



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

University

Physics

物理学

(第6版)

上册

主编 严导淦



高等教育出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

University

物理学

(第6版)

上册

主编 严导淦

高等教育出版社·北京

内容简介

本书作为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,适用于全日制普通高等院校大学物理课程的教学,亦可用作函授院校、夜大学、网络学院、高等职业技术学院以及高等教育自学考试的教学和教学参考书。

本书是在严导淦主编《物理学》(第5版)的基础上,参照现行的《理工科类大学物理课程教学基本要求》,结合当前大学物理课程的教学实况修订而成的第6版。本次修订在内容和论述上作了必要的增删、修改和调整,期求更简明易懂,便于教学,以适应广大师生的教学需求。

全书共20章,分上、下两册。上册主要内容为力学的物理基础、机械振动与机械波、相对论、热力学和气体动理论;下册主要内容为电磁学、光学、量子物理简介。本书为上册。

与本书配套的《物理学(第6版)阅读与解题指导》亦将与本书同步出版,以供采用本书的各院校师生在教学过程中参考,对提高教学效果不无裨益。

图书在版编目(CIP)数据

物理学.上册 / 严导淦主编. -- 6版. -- 北京 :
高等教育出版社, 2016.11

ISBN 978-7-04-044818-4

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(2016)第 025734 号

Wulixue

策划编辑 马天魁

责任编辑 马天魁

封面设计 姜磊

版式设计 杜微言

插图绘制 尹文军

责任校对 陈旭颖

责任印制 田甜

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 北京铭传印刷有限公司
开 本 787 mm×1092 mm 1/16
印 张 21.25
字 数 350千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版 次 1982年1月第1版
2016年11月第6版
印 次 2016年11月第1次印刷
定 价 37.50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 44818-00

物理学 (第6版)

数字课程

高等教育理工易课程网



严导淦

一、网站登录

与本书配套的数字课程资源发布在高等教育出版社易课程网站, 请登录网站后开始课程学习。

1. 访问 <http://abook.hep.com.cn/12224011>, 点击“注册”。在注册页面输入用户名、密码及常用的邮箱进行注册。已注册的用户直接输入用户名和密码登录即可进入“我的课程”界面。
2. 点击“我的课程”页面右上方“绑定课程”, 按网站提示输入教材封底防伪标签上的数字, 点击“确定”完成课程绑定。
3. 在“正在学习”列表中选择已绑定的课程, 点击“进入课程”即可浏览或下载与本书配套的课程资源。刚绑定的课程请在“申请学习”列表中选择相应课程并点击“进入课程”。

账号自登录之日起一年内有效, 过期作废。



物理学 (第6版)

主编 严导淦

用户名 密码 验证码 2584

内容介绍

纸质教材

版权信息

联系方式

“物理学(第6版)”数字课程与纸质教材一体化设计, 紧密配合。数字课程涵盖动画、视频、文本、图片等资源。充分运用多种形式媒体资源, 极大地丰富了知识的呈现形式, 拓展教材内容。在提升课程教学效果同时, 为学生学习提供思维与探索的空间。



扫描下载移动版

二、资源使用

本书配套的数字资源包括 3 种类型：动画、视频、文档。



…………… **动画**：在部分章节中配套了动画资源，您登录数字课程网站后，可以通过点击按钮或者输入参数，观看相应的物理现象演示。



…………… **视频**：在部分章节中配套了视频资源，您可以通过扫描二维码或者登录数字课程网站观看，直观了解各类物理现象。



…………… **文档**：在部分章节中配套了文档，对书中未涉及的物理学原理的应用、物理学名人轶事进行了补充，您可以通过扫描二维码或者登录数字课程网站观看。

前言

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。本书作为第6版,是在严导淦主编的“十一五”国家级规划教材《物理学(第5版)》教材(以下简称“第5版”)的基础上,参照现行的《理工科类大学物理课程教学基本要求》(以下简称《基本要求》),根据当前各校物理课程教学需求,修订而成的。

当前随着我国社会主义市场经济的跨越式发展,为了全面深化改革,向知识社会和信息社会转型,特别是我国高等教育日益融入国际化的行列,我国大学正在制度创新和改革探索的时代激流中扬帆起航。

大学的办学目标在兼顾通识教育和专业教育的同时,重在传承知识和鼓励创新。

回顾《基本要求》颁行以来,我国理工科院校在稳定教学秩序和确保教学质量方面,取得了丰硕的成果。编者深切期望物理学教育界的老师们,随着形势的发展,马不停蹄,稳中求进,从历年物理学教学演变轨迹上寻求最佳坐标,以期能与时俱进地适应我国高等教育对物理学这门重要基础课程的需求,更好地为理、工、医、农和其他有关专业的培养目标服务。

基于上述理念,在本书第6版的修订过程中,基本上仍然保持第5版的体系和内容,与此同时,着重阐述经典物理学部分的基本知识、基本概念、基本原理和基本定律,并以相互作用和能量转化为主线引述物理学的一些思想方法;适当联系一些生活和生产实际;进而撷取近代物理学的一些新成就及其在科学技术上的应用,冀求对提升学生的科学素养有所裨益。

本书对《基本要求》中的A类内容,特别是重点章节和疑难之处,作重墨缕述;对B类内容,则按需选述。为此,在参阅了高中物理学教材和后继课程及有关专业课程(如理论力学、材料力学、流体力学、给水工程等)的教材的同时,在保持第5版教材的

框架和内容的基础上,对有关章节的内容和文字有所厘正和增益。例如,在力学板块内,改写了“质心运动定理”这节内容;增设一章“固体的弹性和流体力学简介”内容,旨在阐释“静止压强是标量”和推出“总流的伯努利方程”;在热力学和气体动理论板块中,对玻耳兹曼关系式作了引证,旨在强化热力学的微观本质;在电磁学板块中,删去了“恒定磁场”这一章中第 12.1 节关于恒定电流的片断性内容(如:“电动势”等),增写了一章“恒定电流”的内容。与此同时,鉴于各章节中结合相关内容已配置了“问题”,遂删去了各章习题中的选择题和填空题,只保留所有计算题和求证题,旨在检测和提升学生学习效果。

本书在叙述上力求开门见山,直击主题,尽可能避免繁文缛节,与此同时,行文力求简明易懂,深入浅出。定理的演证在不违背严谨性的前提下作了一些简化,例如,刚体定轴转动定律、有电介质时高斯定理、恒定磁场中洛伦兹力公式和有磁介质时安培环路定理等的推演就是这样做的。

本书在每章开始设计了与本章内容有关的“自测题”或“科技小品”,题材丰富多样,旨在引发读者多维思考和开拓科学视野。

与第 5 版一样,在正文中穿插了一些思考性的问题,有助于读者边学习、边消化。至于各章习题,皆集中汇列于每章之末,题型难易适中,布设有序,有助于师生在教学中选用。

另外,与本书配套的教学用书《物理学(第 6 版)阅读与解题指导》和《物理学(第 6 版)电子教案》将与本书同步出版,供使用本书的师生(包括函授、业余大学的读者)在教学中参考之用。

本书在编写过程中,屡蒙本书的策划编辑马天魁和责任编辑王文颖的多方垂注和臂助,并对本书作了精湛细致的加工和增益、同济大学教务处方小楠老师和物理教研室陆汝杰老师等提供了物质上的支持和无微不至的关怀,在此一一表示诚挚的谢忱。同时,在编写过程中,参阅和借鉴了许多文献和书刊,匡我不逮,获益匪浅,对这些文献和书刊的作者们为感无既。

对本书错漏和不当之处,深盼采用本书的老师和读者们不吝赐正。

编者

2015 年 9 月 16 日于同济学舍

时秋雨潇潇,暮霭横窗

目录

第0章 引言	1
0.1 物理学	1
0.2 物理量	2
0.2.1 标量和矢量	3
0.2.2 物理量的基准单位	3
0.3 法定计量单位 量纲	4
0.3.1 法定计量单位	4
0.3.2 在本书中使用法定计量单位的方法和具体要求	7
0.3.3 量纲	10
第1章 质点运动学	13
1.1 参考系和坐标系 位矢 位移和路程	14
1.1.1 参考系	14
1.1.2 坐标系 尺和时钟	14
1.1.3 位矢	15
1.1.4 运动函数 轨道方程	16
1.1.5 位移和路程	17
1.2 速度 相对运动	18
1.2.1 速度 速率	18
1.2.2 相对运动	20
1.3 变速运动 加速度	22
1.4 直线运动	24
1.5 抛体运动	27
1.6 圆周运动	29
1.6.1 变速圆周运动	29
1.6.2 圆周运动的角量描述	32
习题 1	35
第2章 质点动力学的基本定律	38
2.1 牛顿运动定律	38
2.1.1 牛顿第一定律	38
2.1.2 牛顿第二定律	40
2.1.3 牛顿第三定律	41
2.2 力学中常见的力 示力图	42
2.2.1 万有引力 引力场	42
2.2.2 重力场 重力	44
2.2.3 弹性力	45
2.2.4 摩擦力	48
2.2.5 四种基本的自然力	51
2.3 牛顿运动定律的应用示例	51
2.4 非惯性系 惯性力	56
习题 2	58
第3章 力学中的守恒定律	61
3.1 功 功率	61
3.2 动能 质点的动能定理	64
3.3 系统 系统的动能定理	66
3.3.1 系统	66
3.3.2 系统内力的功	67
3.3.3 系统的动能定理	68
3.4 保守力的功 系统的势能	70
3.4.1 重力的功	70
3.4.2 弹性力的功	71
3.4.3 万有引力的功	71
3.4.4 保守力和非保守力	72
3.4.5 势能	73
3.5 系统的功能原理 机械能守恒定律 能量守恒定律	77
3.5.1 系统的功能原理	77
3.5.2 机械能守恒定律	78
3.5.3 应用功、能关系求解动力学问题的方法和步骤	79
3.5.4 能量守恒定律	81
* 3.5.5 宇宙速度 黑洞	82
3.6 冲量与动量 质点的动量定理	84
3.7 系统的动量定理 动量守恒定律 碰撞	89
3.7.1 系统的动量定理	89
3.7.2 系统的动量守恒定律	90
3.7.3 碰撞	94
3.8 质心 质心运动定理	97
3.9 力矩与角动量 质点的角动量守恒定律	100
3.9.1 质点的角动量	100
3.9.2 力矩	100
3.9.3 质点的角动量定理	101
3.9.4 质点的角动量守恒定律	102

* 3.10 系统的角动量守恒定律	103
3.10.1 系统的角动量	103
3.10.2 系统所受的力矩 力偶矩	104
3.10.3 系统的角动量定理 系统的角动量守恒定律	105
习题 3	106
第 4 章 刚体力学基础	111
4.1 刚体的基本运动形式	112
4.1.1 刚体的平动	112
4.1.2 刚体的定轴转动	114
4.2 刚体定轴转动的转动动能 转动惯量	117
4.3 力矩的功 刚体定轴转动的动能定理	119
4.3.1 力矩	119
4.3.2 力矩所做的功	120
4.3.3 刚体定轴转动的动能定理	121
4.4 刚体的定轴转动定律	123
4.5 刚体定轴转动的角动量定理 角动量守恒定律	125
4.5.1 角动量 冲量矩 角动量定理	125
4.5.2 角动量守恒定律	126
习题 4	128
第 5 章 固体的弹性和流体力学简介	131
5.1 固体的形变和弹性	132
5.1.1 固体的形变	132
5.1.2 应力与应变	132
5.1.3 胡克定律 材料的弹性模量	133
5.1.4 弹性体的形变势能	134
5.1.5 梁的弯曲	135
5.1.6 杆的扭转	135
5.1.7 弹性极限和强度极限	136
5.2 流体静力学简介	137
5.2.1 理想流体	137
5.2.2 压强是标量	137
5.2.3 静止流体各点压强的分布规律	138
5.2.4 帕斯卡定律	141
5.2.5 阿基米德原理	142
5.3 流体的连续性方程	143
5.3.1 流体的定常流动 流线、流管和总流 连续性方程	143
5.4 理想流体定常流动的总流伯努利方程	145
5.5 实际流体定常流动的总流伯努利方程	149
层流和紊流	149
习题 5	151
第 6 章 机械振动	153
6.1 简谐运动	154
6.1.1 简谐运动的基本特征	154
6.1.2 简谐振子是一个理想模型	155
6.1.3 简谐运动表达式	157
6.1.4 简谐运动的能量	158
6.2 描述简谐运动的物理量	160
6.2.1 周期、频率和角频率	160
6.2.2 相位和初相 振幅和初相的确定	162
6.3 简谐运动的旋转矢量图示法 相位差	168
6.3.1 简谐运动的旋转矢量图示法	168
6.3.2 相位差	169
6.4 同方向简谐运动的合成 拍	171
6.4.1 同方向、同频率简谐运动的合成	171
6.4.2 同方向、不同频率简谐运动的合成 拍的现象	174
6.5 相互垂直的简谐运动的合成 李萨如图形	175
6.5.1 相互垂直的同频率简谐运动的合成	175
6.5.2 相互垂直的不同频率简谐运动的合成 李萨如图形	176
6.6 阻尼振动	177
6.7 受迫振动	179
习题 6	183
第 7 章 机械波	185
7.1 机械波的产生和传播	186
7.1.1 机械波的产生条件	186
7.1.2 横波和纵波	187
7.2 描述波的一些物理量 波的几何表示	189
7.2.1 波速	189
7.2.2 波长、频率与波速之间的基本关系	190
7.2.3 波的几何表示——波线、波面、波前	191
7.3 平面简谐波的波函数	192
7.3.1 平面简谐波的波函数	192
7.3.2 波函数的物理意义	193
7.3.3 平面波波动方程	198
7.4 波的能量 能流密度	198
7.4.1 波的能量	198

7.4.2 能流密度	200	9.3 热力学第一定律	249
7.5 惠更斯原理 波的衍射、反射和折射	201	9.3.1 系统的内能 功与热的等效性	249
7.5.1 惠更斯原理	201	9.3.2 准静态过程中的功	251
7.5.2 波的衍射	202	9.3.3 热力学第一定律	252
7.5.3 波的反射和折射	203	9.4 理想气体的热力学过程 摩尔热容	254
7.6 波的干涉 驻波	205	9.4.1 等体过程 摩尔定容热容	254
7.6.1 波的叠加原理	205	9.4.2 等压过程 摩尔定压热容	255
7.6.2 波的干涉	206	9.4.3 等温过程	258
7.6.3 驻波	208	9.4.4 绝热过程	259
7.7 声波 超声波 次声波	211	9.5 循环过程	263
7.7.1 声波	211	9.5.1 循环过程	263
7.7.2 超声波	213	9.5.2 正循环 热机的效率	264
7.7.3 次声波	214	9.5.3 逆循环 制冷机的制冷系数	265
7.8 多普勒效应 船波	215	9.5.4 卡诺循环	266
7.8.1 多普勒效应	215	9.6 热力学第二定律	269
7.8.2 船波	218	9.6.1 可逆过程和不可逆过程	269
习题 7	219	9.6.2 热力学第二定律	271
第 8 章 相对论简介	222	9.6.3 卡诺定理	273
8.1 力学的相对性原理 伽利略变换	223	9.7 熵 熵增加原理	273
8.1.1 力学的相对性原理	223	9.7.1 克劳修斯公式	273
8.1.2 伽利略变换	224	9.7.2 熵	275
8.2 狭义相对论的基本原理 洛伦兹变换	226	9.7.3 熵增加原理 热力学第二定律的 数学表达式	276
8.2.1 狭义相对论的基本原理	226	习题 9	278
8.2.2 洛伦兹变换	227	第 10 章 气体动理论	281
8.2.3 洛伦兹速度变换公式	228	10.1 气体动理论的基本概念	282
8.3 同时的相对性 时空的相对论效应	230	10.1.1 物质结构的分子特征	282
8.3.1 同时的相对性	230	10.1.2 气体分子热运动及其统计 规律性	284
8.3.2 长度的收缩(尺缩效应)	232	10.2 理想气体的压强和温度	286
8.3.3 时间延缓	233	10.2.1 理想气体的微观模型	287
8.4 狭义相对论的动力学基础	235	10.2.2 理想气体的压强公式	287
8.4.1 质量与速率的关系 狭义相对论 的运动方程	235	10.2.3 温度及其微观意义	290
8.4.2 质量与能量的关系	238	10.3 气体分子运动的速率分布律	292
8.4.3 能量与动量的关系	241	10.3.1 气体分子速率分布规律及其 描述	292
习题 8	242	10.3.2 麦克斯韦速率分布律	294
第 9 章 热力学基础	243	10.3.3 分子热运动的三种统计速率	295
9.1 热力学系统及其平衡态 准静态过程	244	10.4 分子的平均碰撞频率和平均自由程	297
9.1.1 热力学系统 平衡态	244	10.5 能量按自由度均分定理	299
9.1.2 气体的状态参量 热力学第零 定律	244	10.5.1 自由度	300
9.2 气体的物态方程	246	10.5.2 能量按自由度均分定理	301
9.2.1 理想气体的物态方程	246	10.5.3 理想气体的内能 摩尔热容	302
9.2.2 实际气体的物态方程	249	10.6 气体内的输运现象	304

10.6.1 内摩擦现象 304

10.6.2 热传导 305

10.6.3 扩散 306

10.7 热力学第二定律的统计意义 307

10.7.1 理想气体自由膨胀不可逆性的
微观解释 307

10.7.2 热力学第二定律的统计意义 309

10.7.3 熵的微观意义——熵和热力学
概率 310

习题 10 312

附录 314

附录 A 一些物理常量和天文学常量 314

附录 B 矢量的运算 315

第 0 章 引言

[自测题] 一捆粗细均匀的圆柱形铜线,用天平测得其质量为 $m = 11.22 \text{ kg}$,若不用米尺来量,试问能否设法给出此铜线的总长度?已知铜的密度为 $\rho = 8.9 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$.

0.1 物理学

浩瀚的宇宙充溢着或隐或现的各种形态的物质,它们都是不依赖人们的主观意识而客观存在着的。

物质世界中色彩缤纷的自然景象和万物变迁,都是物质运动的种种表现,它们都是在相互联系和相互作用下通过能量的交换和传递而形成的。因而,物质、运动、相互作用和能量乃是人们认知自然界的基本观点。

物理学研究不同层次的物质结构和物质运动的最基本、最普遍的运动形式及其规律。自然界中的许多现象,如江河奔腾、风吹草动、天寒地冻、生物消长等等,似乎与物理学无关;但是,现在人们知道,从天体到原子以及细胞^①的广阔领域内,无不与物理学所研究的各种运动——机械运动、分子热运动、电磁运动和原子及其内部粒子的运动等有着千丝万缕的联系。

因此,物理学作为一门自然科学,它是化学、生物学等其他自然科学和一切工程技术学科如工程力学、材料力学、电工学等的重要基础。

在 19 世纪末,物理学已发展成由力学、热学、声学、光学、电学和磁学这六大板块所组成的基础科学。当时,人们认为物理学的“大厦”业已建成。

^① 细胞是生物体结构和功能的基本单位。一切生物都是由细胞和细胞产物所组成的。

进入 20 世纪以后,由于原有的理论无法解释热辐射实验和迈克耳孙-莫雷实验,从而引起了物理学界的关注和困惑,触发了 20 世纪物理领域内一场激动人心的革命,终于创建了近代物理学的两大理论支柱——相对论和量子力学,分别解决了过去所无法解释的高速运动物体和微观粒子的运动规律,使人们对接近光速运动的物体和微观粒子的运动规律获得进一步的认识;并与时俱进,推动着物理理论的迅速发展和实验规模的空前提高,形成了庞大的近代物理学体系。于是,人们把此前的物理学称为**经典物理学**。在本课程中,我们主要介绍经典物理学。这是由于经典物理学的理论对解决宏观物体运动和速率远小于光速的低速运动情况下的问题,仍是非常精确和卓有成效的,因而在工程技术领域中仍有着广泛的应用。

鉴于物理学规律的基本性和普适性,它对整个自然科学领域和一切工程技术部门以及人类的文明生活,产生了持续的、不可低估的巨大作用。可以这么说,人类在历史上所经历的三次产业革命皆发轫于物理学的发展及其在人类生活和工程技术中的应用。简介如下:

在 17—18 世纪,由于力学和热力学的发展,使机器和蒸汽机得以改进和推广,引起了第一次产业革命。

进入 19 世纪,随着电磁学理论的发展,促进了发电机、电动机、无线电通信的研制,并获得了广泛的应用,掀起了第二次产业革命的高潮。

20 世纪以来,由于相对论和量子力学等近代物理学的崛起,迎来了以 IT (information technology, 即信息技术) 产业和航天工业以及微观领域的探索和利用为标志的第三次产业革命。

当前随着物理学的持续发展,推动着其他自然科学和工程技术领域内的新能源、新材料、新技术、新器件等不断涌现。

为了适应这个飞速发展的时代和我国科学技术不断创新的需求,工程技术人员不仅需要拥有扎实的物理基础知识,还应不断深化自己的物理科学观念和思想方法,才能推动自己所从事的专业长足发展。

0.2 物理量

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、温度、功、

电场强度等；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。

0.2.1 标量和矢量

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，读者在微积分学中也都是耳熟能详的。

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，在与本书配套的参考书《物理学（第6版）阅读与解题指导》中详述，供教学之需和学生参阅。

0.2.2 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量度标准。这一规定的度量标准，称为该物理量的**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基准单位相乘后,物理量才有实际意义。也就是说,我们在物理学中所进行的都是量的计算,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,我们只是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,这样的基准单位称为基本单位。其余物理量的单位,就可以根据某些物理定律或定义,用这些基本单位来导出,称为导出单位。根据以上的叙述,以后我们把作为基本单位的物理量称为基本量,而其余的物理量称为导出量。

问题 0-1 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。

0.3 法定计量单位 量纲

0.3.1 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。

法定计量单位是以国际单位制(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,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

续表

量的名称	单位名称	单位符号	基本量的量纲
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,利用上表所列的基本单位导出。如速度的单位是 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ (米每秒),密度的单位是 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ (千克每立方米),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 $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ (千克米每二次方秒),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。上述这两种国际单位制导出单位以后将在有关章节中介绍。

表0-3 具有专门名称的SI导出单位

量的名称	单位名称	单位符号	其他表示式
[平面]角	弧度	rad	
立体角	球面度	sr	
频率	赫[兹]	Hz	s^{-1}
力;重力	牛[顿]	N	$\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
压强;应力	帕[斯卡]	Pa	$\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$
能量;功;热量	焦[耳]	J	$\text{N} \cdot \text{m}$
功率;辐射通量	瓦[特]	W	$\text{J} \cdot \text{s}^{-1}$
电荷(量)	库[仑]	C	$\text{A} \cdot \text{s}$

续表

量的名称	单位名称	单位符号	其他表示式
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	$J \cdot kg^{-1}$

3. SI 单位的倍数单位. 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(即加词头的单位)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 子的半衰期为 2.2×10^{-6} s,可以写成 2.2 μ s(微秒),等等. 这里的 M, μ 称为词头,这些词头的名称和符号可参阅表 0-4.

^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 为底数的指数幂形式后,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 10^6 m;若用 km 表示,则为 6.37×10^3 km,其数量级就说成 10^3 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.