的叠加原理	(163)
7.6.2 波的干涉	(164)
7.6.3 驻波	(166)
* 7.7 声波 超声波	(169)

7.7.1 声波	(169)
7.7.2 超声波	(171)
* 7.8 多普勒效应	(171)
习题7	(174)
* 第8章 相对论简介	(177)
8.1 力学的相对性原理 伽利略变换	(177)
8.1.1 力学的相对性原理	(177)
8.1.2 伽利略变换	(178)
8.2 狭义相对论的基本原理 洛伦兹变换	(180)
8.2.1 狭义相对论的基本原理	(180)
8.2.2 洛伦兹变换	(181)
8.2.3 洛伦兹速度变换公式	(181)
8.3 相对论的时空观	(183)
8.3.1 同时的相对性	(183)
8.3.2 长度的收缩	(184)
8.3.3 时间的延缓	(185)
8.4 狭义相对论的动力学基础	(187)
8.4.1 质量与速率的关系	(187)
8.4.2 质量与能量的关系	(188)
8.4.3 能量与动量的关系	(190)
习题8	(191)
第9章 热力学基础	(192)
9.1 热力学系统及其平衡态 准静态过程	(192)
9.1.1 热力学系统 平衡态	(192)
9.1.2 物态参量	(193)
9.1.3 准静态过程	(194)
9.2 气体的物态方程	(195)
9.2.1 气体的实验定律 理想气体	(195)
9.2.2 理想气体的物态方程	(196)
* 9.2.3 实际气体的物态方程	(198)
9.3 热力学第一定律	(199)
9.3.1 系统的内能 功与热的等效性	(199)
9.3.2 热力学第一定律	(201)
9.3.3 功和热量的计算	(202)
9.4 热力学第一定律对理想气体热力学过程的应用	(205)

9.4.1 等体过程	(205)
9.4.2 等压过程	(206)
9.4.3 等温过程	(208)
9.4.4 绝热过程	(209)
* 9.4.5 多方过程	(213)
9.5 循环过程 卡诺循环	(214)
9.5.1 循环过程	(214)
9.5.2 正循环 热机的效率	(215)
9.5.3 逆循环 致冷机的效率	(216)
9.5.4 卡诺循环	(219)
9.6 热力学第二定律 卡诺定理	(221)
9.6.1 可逆过程和不可逆过程	(221)
9.6.2 热力学第二定律	(222)
9.6.3 卡诺定理	(224)
9.7 熵 熵增加原理	(224)
9.7.1 克劳修斯公式	(224)
9.7.2 熵	(226)
9.7.3 熵增加原理——热力学第二定律的数学表达式	(227)
* 9.7.4 能量的退化	(229)
习题 9	(230)
第 10 章 气体动理论简介	(233)
10.1 气体动理论的基本观点	(233)
10.2 气体分子热运动及其统计规律性	(236)
10.2.1 气体分子热运动的图景	(236)
10.2.2 大量分子热运动服从统计规律性	(237)
10.3 理想气体的压强公式及温度的统计意义	(238)
10.3.1 理想气体的微观模型	(238)
10.3.2 理想气体的压强公式	(239)
10.3.3 温度的统计意义	(242)
10.4 能量按自由度均分定理 理想气体的内能	(244)
10.4.1 自由度	(245)
10.4.2 能量按自由度均分定理	(246)
10.4.3 理想气体的内能	(248)
10.5 气体分子运动的速率分布律	(249)
10.5.1 分子运动的速率分布	(249)

10.5.2 麦克斯韦速率分布律	(251)
10.5.3 分子速率的统计平均值	(252)
10.5.4 麦克斯韦速率分布律的实验验证	(255)
10.6 分子平均碰撞频率和平均自由程	(256)
* 10.7 气体内的输运现象	(259)
10.7.1 内摩擦现象	(259)
10.7.2 热传导	(259)
10.7.3 扩散	(260)
10.8 热力学第二定律的统计诠释	(260)
10.8.1 热力学过程不可逆性的统计意义	(261)
10.8.2 热力学概率与熵	(262)
习题 10	(263)
附录 一些物理常量	(265)

第 0 章 引 论

高等学校的学习，
是打基础的时期，
应该强调学好基础课程，
练好基本功。

——钱学森

0.1 物理学 物理量 基准单位

0.1.1 物理学

物理学是研究物质及其相互作用和基本运动规律的一门自然科学。物质通常是在其周围的其他物质作用下运动的。各种形式的运动可以相互转化。物理学所研究的物质运动包括机械运动、热运动、电磁运动、微观粒子运动等各种运动形式。由于这些运动形式及其规律具有普遍性，所以物理学就成为其他自然科学、工程技术乃至人文科学的重要基础。在许多科学和技术领域以及生产部门中，都广泛地应用着物理学中的力学、声学、热学、电磁学、光学和近代物理等各方面的基本理论、基本知识和基本方法。因此，如果能够较好地掌握物理学的基本理论、基本知识和基本技能，并从中逐步领会物理学的思想和思考问题的方法，就可以为学习有关工科专业的后继课程和今后研究当代工程领域中崛起的科学和技术（如信息科学、生命科学、材料科学、环境科学、能源科学、海洋科学、航天科学等）打下良好的基础，从而使我们更贴近本世纪人类文明快速发展的时代脉搏，期能促进我们所从事的专业日新月异地长足发展。可以这么说，对本世纪的工科学生而言，物理学具有不可替代的奠基作用；并且，在当代工程技术中又具有举足轻重的导向作用。

0.1.2 物理量 标量和矢量

为了确切地定量表述物质的属性、相互作用和物质运动的状态及其变化过程，需要建立或定义许多物理量，如密度、速度、力、电流强度等；而物质运动的基本规律，在物理学中通常是由某些原理、定律或定理来表述的，它们反映了有关物理量之间的相互关系。

在物理学中，有一类物理量，如时间、质量、功、能量、温度等，只需用大

小(包括数字和单位)和正、负,就可以完全确定,这类物理量统称为标量.标量既有大小又有正负,它是代数量,可用代数方法计算.例如,同类的标量可以求代数和;又如标量函数的求导和积分等运算,读者也都是耳熟能详的.

在物理学中,还有另一类物理量,如位移、速度、加速度、力、动量、冲量、电场强度等,必须同时给出大小和标明方向,才能完全确定.并且在相加时服从平行四边形法则.这类物理量称为矢量或向量.有关矢量的运算法则,在与本书配套的《大学物理教学指导》(第2版)一书0.2节中详述,供教学之需和学生参阅.

0.1.3 物理量的基准单位

物理定律或理论的建立,一般都是首先通过对物理现象的观察和实验,这时,需要利用各种仪器去测定有关的物理量,进行各式各样的度量.

度量任何一个物理量,都必须有一个标准.例如,要知道一台机床有多长,可用米尺去量,而米尺上的刻度是按照规定的标准长度刻好的;要知道一颗铅粒的质量,可用天平去称,而天平所使用的砝码也是按照规定的标准质量注明的.所以,诸如上述长度、质量等每一个物理量都有一个规定的度量标准.这一规定的度量标准,就叫做该物理量的基准单位.所谓度量,就是把一个待测的量与它的基准单位进行比较,看它是基准单位的多少倍.例如,若说某机床长2.50 m,这等于说,该机床的长度是长度的基准单位——1 m的2.5倍,即 $1\text{ m} \times 2.5 = 2.5\text{ m}$;又如,若说铅粒的质量为0.125 kg,这等于说,该铅粒的质量是质量的基准单位——1 kg的0.125倍,即 $1\text{ kg} \times 0.125 = 0.125\text{ kg}$.所以,每一物理量的大小都是由数字与单位相乘的形式来表述的.如果我们只说钢轨长12.6,就毫无意义.因为在这种情况下,它的长度或许是12.6 m,或许是12.6 cm,……,其真实的大小就无从知道.因此,只有在数字与它们的单位相乘后,物理量才有实际意义,也就是说,我们在学习物理学、以至今后的日常生活和工作实践中,都离不开量的计算,而不仅仅是数的计算.

既然每一物理量都要有一个基准单位,那么,如此众多的物理量,都要一一去规定相应的基准单位,就显得不胜其烦.因此,为了简便和统一起见,不妨从众多的物理量中挑选出少数几个物理量作为基本物理量,然后再给每一个基本物理量规定一个基准单位,这样的基准单位叫做基本单位.其他物理量的单位,就可以根据某些物理定律或定义,用这些基本单位来导出,故称为导出单位.因而,以后我们把作为基本单位的物理量称为基本量,而其余的物理量统称为导出量.

问题 0.1.1 什么叫做物理量?试述基本量、导出量、基本单位、导出单位的意义.

0.2 法定计量单位

0.2.1 法定计量单位

根据基本单位的不同选取,物理学中有几种不同的单位制.本书采用中华人民共和国法定计量单位,简称法定计量单位.

法定计量单位以国际单位制(代号为SI)为基础,并根据我国的国情,选添了一些非国际单位制的单位而构成的.本书主要采用国际单位制.简介如下:

(1) 在国际单位制中选择了表0-1中所列的七个物理量作为基本量,它们的单位就规定为国际单位制的基本单位.

表0-1 国际单位制(SI)基本单位及基本量的量纲

量的名称	单位名称	单位符号	基本量的量纲
长度	米	m	L
质量	千克(公斤)*	kg	M
时间	秒	s	T
电流	安[培]*	A	I
热力学温度	开[尔文]	K	Θ
物质的量	摩[尔]	mol	N
发光强度	坎[德拉]	cd	J

* ()内的字为前者的同义词. []内的字是在不致混淆的情况下,可省略的字.

此外,还规定了表0-2所列的两个量的单位作为国际单位制的辅助单位.

表0-2 国际单位制(SI)的辅助单位

量的名称	单位名称	单位符号
平面角	弧度	rad
立体角	球面度	sr

(2) 国际单位制中的导出单位. 导出量的单位(即导出单位),可以从物理学中的定义或定律出发,利用表0-1、表0-2所列的基本单位导出.如速度的单位是 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ (米·秒⁻¹),密度的单位是 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ (千克·米⁻³),等等.有些国际单位制的导出单位还规定了专门名称和符号,例如力的单位是 $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ (千克·米·秒⁻²),显得较累赘,因此规定它的专门名称,叫做牛顿或牛,符号为

N. 使用这种具有专门名称的国际单位制导出单位(表 0-3)以及用它们表示其他导出单位,甚为方便. 至于没有专门名称的国际单位制导出单位,统称为组合形式的国际单位制导出单位.

表 0-3 国际单位制中具有专门名称的导出单位

量的名称	单位名称	单位符号	其他表示式
频率	赫[兹]	Hz	s^{-1}
力;重力	牛[顿]	N	$kg \cdot m \cdot s^{-2}$
压力,压强;应力	帕[斯卡]	Pa	$N \cdot m^{-2}$
能量;功;热量	焦[耳]	J	$N \cdot m$
功率;辐射通量	瓦[特]	W	$J \cdot s^{-1}$
电荷(量)	库[仑]	C	$A \cdot s$
电位;电压;电动势	伏[特]	V	$W \cdot A^{-1}$
电容	法[拉]	F	$C \cdot V^{-1}$
电阻	欧[姆]	Ω	$V \cdot A^{-1}$
电导	西[门子]	S	$A \cdot V^{-1}$
磁通量	韦[伯]	Wb	$V \cdot s$
磁通量密度,磁感应强度	特[斯拉]	T	$Wb \cdot m^{-2}$
电感	亨[利]	H	$Wb \cdot A^{-1}$
摄氏温度	摄氏度	$^{\circ}C$	
光通量	流[明]	lm	$cd \cdot sr$
光照度	勒[克斯]	lx	$lm \cdot m^{-2}$
放射性活度	贝可[勒尔]	Bq	s^{-1}
吸收剂量	戈[瑞]	Gy	$J \cdot kg^{-1}$
剂量当量	希[沃特]	Sv	$J \cdot kg^{-1}$

上述由国际单位制的导出单位,以后还将在有关章节中介绍.

问题 0.2.1 在国际单位制里,质量、密度、速度、力等物理量中,哪些是导出量? 哪些是基本量? m , $m \cdot s^{-2}$, $kg \cdot m^{-3}$, N , s 中哪些是基本单位? 哪些是导出单位?

(3) 我国还选定一批作为法定计量单位的非国际单位制单位. 例如,体积用 L(升)做单位、质量用 t(吨)做单位、能量用电子伏(eV)做单位等(表 0-4).

表 0-4 国家选定的作为法定计量单位的非国际单位制单位

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系和说明
时间	分	min	1 min = 60 s
	小时	h	1 h = 60 min = 3 600 s
	日(天)	d	1 d = 24 h = 86 400 s
平面角,(角度)	度	°	1° = ($\pi/180$) rad
	分	'	1' = (1/60)° = ($\pi/10\,800$) rad
	秒	"	1" = (1/60)' = ($\pi/648\,000$) rad
体积	升	L	1 L = 1 dm ³ = 10 ⁻³ m ³
质量	吨	t	1 t = 10 ³ kg
	原子质量单位	u	1 u $\approx$ 1.660 565 5 $\times$ 10 ⁻²⁷ kg
长度	海里	n mile	1 n mile = 1 852 m (只用于航程)
旋转速度	转每分	r/min	1 r/min = (1/60) s ⁻¹
速度	节	kn	1 kn = 1 n mile/h = (1 852/3 600) m/s (只用于航行)
能量	电子伏	eV	1 eV $\approx$ 1.602 189 2 $\times$ 10 ⁻¹⁹ J
级差	分贝	dB	
线密度	特[克斯]	tex	1 tex = 1 g/km
面积	公顷	hm ²	1 hm ² = 10 000 m ²

(4) 当我们用国际单位制的单位来表示某一物理量时,有时需用到很大或很小的数字,例如,太阳的直径是 1 390 000 000 m,而氢原子的直径是 0.000 000 000 106 m,这对了解该物理量的数量级^①或读写都不方便。习惯上,常将这类数的数值部分取在 1~10 之间,并乘以 10 的 n 次幂(即 10 ^{n} , n 可正、可负或零)。这样,就可将上述两个量分别表示成 1.39×10^9 m 和 1.06×10^{-10} m;并且根据指数值可用国际单位制中特定的十进倍数单位或分数单位(即词头)来代替基本单位,例如,地球半径为 6.37×10^6 m,可以写成 6.37 Mm(兆米);在原子核物理中, μ 粒子的半衰期为 2.2×10^{-6} s,可以写成 2.2 μ s(微秒),等等。这些词头的名称和符号可参阅表 0-5。

① 在量度或估计物理量的大小时,有时常用“数量级”表述。将某个量的大小写成以 10 为底数的指数形式后,指数的数目(不考虑 10 ^{n} 前面的数值部分)即为该量的数量级,例如地球半径为 6.37×10^6 m,其数量级是 6,或说成 10⁶ m;若用 km 表示,则为 6.37×10^3 km,其数量级就说成 10³ km。故数量级随所用单位而异。有些物理量(如分子、原子的直径等),受测量技术的限制,只能测出其大致范围,或者准确值对问题的研究影响不大,而仅需了解其数量级,这时只需用数量级来表述就行了。例如,分子的线度(即大小范围),其数量级为 10⁻¹⁰ m。

表 0-5 用于构成十进倍数和分数单位的词头

所表示的因数	词头名称	词头符号
10^{18}	艾[可萨]	E
10^{15}	拍[它]	P
10^{12}	太[拉]	T
10^9	吉[咖]	G
10^6	兆	M
10^3	千	k
10^2	百	h
10^1	十	da
10^{-1}	分	d
10^{-2}	厘	c
10^{-3}	毫	m
10^{-6}	微	μ
10^{-9}	纳[诺]	n

0.2.2 在本书中使用法定计量单位的方法和具体要求

(1) 在本书中,物理量的单位一般都按法定计量单位所采用的国际单位制的单位来表示。所有物理量的单位及词头都用符号标示,一般不用单位名称表示。例如,地球平均半径为 6.37×10^6 米或 6.37 兆米,写作 $6.37 \times 10^6 \text{ m}$ 或 6.37 Mm ;力为 10 牛,写作 10 N 。并且,为了避免与公式或计算式中的物理量符号相混淆,单位符号一律用正体字标示,而物理量符号则一般用斜体字标示。例如,时间的单位写作 s ,而路程的符号写作 s 。又如长度的单位 m 绝不能与质量的符号 m 相混淆。读者在阅读教材和解题时应留神区别。

(2) 在导出单位是由一个单位与另一个单位相除而构成时,可用斜线“/”或负指数幂表示。例如,速度单位的符号可用 m/s 或 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 来表示;角加速度的单位可用 rad/s^2 或 $\text{rad} \cdot \text{s}^{-2}$ 来表示;力的单位在不用专门命名的符号 N 、而用组合形式的导出单位时,可写作 $\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$ (几个单位用相乘形式表示时,各单位之间的当中加圆点“ $\cdot$ ”)。为一致起见,本书一律采用负指数幂的方式来表示。

(3) 在演算例题或习题时,原则上不仅在计算的最后结果或答案中须同时标明物理量的数字和单位,而且在计算过程中间的每一步,各个物理量的数字一般都须标明单位。计算时,不仅要进行数字的运算,还要同时对单位进行运算(如相约或相乘)。可是,有时为了简便起见,亦可把有关各物理量的单位通过换算,用国际制基本单位或专门名称统一配套表示后,只在代入具体数字后的计算式中写出其结果或答案的单位。