

WU NIAN ZHI  
GAODENG ZHUYE JIAOYU

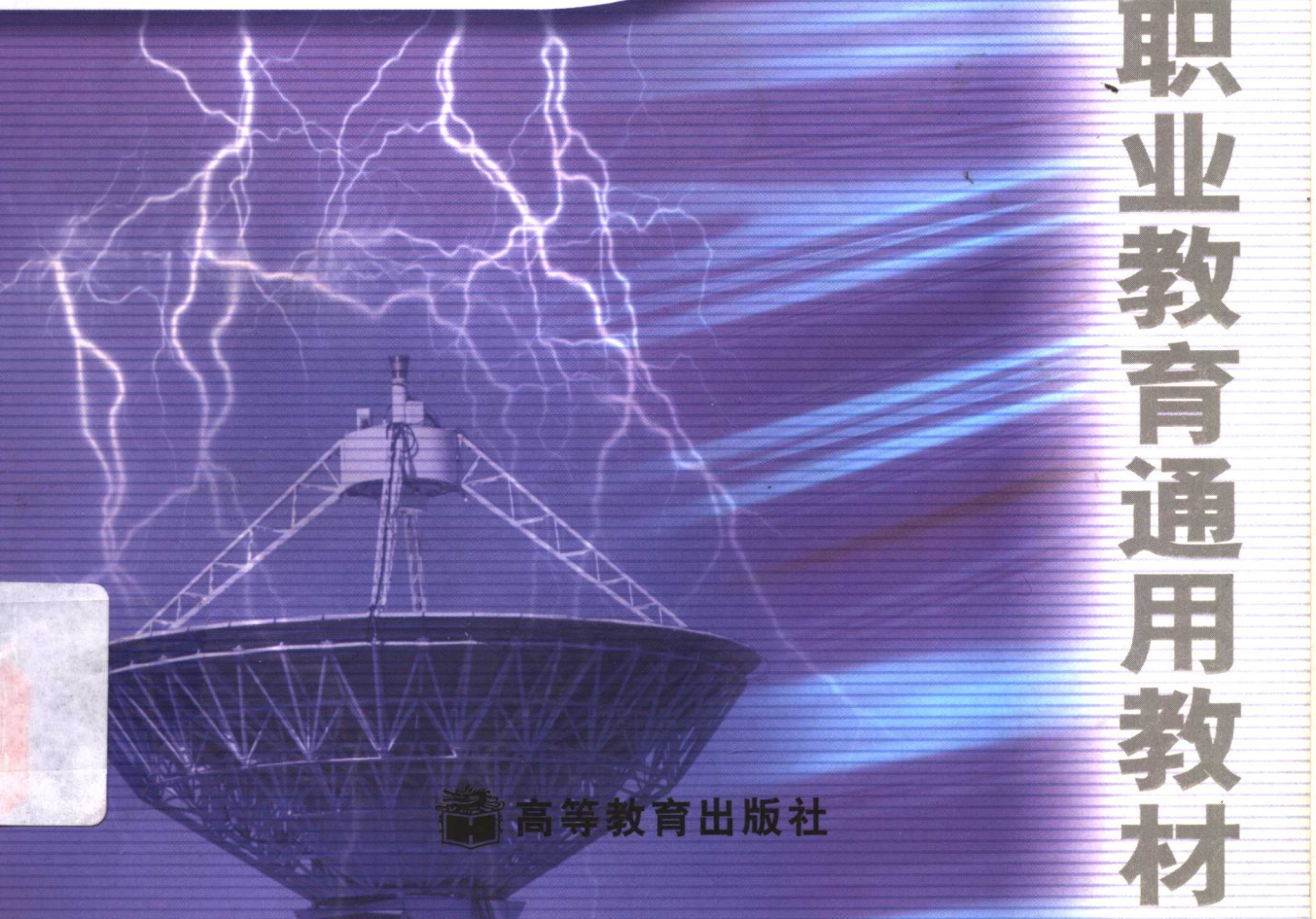
# 技术物理基础

(上册)

■ 丁振华 编



全国  
五年制高等职业教育通用教材



 高等教育出版社

全国五年制高等职业教育通用教材

# 技术物理基础

(上册)

丁振华 编  
张世忠 主审

高等教育出版社

## 内容提要

本教材是根据全国五年制高等职业教育公共课程开发指导委员会 2000 年审定的《技术物理基础课程基本要求》编写的。教材在内容上精选了学生终身学习和后续课程学习必备的基础知识与技能,将与物理有关的新知识、新技术、新工艺及时反映到教材中来,使物理的基础性与技术性、物理原理与工程技术有机地结合,突出教材的实用性、先进性和职教特色。

全书分上、下两册,上册包括力学、热学;下册包括电磁学、光学、原子核基础知识、物理学与高新技术、物理学与环境保护等内容。本书内容通俗易懂、语言简练、插图丰富。可供五年制高职工科各专业使用,也可作为中职教材使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

技术物理基础.上册/丁振华编. —北京:高等教育出版社,2004.7

ISBN 7-04-014902-8

I. 技... II. 丁... III. 工程物理学-高等学校:技术学校-教材 IV. TB13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 045186 号

策划编辑 邵勇 责任编辑 段宝平 封面设计 李卫青  
责任校对 金辉 责任印制 陈伟光 版式设计 胡志萍

---

出版发行 高等教育出版社

购书热线 010-64054588

社址 北京市西城区德外大街4号

免费咨询 800-810-0598

邮政编码 100011

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

总 机 010-82028899

<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京民族印刷厂

开 本 787×1092 1/16

版 次 2004年7月第1版

印 张 11.25

印 次 2004年7月第1次印刷

字 数 260 000

定 价 18.00 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**

## 郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

**反盗版举报电话：**(010) 58581897/58581896/58581879

**传 真：**(010) 82086060

**E - mail：**dd@hep.com.cn

**通信地址：**北京市西城区德外大街4号  
高等教育出版社打击盗版办公室

**邮 编：**100011

**购书请拨打电话：**(010)64014089 64054601 64054588

# 前 言

进入21世纪以来,我国五年制高等职业教育得到了迅猛发展,而编写与五年制高等职业教育发展水平相适应、定位科学准确、特色鲜明的五年制高职教材,是实现五年制高职教育特色的关键,这对深化高等职业教育改革,保证五年制高职人才培养目标的实现具有重要意义。

为此,本教材的编写以五年制高等职业教育培养目标为依据,以培养学生素质和能力为中心,以实践应用为主体,将与物理有关的新知识、新技术、新工艺等及时反映到教材中来,突出教材的实用性、先进性和职教特色。教材重视对学生科学探究能力、创新意识及科学精神的培养。本书具有以下特点:

## 一、体现以学生学习为主体

教材是按照学生的学习心理规律来编写的。每章都有章首,在章首介绍了本章的主要内容,使学生在学新知识之前,对本章内容有个大概了解。在每节内容前面,提出了本节内容的“知识目标”和“能力目标”,使学生带着明确的学习目标来学习这节内容。每节开头都创设情境,提出问题,让学生想一想,然后通过观察或实验,分析归纳得出物理概念和规律。有的章节还有“观察与思考”、“自己动手做”,这些内容着重培养学生观察能力、实验能力、分析问题和解决问题的能力。带“\*”号的为选修内容,供不同学校、不同专业根据需要选用。

## 二、突出教材的实用性、先进性和职教特色

由于物理课是五年制高职各专业通用的一门重要的必修课,教材内容既要充分体现五年制高职培养的目标,兼顾到学生终生学习的需要,同时又要考虑到五年制高职物理课安排在一年级开设,仍属于初中后教育,不能随意拔高。因此,本教材在内容上精选学生终生学习和后续课程学习必备的基础知识与技能,将与物理有关的新知识、新技术、新工艺及时反映到教材中来。在【知识窗】中介绍了与物理知识有关的高新技术,如磁悬浮列车、神奇的 $\gamma$ 刀等,用一章介绍了物理学与高新技术的关系,如航天技术、通信技术、信息技术、传感技术、纳米技术等,使物理的基础性与技术性、物理原理与工程技术有机地结合。这些内容既拓宽了学生知识面,又体现了教材的实用性、先进性和职教特色。

## 三、教材贴近学生生活,渗透“科学·技术·社会”教育

科学技术问题都是直接或间接与社会相联系的,让学生了解科学、技术对社会的积极作用和不利影响,了解科学、技术和社会问题是如何相互促进和发展的,有利于培养学生用联系、发展的观点看待问题,使学生觉得物理是有用的,是活生生的。因此,教材选择了一些与生活联系密切的内容,如电冰箱的制冷原理、微波炉的原理、声音的传播与多普勒效应、物理学与环境保护等。这些内容贴近学生生活,联系社会实际,增加了学生对物理的兴趣,渗透了“科学·技术·社会”教育。

#### 四、突出物理科学方法的教育

科学发展的历史表明，每一个科学领域的新发现，特别是具有重大意义的科学发现，都为学习者提供了科学思维方式和科学研究方法。本书在编写中，力求通过观察、实验、理想化模型、图像、等效、类比、假说、分析、综合、归纳、演绎等一系列物理科学方法的渗透和应用，让学生了解研究问题的科学方法，培养学生形成科学的世界观和方法论。

#### 五、插图丰富、内容新颖

教材力求图文并茂，每节内容都用大量贴近生活、具有真实感的彩色图片来提供知识信息，或补充说明相关物理概念，来帮助学生感知物理现象，引发学生对学习物理的兴趣，降低知识理解的难度。

本书适用于以初中毕业为起点的五年制高职物理课程的教学，可供五年制高职工科各专业使用，也可作为中职教材使用。

本书是在中国物理学会教学委员会职教分委会和中国教育学会物理专业委员会职教工委组织、指导下，由徐州工业职业技术学院丁振华编写、山东建工学院张世忠主审。在编写过程中，得到徐建中、牛金生、郝超、段超英、黄斌等同志的大力支持和帮助。在本书与广大读者见面之际，谨向他们表示衷心的感谢。

编写本书时，参考了许多文献资料，在此对有关资料的编著者深表谢意。

由于编者水平有限，加上编写时间仓促，书中难免有不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

2003年12月

# 目 录

绪论 .....	1	【知识窗】 新能源的开发和利用 .....	87
<b>第一章 直线运动</b> .....	7	<b>第五章 曲线运动 万有引力定律</b> .....	92
1.1 描述运动的几个物理量 .....	7	5.1 曲线运动 .....	92
1.2 变速直线运动 .....	11	5.2 运动叠加原理 平抛运动 .....	94
1.3 匀变速直线运动 .....	13	5.3 匀速圆周运动 .....	97
1.4 匀变速直线运动的规律 .....	15	5.4 向心力 向心加速度 .....	100
1.5 自由落体运动 .....	19	【知识窗】 离心运动 .....	105
【物理学家】 近代科学之父 ——伽利略 .....	22	5.5 万有引力定律 人造地球卫星 .....	107
<b>第二章 力 力矩</b> .....	26	【知识窗】 中国航天事业的辉煌成就 .....	112
2.1 力 重力 .....	26	<b>第六章 机械振动和机械波</b> .....	116
2.2 弹力 摩擦力 .....	29	6.1 简谐运动 .....	116
2.3 力的合成 .....	34	6.2 单摆的振动 .....	119
【知识窗】 斜拉桥 .....	38	6.3 受迫振动 共振 .....	121
2.4 力的分解 .....	38	6.4 机械波 .....	124
2.5 力矩 .....	41	6.5 波的干涉和衍射 .....	126
<b>第三章 牛顿运动定律 动量守恒定律</b> .....	46	6.6 声波 多普勒效应 .....	128
3.1 牛顿第一定律 .....	46	【知识窗】 超声波和次声波的应用 .....	130
3.2 牛顿第三定律 .....	49	<b>*第七章 固体和液体的性质 伯努利方程</b> .....	134
3.3 牛顿第二定律 .....	52	7.1 晶体 非晶体 .....	134
【物理学家】 站在巨人肩膀上的人 ——牛顿 .....	55	7.2 液体的表面张力 毛细现象 .....	138
3.4 牛顿运动定律的应用 .....	56	7.3 液晶及其应用 .....	141
3.5 动量 冲量 动量定理 .....	59	【知识窗】 等离子体及其应用 .....	143
3.6 动量守恒定律 反冲运动 .....	62	7.4 伯努利方程 .....	145
【知识窗】 火箭 .....	65	【知识窗】 飞机的升力 流体的阻力 .....	148
3.7 狭义相对论简介 .....	66	<b>第八章 气体的性质 物体的热力学能</b> .....	151
【物理学家】 20 世纪最伟大的科学家 ——爱因斯坦 .....	68	8.1 分子热运动 .....	151
<b>第四章 功与能 机械能守恒定律</b> .....	72	8.2 气体的状态参量 .....	154
4.1 功 .....	72	8.3 理想气体物态方程 .....	157
4.2 功率 .....	76	8.4 物体的热力学能 .....	160
4.3 能 动能 动能定理 .....	79	8.5 热力学第一定律 能量守恒定律 .....	162
4.4 势能 .....	81	【知识窗】 电冰箱的制冷原理 .....	165
4.5 机械能守恒定律 .....	84	<b>附录一 法定计量单位 (I)</b> .....	167
		<b>附录二 汉英物理名词 (I)</b> .....	169
		<b>附录三 希腊字母表</b> .....	170

# 绪 论

人们对周围发生的事情总是感兴趣的。当你打开电视机欣赏中央电视台转播精彩的体育比赛时（图1），当你收看中央电视台播送天气预报时，你是否会想到是遨游在苍穹中的地球同步卫星（图2）给你带来了一切？你是否了解什么是通信卫星？什么是气象卫星？2003年10月15日，我国“神舟”五号载人飞船在酒泉卫星发射中心发射成功，标志着中国在航天技术方面已取得辉煌成就，已成为世界上继俄罗斯和美国之后，第三个掌握载人航天技术的国家。你会为中华民族感到自豪，可你是否知道“长征”二号F型运载火箭起飞时的总质量是多少？起飞推力是多少？火箭是利用什么原理飞行？它的速度要达到多少才能飞离地球？



图 1

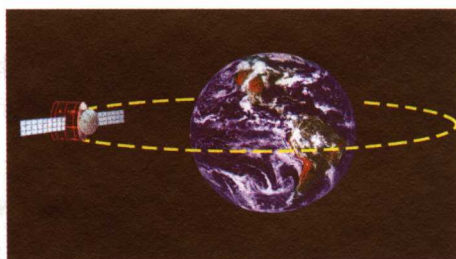


图 2

如果你把不理解的问题列个清单，恐怕得写了又写，甚至写不完。如果学习物理，它会帮助你更好地了解物理世界的本质。在学习物理的过程中，你会在上面找到答案。现在就让我们开始吧！

## 什么是物理学

物理学一词最早出自于古希腊文中，含义是“自然（physics）”，在古代欧洲则是自然科学的总称。早期的科学家是把整个自然界作为研究对象。阿基米德、伽利略和牛顿等物理学家都自称“自然哲学家”。不过，随着科学的发展，自然科学逐渐分为天文学、物理学、数学、化学、生物学、地质学等。物理学自身也向专业化纵深发展，如力学又分为流体力学、弹性力学、材料力学、工程力学等分支；由于物理学在各个方面的广泛应用，又陆续形成了许多边缘学科，如化学物理、地球物理、天体物理、生物物理等。同时也发展了原子能、半导体、激光、超导、等离子体、粒子物理等许多尖端技术。现在人类已进入高科技的时代，向太空进军。光纤通信的应用、核电站的建立、电脑的普及以及信息高速公路的建设等，无不以物理理论为主要基础。

物理学的研究范围是非常广阔的。最小研究对象是数量级约为 $10^{-15}$  m的微观粒子，最大研究对象是数量级为 $10^{26} \sim 10^{27}$  m的宇宙。从 $10^{-15}$  m到 $10^{27}$  m，共跨越了42 ~ 43个数量级。图3标出了物质空间的尺度。蟒蛇吞住自己的尾巴，形象地说明最大的宇宙和最小的粒子之间存在着必然的联系。





## 物理学是现代技术的重要基础

物理学的知识来源于实践。人们通过生产实践和科学实验，总结出物理规律，使之上升为理论，成为物理定理、定律。物理学和生产技术的关系十分密切，它们相辅相成，相互促进。物理学的新成就对生产力的发展起了巨大的推动作用。可以说，人类历史上的三次技术革命，都是物理学的推广和应用。

18世纪由于牛顿力学的建立和热力学的发展，引起了第一次技术革命，极大地提高了社会生产力；到了19世纪，由于电磁学理论的建立与发展，推动了社会的电气化，使人类进入了电能应用的年代，这是第二次技术革命；19世纪末到20世纪初，相对论和量子力学的建立，使人类对原子、原子核及物质微粒有了进一步深入的认识，核能的和平应用加速了能源开发的进程；激光技术的发展促成了信息系统的技术革命；微电子学的建立带动了电子计算机的广泛应用。人类社会进入了以核能、电子计算机、激光、空间技术等新技术为标志的时代，这是第三次技术革命。



图 5

由此说明，物理学的研究和发展推动着生产技术的发展和社会的进步。当然，生产技术的发展反过来又会促进物理学的发展。因此，在整个20世纪内，物理学始终起着领先学科的作用，无论是与其他基础学科（例如天文学、化学、生物学和地质学等），还是生产技术（例如航天与空间技术、现代通信技术、电子与计算机技术、激光技术、超导技术、生物技术和核技术等）之间的关系都是如此（图5）。关于本世纪科学，目前已经提及并且可以预见的，大体上有信息科学、材料科学、生命科学、能源科学和环境科学五大门，尽管这五门学科中哪一门将成为本世纪的领先学科，目前还有不同的看法和争议，但是有一点却是没有分歧的，那就是所有这五门学科都承认必须以物理学作为基础，这是目前各方面已经达成的共识。

所以，物理学是整个自然科学的基础。物理课不仅能传播物理知识、物理概念和物理图像，而且还传授科学的工作语言、思想方法和科学研究方法，是一门重要的基础课，重在素质培养。物理学将为你后续课程的学习以及今后走上工作岗位，进行生产和科研打下扎实的基础，这是其他课程无法替代的。

## 我国对物理学的贡献

中华民族素以勤劳、智慧和勇敢著称于世。我国古代的发现和发明，往往超过同时代的欧洲。我国对天体和天象的观测、记录和研究，已有4 000多年的历史。从春秋战国开始，我国对力、声、热、电、磁和光等物理现象和规律，就有了广泛的探索及多种多样的重要发明，著名的指南针便是其中之一。图6为古代发明的指南针，虽然它们的形状、结构不同，但作用都是相同的——辨明方向。较集中地记载物理知识、在历史上有较大影响的典籍，有墨家的《墨经》、《周礼》中的《考工记》、汉朝王充的《论衡》、宋朝沈括的《梦溪笔谈》、明朝方以智的《物理小识》等。不论是在我国还是在世界的科学史上，《梦溪笔谈》都享有很高的声誉。1979年，国际上曾以沈括的名字命名了一颗小行星。东汉时代的张衡，则以其地动仪（图7）的伟大发明，以及对浑天仪（测天体仪器）的改进而闻名于世。



图6 古代指南针的示意图



图7 地动仪的示意图

在近代和现代的物理发展史上，我国人才辈出，群星璀璨，先后涌现了一大批享有国际声誉的物理学家，其中有周培源、张文裕、王淦昌和吴大猷等人。不论是基础理论还是物理实验，在众多的研究领域中，都有中华儿女的突出建树。在美籍华裔物理学家中，李政道和杨振宁（1957年）、丁肇中（1976年）、朱棣文（1997年）、崔琦（1998年）获得了被视为科学最高荣誉的诺贝尔物理学奖；当代杰出的物理学家吴健雄，曾当选为举世闻名的美国物理学会的第一任女会长。

## 怎样学好物理

既然物理学如此重要，你又明确了学习物理的重要性，那么我们如何学好物理呢？

**一要认真阅读课本** 课本里讲的是前人长期积累下来的最基础的知识，要理解并能运用这些知识，就必须认真阅读课本，深入思考，要特别注意概念的物理意义和物理规律、公式的适用范围，而且要尽可能做到课前预习。

**二要理解概念和规律** 我们先来看一下物理学家是如何看待这个问题的。英国物理学家麦克斯韦认为，要重视感性知识，学习要做到三点：用心、用脑和用手。现在我们对物理概念和规律的讨论，以及应用它进行分析、计算等，要比初中深入得多。你只有在理解物理概念和规律、明确它的物理意义的基础上，才能掌握它，用它来解决实际问题。要把数学思维和物理概

念密切结合起来，把物理图像用数学语言精确地表达出来，利用数学工具紧紧地抓住问题的物理本质。多阅读课外书籍，培养独创能力。

**三要重视观察和实验** 物理学是一门以实验为基础，理论与实验相结合的学科。被誉为近代物理实验创始人的伽利略，他强调通过实验去观察现象，发现规律。他认为实验是证明定律正确与否的手段。他研究问题的方法是既注重归纳，又注重演绎，把实验与理论巧妙地结合起来。我们来看一下事实：自1901年至今的诺贝尔物理学奖，大约有2/3以上是奖给通过物理实验作出重大发现的物理学家。可见，实验对我们来说是多么重要！因此，我们必须重视并认真做好每一个实验。

**四要独立完成作业** 做好各种思考题和练习题，独立完成作业，这对物理的学习至关重要，它将帮助你复习和巩固所学的知识。解题时首先要审清题意，弄清物理过程，根据物理过程、已知条件和所求的物理量，确定用什么公式、定理来解题，切忌乱套公式，东拼西凑。

你若能按上述要求来学习物理，而不是罗列一串公式去死记硬背，那么你就可以轻松地学好物理了。

## 物理量及其单位

**标量和矢量** 我们在初中已学过物理，知道力表示物体间的作用，速度表示物体运动的快慢和方向，力和速度都是物理量。表达物理概念和规律离不开物理量。物理量可用符号来表示，例如，物体的质量，用英文字母“ $m$ ”表示。

在我们所学的物理量中有一类物理量只有大小而没有方向，例如：时间、长度、质量、温度，像这些只有大小而没有方向的物理量称为**标量**。标量中有的物理量只能取正值，如长度、质量、时间；有的物理量既可取正值也可以取负值，例如温度，夏天高温达 $36\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，冬天寒冷气温是 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 等。标量运算遵从代数运算法则，可以直接加减。比较标量大小时要考虑它们的正负，例如， $35\text{ }^{\circ}\text{C} > 0\text{ }^{\circ}\text{C} > -10\text{ }^{\circ}\text{C} > -20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

还有一类物理量不仅有大小，而且有方向，这类物理量称为**矢量**。例如，力、速度等。对同一物体施加不同方向的力产生的效果当然不一样（如开门和关门）。当你要从学校坐汽车到火车站去乘火车，虽然司机把汽车开得飞快，如果汽车行驶的方向与去火车站的方向背道而驰，你说汽车速度再快有什么用？可见，方向有时比它的大小更重要。

矢量在书写时可在符号上加个箭头，如 $\vec{F}$ 、 $\vec{v}$ ，表示它既有大小又有方向。矢量在印刷时一般用黑体字表示，如 $\mathbf{F}$ 、 $\mathbf{v}$ 。如果我们课本上的矢量不用黑体字表示，说明只表示矢量的大小，而方向另外说明。

矢量的图示是用带箭头的有向线段来表示，线段的长度表示矢量的大小，箭头的指向表示矢量的方向。矢量的运算不能直接加减，而应按平行四边形定则或三角形定则进行。

**单位** 在物理学中，任何一个物理量，都有它自己的单位。如长度的单位用“米（ $\text{m}$ ）”，力的单位用“牛顿（ $\text{N}$ ）”，速度的单位用“米每秒（ $\text{m/s}$ ）”。只有数值而没有单位的物理量是没有意义的。

以前，各国所采用的单位不一致，例如，英国在日常生活中用英尺、磅和秒作为测量的基本单位，而我国常用斤、两、尺作为测量的基本单位。由于采用的基本单位不同，由此推导出

来的单位也不相同，因而存在着多种单位制。多种单位制的并用，严重影响了科学技术的交流和发展。为了避免这一点，国际上制定了一种通用的适合一切计量领域的单位制，称为**国际单位制**，简称SI。1971年第十四届计量大会决定采用七个基本单位：米、千克、秒、安培、开尔文、摩尔和坎德拉，如下表：

物理量名称		长度	质量	时间	电流	热力学温度	发光强度	物质的量
单位名称		米	千克	秒	安培	开尔文	坎德拉	摩尔
单位符号	中文	米	千克	秒	安	开	坎	摩尔
	英文	m	kg	s	A	K	cd	mol

只要我们选定以上七个基本单位，就能够利用有关公式推导出其他物理量的单位。根据物理公式导出的单位叫做**导出单位**（详见附录一）。例如，速度的单位可根据公式 $s = v/t$ ，得出速度的单位是“米每秒（m/s）”。另外，还有一些专门名称的SI导出单位，如力的单位“牛顿（N）”、压强的单位“帕斯卡（Pa）”、能量的单位“焦耳（J）”、功的单位“瓦特（W）”等。

另外，国家还规定了一些非国际单位制的法定计量单位，如质量的单位“吨（t）”、时间的单位“时（h）”、“分（min）”等。本书所有公式的物理量单位，除特别说明外，一律采用国际单位制。

# 第一章 直线运动

## 1.1 描述运动的几个物理量

## 1.2 变速直线运动

## 1.3 匀变速直线运动

## 1.4 匀变速直线运动的规律

## 1.5 自由落体运动

【物理学家】 近代科学之父

——伽利略

一个小球沿光滑的斜面下滑是简单运动，而汽车轮胎的运动是复杂运动；使飞机起飞需要巨大的力，而使电子运动只需微乎其微的力；一颗射出的子弹具有动能，一条狂奔的犀牛也具有动能，转动着的地球同样具有动能。对于这些好像是毫无联系的现象，你将发现只用少得惊人的几条基本定律即能对它们作出解释。这就是我们要在力学中讨论的运动学、牛顿运动定律、功和能以及机械能守恒和动量守恒。下面几章将介绍这些最重要的物理定律及有关的物理概念。

我们先从物体的运动开始学习物理学，暂且不考虑运动的起因。这种不管起因，而只对运动本身进行研究，我们称为“**运动学**”。它涉及速度、加速度、时间和距离之间的关系等。实践证明，运动学是非常有用的，许多问题可以不考虑运动的原因就能得到解决。它对研究力及力引起运动变化的动力学很有帮助。

## 1.1 描述运动的几个物理量

### 知识目标

1. 理解参考系的概念，知道对同一物体的运动选择不同的参考系，观察的结果可能不同。
2. 理解质点的概念，知道它是一种科学抽象，是一种理想化的模型。
3. 理解位移、路程、时间和时刻的概念，知道位移是矢量。

### 能力目标

1. 能判断物体在什么情况下可以看成质点。
2. 能正确区别位移和路程、时间和时刻的概念。

### 【读读想想】

在我们日常生活中会遇到各种各样的运动。例如，汽车、火车、飞机（图1.1）、轮船（图1.2）的运动。那么，用哪些物理量来描述物体的运动呢？



图1.1 飞机



图1.2 轮船

**机械运动** 物体运动有一个共同点, 就是它们的空间位置随时间发生了变化。因此, 物理学中把一个物体相对于别的位置变化称为**机械运动**, 简称运动。机械运动是最普遍的运动形式, 小到分子、原子, 大到宇宙的天体, 一切物体都在运动。

**参考系** 假如你正坐在行驶的汽车里, 你说你现在是运动的还是静止的? 你身旁的乘客会说你是静止的, 因为从他的视觉来看, 你没有移动。可是, 站在地面上的人会说你是运动的。哪个人的说法正确呢? 当然他们都是正确的。因为他们是参考不同物体来判断你是否运动。为了描述物体的运动而被选作参考用的物体称为**参考系**。

参考系的选择可以是任意的。对同一个物体的运动, 如果选取不同的参考系来描述, 得出的结论可能完全不同。这就是**运动描述的相对性**。

至于选择什么物体作为参考系, 这要看研究问题的性质及方便而定。例如, 判断船是否运动, 我们常常选择河岸上静止的物体作为参考系; 判断汽车、火车的运动, 常用地面或建筑物、树木作参考系。因此, 研究物体在地面上的运动时, 一般取地面或地面上静止的物体作为参考系。如果我们要研究地球围绕太阳旋转或研究太阳系中的行星的运动, 则以太阳作为参考系比较合适。

本书中所说物体的“运动”, 如未特别说明, 均以地面或地面上静止物体作为参考系。

**质点** 实际物体的运动, 往往比较复杂, 要详细地描述这些运动, 并非易事。比如, 一列行驶着的火车, 既有火车整体相对地面的运动, 又有车轮的转动, 此外还有车厢的振动, 等等。所以要全面描述火车的运动是相当困难的。假如一位同学假期要乘火车从北京到南京, 实际上他只关心火车的速度、运行的时间和行驶的距离, 而并不关心火车的长度是多少, 形状什么样。像这样, 物体的形状和大小对研究物体的运动影响不大, 这时就可以不考虑它的大小和形状, 而将物体看成一个具有该物体全部质量的点, 或者说用一个具有该物体全部质量的点来代替整个物体, 这样的点称为**质点**。

一个物体能不能看成质点, 要根据具体情况而定。如果物体上各点的运动情况都相同, 这时就可以用物体上任一点的运动来代替整个物体的运动, 这样的物体就可以看成质点; 如果物体的大小与所研究问题中的距离相比小得多, 物体上各点运动状况的差别可以忽略不计, 这时物体也可以看成质点。例如, 当研究地球绕太阳公转时(图1.3), 因为地球的直径( $1.3 \times 10^7 \text{ m}$ )比它离太阳的距离( $1.5 \times 10^{11} \text{ m}$ )小得多(只有万分之一), 因此, 地球上各点相对于太阳的运动, 可以看作是相同的, 故可以把地球看成质点。如果研究地球自转时(图1.4), 地球上各点的运动就不大相同, 这时就不能忽略地球的形状和大小, 因而不能将地球视为质点。

在本书力学中, 如不特别指明, 都可以把物体当作质点来处理。

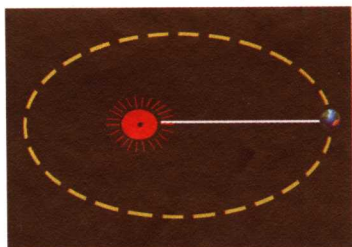


图1.3 地球公转



图1.4 地球自转

**物理模型** 为了研究问题的方便,人们往往根据研究问题的性质和范围,先对研究对象进行简化或抽象,突出主要因素,忽略次要因素,就得到了**物理模型**。这是研究问题的一种科学方法。质点是力学中的一个抽象的概念,实际上可看成质点的物体往往并不是很小,因此不能将它同数学上的几何点等同起来,它是人们为研究的需要而引进的一种理想化的物理模型。如质量可忽略的轻绳、轻滑轮、轻弹簧等也都是物理模型。在以后的学习中,我们还会接触到其他一些模型。

**位移和路程** 质点在运动过程中,它的位置随时间在不断地改变,那么用什么物理量来表示质点位置的改变呢?比如你中午下课要从教室( $A$ 位置)到某食堂( $B$ 位置)去吃饭(图1.5),你可能直接到食堂( $A \rightarrow B$ ),也可能先到宿舍去拿碗再去食堂( $A \rightarrow D \rightarrow B$ ),也可能先到校门口邮局寄完信再去食堂( $A \rightarrow C \rightarrow B$ )。你从教室(初位置 $A$ )到食堂(末位置 $B$ ),可能有长短不同的几条路,但是如果只考虑你的位置变化(从教室 $\rightarrow$ 食堂),那么你无论走哪一条路,你的位置移动都是一样的。

物理学中把质点从空间的一个位置运动到另一个位置,其**位置的变化**叫做质点在这一运动过程中的**位移**。

位移是矢量,它是用物体的初位置指向末位置的有向线段 $r$ 来表示。箭头表示位移的方向,线段的长度表示位移的大小,单位是米(m),如图1.6所示。

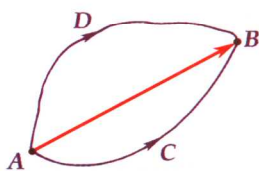


图 1.5

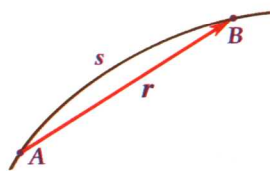


图 1.6

路程是指质点运动所通过的路径的长度 $s$ 。只有大小,没有方向,是标量。比如你从教室到食堂所走的实际路径的长度就是路程。

无论质点沿什么样的路径运动,它的位移都是由起点(初位置)到终点(末位置)的有向线段。位移只与初、末位置有关,与运动路径无关。一般情况下,位移的大小和路程不相等,只有质点做单方向直线运动时,位移的大小才等于路程。

从本节起,若不另作说明,凡是说到直线运动,都是指方向不变的直线运动,这时位移方



向就是物体运动方向，而且位移的大小  $r$  等于路程  $s$ ，因而用大家熟悉的  $s$  来代替  $r$ 。

**时间和时刻** 时刻是指某一瞬间。比如上午8点开始上课，到8点45分下课，这里的8点是指这一节课开始的时刻（称之为初时刻），8点45分是这节课结束的时刻（称之为末时刻），这两个时刻之间相隔45 min，就是上课所经历的时间。

质点运动时，它的每一位置及此时的速度，都和某一时刻对应（图1.7）。初位置（或初速度  $v_0$ ）和末位置（或末速度  $v_t$ ）所对应的时刻，分别叫做**初时刻  $t_0$** 和**末时刻  $t$** 。末时刻与初时刻之差，就是物体从初位置运动到末位置所用的时间  $t$ 。它和位移（路程）相对应。若从初位置开始计时，则初时刻  $t_0 = 0$ ，那么  $t$  就直接表示发生位移所用的时间。 $t_0 = 0$  这样的时刻也叫**零时刻**。“3 s内”或“前3 s”是指从零时刻开始到第3 s末这两个时刻之间的3 s时间，表示物体运动的时间是3 s。“第3 s内”是指2 s末（即3 s初）到第3 s末这两个时刻之间的1 s时间，如图1.8所示。

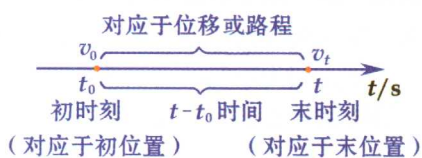


图 1.7



图 1.8

### 【观察与思考】

在国庆50周年首都阅兵时，我国首次亮相的空中加油机部队，以不差一秒、不拉一米的优异成绩通过天安门。空中加油机可为长途奔袭的轰炸机和其他各种作战飞机进行空中加油，如图1.9所示。请问以什么为参考系时，加油机和轰炸机的相对速度为零？



图1.9 空中加油机

### 习 题

1. 判断下列说法是否正确？

(1) 在无风的雨天，坐在行驶的汽车的人看到雨滴是斜向后下方落的，他是地面作参考系的；

(2) “太阳从东方地平线上升起”，这句话是以地球为参考系；

(3) 物体做直线运动时，位移的大小跟路程一定相等。

2. 如图1.10所示，自行车在下列哪种情况下可以看作质点？

(1) 研究自行车的车轮绕车轴转动时；

(2) 研究马路上自行车行驶的速度时。

3. 在运动会上的田径赛中，田赛和径赛测量的距离是位移还是路程？请你举例说明。

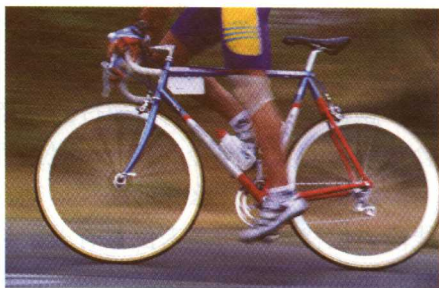


图 1.10