

袁艳红 主编

COLLEGE PHYSICS

大学物理学

(上册)

清华大学出版社

袁艳红 主编

COLLEGE PHYSICS

大学物理学

(上册)

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书参照了教育部物理基础课程教学指导分委员会制订的《理工科非物理类专业大学物理课程教学基本要求》，涵盖了基本要求中的核心内容。在内容选取上采用压缩经典，简化近代；削枝强干，突出重点；简约理论论证，适度增加应用等方法，以适应不同院校和专业对大学物理的要求。同时考虑到技术应用型院校的特点和实际情况，在保证必要的基本训练的基础上，适度降低了例题和习题的难度。

全书分上、下两册。上册内容包括力学、机械振动、机械波和热学。下册包括电磁学、光学、狭义相对论和量子物理。

本书可作为技术应用型高等院校工科类各专业大学物理课程的教材，可作为非物理专业大学物理课程的教材或参考书，也可供文理科相关专业选用和社会读者阅读。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

大学物理学.上册/袁艳红主编.--北京：清华大学出版社，2010.8

ISBN 978-7-302-23008-3

I. ①大… II. ①袁… III. ①物理学—高等学校—教材 IV. ①O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 107183 号

责任编辑：邹开颜

责任校对：赵丽敏

责任印制：杨 艳

出版发行：清华大学出版社

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编：100084

社 总 机：010-62770175

邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈：010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者：清华大学印刷厂

装 订 者：三河市新茂装订有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：185×260 印 张：13.75 插 页：1 字 数：320 千字

版 次：2010 年 8 月第 1 版 印 次：2010 年 8 月第 1 次印刷

印 数：1~3000

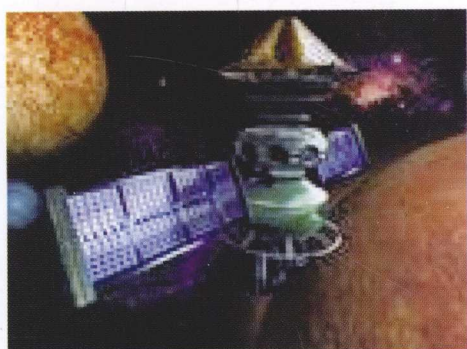
定 价：26.00 元



彩图 1 梁思礼洲际导弹



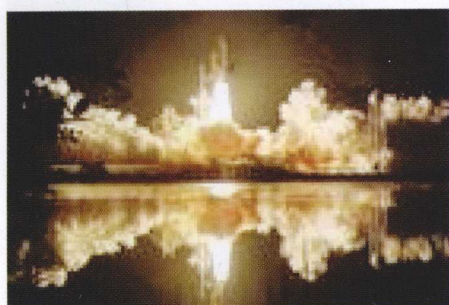
彩图 2 我国首颗探月卫星嫦娥一号的长征三号甲运载火箭在西昌卫星发射中心点火发射



彩图 3 神舟六号载人飞船



彩图 4 “钱德拉”X射线观测望远镜发现黑洞图片



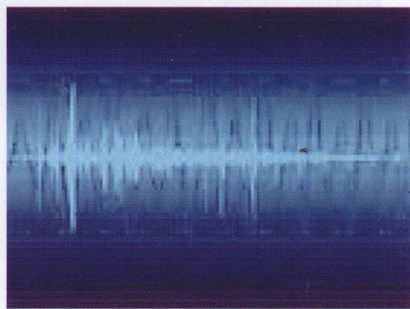
彩图 5 美国“哥伦比亚”号航天飞机在佛罗里达州肯尼迪航天中心发射升空



彩图 6 “哥伦比亚”号航天飞机在降落时解体



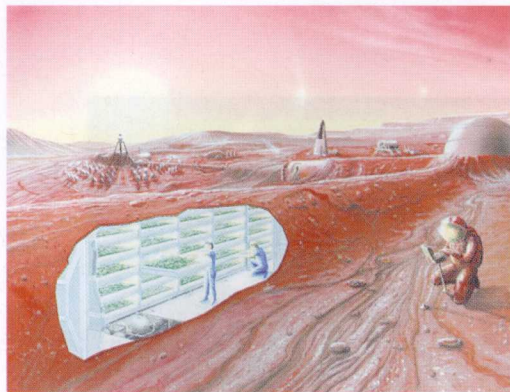
彩图 7 蝴蝶效应



彩图 8 超声波



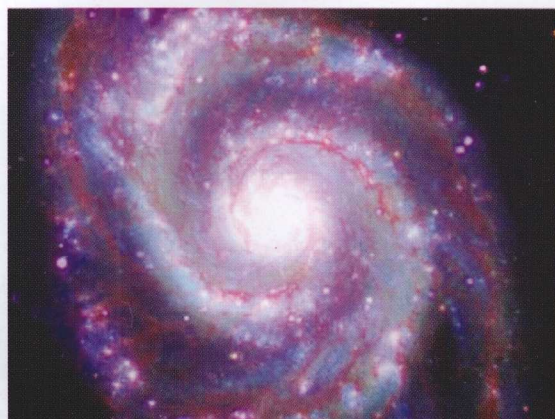
彩图 9 活甲虫被超声波浮在空中



彩图 10 声悬浮测试应用于外太空环境



彩图 11 喷气发动机



彩图 12 宇宙大爆炸

物理学是研究物质结构、性质、运动和相互作用基本规律的科学,也是一门与实践紧密结合的科学,是自然科学和技术科学的基础之一。物理学的教学不仅传授本学科的基本知识,更重要的是使学生掌握科学的认识论、方法论,培养学生的思维方法,提高学生的思辨能力。因此,大学物理不仅是一门重要的基础课,也是大学生素质教育的重要内容。这就是为什么目前,非物理的理工类专业均开设大学物理课的缘故。然而要写好满足理工科不同专业的要求而又区别于物理专业的教科书,并非易事。

袁艳红教授主编的《大学物理学》是一本适合技术应用型高等院校非物理专业使用的教材。本书不仅渗透了编者的教学经验,而且还体现了她在教学改革方面的一些创新思路。整套教材较全面地介绍了物理学的基本内容,体现了一定的时代性、应用性。本书注重物理概念阐述,避免复杂的数学推导;内容由浅入深、由易到难、由具体到抽象,图文并茂,文字流畅,并重视趣味性和直观性,通俗易懂,便于自学。全书除大学本科学生所必需的物理基本知识外,还适当地向学生介绍一些现代物理前沿知识,有利于学生开阔眼界、启迪思维、丰富想象、培养创新能力。此外,对于物理知识在高新技术中的某些应用,如量子信息技术、纳米技术、激光技术、声悬浮技术、磁悬浮技术、全息技术等,结合教学作了一些介绍并留给有兴趣者进一步学习具体技术的“接口”。这有利于培养学生分析问题、解决问题,理论联系实际的能力。本教材内容在深度和广度上,符合教育部规定的有关大学物理教学的基本要求,例题和习题选配得当,难易程度适中,适合技术应用型高等院校工科类各专业用作大学物理课程的教材,也可供其他非物理专业用作大学物理课程的教材或参考书,还可供社会读者阅读。

作为高等教育教学改革和教材建设的一项成果,该书具有一定的创新性。这套“大学物理”教材对高等教育教材的建设作出了贡献,对技术应用型工科院校大学物理教育将会有较大裨益。

作为一位年轻教授,肯花时间和精力编出这样一本教材实属难能可贵,特为之序。

侯 洵

2010年6月16日

物理学是研究物质的基本结构、基本运动形式以及相互作用规律的科学,是人类探索自然奥秘的过程中形成的学科。物理学最初是从对力学运动规律的研究发展起来的,后来又研究热现象、电磁现象、光现象以及辐射的规律。到19世纪末,物理学已经形成了一个完整的体系,被称为经典物理学。在20世纪初的30年里,物理学经历了一场伟大的革命——相对论和量子力学诞生了,从此产生了近代物理学。相对论和量子力学是现代物理学的两大理论支柱,直接促进了现代科学技术的发展。超大规模的集成电路、人工设计的新型材料、激光技术的应用和发展、低温与超导、新能源的开发和应用等,究其根源,无不以现代物理学基本原理为基础。

以经典物理学、近代和现代物理学基础为主要内容的大学物理课程,是高等院校非物理专业学生的一门重要的学习课程。该课程在学生科学素质的培养、科学技术的学习中起着重要的作用。

随着时代的发展,年轻人的兴趣和志向更加多元化,我国高等教育的大众化的步伐,使得人才培养模式发生了重大变化。因此作者和教师的任务就是探索如何在新形势下,教好大学物理这门课,以适应21世纪对高素质人才的科学素质的需要。本书就是为了满足培养技术应用型人才的高等学校对大学物理课程改革发展和实际教学的要求而编写的。以下几点是本书编写的主要思路与特点。

(1) 提高全民族科学文化素质,培养具有一定理论知识和较强实践能力的应用型人才,是应用型人才教育的价值取向。在这样的教育思想指导下,以“基本要求”中的核心内容构成本书的基本框架,同时选取少量的拓展内容作为知识的扩展和延伸,所有拓展内容均冠以“*”号,删去它们并不影响全书的系统性和连贯性。并且选取了一定数量的与教材内容相配合的原理应用的内容和阅读材料,以便使学生了解物理学的基础性、前瞻性,以及物理学与人们生活的密切相关性,增加学生学习的趣味性,拓宽视野和创新意识。

(2) 在内容选取上,一方面,尽可能地从现代物理学的认识高度,自上而下审视经典物理学内容;另一方面,现代物理学内容较抽象,涉及的数学深奥、复杂,对于低年级非物理专业学生实施教学有一定的难度,因此在处理这部分内容时,可采用普通物理学的教学方法。本书在注重物理概念准确性的基础上,尽可能避免复杂的数学推证,采用图形图像,在物理概念、物理规律的阐述上力

求运用辩证唯物主义观点,做到由浅入深、由易到难、由具体到抽象、由特殊到一般。文字流畅、通俗易懂、便于自学。

(3) 本书在内容衔接上,避免了与中学物理内容的简单重复,而是在中学物理的基础上深入提高,并增加了许多高等工科大学应有的物理内容。考虑到不同地区、不同专业大学物理教学的情况,并且考虑了中学物理课程改革对大学物理课程教学可能带来的影响,适度地降低了部分内容的起点,希望能较好地与中学物理基础相衔接。

(4) 本书的一个特点是加强例题和习题的基础性、应用性和典型性。有些题目与实践的联系较密切,且物理原理清楚,有较强的实际应用意义和一定的趣味性。并且习题内容和数量选择与教材内容相配合,类型有填空题、选择题和计算题,难度由浅到深,有较好的适用性。

(5) 本书还注意了以现代观点审视传统物理教学内容,根据现代教育思想理念,充分利用各种现代教育技术手段,全面整合文字和数字等资源,构成较为完整的教学资源体系。由纸质教材、纸质辅助教材、电子教案和网络课程等组成立体化系列教材。

全书采用国际(SI)单位制,书后有矢量运算、物理量的名称、符号及单位、常用物理常量表、习题参考答案及参考文献。

本书分为上、下两册。由袁艳红教授主编,陈锐老师统稿。袁艳红老师编写了正文;陈锐老师编写了第5、6、7、8、13、14、15章的习题,并画了相应章节的图;赵华老师编写了第1、2、3、4章的习题,并画了第11、12章的图;金华老师编写了第9、10、11、12章的习题,并画了第9、10章的图;柯磊老师编写了英语的物理名词和部分原理的应用;林星星老师画了第1、2、3、4、7、8章的图。陈锐、赵华、林璠老师对本书进行了校对。

本书由陕西师范大学的苗润才教授和上海电机学院的杨若凡教授担任主审工作,他们在评审时对原稿提出了十分详尽和具体的修改意见。在本书的编写和修改过程中,得到了上海电机学院的孙振武教授和朱泰英教授的帮助和关心。在此谨向他们表示诚挚的感谢。

由于编者学识和教学经验所限,可能对基本要求理解不深,处理不当,书中缺点和错误在所难免,真诚企盼使用本书的读者批评指正。

编者
2010年8月

第 1 章 质点运动学	1
1.1 质点运动的描述	1
1.1.1 参考系 质点	1
1.1.2 位置矢量 运动方程 位移和路程	2
1.1.3 速度	4
1.1.4 加速度	6
原理应用 洲际导弹及其射程	9
1.2 圆周运动及其描述	11
1.2.1 匀速率圆周运动	11
1.2.2 变速圆周运动	12
1.2.3 圆周运动的角量描述	13
1.3 相对运动	16
原理应用 全球定位系统和应用	18
内容提要	20
习题	21
第 2 章 牛顿运动定律	24
2.1 牛顿运动定律	24
2.1.1 牛顿第一定律	24
2.1.2 牛顿第二定律	25
2.1.3 牛顿第三定律	26
2.2 几种常见的力	27
2.2.1 万有引力 重力	27
2.2.2 弹性力	28
2.2.3 摩擦力	28
2.3 牛顿运动定律的应用	30
原理应用 同步卫星的发射	32
内容提要	34
习题	34

第3章 动量守恒定律和能量守恒定律	38
3.1 质点和质点系的动量定理	38
3.1.1 冲量 质点的动量定理	38
3.1.2 质点系的动量定理	41
3.2 动量守恒定律	42
3.3 功 动能定理	44
3.3.1 功	45
3.3.2 功率	46
3.3.3 质点的动能定理	47
3.4 保守力与非保守力 势能	48
3.4.1 保守力做功	49
3.4.2 保守力和非保守力	50
3.4.3 势能	51
3.5 功能原理 机械能守恒定律	52
3.5.1 质点系的动能定理	52
3.5.2 质点系的功能原理	53
3.5.3 机械能守恒定律	54
3.6 碰撞	55
原理应用 应用力学模型和规律分析“哥伦比亚”号失事的原因	57
内容提要	58
习题	59
第4章 刚体的定轴转动	63
4.1 刚体的运动	63
4.1.1 刚体	63
4.1.2 刚体的平动	64
4.1.3 刚体的定轴转动	64
4.2 力矩 转动定律 转动惯量	66
4.2.1 力矩	66
4.2.2 转动定律	66
4.2.3 转动惯量	68
4.3 角动量 角动量守恒定律	70
4.3.1 质点的角动量和刚体的角动量	71
4.3.2 刚体绕定轴转动的角动量定理	72
4.3.3 刚体定轴转动的角动量守恒定律	72
4.4 力矩做功 刚体绕定轴转动的动能定理	74
4.4.1 力矩做功	74
4.4.2 转动动能	75
4.4.3 刚体绕定轴转动的动能定理	75

原理应用 力学新进展——对称性的破缺	77
内容提要	79
习题	79
第 5 章 机械振动	83
5.1 简谐振动 简谐振动的振幅、周期、频率和相位	83
5.1.1 简谐振动	83
5.1.2 振幅	86
5.1.3 周期 频率	86
5.1.4 相位和初相位	86
5.1.5 振幅和初相的确定	87
5.2 简谐振动的旋转矢量表示法	89
5.3 简谐振动的能量	93
5.4 同方向同频率简谐振动的合成	95
原理应用 混沌	98
内容提要	100
习题	101
第 6 章 机械波	104
6.1 机械波的产生和传播	104
6.1.1 机械波的形成	104
6.1.2 横波和纵波	105
6.1.3 波长 周期和频率 波速	105
6.1.4 波面 波前 波线	107
6.2 平面简谐波的波函数	107
6.2.1 平面简谐波的波函数	108
6.2.2 波函数的物理意义	109
6.3 波的能量 波的能量密度	112
6.3.1 波的能量	112
6.3.2 波的能量密度	113
6.3.3 波的平均能流密度	113
原理应用 孤子波	114
6.4 惠更斯原理	116
6.4.1 惠更斯原理	116
6.4.2 波的衍射	117
6.5 波的叠加原理 波的干涉 驻波	117
6.5.1 波的叠加原理	118
6.5.2 波的干涉	118
原理应用 消声器及其控制噪声的原理	120

*6.5.3 驻波	121
*6.6 超声波简介	123
原理应用 声悬浮技术及其应用	125
内容提要	126
习题	127
第7章 气体动理论	130
7.1 平衡态 理想气体物态方程	131
7.1.1 分子运动的基本观点	131
7.1.2 热力学平衡态 气体的状态参量	132
7.1.3 理想气体的物态方程	133
7.2 理想气体的压强公式	134
7.2.1 理想气体的微观模型	135
7.2.2 气体动理论的统计性假设	135
7.2.3 理想气体的压强公式	135
7.3 理想气体的温度公式	137
7.4 能量均分定理 理想气体的内能	138
7.4.1 自由度	138
7.4.2 能量均分定理	139
7.4.3 理想气体的内能	140
7.5 麦克斯韦速率分布定律	141
7.5.1 速率分布概念	142
7.5.2 麦克斯韦气体分子速率分布定律	142
7.5.3 温度对速率分布曲线的影响	143
7.5.4 分子运动的三种统计速率	143
7.6 气体分子平均碰撞次数和平均自由程	145
原理应用 真空的获得以及真空度的估算	147
内容提要	149
习题	150
第8章 热力学基础	153
8.1 准静态过程 功 热量	153
8.1.1 准静态过程	153
8.1.2 功	154
8.1.3 热量	155
8.1.4 摩尔热容 热量的计算	156
8.2 内能 热力学第一定律	156
8.2.1 内能	156
8.2.2 热力学第一定律	157

8.3 理想气体的等体过程和等压过程	158
8.3.1 理想气体的等体过程	159
8.3.2 理想气体的等压过程	159
8.4 理想气体的等温过程和绝热过程	162
8.4.1 理想气体的等温过程	162
8.4.2 理想气体的绝热过程	163
原理应用 喷气发动机的燃料及其选择	165
8.5 循环过程	166
8.5.1 热力学循环过程	166
8.5.2 热机循环 循环效率	167
8.5.3 制冷机 制冷系数	168
8.5.4 卡诺循环	169
8.5.5 卡诺定理	171
8.6 热力学第二定律	171
8.6.1 自然过程的方向性	171
8.6.2 热力学第二定律	172
8.6.3 热力学第二定律的微观含义	173
原理应用 提高热机效率的一种方法	174
*8.7 熵	175
8.7.1 熵 熵增加原理	175
8.7.2 熵增加原理与热力学第二定律	176
原理应用 耗散结构	176
内容提要	178
习题	179
附录 A 矢量	183
A.1 标量和矢量	183
A.2 矢量合成的几何法	184
A.3 矢量合成的解析法	185
A.4 矢量的标积和矢积	187
附录 B 我国法定计量单位和国际单位制(SI)单位	189
B.1 国际单位制的基本单位	189
B.2 国际单位制的辅助单位	190
B.3 国际单位制中具有专门名称的导出单位	190
B.4 我国选定的非国际单位制单位	191
附录 C 空气、水、地球、太阳系的一些常用数据	192
附录 D 力学、机械振动、机械波和热学的量和单位	193
附录 E 一些基本物理常数	195

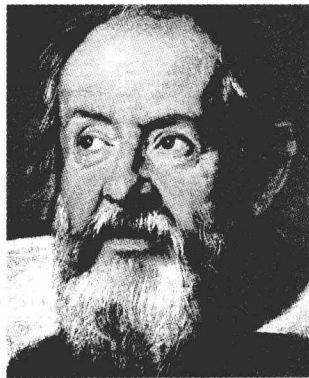
附录 F 部分常用数学公式	196
F.1 级数公式	196
F.2 三角函数公式	196
F.3 导数公式	197
F.4 积分公式	197
习题参考答案	199
参考文献	205

质点运动学

物理学是研究物质最普遍、最基本的运动形式及其基本规律的一门学科,这些运动形式包括机械运动、分子热运动、电磁运动、原子和原子核运动以及其他微观粒子的运动等。物体之间或物体各部分之间相对位置的变动称为**机械运动**(mechanical motion)。机械运动是这些运动中最简单、最基本的运动形式,物理学中把研究机械运动的规律及其应用的学科称为**力学**。机械运动的基本形式有平动和转动。在平动过程中,若物体各点的位置没有相对变化,那么各点的运动路径完全相同,可用物体上的任一点的运动来代替整个物体的运动。在力学中,研究物体的位置随时间而变化的内容称为**运动学**(particle kinematics)。

本章主要内容有:位置矢量(position vector)、位移(displacement)、速度(velocity)、加速度(acceleration)、质点的运动方程、切向加速度(tangential acceleration)和法向加速度(normal acceleration)、相对运动(relative motion)等。

伽利略·伽利雷(Galileo Galilei, 1564—1642年),意大利著名数学家、物理学家、天文学家、哲学家、近代实验科学的先驱者。1590年,伽利略在比萨斜塔上做了“两个球同时落地”的著名实验,从此推翻了亚里士多德“物体下落速度和重量成比例”的学说。伽利略著作有《星际使者》、《关于太阳黑子的书信》、《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》和《关于两门新科学的谈话和数学证明》。



1.1 质点运动的描述

1.1.1 参考系 质点

1. 参考系和坐标系

单纯从运动学的观点看,任何运动的描述都是相对的,即一切运动都是相对的,这就是

说任何物体的运动总是相对于其他物体或物体系来确定的。这个其他的物体或物体系就叫做参照物或参考系,简言之:被选作参考标准的物体或相对位置不变的物体组合称为参考系(reference frame)。同一物体的运动,由于所选取的参考系不同,对它的运动描述就不同。例如,行驶车厢中自由下落的物体相对于车厢参考系的运动是自由落体运动;而相对于地面参考系,则是沿抛物线运动。这就是运动的相对性。因此,在描述某一物体的运动状态时,必须指明是对哪个参考系而言。一般约定,如果采用的是地面参考系可以不必特别指出。

参考系的选取是任意的,一般主要看问题的性质和研究问题的方便。例如,如果要研究物体在地面上的运动,最方便的是选取地球为参考系;一个宇宙飞船在火箭刚发射时,主要研究它相对于地面的运动,所以就选地面作为参考系;当飞船绕地球运行时,则选取地球为参考系;而当飞船飞离地球,绕太阳运行,则应选太阳为参考系。

选取某个参考系后,为了定量确定物体的位置,就需要在参考系上建立适当的坐标系(coordinate system)。常用的坐标系有笛卡儿的直角坐标系、极坐标系、自然坐标系、柱面坐标系和球面坐标系等。选取什么样的坐标系,也要视问题的性质和研究问题的方便而定。

参考系是具体的物体,而坐标系是参考系的一个数学抽象。

2. 质点

任何物体都有大小和形状。一般来说,物体运动时各部分的位置变化是不同的。因此,要精确描述物体各部分的运动状态不是一件容易的事。根据问题的性质,在某些情况下,往往可以忽略物体的大小和形状,把物体看成一个具有一定质量的点,这样抽象化后的理想模型,称为质点(mass point, particle)。例如,在研究地球绕太阳运动的公转时,由于地球的直径不到平均日地距离的万分之一,直径与此距离相比要小得多,因此,地球上各点相对于太阳的运动可认为是相同的,也就是说可以忽略地球的线度和形状,把地球当作一个质点。另外,当物体作平移运动时,物体上各点的运动情况都一样,物体各点都作同等的运动,因而任一点的运动都能代表整体运动,物体的形状大小就可以不考虑。因此,平动的物体都可以简化为一个质点。

能否把一个物体抽象成质点,不是取决于物体的大小,而是取决于研究的问题,同一个物体在一个问题中可以当作是质点,在另外一个问题中就可能不能当作质点了。例如,在研究地球的自转运动时,就不能把地球当作质点了。一般地,当物体间的距离远大于物体本身的线度时,物体可抽象为质点。

质点运动是研究物体运动的基础。在不能把物体当作质点时,可把整个物体视为由许多质点组成,弄清这些质点的运动,就可以了解整个物体的运动。

在本书有关力学的各章中,除刚体一章外,都是把物体当作质点来处理的。

在物理学中有大量的理想化模型,它们都是对实际研究对象的一种抽象。在力学中有质点模型、刚体模型等。建立理想化的模型是物理学中一个十分重要的研究方法,它使研究对象和问题得以简化,便于作比较精确的描述。在学习大学物理学时,应该高度注意这一点。

1.1.2 位置矢量 运动方程 位移和路程

1. 位置矢量

质点在空间的位置可以用一个矢量 $\boldsymbol{r}(t)$ 来表示。如图 1-1 所示,设质点在时刻 t 处于

位置 P , 我们从坐标原点 O 向此点引一条有向线段 OP , 并记作矢量 \boldsymbol{r} 。 \boldsymbol{r} 的方向确定了 P 点相对于坐标轴的方位, r 的大小就是 P 点到原点的距离, 方位和距离都确定了, P 点位置也就完全确定了。用来确定质点位置的这一矢量 \boldsymbol{r} 叫做质点的位置矢量 (position vector), 简称位矢。

在直角坐标系中, 质点的位置 P 也可以用它在 x 、 y 、 z 轴的坐标来表示, 位矢 \boldsymbol{r} 可以写为

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

式中, \boldsymbol{i} 、 \boldsymbol{j} 、 \boldsymbol{k} 分别表示沿 x 、 y 、 z 轴正方向的单位矢量。单位矢量是大小为 1 的长度单位的矢量, 在直角坐标系中, \boldsymbol{i} 、 \boldsymbol{j} 、 \boldsymbol{k} 都是大小和方向均不变的常矢量。 r 的大小为

$$r = |\boldsymbol{r}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

位矢 \boldsymbol{r} 的方向余弦由下式确定:

$$\cos\alpha = \frac{x}{r}, \quad \cos\beta = \frac{y}{r}, \quad \cos\gamma = \frac{z}{r}$$

式中, α 、 β 、 γ 分别是 \boldsymbol{r} 与 Ox 轴、 Oy 轴和 Oz 轴之间的夹角。

位矢具有以下特征: ① 矢量性: \boldsymbol{r} 是矢量, 有大小和方向; ② 瞬时性: 质点在运动时, 不同时刻其位矢不同; ③ 相对性: 位矢 \boldsymbol{r} 依赖于坐标系的选取。

2. 运动方程

当质点运动时, 它相对坐标原点 O 的位矢 \boldsymbol{r} 是随时间 t 变化的, 因此, \boldsymbol{r} 是时间的函数, 即

$$\boldsymbol{r} = x(t)\boldsymbol{i} + y(t)\boldsymbol{j} + z(t)\boldsymbol{k} \quad (1-2)$$

这给出了任意时刻质点在空间的位置, 也称为质点的运动方程 (equation of motion)。质点的运动方程反映了质点运动的全部情况。式 (1-2) 中的坐标值 x 、 y 、 z 一般都随时间变化, 是时间 t 的函数。

在直角坐标系中, 质点的运动方程式 (1-2) 也可以写成坐标分量的形式:

$$\begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \\ z = z(t) \end{cases} \quad (1-3)$$

坐标分量形式的运动方程可以看作是质点在坐标轴方向同时进行的三个分运动, 或者说, 我们可以把一个质点的运动分解为各个坐标轴方向上的独立分运动; 反过来说, \boldsymbol{r} 是各个分运动叠加的结果。

从式 (1-3) 中消去参数 t 便得到质点的轨迹方程, 所以式 (1-3) 也是运动轨迹的参数方程。质点运动学的重要任务之一就是找出质点运动所遵循的运动方程。

【例题 1-1】 一质点在平面上的运动方程为 $\boldsymbol{r} = (t+1)\boldsymbol{i} + (t^2+2)\boldsymbol{j}$, 式中 \boldsymbol{r} 的单位是 m, 时间 t 的单位是 s, 试求该质点的运动轨迹。

解 质点在 x 、 y 坐标轴上的分运动方程分别为

$$x = t + 1$$

$$y = t^2 + 2$$

将上面两式消去 t 后, 便得到质点的轨迹方程为

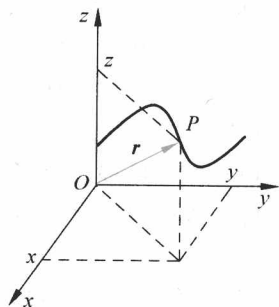


图 1-1 位置矢量