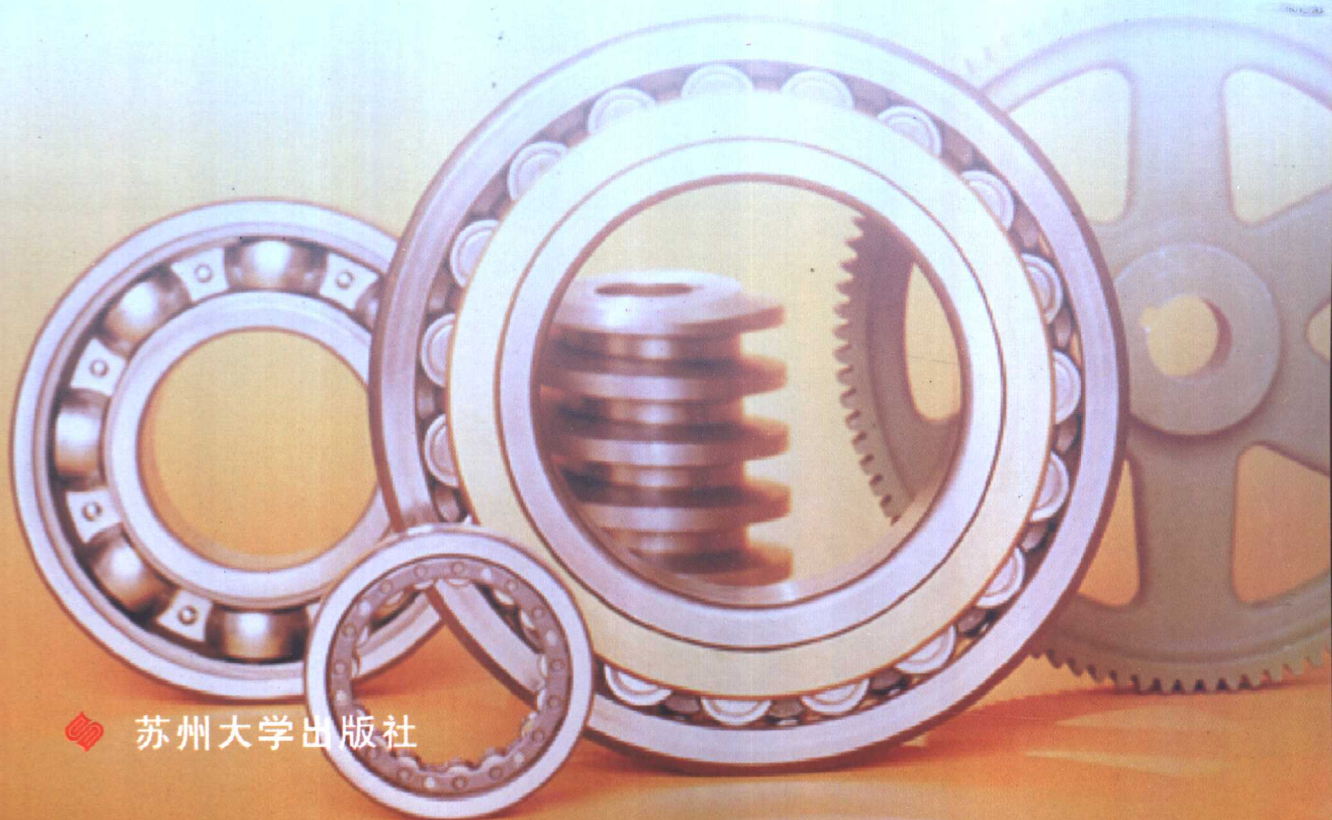


三年制高等职业教育规划教材

三年制高等职业教育规划教材

大学物理基础

《大学物理基础》编写组 编



苏州大学出版社

三年制高等职业教育规划教材

三年制高等职业教育规划教材

大学物理 基础

《大学物理基础》编写组 编



苏州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

大学物理基础/王荣成,郝超主编;《大学物理基础》
编写组编. —苏州:苏州大学出版社,2003.8
三年制高等职业教育规划教材
ISBN 7-81090-107-9

I. 大… II. ①王…②郝…③大… III. 物理学
-高等学校-教材 IV. O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 043640 号

三年制高等职业教育规划教材

大学物理基础

《大学物理基础》编写组 编

特约编辑 袁望曦 责任编辑 陈兴昌

苏州大学出版社出版发行

(地址:苏州市干将东路200号 邮编:215021)

常熟高专印刷厂印装

(地址:常熟市元和路98号 邮编:215500)

开本 787×1092 1/16 印张 15.25 字数 381 千

2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月第 1 次印刷

印数 1—12000 册

ISBN 7-81090-107-9/O · 8(课) 定价:20.00 元

苏州大学版图书若有印装错误,本社负责调换
苏州大学出版社营销部 电话:0512-67258802

三年制高等职业教育规划教材编审委员会

(以姓氏笔画为序)

马元兴	王一曙	王荣成	王俊铭	王建良
王毅	冯国平	吕美立	吉文林	陈炳和
陈忠辉	肖仁政	张安宁	范国强	林苏
孟祥林	周家华	周大农	俞宁	赫超
钱吉奎	谈兴华	谈向群	曹志平	曹建林
董维佳	戴洪生			

三年制高等职业教育规划教材

前言

进入 20 世纪 90 年代以来,我国职业教育驶上了改革发展的快车道。1991 年,国务院作出《关于大力发展职业技术教育的决定》;1993 年,中共中央国务院印发的《中国教育改革和发展纲要》强调要“形成全社会兴办多形式、多层次职业技术教育的局面”;1996 年,我国第一部《职业教育法》正式颁布实施;1999 年,《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》明确指出“要大力发展高等职业教育”;2002 年 7 月,全国职业教育工作会议提出要深化职业院校教育教学改革,促进职业教育与经济社会发展的紧密结合,并要解决好中等职业教育与高等职业教育的衔接问题。

在这一背景下,近年来,我国高等职业教育在结构调整、招生规模和培养人才质量等方面均获得了长足的发展。尤其是随着一大批高等职业技术学院的成立,以普通高中毕业生和中等职业学校毕业生为生源,以培养经济建设和社会发展急需的中高级应用型、工艺型专业技术人才和管理人才为目标的三年制高等职业教育发展势头良好。三年制高职教育的迅猛发展,客观上要求编写出版与之相适应、定位科学准确、特色鲜明的高职系列教材。为此,在江苏省教育厅高教处的关心和支持下,江苏省职业技术学院协作委员会组织全省二十多所高校的专家和一线骨干教师,编写了这套三年制高等职业教育系列教材。

该系列教材建设的基本思路是:先公共基础课后专业课,先专业基础课后其他专业课。首先开发公共基础课教材,再向专业课程教材拓展;在专业课程中,先开发建设大类专业基础课教材,再向细化的专业课程教材延伸。争取经过几年的协作努力,形成一套与我国高职教育发展水平相适应,特色鲜明的新世纪高等职业教育教材。

该系列教材编写的基本指导思想是:针对三年制高职教育生源变化的实际,以及介于本科和中职中专之间的层次性,依据高职教育实践性、应用性强的特点,教材力求凸显基础性、实践性和发展性的统一,强调创新能力的培养,重在阐明实践应用价值,拓宽基础知识面,

注意与相关课程的衔接,强化能力训练与能力迁移,使基本文化素养和一般能力的培养与职业能力的培养相结合,从而保证学生具有较好的职业文化素质,并为其拓展学习和终身学习打好基础。

教材建设是一项长期而艰苦的工作,有一个在实践中不断探索、学习和总结、完善的过程。限于经验和水平,加之教材编写出版的时间限制较多,该教材难免存在这样那样的缺憾和不足,由衷希望有关专家学者和使用本教材的师生提出宝贵意见,以便我们在修订重印时进一步完善。

三年制高等职业教育规划教材编审委员会

2003 年 5 月

编写说明

本教材是根据高中后三年制高等职业教育培养目标的具体要求与当前生源的实际状况以及后续课程的需要编写的。全书教学总课时为 66 学时。其中理论课 52 学时,学生实验课 10 学时,留有 4 学时作为机动。

教材的编写以终身教育的观念作为指导思想。不苛求大学物理学本身的系统性与完整性,采取降低台阶,降低难度,降低定理、公式推导过程的要求,避免较繁琐的微积分运算等方法,便于学生对知识的理解和掌握;在内容上注重对学生在应用高等数学工具解决物理实际问题方法的训练与建立正确的科学思维、物理方法的培养。教材多从实例引入到新知识展开,再回到知识的应用,完成每一循环,使学生达到一个新的平台,又为下节内容铺设基础,力求达到强化基本理论知识,强化基本技能训练,强化科学态度与科学方法的目的。习题中引入部分研究型、开放型的题材,旨在培养学生综合运用知识解决实际问题的能力。

微积分知识是研究和分析普通物理的基本工具,建议在新生入学第二学期开设本课程。另外在教材附录部分也编入了“矢量代数基本知识”与“微积分基本知识”,便于学生参考查阅。

书中带 * 部分各校可根据专业需要自行选学。

推荐学生实验共 10 个。考虑到覆盖面,建议学生在学习完成力学实验 2 个,光学实验 1 个,电磁学实验 2 个,各校可根据实验室条件与专业的要求选做。各个实验没有给出具体的操作步骤,学生可在实验报告中自行设计完成。

本教材由王荣成、郝超主编,宣桂鑫、袁望曦主审。参加编写工作的有郝超(绪论)、于正权(第 1、2 章及实验 1、2、3)、傅美欢(第 3、4、10 章及部分附录)、李焱(第 5、6 章及实

MAH/02/09

验4、5、6、部分附录)、李敏英(第7、8、9章及实验7、8、9、10)。

由于时间仓促,编者水平有限,书中难免有疏漏谬误之处,恳请读者提出宝贵意见,以便在修订时作参考。

编 者

2003. 8

目 录

CONTENTS

绪 论	(1)
-----	-----

第 1 章 物体的运动

1.1 质点变速运动	(4)
阅读材料 全球定位系统(GPS)简介	(9)
1.2 牛顿运动定律及其应用	(10)
1.3 刚体定轴转动定律	(15)
1.4 狭义相对论	(22)
阅读材料 混沌	(29)
小结	(30)
练习题	(30)

第 2 章 能量 动量 角动量

2.1 变力做功 保守力	(34)
2.2 动量守恒定律	(39)
2.3 角动量守恒定律	(42)
阅读材料 航天技术中的力学问题	(45)
小结	(47)
练习题	(48)

第 3 章 流体运动

3.1 流体运动的描述	(50)
3.2 连续性方程和伯努利方程	(51)
3.3 牛顿粘性定律	(55)
3.4 泊肃叶定律 斯托克斯定律	(56)
阅读材料 “香蕉球”的奥秘	(58)
小结	(58)
练习题	(59)

第 4 章 热与热机

4.1 分子动理论	(62)
-----------	------

4.2 热力学第一定律	(67)
4.3 理想气体的热容	(70)
4.4 循环过程 热机	(72)
4.5 热力学第二定律 熵	(76)
阅读材料 与文明同步的能源革命	(79)
小结	(80)
练习题	(82)

第5章 振动与波

5.1 简谐运动	(85)
5.2 阻尼振动 受迫振动	(91)
5.3 平面简谐波	(94)
阅读材料 多普勒效应	(96)
小结	(97)
练习题	(98)

第6章 波动光学

6.1 波的干涉	(101)
阅读材料 非线性效应	(105)
6.2 光的干涉	(106)
6.3 光的衍射与偏振	(110)
* 6.4 光学技术应用	(117)
小结	(119)
练习题	(120)

第7章 静电场

7.1 电场强度	(123)
阅读材料 激光打印机中的静电应用	(126)
7.2 静电场高斯定理	(127)
7.3 静电场的环路定理 电势	(131)
7.4 静电场中的导体	(134)
* 7.5 电介质的极化 电场的能量	(136)
阅读材料 热电体、压电体和铁电体	(138)
小结	(140)
练习题	(140)

第8章 稳恒磁场

8.1 磁感应强度 毕奥—萨伐尔定律	(143)
8.2 磁场高斯定理 磁场环路定理	(145)

阅读材料 地球的磁场	(147)
8.3 磁场对带电粒子的作用	(148)
阅读材料 磁镜和磁瓶	(150)
*8.4 霍耳效应和霍耳元件	(151)
阅读材料 霍耳传感器	(153)
8.5 磁场对载流导体的作用	(154)
8.6 磁介质和磁屏蔽	(156)
阅读材料 应用前景广阔的超导体	(159)
小结	(161)
练习题	(161)

第9章 电磁感应和电磁场

9.1 电动势 法拉第电磁感应定律	(165)
阅读材料 磁浮列车	(169)
9.2 自感和互感	(170)
*9.3 麦克斯韦方程组和电磁波	(174)
阅读材料 发现与机遇	(176)
小结	(177)
练习题	(178)

第10章 量子物理简介

10.1 量子物理的初步知识	(180)
10.2 量子物理的重要应用	(184)
练习题	(193)

推荐学生实验

实验一 刚体转动惯量测量	(194)
实验二 简谐运动研究	(195)
实验三 杨氏弹性模量测量	(197)
实验四 用牛顿环测量透镜的曲率半径	(197)
实验五 分光计的调节和使用 用光栅测光波波长	(199)
实验六 摄影技术	(201)
实验七 模拟静电场的描绘	(204)
实验八 用惠斯通电桥测量电阻 用热敏电阻非平衡电桥测温度(设计性实验)	(205)
实验九 示波器的使用	(208)
实验十 用霍耳元件测磁感应强度	(211)

A. 矢量代数基本知识	(214)
B. 一元微积分基本知识	(217)
C. 物理量单位	(223)
D. 常用物理常量	(227)
E. 如何上网查资料	(228)
F. 用计算机处理实验数据	(231)

绪论

物理学研究的对象

辩证唯物主义认为,世界由运动的物质组成,物质的运动形式多种多样,各种运动形式之间是相互联系的,从日月星辰的运动,到原子电子的运动,无不如此.物质、运动和相互作用构成了我们认识世界万千事物的三个最重要的基本观点.

物理学作为一门自然科学,所研究的是物质运动最基本、最普遍的运动形式,包括机械运动、分子热运动、电磁运动、原子和原子核内部的运动等,由于这些运动形式及其规律具有普遍性,所以,物理学就成为其他自然科学学科的重要基础.力学、光学、热学、电磁学和近代物理等基本理论和基本知识,在许多科学技术领域和生产生活中都有极其广泛的应用,物理学是当代工程技术科学的重要支柱之一.因此,只有掌握物理学的基本理论、基本知识和基本技能,并从中逐步学习物理学思考问题和解决问题的方法,才能更好地继续学习其他科学技术知识;也只有广泛了解物理学在工程技术中的实际应用,才能使我们更进一步贴近人类现代文明的脉搏,从而促进我们的学习、生活和工作日新月异地向前发展.在当代理工科学生的知识、能力结构中,物理学具有不可替代的基石作用;在现代工程技术中,物理学具有举足轻重的导向作用.

物理学与生产实践的关系

现代科学技术的发展,使得科学与生产力的关系越来越密切,科学技术作为第一生产力,在经济发展中的作用已日益突出.

纵观历史,物理学发展经历的三次重大突破,每一次都是人类文明进步和社会发展的先导.17、18世纪,由于牛顿力学的建立和热力学的发展,适应了研制蒸汽机和发展机械工业的社会需要,引发了第一次工业革命,极大地改变了工业生产的面貌;19世纪,在法拉第一麦克斯韦电磁理论的推动下,人们成功地研制了电机、电器和各种电讯设备,工业实现了电气化,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、原子核结构的认识日益深入,在此基础上,实现了原子核能和放射性同位素的成功应用.量子力学微观理论的成果,直接促成了半导体、核磁共振、激光等新技术的发明,许多边缘学科得到了迅速发展,人类迈进了原子核能、电子计算机等高技术的崭新时代.近代物理学的各个分科都在孕育着新的突破,可以预言,如果人类在全面揭示基本粒子内部结构和它们的相互转化、相互作用规律方面再一次取得重大突破,人类的生活方式和自然科学各领域将发生巨大变革.事实证明,自然科学理论研究的每一次重大突破都必将为生产和技术带来巨大的进步.

物理学研究方法

与其他自然科学学科一样,物理学研究方法也必须遵循辩证唯物主义认识论的规律,也就是实践—理论—实践的规律.具体来说,物理学的理论就是通过观察、实验、抽象、假说等研究方法,并经过实践的检验而建立起来的.

观察和实验是科学研究的最基本的方法.观察就是对自然界中发生的某种现象,在不改变自然条件的情况下,按照它原来的样子加以观测研究,如对天体和大气层中的现象一般是不能用人为方法来改变它的运动规律的,常采用观察的方法.

实验则是在人工控制的条件下,使某种现象反复重现,进行观测研究.在实验中,常把复杂的条件加以简化,突出主要因素,排除或降低次要因素的作用,这是一种非常重要的研究方法.例如,在利用单摆测定重力加速度的实验中,决定单摆振动周期的主要因素是摆长和重力加速度,虽然摆线的质量和可伸缩性、摆球的大小和质量以及摆动的振幅对周期也有影响,但都是次要的因素.为此,在实验中我们必须选择适当的摆长,不宜太短,也不宜太长(强化主要因素),使用不易伸长的细线作摆线,用直径较小的球作摆球,并使摆角不大于 5° (减小次要因素的影响),这样几个方面协同一致,就可以获得比较准确的结果.

抽象的方法是根据问题的内容和性质,抓住主要因素,撇开局部的、次要的和偶然的因素,建立一个与实际情况相接近的理想模型来进行研究.例如,“质点”、“刚体”和“理想气体”等都是物体的理想化模型.把物体看成“质点”时,“质量”和“点”就是主要因素,物体的“形状”和“大小”是可以忽略的次要因素;把物体看做“刚体”时,物体的“形状”和“大小”均保持不变,这时物体的“形状”、“大小”、“质量分布”是主要因素,物体的“变形”是可以忽略的次要因素.将气体视为理想气体时,我们可以只考虑气体分子之间的距离(主要因素),而将气体分子本身的大小和分子间的相互作用力忽略不计(次要因素).在物理学的研究中,这种理想的模型的建立是十分重要的.例如,我们研究机械运动的规律时,就是从简单的质点运动入手,再研究刚体的运动规律而逐步深化的.

为了寻找事物的规律,常常对某一现象的本质先提出一些基本论点,这就是假说.当然,假说是在一定的观察、实验的基础上提出来的,进一步的实验论据会检验这些假说,将其进行“去粗取精,去伪存真”,在一定范围内,经过反复的检验和完善,最后被证明为正确的假说,就上升为定理(或定律),成为理论的一部分.例如,在大量的实验证据基础上提出来的物质结构的分子原子假说以及从它推导出来的结果,因为能够解释物质气、液、固三态的许多现象,最后就发展成为物质分子运动理论.又如量子假说的建立和量子理论的演变,最终发展成为今天的量子力学理论.由此可见,在科学认识的发展过程中,假说是很重要的,有时候甚至是必不可少的.

物理定律一般是指实验定律,它们都是实验事实的总结,用于说明某些现象之间或者表示某些物理量之间的相互关系,通常用文字或数学公式的形式表示.由于实验条件、实验仪器精确度等的限制,物理定律有其近似性和局限性,但是在一定程度上能够反映客观事物的规律性.

物理学的理论是通过对许多并不相同但相互联系的现象的研究,从一些已经建立起来的定律中,经过更为高度的概括,而得到的系统化的知识.体系完整的理论,往往可以从少数几条比较简单的基本原理出发,说明一定范围内的各种现象,并且还能在一定程度上预言未

知现象的存在,进一步指导新的实践.例如,麦克斯韦(Maxwell)电磁场理论,不仅能够解释各种电现象和磁现象之间的关系,而且预言了电磁波的存在及其传播速度,并终于为实验所证实.

从观察、实践、抽象、假说到理论,物理学的研究并没有结束,理论将继续受到实践的检验.如果在实践中所发现的事实与理论有矛盾,这理论就必须进行修改,有时甚至要放弃原来的理论,重新建立更能反映客观实际的新理论.近代物理学中的许多重大成就,如相对论时空观、物质的波粒二象性、基本粒子相互转化的实验和理论等都是这样发展起来的.

物理学是大学理工科各专业的一门重要基础课,学生应该根据教学要求,掌握物理学的基本理论和基本知识,充分认识物理学科的自身规律,并注重实验技能方面的训练,为今后学习专业知识和自我发展打下必要的基础.

第 1 章 物体的运动

自然界到处都有机械运动存在,如月亮绕地球旋转、苹果落地、人体脉搏的跳动等都是机械运动.所谓机械运动是指物体之间或同一物体各部分之间相对位置的变化.机械运动是自然界中最简单、最普遍的一种运动形式,各种复杂的、高级的运动都包含有这种最基本的运动形式.

1.1 质点变速运动

1.1.1 位矢

日常生活中,我们经常需要了解物体的位置.例如,运输公司需要了解运输车辆所在的位置,以便对车辆进行监控和调度.物体的位置总是相对于参考系而言的,要确定车辆的位置,可以地面上的一些物体,如房子或路牌作为参考系.确定了参考系后,为了定量地说明一个质点相对于此参考系的位置,就在此参考系上建立固定的坐标系.最常用的坐标系为直角坐标系.在二维直角坐标系中,一个质点在某一时刻的位置,可用坐标值 (x, y) 来表示.

质点的位置还可以用矢量的概念更简洁清楚地表示出来.在图 1-1-1 中,从原点向质点所在的位置 P 引一有向线段 $\overrightarrow{OP}$,记作矢量 $\boldsymbol{r}$. $\boldsymbol{r}$ 的方向说明了 P 点相对于坐标轴的方位, $\boldsymbol{r}$ 的大小表明了原点 O 到 P 点的距离.在坐标系中,方向和距离都知道后, P 点的位置就确定了.用来确定质点位置的这一矢量 $\boldsymbol{r}$ 叫做质点的位置矢量,简称位矢.

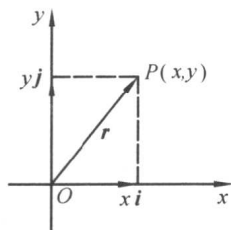


图 1-1-1

位矢总可以用它的沿两个坐标轴的分量表示.位矢 $\boldsymbol{r}$ 沿两个坐标轴的分量分别为 x 、 y .以 $\boldsymbol{i}$ 、 $\boldsymbol{j}$ 分别表示沿 x 、 y 轴正方向的单位矢量,则位矢 $\boldsymbol{r}$ 和它的两个分量的关系可以用矢量合成公式

$$\boldsymbol{r} = x\boldsymbol{i} + y\boldsymbol{j} \quad (1-1-1)$$

表示.

全球定位系统(简称 GPS)就是精确地确定物体位置的系统,它已在许多领域得到应用,为人们带来许多便利.例如,在运输车辆监控方面,运输公司可以通过 GPS 监控中心了解车辆的位置,进而了解车辆的工作状态.

1.1.2 位移

GPS 监控中心在两个时刻测得的车辆的位置,反映了车辆位置的变化,为了描述这种质点位置的变化,引入位移的概念.

设质点 P 沿曲线运动,如图 1-1-2 所示,在 t 时刻位于 P_1 处, $t+\Delta t$ 时刻到达 P_2 处, P_1 、 P_2 两点的位置矢量分别为 $\mathbf{r}_1$ 和 $\mathbf{r}_2$,那么,根据矢量的运算,质点 P 经过 Δt 时间的位置变化可用 $\Delta \mathbf{r} = \mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1$ 表示.我们把 $\Delta \mathbf{r}$ 称为质点 P 的位移. $\Delta \mathbf{r}$ 是描述质点空间位置变化的物理量,它同时表示了质点位置变化的距离和方向.它只和质点始、末两个位置有关,与轨迹曲线无关.

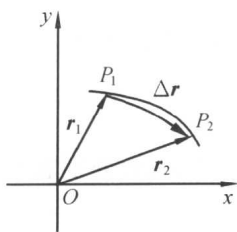


图 1-1-2

位移不同于位置矢量.位置矢量表示某个时刻质点的位置,它与某个时刻相对应,反映了质点在该时刻相对于坐标原点的位置状态;而位移则表示某段时间内质点位置的变化,与某段时间相对应,反映了质点在该段时间内位置的变化.位移也不同于质点所经过的路程.位移是矢量,路程是标量.在图 1-1-2 中质点从 P_1 运动到 P_2 所经历的路程 Δs ,是指轨迹上从 P_1 到 P_2 的一段曲线的长度.路程 Δs 与位移大小的关系为 $\Delta s \geq |\Delta \mathbf{r}|$,只有在质点做单向直线运动时,才有 $\Delta s = |\Delta \mathbf{r}|$.

1.1.3 速度

不同质点的运动快慢程度和运动方向会不同,为了描述质点位置变化的快慢和位置变化的方向,引入速度的概念.

在图 1-1-2 中,设质点从 P_1 到 P_2 所用时间为 Δt ,在 Δt 时间内,位移是 $\Delta \mathbf{r}$,则 $\Delta \mathbf{r}$ 与 Δt 的比值可以反映在该段时间内质点与位置变化的平均快慢程度和方向.质点的位移 $\Delta \mathbf{r}$ 和发生这段位移所经历的时间 Δt 的比值,称为质点在这段时间内的平均速度,即

$$\mathbf{v} = \frac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t}. \quad (1-1-2)$$

平均速度是矢量,它的方向与位移的方向相同.

通常平均速度不能准确反映质点在每一时刻的运动快慢和方向,因为质点在不同时刻的运动快慢和运动方向一般是不同的.设质点做加速直线运动,如图 1-1-3 所示,从 P_1 点到 P_2 点所用的时间为 Δt ,位移为 $\Delta \mathbf{r}$,显然从 P_1 点至 P_2 点的平均速度

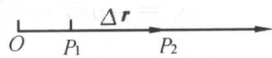


图 1-1-3

度 $\frac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t}$ 和 P_1 点的速度不相同.但是,当时间 Δt 越短,平均速度 $\frac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t}$ 与 P_1 点的速度越接近.质点平均速度的极限就是质点在 P_1 点的瞬时速度,简称速度,即

$$\mathbf{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t} = \frac{d\mathbf{r}}{dt}. \quad (1-1-3)$$

瞬时速度(或速度)等于位矢对时间的一阶导数.

对于做曲线运动的质点,同样有以上的结论.

$\mathbf{v}$ 是矢量, v 的大小描述质点在 t 时刻运动的快慢, $\mathbf{v}$ 的方向代表质点在 t 时刻的运动方