

大学预科系列教材

物理

WULI

暨南大学华文学院预科部 编



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

大学预科系列教材

物理

WULI

暨南大学华文学院预科部 编

主编 姚 蓓

编者 姚 蓓 李 莹



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

中国·广州

图书在版编目 (CIP) 数据

物理/暨南大学华文学院预科部编. —广州: 暨南大学出版社, 2010. 8
(大学预科系列教材)

ISBN 978 - 7 - 81135 - 581 - 9

I. ①物… II. ①暨… III. ①物理课—高中—教材 IV. ①G634. 71

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 147172 号

出版发行: 暨南大学出版社

地 址: 中国广州暨南大学

电 话: 总编室 (8620) 85221601

营销部 (8620) 85225284 85228291 85228292 (邮购)

传 真: (8620) 85221583 (办公室) 85223774 (营销部)

邮 编: 510630

网 址: <http://www.jnupress.com> <http://press.jnu.edu.cn>

排 版: 广州市天河星辰文化发展部照排中心

印 刷: 暨南大学印刷厂

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 16.875

字 数: 445 千

版 次: 2010 年 8 月第 1 版

印 次: 2010 年 8 月第 1 次

印 数: 1—1000 册

定 价: 55.00 元

(暨大版图书如有印装质量问题, 请与出版社总编室联系调换)

编委会名单

主 任：贾益民 何修文

副主任：岑 文 张训涛

编 委：赖章荣 陈 芳 黄小黎

姚 蓓 李志红 何红卫

大学预科的教与学（序）

大学预科教育即大学预备教育。大学预科教育在暨南大学有着悠久的历史。早在20世纪20年代，当时的国立暨南大学就专为海外学生（当时主要是华人华侨学生）来华学习设立预科，为有需要的学生补习华文等科目，以为进入大学阶段的专业学习奠定必要的专业基础，深受海外学生的欢迎。20世纪80年代以来，暨南大学的预科教育随着大学教育改革的深化，无论是教学水平和质量，还是办学规模与社会效益，又有了很大发展，为大学各专业输送了一批又一批优秀的本科学生。因此，暨南大学预科也成为港澳台及海外华人华侨学生与其他外国留学生进入大学前预科学习的热门选择。

大学预科教育作为高等教育的预备阶段，无疑是高等教育不可或缺的一个组成部分，因而它也是高等教育学科不可或缺的一个分支学科，我们可以把它命名为“大学预科教育学”。大学预科教育有自身特殊的教育规律，有自身特殊的教育对象、内容与方式，这些都是需要从理论到实践进行深入研究和探讨的。在世界范围内，大学预科教育有着悠久的历史，迄今仍在蓬勃发展，而且有着多种多样的形式和内容。如有的只是一种语言教育，称为语言预科，是专门为进入大学专业学习但语言水平尚不达标而设立的学生而设立的；有的只是某专业的补习教育，是专为进入大学某特殊专业学习但专业基础尚达不到大学该专业基础要求的学生而设立的，如艺术预科教育等；有的是一种大学文、理科基础文化知识的综合教育，是专为进入大学文科或理科某专业学习但其文化基础知识尚欠缺的学生而设立的，暨南大学的预科教育就是这样的一种预科教育。多年来，暨南大学预科部的专家学者为此付出了许多艰辛的努力和劳动，认真总结国内外各类预科教育教学的经验和做法，探索出了一条暨南大学预科教育教学的新路子，不仅在人才培养方面取得了很大成绩，而且在大学预科教育学科建设、理论研究、教材编写、教学实践、学生专业指导等方面也取得了丰硕成果。本套“大学预科系列教材”就是暨南大学预科部几代专家学者多年来共同努力的结晶，是长期预科教育经验的总结，是多年来预科教育改革发展发展的结果，其系统性、科学性、创新性和实用性融为一体，必将为广大预科学生的学习又提供一套优秀的教科书，也必然受到预科师生们的欢迎。

集国内外大学预科教育的经验，可以看出，大学预科教育应根据学习者的实际需要安排教学计划，学生缺什么就补什么，一切为了学生进入大学专业学习做准备。即便是文科或理科的综合性预科教育，也应该根据学生不同的文化程度和知识水平，根据其进入大学学习所选择的专业要求，有所侧重，有的放矢，有针对性地进行教学，确实为其进入大学某专业学习奠定坚实的专业基础。比如有的学生中文水平低一些，

预科学习阶段就应该多补一些中文；有的学生英文水平低一些，预科学习阶段就应该多补一些英文；有的学生数学水平低一些，预科学习阶段就应该多补一些数学……总之，学生缺什么就应该补什么。这是大学预科教育的基本规律，也是大学预科教育的基本要求。同时，大学预科教育也是一种素质教育，为学生进入大学阶段的学习打下良好的素质基础，以便使学生进入大学后尽快地适应大学的学习方式与生活方式，培养创新性学习思维，养成良好的学习习惯与生活习惯，学会与人沟通，培养参与校园文化活动及社会活动能力，培养健康的心理素质和积极的社会实践动手能力。这既是对预科教育教学提出的基本要求，同时也是对广大预科学生学习提出的一般要求。教与学是相辅相成的，所谓教学相长是也。大学预科教育教学也必须教学相长，才能真正实现大学预科教育的目的。

教材既是教育思想的反映，又是教学对象特点与要求的反映，同时也是教学法观念的体现。大学预科教材亦是如此。教材在教学的全过程中发挥着重要作用。教师在教学过程中要认真研究教材，吃透教材，灵活运用教材，指导学生用好教材，学好教材。学生在学习过程中也要学会使用教材，灵活地学习教材，做到举一反三，充分发挥教材在学习过程中的引导作用。无论教师还是学生，都要避免机械、生硬地使用教材，反对教条主义、本本主义。任何好教材都需要老师和学生的密切配合与合作，需要老师和学生的共同努力，才能真正发挥其作用，体现其价值。我们有理由相信，大学预科教育在广大预科教师与学生的共同努力下，一定会越办越好。

是为序。

贾益民

(暨南大学副校长)

2010年8月于暨南园

目 录

大学预科的教与学 (序)	贾益民 (1)
绪 论	(1)
第一章 质点运动学	(4)
第一节 运动的时空描述	(4)
第二节 位移、速度、加速度	(7)
第三节 匀变速直线运动	(12)
第四节 抛体运动	(16)
第五节 匀速圆周运动	(18)
第二章 质点动力学	(26)
第一节 力和物体的平衡	(26)
第二节 牛顿运动定律	(31)
第三节 牛顿运动定律的应用举例	(35)
第四节 功和功率	(41)
第五节 动能、动能定理	(43)
第六节 重力做功和重力势能	(44)
第七节 机械能守恒定律	(46)
第八节 冲量、动量、动量定理	(49)
第九节 动量守恒定律及其应用	(51)
第三章 机械振动和机械波	(65)
第一节 简谐振动、单摆	(65)
第二节 简谐振动的图像	(69)
第三节 振动的能量、阻尼振动、受迫振动	(69)
第四节 共 振	(70)
第五节 机械波	(71)
第六节 波的图像、波长、频率和波速	(72)
第七节 波的干涉	(74)
第八节 波的衍射	(75)
第九节 驻 波	(76)
第十节 声波、乐音	(77)

第十一节 噪声的危害和控制	(79)
第十二节 超声波及其应用	(80)

第四章 热学基础	(84)
第一节 分子动理论	(84)
第二节 气 体	(90)
第三节 能量守恒	(97)

第五章 静电场	(108)
第一节 库仑定律	(108)
第二节 电场强度、电场线	(111)
第三节 电势能、电势和电势差	(114)
第四节 电场中的导体	(118)
第五节 电势差和电场强度的关系	(120)
第六节 带电粒子在电场中的运动	(121)
第七节 电容器、电容	(123)

第六章 稳恒电流	(131)
第一节 电 流	(131)
第二节 欧姆定律	(132)
第三节 电阻定律	(133)
第四节 电功和电功率	(135)
第五节 焦耳定律	(136)
第六节 串联电路	(137)
第七节 并联电路	(139)
第八节 分压和分流在伏特表和安培表中的应用	(141)
第九节 电动势	(143)
第十节 闭合电路的欧姆定律	(145)
第十一节 电阻的测量	(147)

第七章 磁 场	(154)
第一节 磁 场	(154)
第二节 磁场的方向、磁感应强度、磁感应线	(155)
第三节 磁场对运动电荷及通电导线的作用	(160)
第四节 电流表的工作原理	(164)

第八章 电磁感应、交变电流、电磁波	(169)
第一节 电磁感应现象	(169)
第二节 法拉第电磁感应定律	(171)
第三节 楞次定律	(174)



第四节	楞次定律的应用	(175)
第五节	自感现象	(177)
第六节	交变电流	(179)
第七节	变压器、远距离输电	(183)
第八节	传感器	(185)
第九节	电磁波	(187)
第九章	光 学	(195)
第一节	光的反射	(195)
第二节	光的折射	(199)
第三节	全反射	(203)
第四节	棱 镜	(207)
第五节	光的干涉	(209)
第六节	光的衍射	(212)
第七节	电磁波谱和光谱分析	(214)
第八节	光电效应	(217)
第十章	原子和原子核	(228)
第一节	放射性的发现	(228)
第二节	原子核的组成	(232)
第三节	玻尔的原子模型	(236)
第四节	放射性元素的衰变	(238)
第五节	裂变和聚变	(240)
附录	基本实验	(249)
实验一	基本测量	(251)
实验二	验证动量守恒定律	(253)
实验三	用单摆测定重力加速度	(254)
实验四	测定金属的电阻率	(256)
实验五	伏安法测电阻	(257)
实验六	测定电源电动势和内阻	(259)
实验七	传感器的简单应用	(260)
实验八	用双缝干涉测光的波长	(262)
参考文献		(263)
后 记		(264)

绪 论

在中学里我们已经学习了物理的基础知识，对物理学的内容有了初步的认识，物理学是研究物质运动和相互作用的规律的科学。回顾物理学的发展历史，我们切身体会到人类在洞悉物质世界结构的过程中所展示的不屈不挠的决心，在揭示物质演化发展运动规律的进程中所表现出非同凡响的智慧，更深刻感受到人类在探索自然界最基本运动规律中形成的一整套科学思想和科学方法所蕴涵的令人震撼的力量。这激发我们进一步学习研究物理的兴趣，因为学好物理知识是认识自然和改变自然的开始。

一、物理学研究的对象、内容及研究方法

物质运动是自然界最普遍的一种现象，因此物理学研究的对象和内容就是宇宙间各种物质的性质、存在状态、各种运动形式及其转化现象、物质的内部结构及这些内部结构的组成部分，物理领域的各种基本相互作用及其规律。由于一切物理现象都在时间、空间中表现出来并发生运动和转化，所以物理学也要研究时间和空间的性质、联系等。进行物理学研究，首先是观察各种客观物理现象；或是进行实验，通过变换研究对象以观察因此产生的运动和转化状况，找出规律；再从许多表象性的规律中，揭示基本规律，建立较为系统的理论。

二、物理学对人类社会的进步和发展起着关键作用

从牛顿创立经典物理学的体系开始，物理学的发展已有三百多年的历史了。特别是近几十年来物理学的发展轨迹，以相对论与量子力学的创立为标志的现代物理学研究工作，从理论和实践两个方面，对人类社会的进步发展起到了难以估量的作用。

物理学理论的发展，在三个层次上把人类对自然的认识推进到了前所未有的深度和广度。在微观领域内，已经深入到基本粒子的亚核世界（空间尺度 10^{-18}m 和时间尺度 10^{-25}s ），并建立起统一描述电磁、弱、强相互作用的标准模型，还引起了人们测量观、因果观的深刻变革。特别是量子力学的建立，为描述自然现象提供了一个全新的理论框架，并成为现代物理学乃至化学、生物学等学科的基础。在宏观领域内，研究的范围已达到 10^{26}m 的空间尺度和 10^{18}s 的宇宙纪元，广义相对论的理论预言，在巨大的时空尺度上得到了证实，引起了人们时空观、宇宙观的深刻变革。在宏观领域内，这个层次也被称为复杂性层次。它的空间尺度基本上处于人类通过感官可以观察到的范围，对物理学的认识从线性走向非线性，从平衡走向非平衡，从可逆走向非可逆。这个层次的研究使人类切身体会对自然界的认识，物理学与人类的生产和生活更加息息相关。

在应用物理知识改变人类的生存环境方面，20 世纪初人类就全面地进入了“电气化时代”，这与 19 世纪安培、法拉第、麦克斯韦等一批物理学家在电磁理论方面的研究成果是密切相关的。到了 20 世纪 40 年代，人类又跨进了“原子时代”，核技术的应用正在为人类提供新能源，放射性技术目前在医学上已成为对疾病进行诊断和治疗的有力手段。这些方面的



成果归功于卢瑟福、玻尔、爱因斯坦、居里夫妇、海森堡、费米等一大批物理学家的杰出研究。自 20 世纪 50 年代起,激光技术又在众多的新兴产业中异军突起,它的理论基础就是爱因斯坦在 1916 年提出的光的受激放射理论。21 世纪计算机技术的发展已把人类带入了“信息时代”,它也是诞生于 20 世纪 50 年代由巴丁、肖克莱和布赖顿等三位物理学家发明的晶体管。正因为晶体管的出现,才相继有了集成电路、大规模集成电路、超大规模集成电路——这就是计算机硬件的核心部分。

三、物理学是理工科大学生的必修基础课程

在未来社会中,社会职业不断更换、知识不断更新的速度明显加快,学习型社会要求人才必须具有扎实的基础知识。今天的物理学已经成为自然科学体系和技术科学体系形成和发展的重要基础,许多新兴学科、交叉学科的形成无不渗透了物理学的最新成果。就是在高新科技领域中,物理学的原理和方法所占的比重也是相当大的。它具体表现在以下两个方面:

第一,几乎所有的科学技术体系中理论依据和技术手段都离不开物理学的研究成果;

第二,物理学通过提供理论方法、实验手段和新型材料等方式,推动科学技术的进步和社会的发展。

基于以上因素,物理教育被提高到全社会重视的高度上。物理学及其相应的课程是中学和理工科大学的一门基础课程。在义务教育阶段是必修课程,在高中阶段是素质教育的基本课程。到高等教育阶段,随着对物理知识要求的提高,所有涉及自然技术科学体系的学科和专业,都将物理学设置为必修的基础课程,有针对性地将与专业相关的物理知识给予强化提高。

四、如何学习大学预科物理

2

大学预科是为了消除外招学生与内地基础教育的差异而设立的,同时也是为外招学生就读内地高校做好基础知识、学习方法等方面的衔接。大学预科物理是根据内地高校所要求的物理基本概念和规律等知识,对预科学生进行基础知识的强化训练。要求学生通过对物理概念和规律的学习,建立正确的思维方式,利用所学的物理知识对物理现象和生活中的相关事例进行分析、推理和论证,提高学生分析问题和解决实际问题的能力。

如何学习大学预科物理呢?老子说“天下难事,必做于易;天下大事,必做于细”。

学习物理要先从我们能够做到的小事入手,然后再步步深入,化难为易。理解物理规律之奥妙,通过思考物理问题,动手做经典物理习题和实验,掌握解决问题的思路和步骤,将难题迎刃而解。具体的操作可执行下列几点学习方法。

1. 课前预习,发现问题

学习物理,不仅仅是记住一些概念、原理、定律、公式,更重要的是学会发现问题、分析问题、解决问题。课前预习这个学习习惯很重要,对于已学过的物理知识加深记忆,及时发现自己知识中的薄弱环节而有意识地加强理解。概念模糊的可多思索,厘清往日不明之处;对物理规律和公式不清楚,通过再思考理解,记住正确的规律和公式。实在想不明白的,用铅笔记下作为一个问题,这样就发现问题了。对于未接触过的新物理知识,通过预习了解其基本内容,能理解的就吸收,不能搞明白的,也用铅笔记下作为问题。只要坚持下去,阅读科技论文的能力就可以得到提高,发现问题、思考问题、分析问题的能力将不断受到训练,逻辑推理能力也将逐渐提升。这就是创新能力的始端:发现问题。



2. 上课认真听讲, 思考问题, 勤于发问, 正确理解概念和原理

物理的知识来源于实践, 但实践的经验并不就是物理知识。人们还需要进行分析、归纳、总结等抽象的思维活动, 提取物理现象的共同属性, 确立相关的物理概念, 并加以数学知识的提炼, 形成普适性的、简洁的规律或公式。教师上课时, 在课堂上用物理的语言和思维方式, 讲解在自然界中存在的现象和人类探索自然而做过的实验, 并在这个基础上是经过怎样的抽象思维, 建立物理的理论知识的, 帮助我们理解物理概念、掌握物理规律。由于物理概念和规律经常用数学公式来表示, 数学知识大量运用于物理规律和原理之中。教师还当堂演算经典例题, 为我们思考问题做示范。认真上课有助于我们理解应用物理知识、分析物理过程、解决物理问题。预习中发现的问题, 经教师讲解后, 能理解的就记住正确的结果; 不能解决的问题一定要向教师请教, 直到搞清楚问题为止, 只有这样才能做到“物穷其理”。

3. 注重观察, 认真做好实验, 深入理解规律与现象之间的关系

物理学科是建立在实验之上的学科, 物理的概念和物理的规律都来源于实验的验证。学习物理的过程与物理先贤探索物理知识的过程, 有很多相似之处。物理的规律存在已久, 我们不是去发明创造, 而是去探索、发现、归纳总结、验证、形成理论。认真观察自然现象, 自己动手做先贤做过的实验, 思索做实验过程中出现的问题, 有助于形成正确的概念, 加深对物理定律的理解。通过做实验更重要的是训练我们的动手能力, 培养实际操作能力。

如何做好实验呢? 在每次实验之前, 一定要明确实验目的, 搞懂其中的物理原理, 了解所用仪器的性能, 熟悉实验步骤。在实验中要遵守操作规程, 认真观察现象, 仔细记录必要的实验数据。实验做完后要对所得数据进行分析, 作出合理的结论, 并思考研究实验中出现的某些不够清楚的问题, 写成实验报告, 养成良好的学习习惯。

4. 课后注意梳理知识, 认真做好作业, 提高解决问题的能力

课后对知识进行梳理, 然后做适当的习题, 是巩固知识的重要环节。这样可以加深对所学知识的理解, 培养独立思考问题、分析问题、解决问题的能力, 逐步建立解决实际问题的自信心。物理习题有多种形式, 如单选题、多选题、填空题、思考题、简答题、计算题等等。怎样做好习题呢? 这里只是说明做好物理练习的一般步骤。作为做题的基础, 首先要仔细审题, 弄清楚题中叙述的物理过程、已知条件、所求问题, 再根据所学物理知识来确定应该运用哪些物理规律, 然后利用这些规律来建立已知条件和所求答案之间的关系, 列出方程, 求出答案。

做好习题不在题量的巨大, 而在于题型的经典、精确, 更在于做完题后的思考、消化、吸收。做完习题后, 不要只对一下答案或交给老师去批改了事。自己应该从物理知识的角度去思考结果是否合理, 所反映的物理过程是否合理, 能否用其他方法求出答案。只有这样才能达到做好习题的目的: 培养和提高我们运用所学物理知识去分析和解决问题的能力。

“物含妙理总堪寻”, 丰富多彩的大自然, 给了我们无穷无尽的思考探索的空间, 我们唯有好学勤思, 多做善练, 方能真正掌握物理学的知识, 提高分析解决实际问题的能力。

第一章 质点运动学

在自然界变化万千的物质运动中，最简单的运动就是物体的位置随时间而变动，如汽车的行驶、河水的流动、天体的运行等。这种宏观物体之间或物体内部各部分之间的相对位置的变动称为机械运动 (mechanical)。力学 (mechanics) 的研究对象是机械运动。

本书所指的力学是以牛顿运动定律为理论基础所建立起来的牛顿力学，或称经典力学。通常把力学分为运动学 (kinematic)、动力学 (dynamics)、静力学 (statics)。运动学只描述物体的运动，不涉及引起运动和改变运动的原因；动力学则研究物体的运动与物体间相互作用的内在联系；静力学研究物体在相互作用下的平衡问题。

质点运动学只研究质点的各种运动形式，只讨论质点运动学的基本概念：质点的位移、速度、加速度，并在此基础上研究质点在平面内的简单运动形式：匀变速直线运动、抛体运动、匀速圆周运动。

第一节 运动的时空描述

科学诞生于欧洲的文艺复兴，而西方的理性主义传统和科学精神，在很大程度上溯源于古希腊的自然哲学。古希腊伟大的思想家亚里士多德 (Aristotle) 在他的著作《物理学》中说：“自然是自身具有运动来源的事物的形态或形式。”他认为物理学 (即自然哲学) 研究的自然是运动的事物的本原和原因，不能脱离运动的事物来研究自然。

亚里士多德运动观的要点是：运动有自然运动和受迫运动两大类。每个物体都有自己的固有位置，偏离固有位置的物体将趋向固有位置。地球上物体的自然运动沿直线，轻者上升，重者下降；天体的自然运动永恒地沿圆周进行。受迫运动则是物体在推或拉的外力作用下发生的。没有外力，运动就会停止。显然亚里士多德运动观是错误的。

现代意义上的物理学是由 16 世纪的意大利人伽利略 (Galileo Galilei) 创立的。他用斜面研究了物体在重力作用下的运动，定量地得出移动的距离与时间的平方成正比的结论，为“加速度”的概念奠定了基础。确立了落体定律和惯性定律，纠正了流行两千年的亚里士多德运动观的错误。物理学的创立是从研究运动开始的，运动是在时空里进行的，描述运动的时空相关的物理概念主要有质点、时间、位移、速度、加速度等。



图 1-1 伽利略·伽利莱

质点 一般来说，物体都有一定的大小和形状，其各部分的运动状态也不同。所以要详细描述物体的运动，不是一件简单的事情。但是为了使问题简化，突出研究物体的重要性质，可以用“质点”这个抽象的物理模型来代替实际物体。在某些情况下，物体的大小和

形状不影响物体的运动状态,可以把物体看做只有质量的点。这种用来代替物体的有质量无大小和形状的几何点就叫质点 (particle)。今后我们研究的物体,除非涉及转动,一般都可以看做质点。例如,研究汽车在行驶过程中的运动状况时,可以忽略汽车轮胎的转动,把汽车看成质点来研究汽车的运动。但在研究汽车轮子的转动时,就不能将汽车看成质点。

质点是典型的物理模型之一。物理学中常用物理模型来研究问题,把复杂的实际问题进行合理抽象,舍去一些次要因素,突出其主要因素,建立理想化的物理模型。它可以使复杂的、具体的物理过程简化,彰显主要矛盾,便于找出规律,因此,它是一种重要的科学分析方法。运用物理模型物理学家才能找到更为本质而普遍的规律。例如,把气体看做理想气体,其目的就是为了便于找出气体的变化规律。

参考系 描述一个物体的运动或静止必须相对于某一选定的物体而言,也就是说物体的运动具有相对性。研究物体运动时所参照的物体称为参考物,也可以选定彼此不作相对运动的物体系统,称作参考系。例如,我们看到运动员在跑步,运动员是运动的,而地面是静止的,是以地面作为参考物。我们说太阳在绕着地球运动,是以地球及其表面上的房屋,山河,大海等物体为参考系的。而地球在绕着太阳运动,则是以太阳为参考物。参考系的选取原则上是任意的,但是在具体问题中,要根据问题的性质和研究的方便来选择,对于同一物体的运动,由于选取的参考系不同,对某种运动情况的描述也不同。

坐标系 为了把各个时刻物体相对于所选定的参考系的位置定量地表示出来,还要在该参考系上建立适当的坐标系。例如,我们每天看到太阳从东方升起,从西方落下,就是选择以我们居住地为坐标原点的坐标系。坐标系可以是直角坐标系,自然坐标系和极坐标系等。

通常我们选择直角坐标系。坐标系实质上是由实物构成的参考系的数学抽象,在讨论运动的一般性问题时,常常给出坐标系而不用具体地指出参考物。

时间和时刻 某一瞬间对应着钟表指示的一个读数,这就是时刻。任意两个时刻之间的间隔称为时间间隔,简称为时间。通常时间用 t 来表示, $t = t_2 - t_1$, 其中 t_1 、 t_2 则表示 1 时刻和 2 时刻。在国际单位制中,时间和时刻的单位都是秒,符号为 s。常用的时间还有分、时、天等,符号分别为 min、h、d。

时刻的零点如何确定呢?原则上,任何时刻都可以作为时刻零点,我们通常是以研究问题的初始时刻作为零点。如每一天通常以凌晨为零点时刻,不同国家(或地区)按照各地区的地理位置,规定了不同的每天的零点时刻,于是就有了北京时间、格林尼治时间等。同一时刻,地球上各地区的时间并不是完全相同的,各地区之间存在时差。如北京时间比格林尼治时间早 8 个小时,夏令时则减少 1 个小时。

位置和距离 对应每个时刻,运动的物体有个确切的位置,叫做物体的瞬时位置 (instantaneous position); 不同时刻运动物体有不同的瞬时位置。为了描述物体的确切位置,用几何点 P 来代表物体。 P 点的位置可用一把刻度尺上的读数 x 表示。如图 1-2 所示,在时刻 $t_1 = 3'27''$, P 点的位置在 $x_1 = 11.50 \text{ cm}$, 运动一段时间后,到时刻 $t_2 = 3'30''$, P 点的位置在 $x_2 = 20.20 \text{ cm}$, 在时间 $t = t_2 - t_1 = 3'30'' - 3'27'' = 3''$ 内 P 点所移动的距离 (distance) $= x = x_2 - x_1 = 20.20 \text{ cm} - 11.50 \text{ cm} = 8.70 \text{ cm}$ 。

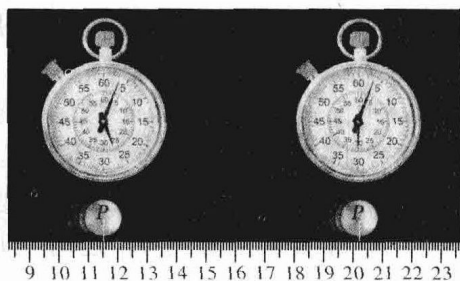


图 1-2 运动物体的瞬时位置和位移



阅读材料

格林尼治时间简介

格林尼治子午线上的地方时，或零时区（中时区）的区时叫做格林尼治时间，也叫“世界时”。原是采用格林尼治的平正午作为一个平太阳日的开始，但在使用中有些不便。因此，国际天文学联合会于1928年决定，将由格林尼治平子夜起算的平太阳时作为世界时，也就是通常所说的格林尼治时间。1999年12月28日，一种新的时间系统——格林尼治电子时间（GET）正式诞生，它将为全球电子商务提供一个时间标准。然而原有的格林尼治时间（GMT）仍将保留，作为21世纪的世界标准时间。

GMT是“Greenwich Mean Time”的缩写，中文叫“格林尼治标准时间”，是英国的标准时间，也是世界各地时间的参考标准。中英两国的标准时差为8小时，即英国的当地时间比中国的北京时间晚8小时。

BST是“British Summer Time”的缩写，即“英国夏时制”比GMT快1小时，每年从3月底开始，到10月底结束。夏时制期间，中英两国的时差为7小时。

在1884年召开的华盛顿国际经度会议上，虽然规定了计算各国地方时间的方法，但是在一些重大的全球性活动中，还需要有一个全球范围内大家都共同遵守的统一时间。因此又规定了国际标准时间。它要求全球范围内都以零经度线上的时间作为国际上统一采用的标准时间。因为零经度线通过英国格林尼治天文台，所以国际标准时间也称为格林尼治时间，又称世界时。

国际标准时间的应用比较广泛，它最先用于航海定位，后来在南极科学考察中也得到应用。在南极洲，纬度很高，经线特别集中，时区范围很窄，加上那里太阳出没和中午都不太明显，时间与当时人们的作息活动关系不大，因此在南极洲的科学考察站中都采用国际标准时间。此外，国际标准时间还用于国际协定、国际通信、天文观测和推算以及一些国际性事务中，以取得全球的一致性。

——摘自“百度百科”

练习一

1. 在什么情况下可以将海上行驶的轮船看成质点？在研究羽毛球的运动规律时，能将羽毛球视为质点吗？
2. 在地面上看到雨从天上垂直下落，在向西飞行的飞机上看到雨滴的运动状态是怎样的？
3. 在有云的夜晚，抬头望月，发现“月亮在白莲花般的云朵里穿行”，这时是取什么为参考系的？
4. 根据右边表中的数据，列车从广州到增城、东莞、樟木头和香港分别需要多少时间？

T99	站名	T100
18:30	香港	23:40
19:09 19:15	樟木头	23:11 23:05
19:45 19:50	东莞	22:35 22:30
20:19 20:24	增城	22:01 32:56
21:00	广州	21:10

5. 怎样理解“坐标系是实物构成的参考系的数学抽象”？只有参考系而无坐标系能够准确描述物体的运动吗？

第二节 位移、速度、加速度

位移和路程 物体的运动是沿着一定的轨迹进行的，我们用路程来表示质点运动轨迹的长度，但路程不能完全确定机械运动中质点的位置变化。为了准确地描述机械运动中质点的位置变化情况，我们将从质点运动的起点指向运动的终点的有向线段称为位移（displacement）。位移有大小，又有方向，是一个矢量。如图 1-3 所示， AB 是质点从 A 点到 B 点的位移，而 AB 、 ACB 和 $ADEB$ 都是 A 点到 B 点的路程，可以看出 A 点到 B 点位移相同而路程不同。位移是描述质点运动的物理量，符号是 s 。在国际单位制中位移和路程的单位都是米，符号为 m ，常用的还有千米、厘米、毫米等，符号分别是 km 、 cm 、 mm 。

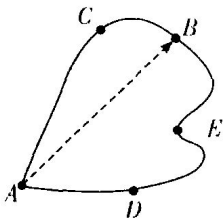


图 1-3 位移 AB 的描述

特别需要注意的是，位移和路程是两个不同的物理量。路程是指质点所通过的实际轨迹的长度，只有大小，没有方向，是标量。一般情况下位移和路程的大小是不相等的，只有做直线运动的质点始终向着同一方向运动时，位移的大小才等于路程。

速度 物体运动的快慢与物体的位移 s 和所用的时间 t 有关，通常的赛跑项目是将位移 s 规范化，如 100 m 、 200 m 、 400 m 等，谁用的时间 t 小，谁就跑得快，俗称谁的“速度”快。例如，下表列出的是近年来的部分男子百米世界纪录表。

创纪录时间	创造者	创纪录地点	距离 s (m)	世界纪录 t (s)	平均速度 $\bar{v}$ ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
2009-08-17	博尔特	德国·柏林	100	9.58	10.438
2008-08-16	博尔特	中国·北京	100	9.69	10.320
2007-09-09	鲍威尔	意大利·列蒂	100	9.74	10.267
2002-09-14	蒙哥马利	法国·巴黎	100	9.78	10.225
1996-07-27	贝利	美国·亚特兰大	100	9.84	10.163

从上表中可以看到牙买加人博尔特是当今世界上跑得最快的人。

也可以规定一个时间 t ，谁跑的位移 s 最长，谁就跑得最快。通常说飞机每小时运动的位移（俗称为时速）可达 500 km ，汽车每小时运动的位移可达 200 km ，火车每小时运动的位移可达 350 km 。当然飞机每小时的位移最长，故飞机跑得最快，即飞机的“时速”大。如果物体的位移 s 和时间 t 都不同，要比较它们的快慢，物理学中惯用的做法就是统一约化成单位时间内所走的位移，称之为速度（velocity），再进行比较。如上表，博尔特的速度最大，说明他跑得最快。速度 v 是描述质点运动快慢和运动方向的物理量，其定义公式为 $v = \frac{s}{t}$ 。

在国际单位制中速度的单位是米/秒，符号为 m/s ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)。常用的速度单位还有千米/时，符号为 km/h 。

质点在整个运动过程中，运动的快慢可能会发生变化，即速度大小和方向不同。为了更

明确地描述质点运动的快慢，一般将速度细分为两种：平均速度（average velocity）和瞬时速度（instantaneous velocity）。

(1) 平均速度。

图 1-4 中质点的运动，在时刻 t_1 到 t_2 ，质点从 A 点运动 B 点，运动的总位移 s 与所用时间 $t = t_2 - t_1$ 的比值称为质点在这段时间 t 内的平均速度。即

$$\bar{v} = \frac{s}{t}$$

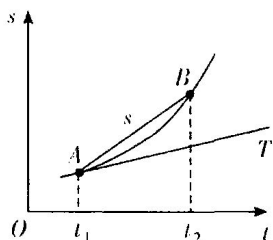


图 1-4 速度是 $s-t$ 曲线的斜率

平均速度是矢量，其大小（平均速率）就等于 AB 线段的斜率，其方向与位移 s 的方向相同，即由 A 指向 B 。

平均速率是标量。在一般情况下，平均速率不等于平均速度的大小。例如，质点在 T 时间内完成一个半径为 R 的圆周的路程，则质点在这段时间内的位移为零，质点的平均速度为零，可是质点在这段时间内通过的路程为 $2\pi R$ ，故质点的平均速率为 $2\pi R/T$ ，不等于零。当质点做匀速直线运动时，平均速率的大小与平均速度的大小相等。

(2) 瞬时速度。

平均速度只能粗略地描述质点的运动情况，只反映了质点在一段时间内位移的平均变化情况。要精确地描述质点的运动状况，还需要知道质点在某一时刻或某一位置的运动速度，这个速度叫瞬时速度。在图 1-4 中 A 点的速度就是瞬时速度，其大小就是通过 A 点的斜率，其方向就是 A 点的切线 AT 方向。 A 点瞬时速度的公式为：

$$v_A = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{s}{t} = \text{切线 } AT \text{ 的斜率}$$

式中， s 是质点通过的路程，即速率是当 t 趋近于零时，平均速率的极限值。速度与速率两者的含义是不同的，速度是矢量，它既表示质点运动的快慢，又表示运动的方向。速率是标量，它只表示质点运动的快慢。但由于当 t 趋于零时位移的大小与路程相等，所以速度的大小与速率相等，速度 v 为常量的运动就称为匀速运动。

匀速运动中位移公式为： $s = vt$ ，如图 1-5 所示，匀速运动的图解 $s-t$ 图是一段斜率为 v 的直线，斜率越大速度越大。 $v-t$ 图是一段高度为 v 的水平线。位移 $s = vt$ 则表示以 v 和 t 为边长的矩形的面积。

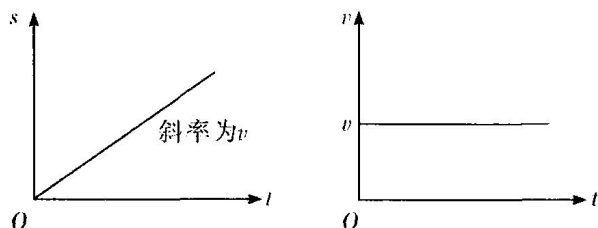


图 1-5 匀速运动的 $s-t$ 图和 $v-t$ 图

加速度 在质点的运动过程中，速度不可能一成不变。在变速运动中，瞬时速度 v 也是时间 t 的函数，从而也有其自身的变化率。对于从 t_1 到 t_2 的一段时间间隔 $t = t_2 - t_1$ ，速度的变化量（也称为速度的增量） $\Delta v = v_2 - v_1$ ，则在此时间间隔内的平均变化率为：

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

$\bar{a}$ 称为平均加速度（average acceleration）。取 $t \rightarrow 0$ 的极限，得速度的瞬时变化率：