

主编 董莲芝 倪牟翠 / 副主编 隽珽 周丽 李效峰

大学物理

上册

COLLEGE

PHYSICS

清华大学出版社

大学物理 上册

主编 董莲芝 倪牟翠 / 副主编 樊琦 周丽 李效峰

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是为适应我国目前独立学院的教学需求而编写的。全书分上、下两册：上册包括质点运动学、质点动力学、刚体的定轴转动、机械振动、机械波和波动光学；下册包括静电场、稳恒磁场、电磁感应和电磁场、气体动理论基础、热力学基础、相对论和量子物理基础。

本书选材适当，高起点地选择经典物理学的内容，基本概念清晰，重在熟练运用高等数学处理物理问题的训练，注重培养科学的思维方法并力争反映科技的新发展，以拓宽学生的视野。

本书适用 90 学时左右的工科物理教学，也可作为高职高专、成人教育的教材或参考书。

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. 上册/董莲芝,倪牟翠主编. --北京:清华大学出版社,2011.10
ISBN 978-7-302-25536-9

I. ①大… II. ①董… ②倪… 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(2011)第 091853 号

责任编辑：朱红莲

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 装 者：北京嘉实印刷有限公司

经 销：全国新华书店

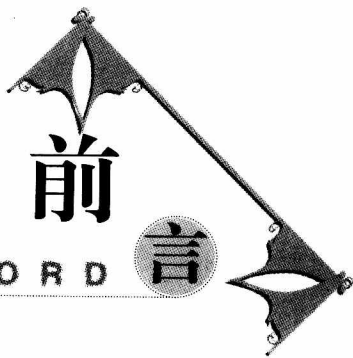
开 本：185×260 印 张：11.25 字 数：270 千字

版 次：2011 年 10 月第 1 版 印 次：2011 年 10 月第 1 次印刷

印 数：1~3000

定 价：20.00 元

产品编号：037473-01



FOREWORD

随着我国高等教育工作的逐年发展,高等教育的学科分类及层次都处在不断拓展的状态,高校教育已呈现大众化的趋势,“独立学院”已成为高等教育层面的不可或缺的一部分。目前我国有独立学院 300 余所,物理课的时数均在 100 课时以内,编写一套适合这一层面的大学物理教材已是急需而现实的工作。

本书共分上、下两册,在教材体系的编排上做了一些改动。上册包括力学、振动和波动,光的干涉、衍射和偏振;下册包括静电场、稳恒磁场、电磁感应、气体分子动理论、热力学基础及近代物理基础部分。把波动光学部分紧排在机械振动和机械波的后面,是考虑到光虽然是电磁波,但与机械波都具有波动的共性;而且,讲完机械波就讲电磁波(光),在知识上具有一定的连贯性,对学生巩固基础知识、提升处理问题的方法有益无害。

每章后都配有本章提要及习题,习题有选择、填空和计算三种类型。选择题对学生精准地掌握基本概念很有利,可作为课堂练习。

为了拉近与科技前沿的距离,也为了开拓学生的视野和满足其探索新知识的欲望,我们还编排了部分阅读材料。

本书立足于高起点讲解处理经典物理的内容,侧重高等数学在物理学中的应用,旨在使学生尽可能在短时间内应用微积分处理物理问题,同时也注意与培养应用型人才相适应的教材的实用性,侧重物理与实际的应用相结合。

书中带 * 的部分可供教学中酌情选讲。

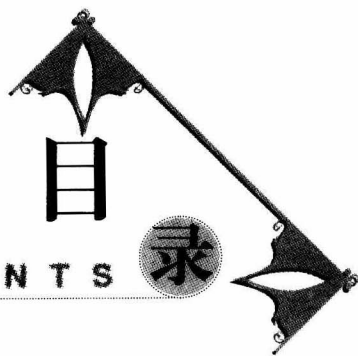
本书采用国际单位制。

参加本书编写的有:隽珽、王岩(第 1~3 章),董莲芝、王慧娣(绪论,第 4、5 章);倪牟翠(第 6~8 章),周丽(第 9~11 章),李效峰、段学智(第 12~15 章)。全书由董莲芝审定,倪牟翠统稿。

清华大学出版社与长春建筑学院对本书的编写和出版给予了大力支持,在此深表感谢。由于编者水平有限,书中疏漏与错误之处在所难免,恳请读者不吝指教,使之日臻完美。

编者

2010 年 10 月于长春



CONTENTS

绪论..... 1

力学基础篇

第 1 章 质点运动学..... 5

1.1 质点运动的描述 5

1.1.1 参考系 坐标系 质点..... 5

1.1.2 位置矢量 运动方程 轨迹方程 位移..... 6

1.1.3 速度..... 7

1.1.4 加速度..... 7

1.1.5 运动的二类问题..... 8

1.2 圆周运动..... 10

1.2.1 自然坐标系 10

1.2.2 圆周运动的切向加速度及法向加速度 10

1.2.3 圆周运动的角量描述 12

1.3 相对运动..... 15

1.3.1 相对位矢 15

1.3.2 相对位移 16

1.3.3 相对速度 16

1.3.4 相对加速度 16

本章提要 16

习题 17

第 2 章 质点动力学 20

2.1 牛顿运动定律..... 20

2.1.1 第一定律 20

2.1.2 第二定律 21

2.1.3	第三定律	21
2.2	几种常见的力	22
2.2.1	重力	22
2.2.2	弹性力	22
2.2.3	摩擦力	22
2.3	牛顿定律的应用举例	23
*2.4	惯性系与非惯性系	27
2.4.1	惯性系 力学的相对性原理	27
2.4.2	非惯性系 惯性力	28
2.5	动量 动量守恒定律	28
2.5.1	冲量 动量及动量定理	29
2.5.2	质点系动量定理和质心运动定理	32
2.5.3	动量守恒定律	34
2.5.4	碰撞	34
2.6	功和能 机械能守恒定律	37
2.6.1	功及功率	37
2.6.2	动能和动能定理	40
2.6.3	保守力 势能	42
2.6.4	功能原理 机械能守恒定律	44
	本章提要	46
	阅读材料 蝴蝶效应	47
	习题	51
第3章	刚体的定轴转动	55
3.1	刚体运动	55
3.1.1	刚体	55
3.1.2	刚体运动	55
3.1.3	定轴转动	56
3.2	力矩 转动定律 转动惯量	58
3.2.1	力矩	58
3.2.2	转动定律	58
3.2.3	转动惯量	60
3.3	转动动能 力矩的功 转动动能定理	63
3.3.1	转动动能	63
3.3.2	力矩的功	64
3.3.3	刚体定轴转动的动能定理	65
3.4	角动量 角动量定理 角动量守恒定律	66

3.4.1	角动量(动量矩)	66
3.4.2	角动量定理	67
3.4.3	角动量守恒定律	67
本章提要	70
习题	70
第4章	机械振动	73
4.1	简谐振动	73
4.2	简谐振动的描述	75
4.2.1	描述简谐振动的物理量	75
4.2.2	振幅和初位相的确定	76
4.3	简谐振动的旋转矢量表示法	77
4.4	简谐振动的能量	79
4.5	简谐振动的合成	81
4.5.1	同方向同频率简谐振动的合成	81
4.5.2	同方向不同频率的简谐振动的合成	82
* 4.6	相互垂直的简谐振动的合成	82
4.6.1	同频率的相互垂直振动的合成	82
4.6.2	不同频率的相互垂直振动的合成——李萨如图形	84
* 4.7	阻尼振动 受迫振动 共振	84
4.7.1	阻尼振动	84
4.7.2	受迫振动	85
4.7.3	共振	86
本章提要	86
习题	87
第5章	机械波	91
5.1	机械波的形成和传播	91
5.1.1	机械波产生的条件	91
5.1.2	横波和纵波	91
5.1.3	波的几何描述	91
5.1.4	简谐波	92
5.1.5	描述波动的基本物理量	92
5.2	平面简谐波的波动方程	94
5.2.1	平面简谐波的波动方程	94
5.2.2	波动方程的物理意义	95
5.3	波的能量 声波和声强级	98

5.3.1	波的能量和能量密度	98
5.3.2	波的能流和能流密度	99
5.3.3	波的吸收	100
5.3.4	声波 声压 声强级	100
5.4	惠更斯原理 波的干涉	101
5.4.1	惠更斯原理	101
5.4.2	波的衍射	102
5.4.3	波的叠加原理	102
5.4.4	波的干涉	102
*5.5	驻波	106
5.5.1	驻波方程	106
5.5.2	驻波的特点	107
*5.6	多普勒效应	110
	本章提要	111
	阅读材料 多普勒效应及应用	112
	习题	115

波动光学篇

第6章	光的干涉	121
6.1	相干条件 获得相干光的方法	121
6.2	杨氏双缝干涉	122
6.3	光程和光程差	125
6.4	薄膜的干涉	126
6.5	劈尖的干涉	128
6.6	迈克耳孙干涉仪	130
	本章提要	130
	阅读材料 全息照相	131
	习题	133
第7章	光的衍射	136
7.1	光的衍射现象 惠更斯-菲涅耳原理	136
7.2	单缝的夫琅禾费衍射	137
7.3	光栅的衍射	140
*7.4	X射线的衍射	144
	本章提要	145
	阅读材料 光纤通信	145

习题	147
第 8 章 光的偏振	149
8.1 光的偏振状态	149
8.1.1 非偏振光	149
8.1.2 完全偏振光	150
8.1.3 部分偏振光	150
8.2 偏振片的起偏和检偏 马吕斯定律	151
8.3 反射和折射时光的偏振	152
*8.4 光的双折射	153
本章提要	155
阅读材料 液晶	155
习题	157
附录 A 国际单位制(SI)	159
附录 B 常用物理常数	161
附录 C 数学公式	162
习题参考答案	165

绪 论

物理学是研究物质的基本结构、物质间相互作用的基本规律的科学,目的在于揭示物质运动的基本规律及物质各层次的内部结构。物理学是自然科学的一门非常重要的学科,可以用博、大、精、深四个字来概括。

博:物理学涉及的范围广博,大至整个宇宙,小到基本粒子,而且“基本粒子”就是最基本的吗?它有没有新的层次?这也是物理学家在努力探求的工作。物理学与天文学是既互相合作又相互促进的兄弟学科。物理是工科院校一门重要的基础课,其研究的领域涉及力学、热学、光学、电学以及20世纪以来发展起来的量子物理。从宏观到微观,从低速到高速,从物质的固态、液态、气态到等离子态、超导态,时间跨度达140亿年以上,空间跨度达 10^{44} m,温度跨度达 10^{10} K,不可称为不博。

大:可以说上至天文,下至地理,物理学无处不在。物理学研究物质间的相互作用,称为力。自然界中四种基本的作用力都在物理学的研究范围中。以强相互作用的相对强度为1,四种基本作用的相对强度和范围如下所示:

力的种类	相对强度	作用范围/m	力的种类	相对强度	作用范围/m
强相互作用	1	10^{-15}	弱相互作用	10^{-12}	$< 10^{-17}$
电磁相互作用	10^{-2}	长	引力相互作用	10^{-40}	长

爱因斯坦(1879—1955)生前追求统一场论,试图建立一个包括引力场(引力作用)和电磁场(电磁作用)的统一场理论。建立四个基本作用之间的统一的理论是物理学家们追求的目标。爱因斯坦为之奋斗了30年,但未能成功,最终带着热切的期望和必定成功的信念离开人世。这之后,1961年美国物理学家格拉肖首先提出弱相互作用和电磁作用统一的基本模型,1967年美国物理学家温伯格和巴基斯坦物理学家萨拉姆独立地对此模型进行了发展和完善,之后该理论得到实验证实。物理学向统一场论迈出了坚实的一步。

精:物理学家研究的问题既涉及定性的描述(如力是物体间的相互作用,感应电动势是因回路包围面积的磁通量变化而引起的),还必须有精准的定量的计算。这就涉及建立物理模型和充分利用数学工具进行运算两方面的问题。

提出和建立物理模型是抓住主要矛盾,保留实际物体的主要特征加以研究。这可以使被研究的客观对象理想化、简单化,待研究清楚了其主要问题后,再把这种认识向客观实际逼近,从而对物质世界的认识更全面、更真实。正是由此引出各种各样的物理模型,把人们

的认识一步步地引向物理世界的深处。

在物理学中,涉及的物理模型有质点、刚体、理想弹性介质、理想气体、卡诺循环、点电荷、光线、原子的核式模型等。

运用数学公式对物理学的定律、定理及公式进行运算,则要求精准。大学物理对培养学生的科学思维方法、抽象思维的能力以及计算能力都是人才培养和素质教育不可或缺的。

只有透彻、准确地理解每个物理量的含义,每个物理定律、定理所表达的物理内容,只有熟练地应用数学公式进行计算,才能得到正确的结果。这些对高等学校的学生来说都是至关重要的。争取在最短时间内实现用高等数学处理物理问题,是高起点地研究和解决物理问题的关键之一。

深:物理学反映的物质世界的客观规律并不是“显而易见”的。物理学的许多基本定律都是从实验中总结出来的,比如动量守恒定律、角动量守恒定律、能量守恒定律、电荷守恒定律等。可以说,实验是科学知识的源泉,也是科学理论的唯一鉴定者。20世纪初,由光电效应、康普顿效应以及黑体辐射实验反映出的实验规律与经典物理学的矛盾,以及迈克耳孙-莫雷实验寻找“以太”的失败,都反映了实验的结果违背了经典理论,这些就导致了相对论和量子物理学的诞生与发展。

随着研究的不断深入,抽象思维的能力日显突出。“物理”,从某种意义上说,它是“悟理”,对其基本概念和规律的理解和掌握需要“悟”出来,悟透悟深,学起来才能得心应手。20世纪以来,物理学的发展更为迅速,在历史上,它为三次工业革命做出了巨大的贡献,也正为人类目前面临的新的科学技术进步做出更卓越的贡献。



力学基础篇

力学所研究的是物体机械运动的规律。在经典力学中,通常将其分为运动学、动力学和静力学。

1. 运动学: 只从几何观点研究物体的运动,如位置、速度、加速度等,而不涉及物体间的相互作用。
2. 动力学: 研究物体间相互作用的规律。
3. 静力学: 研究力及力矩的平衡问题(此内容本课程不讲)。

第 1 章

质点运动学

运动学是从几何的观点来描述物体的运动,即研究物体的空间位置随时间的变化关系,不涉及引发物体运动和改变物体运动状态的原因。

1.1 质点运动的描述

1.1.1 参考系 坐标系 质点

1. 参考系

宇宙万物,大至日、月、星、辰,小至原子内部的粒子都在不停地运动着。自然界一切物质是没有绝对静止的,这就是运动的绝对性。但是对运动的描述却是相对的。例如:坐在运动着的火车上的乘客看同车厢的乘客是“静止”的,看车外地面上的人却向后运动;反过来,在车外路面上的人看见车内乘客随车前进,而看路边一同站着的人静止不动。这是因为车内乘客是以“车厢”为标准进行观察的,而路面上的人是以地球为标准观察的。即当选取不同的标准物对同一运动进行描述,所得结论不同。因此,我们就把相对于不同的标准物所描述物体运动情况不同的现象叫运动的相对性。而被选为描述物体运动的标准物(或物体组)叫参考系(见图 1-1)。参考系的选取以分析问题的方便为前提。如描述星际火箭的运动,开始发射时,可选地球为参考系;当它进入绕太阳运行的轨道时,则应以太阳为参考系才便于描述。在地球上运动的物体,常以地球或地面上静止的物体为参考系。

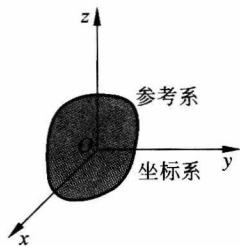


图 1-1 参考系和坐标系

2. 坐标系

在参考系选定后,为了定量地描述物体的位置随时间的变化,还必须在参考系上选择一个坐标系。坐标系的选取方法有多种,如直角坐标系、极坐标系、自然坐标系、球坐标系、柱坐标系等。在大学物理学中常用前三种坐标系。

3. 质点

任何物体都是具有大小和形状的。但是在某些情况下,物体的形状大小对讨论它的运动无关紧要。例如,地球:当研究地球绕太阳转动时,由于地球直径(约为 $1.28 \times 10^7 \text{ m}$)比地球与太阳的距离(约为 $1.50 \times 10^{11} \text{ m}$)小得多,地球上各点的运动相对于太阳来讲可视为

相同,此时可以忽略地球的形状和大小;但当研究地球绕自身轴转动时则不能忽略。所以说,只要物体运动的路径比物体本身尺寸大得多时,就可以近似地把此物体看成只有质量而没有大小和形状的几何点,此抽象化的点就叫质点。由地球的例子可以看出:把物体当作质点是有条件的(即地球与太阳的平均距离比地球直径大得多),相对的(地球自转不能当作质点)。

1.1.2 位置矢量 运动方程 轨迹方程 位移

描述物体运动的状态,首先要指出物体在何处运动,然后要指出物体运动的快慢。为了确定运动物体的确切位置,引入位置矢量的概念。

1. 位置矢量

由坐标原点到质点所在位置的矢量称为位置矢量(简称位矢或径矢)。如图 1-2 所示,选取三维直角坐标系, r 为质点 P 的位置矢量:

$$r = xi + yj + zk \quad (1-1)$$

位矢大小:

$$r = |r| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \quad (1-2)$$

r 的方向可由方向余弦确定:

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

r 的国际标准单位是 m(米)。

2. 运动方程

质点的位置坐标与时间的函数关系称为运动方程。运动方程的矢量形式为

$$r(t) = x(t)i + y(t)j + z(t)k \quad (1-3)$$

标量形式为

$$x = x(t), \quad y = y(t), \quad z = z(t) \quad (1-4)$$

3. 轨迹方程

质点在空间的运动路径称为轨迹。质点的运动轨迹为直线时,称为直线运动。质点的运动轨迹为曲线时,称为曲线运动。从式(1-4)中消掉 t , 得出 x, y, z 之间的关系式,即为运动的轨迹方程。例如平面上有一运动质点,其运动方程为 $x=t, y=t^2$, 得轨迹方程为 $y=x^2$ (抛物线)。

4. 位移

以平面运动为例,取直角坐标系,如图 1-3 所示。设 $t, t + \Delta t$ 时刻质点位矢分别为 r_1, r_2 , 则 Δt 时间间隔内位矢变化为

$$\Delta r = r_2 - r_1 \quad (1-5)$$

称 Δr 为该时间间隔内质点的位移,表示为

$$\Delta r = r_2 - r_1 = (x_2 - x_1)i + (y_2 - y_1)j \quad (1-6)$$

其大小为

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

位移是矢量,其大小为有向线段 Δr 的长度,其方向由始点

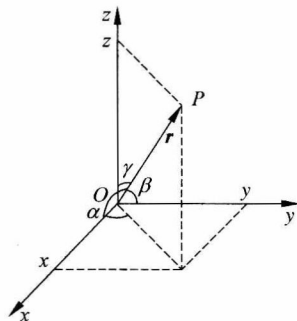


图 1-2 位置矢量

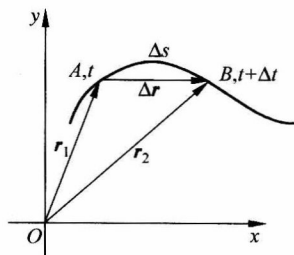


图 1-3 位移和路程

指向末点。

必须指出,位移和路程不同。位移是矢量,是质点在一段时间内的位置变化,而不是质点所经历的实际路径;路程为标量,是指该段时间内质点所经历的实际路径的长度,以 Δs 表示(如图中的弧长)。位移和路程除了矢量、标量不同外,而且总有 $\Delta s \geq |\Delta \mathbf{r}|$ 。只有质点在作单向直线运动时才有 $\Delta s = |\Delta \mathbf{r}|$ 。但是在 $\Delta t \rightarrow 0$ 的极限情况下, $ds = |d\mathbf{r}|$ 。其次,还要注意 Δr 与 $\Delta \mathbf{r}$ 的区别,一般以 Δr 代表 $|r_2| - |r_1|$,因此总有 $|\Delta \mathbf{r}| \geq \Delta r$,只有在 r_2 与 r_1 方向相同的情况下 $|\Delta \mathbf{r}|$ 与 Δr 才相等。

1.1.3 速度

为了描述质点运动的快慢及方向,而引进速度概念。

速度是表示质点位置变化快慢和变化方向的物理量。将质点的位移与完成位移所需的时间的比值称为质点在该段时间内的平均速度,用 \bar{v} 表示,即

$$\bar{v} = \frac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t} = \frac{\mathbf{r}(t + \Delta t) - \mathbf{r}(t)}{\Delta t} \quad (1-7)$$

平均速度是矢量,其方向与 $\Delta \mathbf{r}$ 的方向相同。

质点所经历的路程与完成这段路程所需时间之比为质点在该段时间内的平均速率,以 \bar{v} 表示:

$$\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (1-8)$$

平均速率为标量。在一般的情况下,平均速度的大小并不等于平均速率。

平均速度只能反映一段时间内质点位置的平均变化情况,而不能反映质点在某一时刻(或某一位置)的瞬时变化情况。当 $\Delta t \rightarrow 0$ 时,平均速度的极限值才能精确地反映质点在某一时刻(或某一位置)的运动快慢及方向。这一极限值称为质点在该时刻的瞬时速度,或简称速度,以 v 表示,即

$$\mathbf{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} \quad (1-9)$$

速度是矢量,其方向与 $\Delta \mathbf{r}$ 的极限方向一致,即为运动轨迹上该点的切线方向。从式(1-9)可以看出,速度是位置矢量对时间的一阶导数,即运动方程对时间的一阶导数。速度的单位是 m/s(米/秒)。

反映质点运动瞬时快慢的物理量称为瞬时速率(简称速率),它是 $\Delta t \rightarrow 0$ 时平均速率的极限值,即

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt} \quad (1-10)$$

由于 $\Delta t \rightarrow 0$ 时 $|d\mathbf{r}| = ds$,故质点在某一时刻的速度大小与该时刻的瞬时速率相等。

1.1.4 加速度

在力学中,位矢 \mathbf{r} 和速度 \mathbf{v} 都是描述物体机械运动的状态参量。即 \mathbf{r} 和 \mathbf{v} 已知,质点的

力学运动状态就确定了。即将引入的加速度概念则是用来描述速度矢量随时间的变化的物理量。

1. 平均加速度

定义 \bar{a} 为 $t \rightarrow t + \Delta t$ 时间间隔内质点的平均加速度(见图 1-4):

$$\bar{a} = \frac{\Delta \boldsymbol{v}}{\Delta t} = \frac{\boldsymbol{v}_2 - \boldsymbol{v}_1}{\Delta t}$$

2. 瞬时加速度

为了描述质点运动速度变化的细节,引进瞬时加速度:

$$\boldsymbol{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \bar{\boldsymbol{a}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \boldsymbol{v}}{\Delta t} = \frac{d\boldsymbol{v}}{dt}$$

称 \boldsymbol{a} 为质点在 t 时刻的瞬时加速度,简称加速度,有

$$\boldsymbol{a} = \frac{d\boldsymbol{v}}{dt} = \frac{d^2 \boldsymbol{r}}{dt^2} \quad (1-11)$$

加速度等于速度对时间的一阶导数或位矢对时间的二阶导数,即

$$\boldsymbol{a} = \frac{d\boldsymbol{v}}{dt} = \frac{dv_x}{dt} \boldsymbol{i} + \frac{dv_y}{dt} \boldsymbol{j} = \frac{d^2 x}{dt^2} \boldsymbol{i} + \frac{d^2 y}{dt^2} \boldsymbol{j}$$

式中, $a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d^2 x}{dt^2}$, $a_y = \frac{dv_y}{dt} = \frac{d^2 y}{dt^2}$ 。 a_x 、 a_y 分别称为 \boldsymbol{a} 在 x 、 y 轴上的分量。 \boldsymbol{a} 的大小为

$$|\boldsymbol{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{\left(\frac{dv_x}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dv_y}{dt}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{d^2 x}{dt^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2 y}{dt^2}\right)^2}$$

\boldsymbol{a} 与 x 轴正向夹角满足

$$\tan \theta = \frac{a_y}{a_x}$$

\boldsymbol{a} 的国际标准单位为 m/s^2 (米/秒²)。

1.1.5 运动的二类问题

质点运动学的问题一般可以分为两种情况:第一种情况是已知质点的运动方程,求质点的速度及加速度,这种情况使用的数学方法是微分,被称为运动学的第一类问题;第二种情况刚好相反,已知质点加速度和相应的初始条件,求质点的速度及运动方程,这种情况使用的数学方法是积分,被称为运动学的第二类问题。

例 1-1 已知一质点的运动方程为 $\boldsymbol{r} = 2t\boldsymbol{i} + (2 - t^2)\boldsymbol{j}$ (SI), 求:

- (1) $t = 1\text{s}$ 和 $t = 2\text{s}$ 时的位矢;
- (2) $t = 1\text{s}$ 到 $t = 2\text{s}$ 内的位移;
- (3) $t = 1\text{s}$ 到 $t = 2\text{s}$ 内质点的平均速度;
- (4) $t = 1\text{s}$ 和 $t = 2\text{s}$ 时质点的速度;
- (5) $t = 1\text{s}$ 到 $t = 2\text{s}$ 内的平均加速度;
- (6) $t = 1\text{s}$ 和 $t = 2\text{s}$ 时质点的加速度。

解: (1) 将 $t = 1\text{s}$ 和 $t = 2\text{s}$ 分别代入运动方程,得

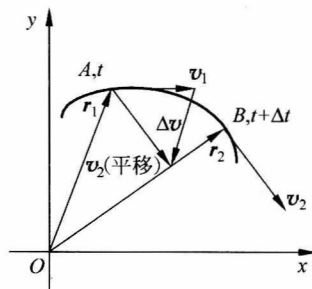


图 1-4 速度的增量