全国电子信息类职业教育实训系列教材

物　　理

主编　李春丽
编委　唐彦儒　史正凤　熊新荣
　　孙桂荣　周惠玲
主审　王连春

东南大学出版社
·南京·

需要全本请访问 www.ertongbook.com

内 容 提 要

本教材分为力学、热力学、电磁学、光学、原子及原子核物理 5 部分内容，共 17 章，书后附有学生实验。建议教学时数为 120 学时（包括实验）。打 * 号的内容可以不讲授。

在编写体例的安排上采取目标先行的方式，即在每章开头之前，有明确本章内容的“知识目标”，结尾有“本章小结”和“综合练习”；在内容的选取上力求做到知识与能力并重，使学生在掌握知识的同时，提高能力。教材中增加了一些图片将演示实验现象展现出来，同时也加入了一些阅读材料，以增加知识的趣味性和实用性，突出职业教育的特色。

本教材可作为职业技术院校的学生及自学者的学习用书，也可供教师参考。

图书在版编目（CIP）数据

物理/李春丽主编. —南京：东南大学出版社，
2003. 3
职业教育实训教材
ISBN 7 - 81089 - 206 - 1

Ⅰ. 物… Ⅱ. 李… Ⅲ. 物理课—专业学校—教材
Ⅳ. G634. 71

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2003）第 018835 号

东南大学出版社出版发行
（南京四牌楼 2 号 邮编 210096）
出版人：宋增民
江苏省新华书店经销 印刷厂印刷
开本：787mm×1092mm 1/16 印张：22. 75 字数：568 千字
2003 年 4 月第 1 版 2003 年 4 月第 1 次印刷
印数：1 - 4000 册 定价：33. 00 元
（凡因印装质量问题，可直接向发行科调换。电话：025 - 3795802）

前　言

作为自然科学的基础学科，物理是工科类职业技术学校必不可少的一门基础课程。本教材的编写本着为职业技术学校学生专业课的学习奠定基础和适应未来岗位需要的原则，降低理论难度，突出知识在工程技术应用中实践环节，采取“宽基础、活模块”的方式编排。

本教材分为力学、热力学、电磁学、光学、原子及原子核物理 5 部分内容，建议教学时数为 120 学时。全书共 17 章，书后附有学生实验。

本教材根据职业技术教育实际、实用、实效的原则，以突出职业教育为特色，强化能力培养为目的。在教材编写上，首先考虑了我国职业技术学校学生的认知规律，确保所讲述的物理知识易于被同学们所接受，在内容顺序的编排上做到循序渐进，在形式上做到生动活泼；其次，注重理论联系实际，书中较多地介绍了生产实际和日常生活经验中的一些物理现象，深入浅出地介绍了一些相关的现代知识；第三，本书在内容上显明渗透了物理科学方法的教育，这也是本教材有别于其他同类教材的突出特点。

本教材在编写中，力图通过深入详细的分析、综合归纳演绎，借助观察实验理想化模型图形等效类比、假说等一系列物理学方法的渗透和应用，培养学生的观察能力、实验能力、分析问题及解决问题的能力，促进学生的自我发展，提高学生的科学素质，增强学生的创新意识，为后续课程、现代科技知识的学习和从事社会主义现代化建设打下必要的基础。

在编写体例的安排上采取目标先行的方式，即在每章开头之前，有明确本章内容的“知识目标”，结尾有“本章小结”和“综合练习”；在内容的选取上力求做到知识与能力并重，使学生在掌握知识的同时，提高能力。教材中增加了一些图片将演示实验现象展现出来。同时，本教材也加入了一些阅读材料，以增加知识的趣味性和实用性，突出职业教育的特色。本教材可作为职业技术学校的学生及自学者的学习用书，也可供教师参考。

参加本教材编写工作的有黑龙江省电子工业学校唐彦儒老师、常州信息职业技术学院史正凤老师、新疆机械电子职业技术学院熊新荣老师、哈尔滨机电工程学校孙桂荣老师、河南信息工程学校周惠玲老师，本溪电子工业学校李春丽老师担任主编，山东信息职业技术学院的王连春老师担任主审。

在本书的出版过程中，南京信息职业技术学院戴超高讲对全书进行了审读，并提出了许多具体的建议；全国电子信息类职业教育实训教材编委会对本书的编写做了具体的指导，同时也得到了本溪电子工业学校领导和教材科同志的大力支持，在此一并致以衷心地感谢！

由于时间仓促，加之作者水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编　者

2003.3

出 版 说 明

全国电子信息类职业教育实训教材建设研讨会于 2002 年 12 月 12 日在本溪电子工业学校召开，历时 4 天。

与会代表通过了“全国电子信息类职业教育实训教材编委会组建意见”，成立了“全国电子信息类职业教育实训教材编委会”，确定出版首批“电子信息类职业教育实训系列教材”。

目前的职业教育教材还留有不少理论教育的影子，教育观念和培养模式相对滞后，片面强调知识灌输，教学活动与生产和生活实际联系不紧密，特别是对知识应用、创新精神和实践能力的培养重视不够，即使有职业教育教学改革愿望的学校，苦于没有合适的教材，也无法实现教学体制改革。为了更好地深化职业教育改革，满足广大职业技术教育院校教材建设的需求，编委会将首先从职业教育实训教材建设着手，利用 3 年的时间，出版一批高质量的职业教育实训教材。

与会代表认真地讨论了首批预选编写的教材，提出了教材的编写要求：立足当前学生现状，面向用人单位（市场），打破条条框框，少一些理论，多一些技能教育。采取逆向思维的方式编写，即从市场需要什么技能来决定学生需要什么知识结构，并由此决定编写什么教材。虽然第一批教材是个尝试，不一定能按要求编写出真正意义上的实训教材，但我们要求编写人员为此努力。要有创新思想，因为职业教育本来就是在探索中，教材建设也是任重而道远的事，需要老师们不断地探索，把自己最新的思想和教学实践体现在教材中。

参加教材编写的单位有：

山东信息职业技术学院　　南京信息职业技术学院
福建省电子工业学校　　长沙电子工业学校
扬州电子信息学校　　山西省电子工业学校
河南信息工程学校　　北京市电子工业学校
大连电子工业学校　　锦州铁路运输学校
黑龙江省电子工业学校　　新疆机械电子职业技术学院
本溪财贸学校　　山西省邮电学校
宜昌市电子工业学校　　山西省工程职业技术学院
四川电子工业学校　　哈尔滨机电工程学校
本溪电子工业学校

全国电子信息类职业教育实训教材编委会

2003 年 3 月

目　　录

绪　论 …… (1)

第1篇　力　学 …… (4)

1　匀变速直线运动 …… (4)

1.1　机械运动　位移与时间 …… (4)

1.2　运动快慢的描述　速度 …… (9)

1.3　匀变速直线运动　加速度 …… (13)

1.4　匀变速直线运动的规律 …… (15)

1.5　匀变速直线运动规律的应用 …… (17)

1.6　自由落体运动 …… (19)

阅读材料:近代科学之父——伽利略 …… (21)

本章小结 …… (22)

综合练习 …… (23)

2　牛顿运动定律 …… (25)

2.1　力　牛顿第一定律 …… (25)

2.2　重力　弹力　摩擦力 …… (28)

2.3　力的合成与分解 …… (33)

2.4　牛顿第三定律 …… (37)

2.5　牛顿第二定律 …… (40)

2.6　力学单位制 …… (42)

阅读材料:科学巨匠——牛顿 …… (44)

2.7　牛顿运动定律在工程中的应用 …… (44)

阅读材料:惯性系　牛顿力学的适用范围 …… (47)

本章小结 …… (48)

综合练习 …… (49)

3　曲线运动 …… (50)

3.1　运动的叠加原理 …… (50)

3.2　平抛运动 …… (52)

3.3　匀速圆周运动 …… (54)

3.4　向心力　向心加速度 …… (57)

3.5　万有引力定律 …… (60)

阅读材料:关于地球同步卫星的3个问题 …… (63)

3.6　固体的匀速转动　　力矩 …… (64)

需要全本请访问 www.ertongbook.com

本章小结 …… (68)
综合练习 …… (69)
4 功和能 …… (71)
4.1 功和功率 …… (71)
4.2 动能和动能定理 …… (74)
4.3 势能 …… (76)
4.4 机械能守恒定律及其应用 …… (78)
本章小结 …… (80)
综合练习 …… (81)
5 动 量 …… (82)
5.1 动量 冲量 动量定理 …… (82)
5.2 动量守恒定律及工程应用 …… (85)
阅读材料：火箭 …… (87)
5.3 物体的碰撞 …… (88)
本章小结 …… (92)
综合练习 …… (93)
6 机械振动与机械波 …… (94)
6.1 简谐振动 …… (94)
6.2 单摆的振动 …… (97)
6.3 受迫振动 共振 …… (99)
6.4 机械波 波长 频率与波速的关系 …… (101)
6.5 机械波的传播规律 …… (106)
阅读材料:超声波 …… (110)
本章小结 …… (111)
综合练习 …… (112)

第 2 篇 热 学 …… (114)

7 分子动理论 理想气体 …… (114)
7.1 物质的分子结构 …… (114)
7.2 气体的状态参量 …… (119)
7.3 理想气体状态方程 …… (122)
本章小结 …… (127)
综合练习 …… (127)
8 热和功 …… (129)
8.1 物体的热力学能 …… (129)
8.2 物体内能的改变 …… (130)
阅读材料:焦耳与热功当量 …… (132)
8.3 热力学第一定律 …… (133)
8.4 能量转换与守恒定律 …… (136)
本章小结 …… (137)

综合练习 …… (138)
9 物态的变化 …… (140)
9.1 固体——晶体与非晶体 …… (140)
9.2 液体的表面张力和毛细现象 …… (144)
9.3 固态与液态的变化 …… (147)
9.4 液态与气态的变化 …… (149)
9.5 物质的比热容 热交换定律 …… (152)
9.6 饱和汽 气体的液化 …… (153)
阅读材料:低温效应 …… (156)
本章小结 …… (156)
综合练习 …… (157)

第 3 篇 电磁学 …… (159)

10 静电场 …… (159)
10.1 真空中的库仑定律 …… (159)
10.2 电场 电场强度 电场线 …… (162)
10.3 电势能 电势 电势差 …… (166)
10.4 等势面 电场强度与电势差的关系 …… (169)
10.5 带电粒子在电场中的运动 …… (171)
10.6 静电场中的导体与电介质 …… (173)
阅读材料:几种特殊电介质及其工程应用 …… (178)
10.7 电容及其工程应用 …… (179)
阅读材料:储电仪器——“莱顿瓶” …… (183)
*10.8 电容器的电路连接 …… (183)
阅读材料:静电在工程上的应用 …… (186)
本章小结 …… (187)
综合练习 …… (188)
11 稳恒电流 …… (190)
11.1 电流 …… (190)
11.2 部分电路的欧姆定律 电阻率 …… (191)
阅读材料:超导体 …… (194)
11.3 串联与并联电路 …… (195)
11.4 电功及电功率 焦耳定律 …… (198)
11.5 电源的电动势 闭合电路欧姆定律 …… (200)
11.6 电源的输出功率 …… (203)
11.7 电阻的测量 …… (206)
本章小结 …… (209)
综合练习 …… (210)
12 磁场 …… (212)
12.1 磁现象 磁场 …… (212)

12.2 磁感应强度　磁通量 …… (216)
*12.3 匀强磁场对通电导线的作用 …… (218)
阅读材料：安培 …… (221)
12.4 磁场对运动电荷的作用力 …… (222)
本章小结 …… (227)
综合练习 …… (228)
13 电磁感应 …… (230)
13.1 电磁感应现象 …… (230)
13.2 法拉第电磁感应定律 …… (233)
阅读材料：迈克尔·法拉第 …… (235)
13.3 互感与自感 …… (236)
*13.4 交流电 …… (241)
本章小结 …… (245)
综合练习 …… (246)
14 电磁振荡和电磁波 …… (249)
14.1 电磁振荡 …… (249)
14.2 电磁场与电磁波 …… (252)
14.3 电磁波的发射 …… (255)
14.4 电磁波的接收　电谐振 …… (257)
阅读材料：电视与雷达 …… (259)
本章小结 …… (261)

第4篇　光　学 …… (262)

15 几何光学 …… (262)
15.1 光的传播规律 …… (262)
15.2 光的全反射 …… (266)
阅读材料：光导纤维 …… (268)
15.3 平行透明镜与棱镜 …… (269)
15.4 透镜与透镜成像 …… (272)
15.5 眼睛及部分光学仪器 …… (276)
本章小结 …… (281)
综合练习 …… (281)
16 光的本性 …… (282)
16.1 光的干涉 …… (282)
16.2 光的衍射 …… (285)
16.3 光的偏振 …… (287)
16.4 光的电磁理论 …… (290)
16.5 光电效应　光子 …… (294)
本章小结 …… (298)

综合练习 …… (298)

第 5 篇　原子与原子核物理 …… (300)

17　原子与原子核物理 …… (300)
17.1　原子的核式结构 …… (300)
17.2　玻尔的原子模型　能级 …… (302)
17.3　激光及其应用 …… (305)
阅读材料:纳米技术 …… (307)
17.4　原子核 …… (309)
17.5　质量亏损与原子核能 …… (314)
阅读材料:超铀元素与中子星 …… (319)
本章小结 …… (320)
综合练习 …… (321)

学生实验 …… (322)

实验一　长度的测量 …… (322)
实验二　速度与加速度的测量 …… (325)
实验三　验证力的合成法则 …… (329)
实验四　验证牛顿第二定律 …… (330)
实验五　验证有固定转动轴物体的力矩平衡条件 …… (332)
实验六　验证理想气体状态方程 …… (333)
实验七　电场中等势线的测绘 …… (336)
实验八　多用表的使用 …… (338)
实验九　伏安法测电阻 …… (342)
实验十　测电源电动势和内电阻(设计性实验) …… (344)
实验十一　研究电源输出功率与负载电阻的关系(设计性实验) …… (345)
实验十二　感应电流方向的研究 …… (347)
实验十三　测定玻璃的折射率 …… (349)
实验十四　验证凸透镜成像的规律 …… (351)
参考文献 …… (353)

绪　论

● 物理学的研究对象

自然界广阔无垠、丰富多彩，形形色色的物质都在不断地运动着。物理学是研究物质最基本最普遍的运动形式和物质基本结构的科学。

物理学是人类社会发展的产物，它是随着人类社会实践的发展而产生、形成和发展的。物理学的发展经历了从萌芽时期、经典物理学时期到现代物理学时期几个阶段。随着物理学的发展，它的研究内容、基本方法和基本观念都在不断地发生着变化。在古代，物理学只是“自然哲学”的重要组成部分，直到 11 世纪，它才与哲学分离开来。自从物理学成为独立的学科以后，它的研究领域就在不断地开拓，逐渐建立起了力学、热学、电学、相对论、量子力学、粒子物理学等物理学基础学科。每一个基础学科又不断形成许多新的分支。尤其是 20 世纪，随着物理学的基本理论和方法不断地向其他领域渗透，一些学科从物理学中分化出来，形成了一系列独立的新学科。

● 物理学发展的基本动力和模式

人类的生产实践和科学实验是物理学发生、发展的主要源泉。在古代，由于农牧业生产活动对于确定季节、了解气候变化的需要，产生了古代天文学；由于建筑、航海和战争的需要，发展了古代力学。15 世纪以后，随着欧洲资本主义生产关系的形成和工业的巨大发展，纺织机械、钟表制造、透镜制造、磨坊、抽气和排水装置、热机等，为力学、热学、光学、电学等提供了大量可供观察和研究的材料，在此基础上，建立起了物理学特别是近代力学。

一般说来，直到 19 世纪中叶，物理学理论还是落后于生产和技术的。从 19 世纪中叶以后，这种情况有了改变。物理学无论是就其发展的速度还是就其开发自然界的全新领域来说，都开始超前于生产和技术。此时，生产技术的发展已经越出人们所熟悉的范围，它迫切要求由纯科学的研究为其开拓道路。科学在今天之所以能够超前于生产和技术的发展，正是由生产和技术的发展而决定，并且为其提供条件的；没有现代生产技术所提供的强有力的实验手段，科学理论向高速和微观世界的深入推进是根本不可能的。

物理学是一门实验科学。从物理学的发展过程来看，虽然物理学的不少规律和理论是直接从生产实践中总结出来的，但更多的物理学经验的积累和发现却是来自于大量的科学实验，并且越来越依赖于实验。伽利略的一系列杰出的实验研究，为物理学迅速发展成为一门真正独立的科学开辟了道路。牛顿的动力学理论是在自由落体、摆和碰撞的实验研究的基础上产生的。电流的磁效应和电磁感应现象的实验发现，为麦克斯韦的电磁场理论提供了前提。特别是 19 世纪末以来，由于实验方法和实验设备的不断改进，物理学在高速和微

观领域的研究取得了一系列重大进展，如黑体辐射实验规律与理论结果的背离，光电效应及X射线、天然放射性和电子的发现等，使经典物理学面临不可克服的危机，导致了现代物理学革命。

牛顿力学的建立和热力学的发展，不仅有力地推动了其他科学的发展，而且在实践上研制出以纺织机为代表的工作机和以蒸汽机为代表的动力机。工作机和动力机的广泛使用，极大地改变了工业生产的面貌，实现了工业生产机械化，引起了第一次工业革命。19世纪，在法拉第和麦克斯韦的电磁场理论的推动下，技术上成功制造出电机、电器和电讯设备，促进了工业电气化的发展，使人类进入应用电能的时代，这就是第二次工业革命。20世纪以来，由于相对论和量子力学的建立，人们对原子和原子核结构认识的深入，实现了原子核能、人工放射性同位素的利用，发明了半导体、核磁共振、激光、空间技术，进入了新能源、新材料、新工艺过程、新检测方法的新技术时代，从而形成当前以原子能、电子计算机为代表的以自动化、信息化为标志的第三次工业革命。当前物理学研究领域已进入基本粒子的研究阶段，人类对基本粒子认识的不断加深，基本粒子内部的结构和它们之间相互作用、相互转化的规律的全面揭示，将会给自然科学领域和人类的生活带来巨大的影响。

● 物理学的研究方法

随着物理学研究内容的变化，物理学的研究方法也在不断地得到丰富和提高。在古代，人们主要是靠不充分的观察和简单的推理，直觉地、笼统地去把握物理现象的一般特性。随着近代自然科学的兴起，观察方法从以自然观察为主发展到以仪器观察为主的阶段。科学实验和数学方法相结合，使精确的、定量的物理学有了很快的发展。整理事实材料的需要，也促进了分析、归纳和演绎等逻辑方法的发展。这一时期科学方法的发展，使物理学作为一门实验科学的特点显著地呈现出来。18世纪末到19世纪末，实验方法、数学方法、假说方法和理论概括方法都有了显著的提高和发展，统计方法也被引进了物理学。20世纪以来，科学实验在精密、快速和自动化方面达到了新水平；物理学理论的公理化和数学化的特点更加突出；科学想象、理想实验、创造性思维方法，都对现代物理学的发展起到了重要作用。

● 怎样学好物理

时代在发展，技术在进步。21世纪伊始，新知识、新技术不断涌现，要求新世纪的劳动者必须具备一定的生产和劳动技能。生产实践要以科学理论为指导，很多生产实践过程中的设计、制造、检测和操作都离不开物理知识。工艺的改革和劳动条件的改善，也离不开物理知识的运用。为了能够适应不断更新的技术要求和更好地掌握现代化的先进生产技术，作为职业技术学校的学生必须学好物理知识，才能为专业知识的学习打好基础，为将来走向工作岗位、服务社会做好准备。

要学好物理学，应注意以下几方面的问题：

（1）物理学是一门实验科学，它的许多重要的定理、定律都是前人经过无数次实践和实验归纳总结出来的，这些理论又反过来推动着生产技术的发展。所以，在学习物理知识的同时，必须认真做物理实验，切实掌握物理实验的基本原理和实验技能。

（2）物理学是一门精确的科学，物理学中的规律最终要用数学关系式表达出来。物理

需要全本请访问 www.ertongbook.com

概念用数学语言表达出来后，就显得简单、明确，且便于用它来分析、推理和论证。所以，要学好物理，必须学好数学，并在学习物理中提高自己运用数学知识的能力。切忌对物理公式死记硬背、生搬硬套，一定要理解物理过程和物理学基本原理、定律的实际意义，灵活地将它运用到具体实践中去。

（3）学习物理学要理论联系实际，努力运用所学的知识去分析、解决实际生活和生产中遇到的问题。

（4）学习物理学，还要提倡刻苦钻研的学风。不论是什么物理现象，不能只知其然，不知其所以然。物理学中的概念、定理、定律、公式多，只有认真学习，明确它们之间的联系与区别，才能准确、有效地掌握和运用物理学知识。

子曰："学而不思则罔，思而不学则殆。"希望同学们在学习物理学的过程中，能自觉发挥主动精神，对每一个问题都多问几个为什么，通过与老师和同学的讨论乃至争论来活跃自己的思想，锻炼自己的思维能力，加深对学习内容的理解。如果可能，自己制作演示实验装置验证实验，以提高自己提出问题、分析问题和解决问题的能力，使认识由感性上升为理性，从而使自己真正成为学习的主人。

第1篇　力　学

自然界的一切物质都处在永恒的运动中，运动的形式也是多种多样的，其中最基本的运动是物体的位置发生变化，即机械运动。力学是研究宏观物体机械运动中的力、运动状态及其相互关系规律的科学。它以牛顿运动定律为中心内容，故亦称之为牛顿力学或经典力学。

力学的应用十分广泛，工程技术和日常生活中都离不开力学知识。它也是热学、电磁学等科学知识的基础。

1　匀变速直线运动

知识目标

- 了解运动、参照系的概念，掌握质点的定义，区分时间与时刻、位置与位移。
- 掌握变速直线运动，理解平均速度与瞬时速度的定义。
- 掌握匀变速直线运动和加速度的概念。
- 重点理解和掌握匀变速直线运动的规律。
- 掌握自由落体运动的规律，了解重力加速度的概念。

1.1　机械运动　位移与时间

1.1.1　机械运动

河水在奔流，鸟儿在飞翔，树叶在摇动，车辆在行驶，机器在运转……一切物体都在不停地运动。图1-1(a)为马在奔跑，图1-1(b)为特技飞行表演。如果一个物体相对于其他物体的相对位置发生变化，叫做机械运动。简称为运动。



图 1－1　物体的运动

通常人们认为不动的物体，比如高山、桥梁、房屋等等，实际也随着地球一起运动。太阳在银河系中也在不停地运动着。放在桌上不动的课本，不但随着地球一起运动，内部的分子、原子也在不停地运动着。

宇宙中的一切，大到天体，小到分子、原子都处在永恒的运动中。任何物体的运动都是构成客观世界无限的、永恒的物质运动的一个组成部分。

1）参照系

一切物体都处在不停的永恒的运动之中，观察和研究一个物体运动的时候，就必须选定另外的物体作为标准，并针对这个标准来进行研究。例如，说房屋、树木是静止的，行驶的汽车是运动的，这是以地面作为标准来说的。坐在行驶的火车车厢里的乘客，认为自己是静止的，在车厢里走动的乘务员在运动，路旁的树木在向后倒退，这是以车厢作为标准来说的。如图1－2所示，从匀速航行的飞机上向地面空投救灾物资，飞机上的观察者以飞机作参照系，看到这个被投下的物体是在竖直方向下落的；地面上的观察者以地面作参照系，看到这个物体是沿着曲线下落的。在描述一个物体的运动时，选来作为标准的物体，叫做参照系。

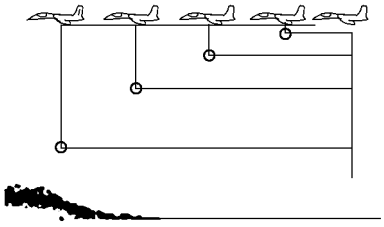


图 1－2　飞机空投物资

可见，选择不同的参照物，对物体运动情况的描述会得到不同的结论，这称之为运动的相对性。参照系的选择要依据所研究物体的性质及所处的状态来决定。

研究地球上物体的运动，可选择地球或相对于地球表面静止的物体作为参照系；研究人造卫星的运动，就要以地球为参照系了；研究太阳系中行星的运动，则以太阳作为参照系为宜（图 1－3）。本书将依照上述原则来描述物体的运动。

物体运动的形式是多种多样、千差万别的。在物理学中，研究各种问题，一般都是从简单的现象入手，然后逐步深入，这是一种十分有益的研究方法。

研究物体的运动，就是要知道物体的位置怎样随时间而变化。运动的物体通过的路线，叫做物体运动的轨迹。铅笔尖在纸上划过后，留下的痕迹就是铅笔尖的运动轨迹。物体运动的轨迹是直线的运动，叫做直线运动。物体运动的轨迹是曲线的运动，叫做曲线运动。

本章研究的是简单而基本的运动形式——直线运动。有关直线运动的知识是研究其他

复杂运动现象的基础。

2）质点

物体大都有一定的大小和形状，物体的不同部分在空间的位置并不相同。有些时候，物体的大小和形状对运动的影响不大而不需要考虑，就可以用一个有质量的点来代替整个物体。若运动的物体，其自身的大小形状等因素可以忽略，就可将其抽象为一个具有该物体全部质量的几何点，在物理学中称之为质点。

在什么情况下物体的大小、形状可以不考虑呢？这要看具体情况而定。例如，一列火车从北京开往天津，当讨论火车的运行速度或运行时间问题时，由于列车的长度比北京—天津间的距离小得多，就可以不考虑列车的长度。如果研究列车通过某一标志所用的时间，就必须考虑列车的长度，而不能把列车视为质点。

对于作平动的物体，由于各组成部分的运动状态都一致，因此可把它抽象成是一个具有与该物体相同质量相同运动状态的点来研究其运动规律。

所谓平动是指在运动过程中，物体上任意两点间的连线都是平行移动的运动。比如在水平面或斜面上沿直线滑动的物体，竖直方向上的自由下落的物体，都属于平动。

如图 1－3 所示，当讨论地球的公转时，由于地球的直径（约 1.3×10^{4} km）比地球和太阳之间的距离（约 1.5×10^{8} km）小得多，也可以不考虑地球的大小和形状。在研究电子绕原子核、人造卫星绕地球运动时，当所研究物体的线度远小于其运动半径时，都可用同样的方式来处理。

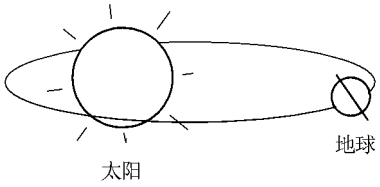


图 1－3　地球公转时可视为质点

可是，研究地球的自转时，就不能忽略地球的大小和形状，而把地球当做质点了。

在物理学中，对实际问题的简化，叫做科学抽象。即从实际出发，撇开与所研究的问题无关因素和对当前考察的问题影响很小的次要因素，突出事物的主要因素。质点是一个为研究问题方便而抽象出的理想的物理模型，这样的物理模型在今后的学习中还会经常遇到，如点电荷、匀速直线运动等概念。这是研究物理问题常用的一种方法。

1.1.2　时刻与时间

任何物质的运动都是在时间和空间中进行的，物质在空间中的运动必然与一定的时间相对应。

时刻是某一个瞬间，用钟表计时时，钟表的指针所在的每一个位置，都表示一个相应的时刻。而任何一段时间都是由末时刻与初时刻之差决定，是两个时刻之间的间隔。例如，火车从甲地 2 点钟出发，经过 5 小时（h）到达乙地。这里，“2 点钟”指的是时刻，而“5 h”指的是时间即火车 7 点钟到达乙地。

如图 1－4 所示，可以用时间轴上点来表示时间与时刻。图(a)中的 A、B、C、D 各点均表示不同的时刻。图(b)中两时刻间的距离则表示一段时间，如 A、B 之间为第 2 秒、C、D 之间为第 4 秒。

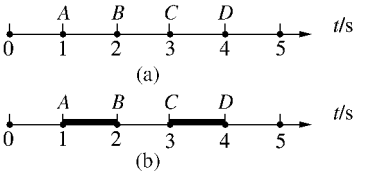


图 1－4　时间轴

时间的国际单位是秒(s)。日常生活中还常常使用小时(h)、分(min)。时间的单位还有毫秒(ms)、微秒(μs)及纳秒(ns)。它们间的关系为

$$1\ \text{s}=10^3\ \text{ms}=10^6\ \mu\text{s}=10^9\ \text{ns}$$

在比较精确地研究物体的运动情况时，需要测量和记录的时间很短。在实验室中常用打点计时器计时，记录的时间间隔为 0.02 s；用闪光照相记录时间间隔为 1/30 s；用数字计时器的计时单位为毫秒、微秒等。图 1－5 所示的是秒表和打点计时器。

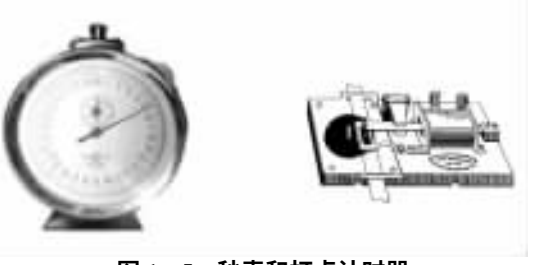


图 1－5　秒表和打点计时器

现代的标准宇宙模型告诉我们，宇宙是在一百多亿年前，即$(1\sim2)\times10^{10}$年前诞生的。以秒为单位，宇宙的年龄为 10^{18}秒的数量级。人类的历史为 10^{14}秒数量级，人类的文明史为 10^{11}秒数量级。

1.1.3　位置与位移

1) 坐标系

在选定了参照系之后，为准确地确定物体在各时刻相对于参照系的位置，就需在参照系上建立适当的坐标系。一般在参照系上选定一点为坐标系的原点，取通过原点并有一定标度的有向射线作为坐标轴。例如在直线运动中，一般选运动物体的起点作为坐标原点，以其运动方向为坐标轴的方向来确定物体的位置。依此，建立一个数轴来确定物体的位置及其变化。

对平面曲线运动就要选取平面直角坐标系来确定物体的位置，等等。

2) 位移

为描述质点的运动，在参照系上选定坐标系以确定物体的位置及位置的变化。如图1－6所示，由北京去上海，可以选择不同的交通路线。例如，乘火车沿 ACB 路径，乘飞机沿 AEB 路径，还可以先乘汽车

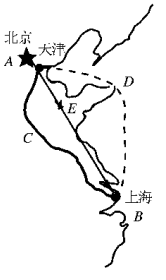


图 1－6　北京—上海线路图

然后改乘轮船沿 ADB 路径。这些公路、铁路及空中或海上航线的长度都不相同，但是就位置的变化来说，总是由初位置北京到达东南方向直线距离约 1 080 km 的上海。位置的变化是相同的。

物理学中，用位移来表示物体位置的变化。从物体所在的初位置指向末位置的有向线段，叫做位移。

(1) 直线运动位移的表示　图 1－7 所示的为一物体做直线运动的轨迹。设直线上的 $A(x_1)$ 点为运动物体的初位置，$B(x_2)$ 为运动物体的末位置。一般选择质点运动的方向为正方向。位移的大小可以由这些点的数值来确定，位移的方向由数值的正负号表示。

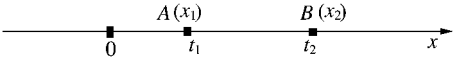


图 1－7　直线运动物体的位置与位移

如果物体由 A 点向 B 点运动，则位移为：$AB = x_2 - x_1 > 0$，表示位移与规定的正方向相同；如果物体由 B 点向 A 点运动，则位移为：$BA = x_1 - x_2 < 0$，表示位移的方向与规定的正方向相反。

(2) 曲线运动物体位移的表示　如图 1－8 所示，ACB 是质点运动轨道的一部分。设曲线上的 $A(x_1, y_1)$ 点为运动物体的初位置，$B(x_2, y_2)$ 为运动物体的末位置。在时间 Δt 内，质点的位移为有向线段 $\overrightarrow{\Delta r}$，方向由 A 点指向 B 点。其大小为线段 AB 的长度或 $|\Delta r|$，可由以下公式求得

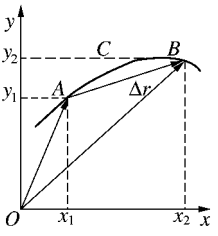


图 1－8　位移

$$|\Delta r| = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \qquad (1-1)$$

$\overrightarrow{\Delta r}$ 不仅表明了 B 点与 A 点间的距离，同时还表明了 B 点相对于 A 点的方位。

注意，位移与路程是两个不同的概念。如图 1－8 中，位移是有向线段 $\overrightarrow{AB}$，其大小为有向线段的长度，即反映的是两个位置间的直线距离；而路程是标量，其数值为路径曲线 ACB 的长度，是质点实际经过的轨迹。从图中读者可以看出二者是不同的，即使在直线运动中，路程与位移的大小也不尽相同。如一质点沿直线从 A 点到 B 点又返回 A 点，显然路程为 AB 间距离的两倍，而位移却为零。

位移的大小用长度表示，国际单位是米(m)。通常用米尺测量位移的大小。精确测量时常用游标卡尺或螺旋测微计。常用的单位中大的用千米(km)和光年等；小的有厘米(cm)、毫米(mm)、微米(μm)、纳米(nm)等等。它们之间的关系为

$$1\ \text{m} = 10^3\ \text{mm} = 10^6\ \mu\text{m} = 10^9\ \text{nm}$$

3) 标量、矢量

物理量包括标量与矢量两种。

(1) 标量　只用数值大小就可以完全确定的物理量称为标量，如时间、温度、质量、能量等都是标量。

(2) 矢量　物理学中，只用数值大小不能完整、准确地说明某些量的特征。如位移的概念，如果只说明其大小，不指明运动的方向，其意义是不完整的。这些既有大小，又具有方向的物理量，称为矢量。如后面所要研究的速度、加速度和力都是矢量。

需要全本请访问 www.ertongbook.com