安徽省五年制护理专业高职规划教材

医用物理

（可供护理、临床医学、助产、医学检验技术、口腔、医学影像技术、眼视光技术、康复治疗技术、医学营养、医学美容技术等专业使用）

主　编　张伟建

副主编　王宏伟

编　者　（以姓氏笔画为序）

王里平（安徽省巢湖职业技术学院）

王宏伟（安徽省六安卫生学校）

甘本农（安徽省淮南卫生学校）

刘向阳（安徽省阜阳卫生学校）

张　军（安徽省六安卫生学校）

张伟建（安徽省宿州卫生学校）

陈蔚华（安徽省芜湖卫生学校）

东南大学出版社

·南京·

需要全本请访问 www.ertongbook.com

内 容 提 要

本书主要介绍了力学、热学、电磁学、光学、原子物理学的基本知识，简单介绍了核医学和现代医学物理新技术。本书的主要特点是强调基础、注重实用、取材合理、深浅适度，并注意思想性、科学性、先进性、启发性和适用性。在内容上力求做到有利于提高学生的科学文化素质，有利于启发学生学习的积极性，有利于发展学生的思维能力。

本书可供护理、临床医学、助产、医学检验技术、医学影像、眼视光技术、康复治疗技术、医学营养、医学美容技术等专业使用。

图书在版编目(CIP)数据

医用物理/张伟建主编，王宏伟副主编. —南京：东南大学出版社，2006.5

ISBN 7-5641-0312-4

Ⅰ.医… Ⅱ.①张…②王… Ⅲ.医用物理学—高等学校：技术学校—教材 Ⅳ.R312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 032984 号

医用物理

出版发行	东南大学出版社
社　　址	南京四牌楼 2 号
邮　　编	210096
电　　话	(025)83793328
印　　刷	
开　　本	787mm×1092mm　1/16
印　　张	18
字　　数	450 千字
版　　次	2006 年 5 月第 1 版第 1 次印刷
定　　价	29.00 元

＊凡因印装质量问题，可直接与读者服务部调换。电话：025－83792328。

前　言

本书是为了适应五年制护理专业高职教育教学的改革和发展，全面贯彻第三次全国教育工作会议和《中共中央、国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》的精神，在安徽省教育厅、卫生厅统一部署下，组织全省高职卫生院校部分教学经验丰富的教师编写的。

本书以安徽省五年制高职护理专业教学计划及大纲为依据，以培养卫生高职护理人才为目标，从整体上把握教材的思想性、科学性、先进性、启发性和适用性。本书的主要特点是强调基础、注重实用、取材合理、深浅适度。在内容的采集与取舍上，力求做到有利于提高学生的科学文化素质，有利于启发学生进一步学习，有利于发展学生的思维能力。在编写过程中，坚持以辩证唯物主义思想为指导，遵循知识和能力并重、理论和实际结合的原则，力求做到三个联系、两个突出。三个联系是指，联系学生实际、联系教学实际、联系医学实际；两个突出是指，突出探索研究活动、突出弹性结构。

本书内容包括绪论，力学（力学基本知识，振动和波动，液体的流动），热学（热学基础，固体、液体和气体），电磁学（电场和直流电，电磁感应，交流电，电磁波），光学，原子物理学（原子能级，激光，X 射线），核医学基础和现代医学物理技术简介。全书共 10 章，并开设学生实验 9 个。

本书的编写得到了省教育厅和省卫生厅有关部门的关心和支持，得到了编者所在院校（巢湖职业技术学院、六安卫校、淮南卫校、芜湖卫校、阜阳卫校和宿州卫校）的大力帮助，以及教材编审秘书组和东南大学出版社的精心组织和指导，特在此表示衷心的感谢。由于编者的水平所限，书中错漏之处在所难免，恳请读者批评指正，以便今后进一步提高。

张伟建

2005 年 12 月

目　录

绪　论……（1）

一、医用物理的研究对象和内容……（1）
二、医用物理与医学的关系 ……（1）
三、物理学对人类文明进步的促进作用 ……（2）
四、怎样学好医用物理 ……（3）

第一章　力学基本知识……（5）

第一节　变速直线运动……（5）
一、机械运动 ……（5）
二、平均速度和瞬时速度 ……（7）
三、加速度 ……（9）
四、匀变速直线运动 ……（10）
五、自由落体运动 ……（12）
第二节　牛顿运动定律 ……（14）
一、力……（14）
二、重力、弹力、摩擦力 ……（14）
三、共点力的合成与分解……（16）
四、牛顿运动定律 ……（19）
五、骨的力学性能、牵引术 ……（23）
【阅读材料 1】 超重和失重 ……（25）
第三节　功和能 ……（26）
一、功、功率 ……（27）
二、动能和势能 ……（29）
三、机械能守恒定律 ……（33）
第四节* 匀速圆周运动　万有引力定律 ……（34）
一、匀速圆周运动 ……（34）
二、万有引力定律 ……（39）

第二章　振动和波动 ……（46）

第一节　振动 ……（46）
一、简谐振动 ……（46）
二、振幅、周期和频率……（47）
三、单摆……（48）

四、受迫振动和共振 …… (49)
第二节 波动 …… (51)
一、波、横波和纵波 …… (51)
二、波长、频率和波速的关系 …… (52)
第三节 声波 …… (53)
一、声波和声速 …… (53)
二、声强和声强级 …… (54)
三、声波的反射和折射 …… (55)
四、乐音和噪音 …… (56)
五、听诊和叩诊 …… (58)
【阅读材料 2】 耳的力学原理 …… (58)
第四节 超声波及其在医学中的应用 …… (59)
一、超声波的特性及其对介质的作用 …… (59)
二、超声波的产生和探测 …… (60)
三、超声波在医学上的应用 …… (61)

第三章 液体的流动 …… (65)

第一节 理想液体的流动 …… (65)
一、理想液体 …… (65)
二、定常流动 …… (66)
三、连续性原理 …… (66)
四、水平管中液体压强和流速的关系 …… (67)
五、喷雾器和洗胃器 …… (68)
第二节 实际液体的流动 …… (70)
一、实际液体的分层流动 …… (70)
二、粘滞性、粘滞系数 …… (71)
三、泊肃叶公式 …… (72)
四、血液的流动 …… (73)
五、血压和血压的测量 …… (74)

第四章 热学基础 固体、液体和气体 …… (79)

第一节 热学基础 …… (79)
一、分子的热运动、分子力 …… (79)
二、内能、内能的变化 …… (82)
三、热力学第一定律、能量守恒定律 …… (84)
【阅读材料 3】 人体中的能量变换 …… (86)
第二节* 固体 …… (86)
一、固体的微观结构 …… (87)
二、固体的热膨胀 …… (89)

需要全本请访问 www.ertongbook.com

三、热膨胀在医学上的应用 …… (90)
第三节 液体的表面现象 …… (91)
一、表面张力 …… (92)
二、球形液面的附加压强 …… (94)
三、浸润和不浸润现象 …… (96)
四、毛细现象 …… (97)
五、气体栓塞 …… (98)
六、肺泡上的表面张力 …… (99)
第四节 理想气体状态方程 …… (100)
一、气体的状态参量 …… (100)
二、理想气体状态方程 …… (102)
三、道尔顿分压定律 …… (104)
第五节 湿度 …… (107)
一、饱和汽和饱和汽压 …… (107)
二、空气的湿度 …… (109)
三、湿度与健康 …… (110)
四、湿度计 …… (111)
【阅读材料 4】 液晶 …… (111)
第五章 电场和直流电 …… (117)
第一节 电场 …… (117)
一、库仑定律 …… (117)
二、电场强度 …… (120)
三、电场力的功、电势和电势差 …… (124)
四、电容器及其电容 …… (129)
五、静电的应用 …… (132)
第二节 直流电 …… (135)
一、电流 …… (135)
二、电源的电动势 …… (138)
三、闭合电路的欧姆定律 …… (140)
四、直流电疗 …… (141)
第六章 电磁感应 交流电 …… (145)
第一节 磁场 电磁感应 …… (145)
一、磁场 …… (145)
二、磁感应强度 …… (148)
三、电磁感应现象 楞次定律 …… (151)
四、法拉第电磁感应定律 …… (153)

五、自感现象和互感现象 …… (155)
第二节 交流电 …… (158)
一、交流电的产生 …… (158)
二、正弦式交流电的周期和频率 …… (159)
三、正弦式交流电的最大值和有效值 …… (160)
四、变压器 …… (160)
五、电流的生理效应与用电安全措施 …… (162)
第三节 电磁波 …… (163)
一、电磁振荡 …… (163)
二、电磁波 …… (165)
三、电磁波在医学上的应用 …… (169)
第四节* 生物电和生物磁 …… (170)
一、生物电现象 …… (170)
二、交流电疗 …… (172)
三、生物磁现象 …… (173)
四、磁疗 …… (173)
第七章 光学 …… (176)
第一节 几何光学 …… (176)
一、光的反射和光的折射 …… (177)
二、透镜成像 …… (182)
第二节 眼睛 …… (186)
一、眼睛的结构与眼的调节作用 …… (187)
二、近视眼、远视眼和散光眼 …… (187)
第三节 医用光学仪器和设备 …… (190)
一、放大镜 …… (190)
二、显微镜 …… (191)
三、检眼镜 …… (191)
四、纤维内窥镜 …… (192)
第四节* 物理光学基础 …… (193)
一、光的干涉 …… (194)
二、光的衍射 …… (196)
三、光的波粒二象性 …… (198)
【阅读材料5】 电子显微镜 …… (201)
第八章 原子能级 激光 X射线 …… (205)
第一节 原子能级 …… (205)
一、原子的核式结构 …… (205)

二、原子光谱 …… (206)
三、原子能级 …… (207)
第二节 激光 …… (209)
一、激光的基本原理 …… (210)
二、激光的性质和特点 …… (211)
三、激光在医学上的应用 …… (212)
四、激光的危害和防护 …… (214)
第三节 X射线 …… (215)
一、X射线的产生 …… (215)
二、X射线的性质 …… (216)
三、X射线的强度与硬度 …… (217)
四、X射线在医学上的应用 …… (218)
五、X射线的防护 …… (220)
第九章 核医学基础 …… (222)
第一节 原子核和放射性 …… (222)
一、原子核的组成 …… (222)
二、天然放射性和放射性核素 …… (223)
三、放射性核衰变的类型 …… (223)
四、放射性核衰变的规律 …… (225)
五、人工放射性核素的获取 …… (226)
第二节 核医学技术的应用 …… (227)
一、放射诊断技术的应用 …… (227)
二、放射治疗技术的应用 …… (230)
【阅读材料6】 辐射剂量与辐射防护 …… (231)
第十章* 现代医学物理技术简介 …… (234)
一、B型超声诊断 …… (234)
二、X-CT …… (241)
三、磁共振 …… (246)
学生实验 …… (251)
实验绪论 …… (251)
实验一 长度的测量 …… (255)
实验二 弹力和弹簧伸长的关系 …… (258)
实验三 单摆周期的研究、用单摆测定重力加速度 …… (259)
实验四 湿度的测定 …… (260)
实验五 测定电源的电动势和内电阻 …… (261)
实验六 多用电表的使用 …… (262)

实验七　紫外线灯的安装、使用和维护 …… (265)
实验八　凸透镜成像规律研究 …… (267)
实验九　参观现代医学物理设备 …… (269)
附录 …… (270)
主要参考文献 …… (274)



绪　论

高职卫生类专业的学生为什么要学习物理知识？这是同学们在学习本书内容之前首先应该明确的一个问题。其理由主要基于以下两个方面：第一，《医用物理》作为一门基础文化课，以研究自然界中物质结构和运动的基本规律为目的，是整个自然科学和现代技术发展的基础。第二，物理知识在我们的生活、生产，以及医学的基础研究和临床实践中都有极为广泛的应用。

一、医用物理的研究对象和内容

物理学是研究物质世界最基本的结构、最普遍的相互作用、最一般的运动规律的一门自然科学。物理观念、实验手段和思维方法也是物理学所研究的重要内容。这是一门“判天地之美，析万物之理”的学问。物理学一方面带动了科学和技术的发展，另一方面推动了人类社会的进步。虽然物理学不是一切，但几乎一切都离不开物理学。

医用物理是物理学与医学相结合所形成的交叉学科。医用物理研究的对象从最简单的机械运动扩大到较复杂的热、电磁、光、原子和原子核等的变化，从宏观的现象剖析深入到微观的本质探讨，从低速的比较稳定的物体运动进展到高速的迅速变化的粒子运动。医用物理在医学的各个部门都是起带头作用的一门学科。物理学的每一项重大发现，都极大地推动了医学科学的发展。

在医用物理课中，同学们将要学习的内容包括研究机械运动的力学基本知识，研究分子热运动的热学基础知识，研究电磁运动的电磁学基本知识，研究光的现象和本质的光学基础知识，研究原子和原子核内部粒子运动的近代物理的初步知识，在医学实践中最常用的现代医学物理技术的简单知识，以及一些基本的实验方法和技能等。

物理学的知识、研究方法和研究成果在自然科学的各个部门都起着非常重要的作用，它对帮助我们学习医学科学、探索生命现象具有普遍意义。同学们在医用物理课程中学到医用物理知识和实验技能，接受科学方法和科学思维的训练，受到科学态度和科学作风的熏陶，这些对帮助他们提高科学文化素质。继续学习医学科学技术，适应现代生活以及今后从事医学临床工作都具有重要意义。

二、医用物理与医学的关系

关于这个问题，我们着重说明以下两点：

（一）人体的生命活动伴随着物理现象，物理知识是了解生命现象，探讨人体的生理、病理特征和过程的不可缺少的基础。

例如呼吸，肺泡内表面上有液体，要研究呼吸就要了解液体表面张力的概念。关于血液的流动，它遵循流体力学的规律，需要掌握压强、流速、连续性、粘滞性等概念。关于基础代谢，要了解生理中的基础代谢，就需要知道能量守恒定律。关于眼睛，研究眼睛的结构和成像规律，需要具备一定的光学知识。关于耳和听觉，要了解声音和听觉的机制，需要用到振动和波的知识。对于人体中的生物电现象，我们要了解心电、脑电、肌电、胃电、神经传导，则要掌握一定的电磁学的知识。如此等等，不胜枚举。对于以上所及，相信大家在学习了医用物理以后就能对它们有所了解。

（二）物理学所提供的方法和技术是医学研究、医疗实践的有力工具，这些技术在不断地更新，为医学诊疗技术开辟了许多新的途径。

光学显微镜用于医学研究和临床诊断，使人们看到了过去用肉眼所无法看到的东西。心电图、脑电图用于诊断，X 射线用于诊断和治疗，超声波用于诊断和治疗等，这些都是医用物理为医学所提供的重要的应用技术。这是人们早已熟知的。

又如，光纤内窥镜用于诊断和治疗疾病，激光在医学上的广泛应用，X－CT 用于临床诊断，磁共振成像（MRI）用于诊断，放射线用于诊断和治疗肿瘤等，这些都是医用物理为医学所提供的新的方法和技术。

以上所说，有的同学可能已经知道了，有的可能暂时还不了解，但我们今后可以通过医用物理这门课的学习，去了解和掌握它们。作为一位现代医学工作者，掌握一定的医用物理知识，对于今后的学习和工作都是非常必要的。

三、物理学对人类文明进步的促进作用

2004 年 6 月联合国大会决议，确定 2005 年为“国际物理年”。联合国的决议中指出：承认物理学为了解自然界提供了重要基础；注意到物理学及其应用是当今众多技术进步的基石；确信物理教育提供了建设人类发展所必需的科学基础设施的工具……。这一决议充分说明了物理学对人类发展的重大意义。因此，在这里概括地了解一下物理学对人类文明进步的促进作用，既有意义也很必要。

大量事实表明，物理技术与理论相互推进，并广泛应用于科学技术和科学研究的各个部门，成为科学技术创新和革命的重要动力，极大地促进了物质生产的发展和精神文明的进步。物理学对人类文明进步的促进作用表现在很多方面，下面仅采集几个具有代表性的例子，以此来使同学们对物理学科在人类文明、社会进步，包括在医学科学发展中所起的巨大作用有一个初步的了解。希望这些介绍能够激起同学们对医用物理课的关注和兴趣。

在热学方面，18 世纪中叶对热学的深入研究带来了蒸汽机的改进和广泛的应用，促进了手工业生产向机械化大生产的转变，并使陆上和海上较大规模的长途运输成为可能，从而大大推动了人类社会的发展。

在电磁学方面，由于电磁感应现象的发现和研究成果的应用，使人类社会迈入了电气化时代。带电粒子在电磁场中的运动规律在科学技术的许多领域得以广泛应用，比如电视显像管、电子显微镜等都与此密切相关。电能的广泛应用，不仅从根本上改变了人们的生活方式，而且已经成为支撑现代社会发展的重要支柱。

再来看看物理学对医学发展的促进。1895 年伦琴发现了 X 射线，这一发现很快就成为诊断疾病的有力工具；1896 年贝可勒尔发现了铀的放射性；1898 年居里夫妇发现了放射性

需要全本请访问 www.ertongbook.com

更强的元素钋和镭。放射性物质对帮助医生诊断和治疗疾病具有重要意义，并在此基础上建立起了一门新兴的医学学科——核医学。医生只需用极其微量的、高度特异的放射性药物引入人体，然后再用核探测技术从人体外探测这些药物参加代谢的情况，即可了解人体脏器的形态和功能。在疾病的治疗上，放射性同位素也同样显示出了巨大的威力。X 射线和放射线被广泛应用于医学科学许多部门，对促进 20 世纪医学科学的发展产生了巨大而深远的影响。

生命科学在基础研究方面的许多重大进展也离不开物理学这个基础。例如，脱氧核糖核酸(DNA)，它是储存和传递生命信息的物质基础，DNA 的双螺旋结构就是在 1953 年由美国生物学家沃森和英国物理学家克里克利用 X 射线衍射方法测定的。

最后指出，在 20 世纪，原子核物理、电子学和半导体物理、激光物理以及超声学等学科的迅速发展，极大地推动了相关工程技术的进步。如激光技术和相关技术的集成，已形成了若干重大的激光工程，其中最具代表性的是全球激光通信；特别是微观物理方面的重大突破，开创了微电子工业；物理学与工程技术的紧密联系和相互促进，超大规模集成电路的研制和微处理器的普遍应用，不仅为工业制造、医学诊断和治疗提供了多种高新技术设备，也使人类社会从此进入了以电子计算机和网络应用为特征的信息时代。

联合国第 58 次大会关于 2005 国际物理年的决议中指出：物理学是认识自然的基础，物理学是当今众多技术发展的基础，物理教育为人类发展提供了必要的科学基础。我们倡导物理学是科技之母的理念，同时批评那些轻视物理学，忽视物理学在科学思想、方法、手段等方面的基础作用，认为物理学是可有可无的观点。我们深信，在新的世纪里，在人类文明的进程中，物理学将继续产生重要的作用和深远的影响。

四、怎样学好医用物理

学好医用物理，应注意以下几个方面：

(一) 物理概念和规律，重在理解

学习医用物理重在理解，要对所学的知识有确切的理解。物理知识是在分析物理现象的基础上经过抽象、推理、概括得来的。对于所学的物理概念，要理解为什么要建立和怎样正确建立这些物理概念；对于所学的物理规律，要重视和理解其中的意义和适用范围。学习要善于思考，只有通过反复思考，才能弄清其中的道理，并通过思考和练习来提高自己的科学思维能力。

平时学习要主动，一是要坚持认真阅读课文，二是在听课中对重点内容要适当地做好笔记，三是及时地搞好复习和预习。如能这样长期坚持下去，对学好医用物理定会大有帮助。

(二) 认真观察和做好实验

实验是学习医用物理的基础。通过物理实验，不仅能帮助我们掌握正确的物理概念和加深对物理规律的理解，还能培养观察能力，提高动手能力和实验技能，增强分析问题和解决问题的能力。

学习医用物理，必须认真做好物理实验。实验时，要仔细观察其中的物理现象，要按照正确的步骤操作仪器和记录数据，要对实验的结果进行分析和讨论，并在观察和实验的过程中，有意识地训练、培养和提高自己的观察能力、实验能力和思维能力。

（三）及时复习，按时完成作业

理论联系实际是一种很重要的学习方法。如果只是在课堂上听听，课后不去认真复习，不做适量的练习，就不能获得预期的效果。还应注意，在解题中不动脑筋、乱套公式、机械模仿、死记类型，这些都是不可取的。如果那样的话，错了也不知怎么错的，对了也不知是怎么对的，所学的知识当然就不可能得到有效的巩固，也就很难提高自己分析问题和解决问题的能力。

（四）善于应用所学的知识

要了解所学知识和技能在生活和生产实际中的应用，善于把学到的知识运用到实际中去。物理知识的运用范围很广，包括解释一些生活中常见的现象，讨论问题，设计实验，吸取新的知识，解决实际问题等等。不注意知识的应用，所学到的知识就是死的，不丰满的，而且不能通过运用学会分析问题的方法。要在不断运用中扩展和加深自己的知识，学会对具体问题具体分析，逐步提高分析问题和解决问题的能力。

（张伟建）



第一章 力学基本知识

力学是物理学的一个重要的分支学科，它研究物体机械运动的规律及其应用。本章首先研究物体间的相对位置随时间的变化，主要是学习匀变速直线运动中的有关概念和规律，但不涉及速度变化的原因；然后研究力的概念和牛顿运动定律，并以牛顿运动定律为基础讨论运动和力的关系，回答引起速度变化的原因；最后将研究功和机械能的概念，讨论物体在机械运动过程中功和机械能变化之间的关系。

物理学中的一些基本概念，如速度、加速度、力、功和能等，都是在力学中首先提出的。正如美国著名物理教育家杰拉耳德·霍耳顿所指出的："无论是从逻辑上还是从历史上讲，力学都是物理学的基础，也是物理学和其他科学的典范……力学之于物理学如同骨骼之于人体"。因此，学好力学知识，对学习本书后面的内容具有重要意义，甚至对学习自然科学的其他学科也同样具有重大影响。

第一节　变速直线运动

一、机械运动

（一）机械运动

宇宙间的任何物体都在永恒地运动着，绝对静止的物体是不存在的。在我们周围，到处都可以看到物体在运动，汽车在行驶，机器在运转，血液在循环，人在走，鸟在飞，风在吹，地球在自转和公转。物体的空间位置随时间的变化，称作机械运动。在各种复杂的运动中，如热运动、电磁运动、化学运动、生命活动等都包含有这种运动。因此，机械运动是物质的各种运动形式中最简单、最基本、最普遍的运动。

物体的位置变化是在一定的时间和空间中进行的。物体运动时走过的路线，称作物体运动的轨迹。对于机械运动，如按轨迹，可分为直线运动和曲线运动；如按速度，可分为匀速运动和变速运动；如按形式，可分为平动和转动。

平动和转动是机械运动的基本形式。如果物体内任意直线在运动过程中始终保持平行，这种运动称为平动（也称平移或平行移动）。平动时，物体内各点的运动情况相同。例如，推拉抽屉时抽屉的运动；汽车在平直公路上行驶时，车厢的运动。如果物体除转轴外，其他各点都绕着同一轴线作圆周运动，这种运动称为转动（也称定轴转动）。例如，钻头、螺丝钉的旋进、旋出中就包含有转动。

（二）参照物

运动是绝对的，但运动的描述却是相对的。例如，平时我们说房子、树木是静止的，但在行驶中的火车上的乘客看来它们是运动的。坐在行驶火车上的乘客，他认为自己是静止的，但在地面上的人看来他是运动的。由此可见，要描述一个物体是运动还是静止，必须指明是相对哪个物体或物体群而言的。

在描述一个物体的运动时，选作参照的物体或物体群，称作参照物（也称参照系）。“小小竹排江中游，巍巍群山两岸走”。这里，前句是以河两岸的群山为参照物，竹排在江中顺流而下；后句是以竹排为参照物，两岸的群山在向后走。从原则上讲，参照物可以任意选择。在研究机械运动时，选择合适的参照物，可以使问题便于描述。在研究地面上物体的运动时，如不特别指明，通常就是以地面或相对地面不动的物体为参照物。

（三）时间和时刻

时间和时刻反映事物运动过程的持续性和顺序性。例如，第一节课从 7:30 开始到8:20结束，历时 50min。这里的“7:30”和“8:20”是这节课开始和结束的时刻，所经历的“50min”则是两个时刻之间的时间间隔，称作时间。时间是物理学中的一个基本物理量。计量时间的常用单位有秒（s）、分（min）、时（h）和日（d）、月（m）、年（y）等。其中，“秒”是国际单位制中的一个基本单位（参见附录一）。

平时，我们看到的时钟、手表上指针所指示的某一位置就表示时刻，前后两时刻之差就是时间。时间用 t 表示。应注意，2s 内、第 2s 内所指的时间是不同的时间，而 2s 末与第 2s 末所指的时刻则是同一时刻。

（四）质点

机械运动中，由于物体都有一定的大小和形状，物体上各点的运动情况不一定相同，所以要准确地描述物体的运动，往往很困难。但在某些情况下，根据所研究问题的性质，如果物体的大小和形状不起作用或只起次要作用，因而可以忽略不计，就可以把这个物体简化为一个具有质量而没有大小和形状的几何点，这样一个用来代替物体的有质量的点，称为质点。

一个物体如能看作质点，问题就可以大为简化。一个物体能否看作质点是有条件的。例如，对于平动的物体，它各点的运动情况都完全一样，这时就可以把物体看作一个质点。又如，在研究地球的公转时，由于地球的平均直径（约为 1.3×10^{7} m）比地球到太阳间的距离（约为 1.5×10^{11} m）小得多（不到1/10 000），地球上各点相对于太阳的运动可视为相同。这时，就可以不考虑地球的大小和形状，把地球看作一个质点。

一个物体能否看作质点，要视具体问题而定，并不是在所有问题中都可以把该物体看成质点。例如，同样是地球，在研究它的自转时，就不能当作质点来处理。一颗巨大的恒星，在研究其运行轨道时完全可以把它视为质点。但对于一个尺寸微小的原子，在研究其内部粒子的运动时，则不能把它看作质点。

质点是一个理想化的物体。它是为了研究问题的方便，而由实际物体抽象出来的理想模型。它突出了任何物体都具有质量、都占有空间位置这两个主要特性，而忽略了具体物体的大小、形状等次要因素。人们建立理想模型的主要目的就是要抓住事物的主要矛盾，忽略其中的次要因素，从而使问题简化，便于研究。这种方法称为理想模型方法。理想模型方法

为我们研究问题提供了很大的方便，它是科学研究中常用的方法之一。

（五）矢量和标量

物理学中常遇到两种物理量。一种是只有大小，没有方向概念的物理量，称为标量，如质量、时间都是标量。一种是既有大小，又有方向的物理量，称为矢量，如速度、力都是矢量。矢量和标量遵循不同的运算法则。例如，1 袋面粉的质量是 25kg，2 袋面粉的质量则为 50kg，这可以按代数加法直接相加。但矢量不可以按照代数加法直接相加。例如，无风时雨滴竖直下落的速度是 4m/s，当风速为 3m/s 时，在风力影响下雨滴实际下落的速度并不是 7m/s，而是 5m/s。可见，矢量不能直接按代数加法规则直接相加。有关矢量的运算法则，我们将在稍后的内容中学习。

（六）位移和路程

位移　质点运动时，不同的时刻处在空间不同的位置上。质点的位置变化，称作位移。如图 1－1 所示，质点从初位置 A（起点）移动到末位置 B（终点），其位移用有向线段 $\overrightarrow{AB}$ 表示。位移是矢量，既有大小，又有方向。其大小等于线段 AB 的长，方向由起点 A 指向终点 B。

例如，在图 1－1 中，设质点从 A 运动到 B，可有三条不同的线路：（1）沿弧线经 C 点到达 B 点；（2）沿折线经 D 点到达 B 点；（3）沿直线到达 B 点。虽然这三条线路的轨迹不同，所走过的路程也不同，但从位置的变化来看，都是从位置 A 移动到位置 B，所以位移相同。位移只与初、末位置有关，与中间过程和实际路径无关。

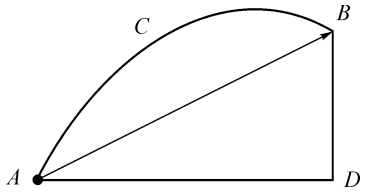


图 1－1　位移和路程

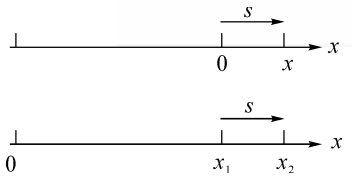


图 1－2　位移的大小与起点的选择无关

有时我们将质点的初位置规定为坐标原点，即质点初始时刻的位置为 0，这样末了时刻的位置 x 就表示其位移。如图 1－2 所示，在跳远比赛中，就可以规定起跳位置为 0，落地位置则为 x，该运动员的跳远成绩就是他的位移的大小 $s = x - 0 = x$。在本例中，也可以规定起跑的位置为 0，这时他起跳的位置为 x_1，落地的位置为 x_2，则该运动员的跳远成绩为 $s = x_2 - x_1$。由此可见，位移的大小与坐标原点的选择无关。弄清楚这一点非常重要。

路程　是指质点的运动轨迹的长度。路程是标量，它只有大小，没有方向。

例如，一个质点从 A 点出发，沿半径为 R 的圆周运动一圈再回到 A 点，由于初、末位置相同，尽管它所经过的路程为 $s = 2\pi R$，但它的位移为 0。

位移和路程是两个完全不同的物理量。只是在方向不变的直线运动中，位移的大小和路程相等。位移的大小和路程，通常用字母 s 表示，其单位是米，符号是 m。

二、平均速度和瞬时速度

（一）变速直线运动

在初中阶段我们学习了匀速直线运动。物体在一条直线上运动，如果在相等的时间里

位移相等，这种运动称作匀速直线运动。

但在实际中，我们常见的并不是匀速直线运动。例如，火车在靠站时速度越来越慢，在出站时速度越来越快，在相等的时间里位移不相等。物体在一条直线上运动，如果在相等的时间里位移不相等，这种运动称作变速直线运动。

速度是描述质点位置变化的快慢和方向的物理量。对于匀速直线运动，位移 s 跟发生这段位移所用的时间 t 成正比，这个比值是恒定的，用公式 $v=\frac{s}{t}$ 表示，v 称为匀速直线运动的速度。速度是矢量，其方向跟质点的运动方向相同。在国际单位制中，速度的单位是米/秒，符号是 m/s(或 $m\cdot s^{-1}$)。常用的单位还有千米/小时，符号是 km/h(或 $km\cdot h^{-1}$)。

因为 $1km/h=\frac{1\,000}{3\,600}m/s$，所以 km/h 与 m/s 的换算关系为

$$1km/h=\frac{1}{3.6}m/s \quad 或 \quad 1m/s=3.6km/h$$

(二) 平均速度和瞬时速度

1. 平均速度　在变速直线运动中，质点在相等的时间里位移不相等，位移 s 跟发生这段位移所用的时间 t 的比值 $\frac{s}{t}$ 不是恒定的。这时为了描写运动的快慢和方向，可以粗略地把变速直线运动当作匀速直线运动看待，仍用 $\frac{s}{t}$ 来计算其速度。这时用比值 $\frac{s}{t}$ 求出的速度，称作时间 t(或位移 s)内的平均速度。平均速度用 $\bar{v}$ 表示

$$\bar{v}=\frac{s}{t} \tag{1-1}$$

平均速度是矢量，其方向就是位移的方向。

例题 1-1　一小球从静止开始沿着直线斜槽滚下，测得它在第 1、2、3s 依次通过的路程分别为 0.1、0.3、0.5m。求该小球在各秒内的平均速度。

解：根据平均速度的概念，得

$$v_1=\frac{s}{t}=\frac{0.1}{1}=0.1m/s$$

$$v_2=\frac{s}{t}=\frac{0.3}{1}=0.3m/s$$

$$v_3=\frac{s}{t}=\frac{0.5}{1}=0.5m/s$$

答：小球在各秒内的平均速度分别为 0.1m/s、0.3m/s、0.5m/s。

由上可知，对于平均速度，必须指明具体是在哪段时间内(或哪段位移上)，否则是没有意义的。

2. 瞬时速度　为方便分析，不妨把平均速度的公式写成 $\bar{v}=\frac{\Delta s}{\Delta t}$ 的形式。

平均速度只能粗略地描述质点运动的快慢，而不能描述质点运动的细致情况。为了精确地描写质点运动的快慢和方向，我们可以把变速直线运动的整个过程分成许多小的时间段 Δt，虽然质点在各个小段 Δt 中运动的快慢是不同的，但在每个小段 Δt 中的运动可以近视地看作匀速直线运动来处理。如果 Δt 取得很小，由 $\bar{v}=\frac{\Delta s}{\Delta t}$ 计算得出的速度就

需要全本请访问 www.ertongbook.com