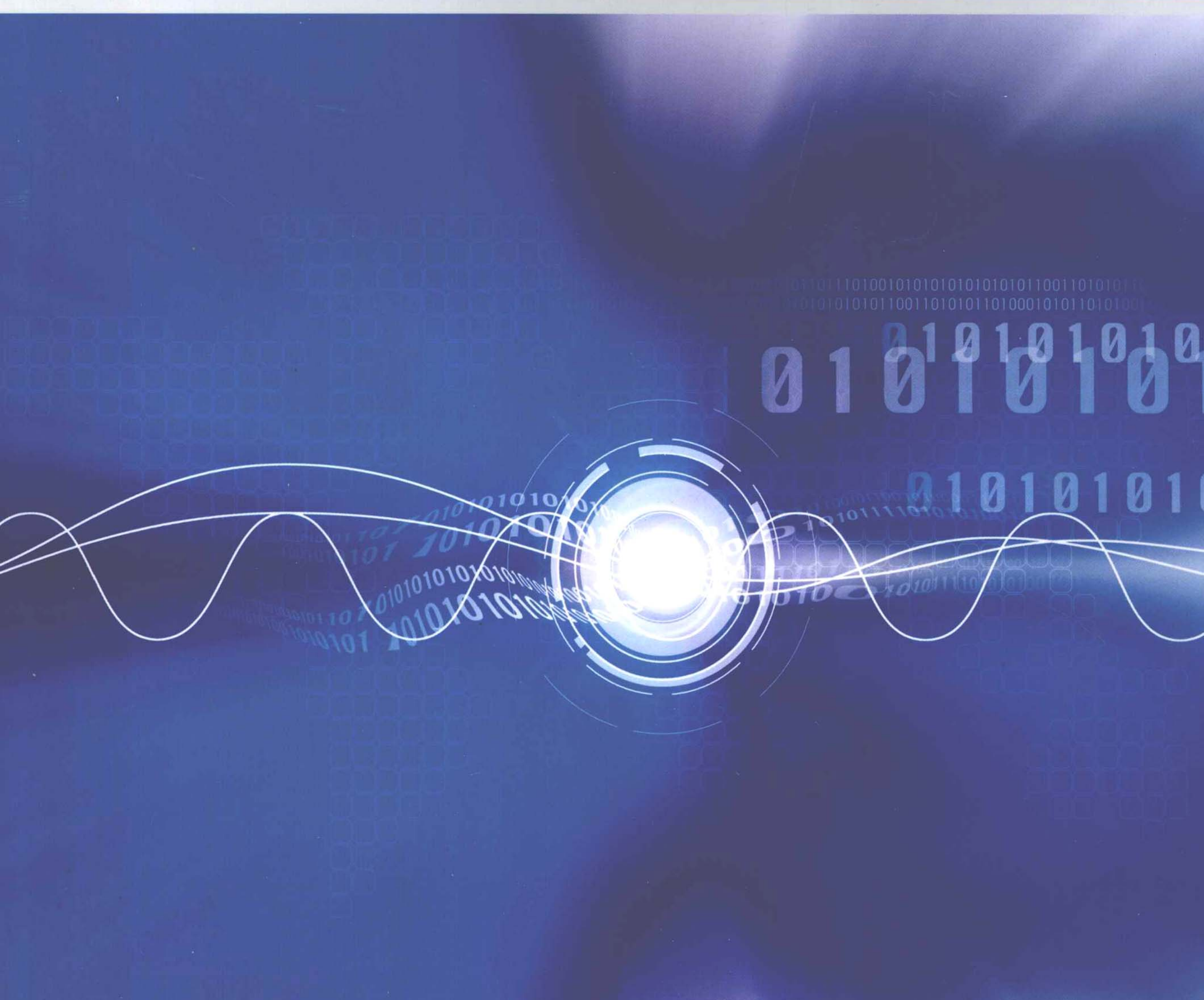
高职高专院校专用教材
GAOZHI GAOZHUAN YUANXIAO ZHUANYONG JIAOCAI

大学物理教程

DAXUE WULI JIAOCHENG

主 编 郑世珍



广西人民出版社

大学物理教程

主　编　郑世珍
副主编　许书娟　孙振保　姜　攀
编　委　黎瑞荣　宋春辉

广西人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

大学物理教程/郑世珍主编. 一南宁：广西人民出版社，2008.8

ISBN 978-7-219-06167-1

Ⅰ. 大… Ⅱ. 郑… Ⅲ. 物理学—高等学校—教材 Ⅳ. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 053355 号

策　　划　王先明

责任编辑　龙　钢

出版发行　广西人民出版社

社　　址　广西南宁市桂春路 6 号

邮　　编　530028

网　　址　http://www.gxpph.cn

印　　刷　广西民族语文印刷厂

开　　本　787mm×1092mm　1/16

印　　张　17.25

字　　数　400 千字

版　　次　2008 年 8 月　第 1 版

印　　次　2008 年 8 月　第 1 次印刷

ISBN 978-7-219-06167-1/H・62

定　　价：29.00 元

前　言

本书是21世纪高职高专规划教材，在编写过程中，注意高等职业教育自身的特点，以市场需求为导向，以能力培养为中心。在内容选取上体现“理论够用、实践为重”的原则。因此，我们加强对基本概念、基本定律的阐述，让学生进行一定的习题练习，以加深知识的掌握，并适当提高了起点，让学生一接触大学物理就能重视矢量和微积分的知识，突出科学素质和能力培养。

本书还增加了高新技术的发展和现代物理的前沿知识，让学生对大学物理有较为全面的认识，可激发学生学习物理的兴趣。

为了便于学生更好地掌握本书的内容，本书还附带了典型的例题，目的是让学生在有限的学时内掌握物理学的基本知识。

各章在重点介绍基础理论知识的同时，还注重对学生实践创新能力的培养。每章后都附带思考题和习题，通过对思考题和习题的解答，可对学生的操作能力和创新能力有一定的培养。

本书编写安排如下：石流沙负责编写第九章；郑世珍、黎瑞荣负责编写第一章、第二章、第八章、第十章和第十二章；许书娟、宋春辉负责编写第四章、第五章、第六章、第十一章和第十三章；孙振保负责编写第三章；姜攀负责编写第七章。

本书的编写过程中我们得到了学院领导、部分老师和学生的大力支持和帮助，在此一并致谢。在编写过程中，我们广泛参考了国内新近出版的大学物理教材，在此不一一列出，一并谢忱。

由于编写时间有限，书中疏漏、不足之处，敬请广大读者不吝批评指正，以便不断修订完善。

编　者

2008年1月15日

内容简介

本书是根据《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》来编写的。

全书共分为十三章，包括：第一章质点运动学、第二章质点动力学、第三章刚体的定轴转动、第四章机械振动和机械波、第五章气体动理论、第六章热力学基础、第七章静电场、第八章稳恒磁场、第九章电磁感应、第十章电磁振荡和电磁波、第十一章波动光学、第十二章狭义相对论、第十三章量子物理基础。本书附有思考题、习题和部分习题参考答案。

本书可作为高等职业院校工科类专业大学物理课程的基本教材，也可供非工科类专业有关专业选用，并可作为广大青年读者学习大学物理的自学用书。

目　录

第一章　质点运动学

质点运动学主要研究质点的运动状态及状态变化的描述方法，不涉及状态变化的原因。本章主要要求掌握位置矢量、位移、速度和加速度等表征质点运动状态和运动状态变化的物理量，并掌握质点运动的几种典型形式。

§1—1　参考系　质点

1—1—1　**参考系**

描述任何物体的空间位置，都必须以另一个物体作为参考 。如坐在车上的人参照于地面来说是运动的，而参照于车本身来说是静止的。以不同的物体作参考，对同一物体的机械运动可做出不同的描述，这便是机械运动的相对性。因此，要研究物体的运动性必须先确定参考系。如上例是选用不同的参考系得到不同的运动状态。

常用的坐标系为直角坐标系，它由三条相互正交的坐标轴 X、Y、Z 组成。在力学中参考系是可以任意选取的，选取不同的参考系对于研究物体的运动可以起到事半功倍的作用，因此，要根据具体情况而定。

1—1—2　**质点**

任何物体都是有形状和大小的，但如果物体的形状和大小不影响物体的研究，则可以把该物体抽象成为一个只有质量而无大小形状的理想模型。这种只有质量而无体积的理想模型称为质点。常用的理想模型如刚体、理想气体等。

一般情况下，研究质点是因为很多的情况下我们只需考虑它的运动情况而非体积大小，这是研究物理问题的一种理想方法。

§1—2　位置矢量　运动方程

1—2—1　**位置矢量**

为了描述物体运动的状况，必须先确定参考系和坐标轴，如图 1—1 所示，质点 P 在直角坐标系上的位置可用坐标 x、y、z 表示。从坐标 O 到 P 点的有向线段 $\vec{r}=\overrightarrow{OP}$表示，称为位置矢量（简称位矢）。

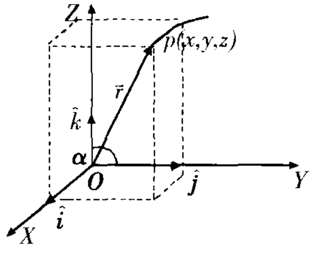


图 1—1　位置矢量

一个质点的位置为什么一般要用矢量表示，而不用标量表示呢？在生活中，我们常需要查问某一目的地在何处，若回答这个方向在“西北方向，离此 10 公里”处，我们便很容易到达目的地，但若回答离此地 10 公里，我们会分不清楚方向，只能判定此目的地以此处为中心、

以 10 公里长的圆周上任意一点，由此可见，方向和距离是确定目标的两个必不可少的要素，而这两个要素是位置矢量所具有的两个特征。

位置矢量可表示为：

$$\vec{r}=x\hat{i}+y\hat{j}+z\hat{k} \tag{1-1}$$

式中 $\hat{i}$，$\hat{j}$，$\hat{k}$ 分别是沿 X 轴、Y 轴、Z 轴的单位矢量。位置矢量的大小为：

$$|\vec{r}|=\sqrt{x^2+y^2+z^2} \tag{1-2}$$

方向余弦为：

$$\cos\alpha=\frac{x}{r}，\cos\beta=\frac{y}{r}，\cos\gamma=\frac{z}{r} \tag{1-3}$$

在国际单位制（SI）中，位置矢量的单位为米，符号：m。

1—2—2 **运动方程和轨迹方程**

质点的机械运动是质点的空间位置随时间变化的过程。即质点的坐标 x，y，z 和位矢 $\vec{r}$ 都是时间 t 的函数。表示运动过程的函数称为运动方程。即：

$$\vec{r}=\vec{r}\ (t) \tag{1-4}$$

或写成分量式：

$$\vec{x}=\vec{x}\ (t)、\vec{y}=\vec{y}\ (t)、\vec{z}=\vec{z}\ (t) \tag{1-5}$$

从上式消去 t，可得运动质点的轨迹方程，它表示运动质点的轨迹曲线。

[例题 1—1] 已知某质点的运动方程为：$x=4\sin\frac{\pi}{4}t$，$y=4\cos\frac{\pi}{4}t$，$z=0$。

求：(1) 质点的轨迹方程；(2) 质点在 $t=1\text{s}$ 时的运动矢量。

解：(1) 质点的轨迹方程为：

$$x^2+y^2=\left(4\sin\frac{\pi}{4}\right)^2+\left(4\cos\frac{\pi}{4}\right)^2=16$$

这是 XY 平面内以原点为中心半径为 4 米的圆周。

(2) 代入 $t=1\text{s}$ 时的位置矢量为：

$$\vec{r}=4\sin\frac{\pi}{4}\hat{i}+4\cos\frac{\pi}{4}\hat{j}=2\sqrt{2}\hat{i}+2\sqrt{2}\hat{j}$$

其大小和与 X 轴之间的夹角分别为：

$$r=\sqrt{(2\sqrt{2})^2+(2\sqrt{2})^2}=4\text{m}$$

$$\theta=\arctan\frac{2\sqrt{2}}{2\sqrt{2}}=\arctan 1=45^\circ$$

§1—3 位移 路程

1—3—1 **位移**

如图 1—2 质点沿曲线 $\overset{\frown}{AB}$ 做曲线运动，在 t 时刻位于 A 点，位矢为 $\vec{r}_A$，经过 Δt 时间位于 B 点，位矢为 $\vec{r}_B$，在 Δt 的时间内的位置变化矢量可表示为：

$$\Delta\vec{r}=\vec{r}_B-\vec{r}_A \tag{1-6}$$

上式称为位移，单位为米，位移既能反映质点移动的距离，又能表示质点移动的方向。

式（1—6）表示的是 A 点到 B 点位置矢量的变化，即末位置到初位置之间的变化。

［例题 1—2］已知一质点做直线运动，它在 t 时刻的坐标为 $x=10t^2+6$，式中 x 以 m 计，t 以 s 计，求 $t=3.00\sim3.10$ 内质点的位移为多少？

解：$\Delta x=10\times3.10^2+6-(10\times3.00^2+6)=6.10$（m）

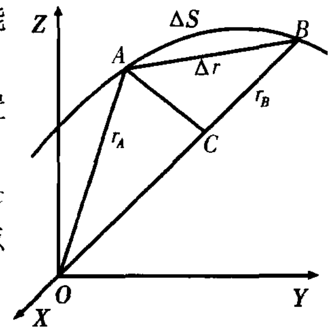


图 1—2

［例题 1—3］一质点在 XY 平面上运动，运动方程为：$x=2t$，$y=19-2t^2$。x、y 的单位为 m，t 的单位为 s。求：$t=1$s 和 $t=2$s 时质点的位置矢量和这一秒内质点的位移矢量。

解：$t=1$s 位置矢量为：$\vec{r}_1=2\hat{i}+17\hat{i}$（m）；

$t=2$s 时，位置矢量为：$\vec{r}_2=4\hat{i}+11\hat{j}$（m）

这一秒内质点的位移矢量为：$\Delta\vec{r}_2=2\hat{i}-6\hat{j}$（m）。

1—3—2 **路程**

如图 1—2 所示，质点沿曲线$\overset{\frown}{AB}$做曲线运动，在 t 时刻位于 A 点，经过 Δt 时间位于 B 点，曲线之间的路程表示为沿 A 到 B 之间的绕行周长，它表示的只是距离而与方向无关。例如，质点沿圆周绕行一周回到起点，位移为 0，而路程则等于圆周长。

［例题 1—4］一质点沿 x 轴运动的规律为 $x=t^2-4t+5$，则前 3 秒内的位移和路程分别为多少？

解：前 3s 的位移为：$\Delta\vec{r}=\vec{r}_3-\vec{r}_0=3^2-4\times3+5-5=-3$（m）

前 3s 的路程则为：$r=|r_3-r_0|=3$（m）

可以看出位移不仅与大小有关，还与方向有关；而路程表示的是距离而与方向无关。

§1—4 速度 加速度

1—4—1 **速度**

研究质点的运动，不仅要知道质点在各个时刻的位置，而且要知道质点运动的快慢和方向。设在时刻 t 到 $t+\Delta t$ 这段时间内，质点从 A 点运动到 B 点（图 1—2）。质点运动的快慢和方向可用质点的位移 $\Delta\vec{r}$ 和相应时间 Δt 的比表示，即：

$$\vec{v}=\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} \tag{1—7}$$

这称为质点在时间间隔 Δt 内的平均速度。

平均速度只能粗略地描写质点的运动。然而，时间间隔 Δt 越短，运动的变化越小，平均速度越接近于质点在时刻 t（或位置 A）的运动状态。如果使 Δt 趋近于零，那么平均速度的极限就能精确地描写质点在时刻 t（或位置 A）运动的快慢和方向。因此，我们把 Δt 趋近于零时的平均速度的极限定义为质点在时刻t（或位置 A）的瞬时速度，简称速度，即

$$\vec{v}=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}=\frac{d\vec{r}}{dt} \tag{1—8}$$

速度的大小 $|\vec{v}|$ 称为速率 v，当 $\Delta t\to 0$ 时，位移的大小 $|d\vec{r}|$ 与这段时间内所经过的路程 ds 相同，则

$$v=\left|\frac{d\vec{r}}{dt}\right|=\frac{ds}{dt} \tag{1—9}$$

速度的方向由位移的极限方向决定，当 $\Delta t\to 0$ 时，位移趋于轨道的切线方向，因此速度的方向沿质点运动轨道的切线方向，并指向前进的方向。平均速度和瞬时速度的单位为米/秒（m/s）。

［例题 1—5］已知质点的运动方程为 $\vec{r}=2t\hat{i}+(2-t^2)\hat{j}$，求出（1）1s 末和 2s 末的速度；（2）求出 1～2s 内的平均速度。

解：（1）$\vec{v}=\frac{d\vec{r}}{dt}=2\hat{i}-2t\hat{j}$

则 $\vec{v}_1=2\hat{j}-2\hat{j}$、$\vec{v}_2=2\hat{i}-4\hat{j}$

（2）$\vec{v}=\frac{\Delta\vec{r}}{t}=\frac{2(2-1)\hat{i}+[(2-2^2)-(2-1)]\hat{j}}{1}=2\hat{i}-3\hat{j}$（m/s）

［例题 1—6］一雪橇沿直线行驶，其速率随时间变化的规律为：$v=v_0e^{-kt}$，式中的 v_0 和 k 是常数，求：（1）雪橇的运动方程；（2）雪橇所能滑行的距离。

解：（1）取此直线为 X 轴，开始计时雪橇所在位置为原点，即初始条件为：$t=0$ 时，$s=0$，根据 $v=\frac{dx}{dt}=v_0e^{-kt}$　　得：$\int_0^x dx=\int_0^t v_0e^{-kt}dt$

则雪橇的运动方程为　　$x=-\frac{v_0}{k}(e^{-kt}-1)$

（2）令 $t\to\infty$ 时，则 $e^{-kt}\to 0$，雪橇所能滑行的最大距离为：$x=\frac{v_0}{k}$。

1—4—2　**加速度**

一般情况下，速度的大小和方向都随时间变化，要研究加速度变化应先引入平均加速度。在 $t\to t+\Delta t$ 时间内，如果速度变化为 Δv，则 Δt 内的速度变化率为 $\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$ 称为质点在该 Δt 时间间隔内的平均加速度，当 $\Delta t\to 0$ 的极限，$\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta\vec{v}}{t}$ 称为质点在时刻 t 的瞬时加速度，简称加速度，用 $\vec{a}$ 表示，加速度是时间的一阶导数即

$$\vec{a}=\frac{d\vec{v}}{dt} \tag{1—9}$$

也是位移对时间的二阶导数

$$\vec{a}=\frac{d\vec{v}}{dt}=\frac{d^2\vec{r}}{dt^2} \tag{1—10}$$

加速度的方向与速度方向一致。

［例题 1—7］已知质点的运动方程为 $\vec{r}=5\cos 6t\hat{i}+3\sin 6t\hat{j}$，求 $t=0.2$s 时刻质点的速度和加速度。

解：$\vec{v}=\frac{d\vec{r}}{dt}=d\frac{(5\cos6t\hat{i}+3\sin6t\hat{j})}{dt}=\frac{d\ (5\cos6t\hat{i})}{dt}+\frac{d\ (3\sin6t\hat{j})}{dt}$

$=-30\sin6t\hat{i}+18\cos6t\hat{j}$

当 $t=0.2\text{s}$ 时，$\vec{v}=-30\sin1.2\hat{i}+18\cos1.2\hat{j}=-27.96\hat{i}+6.52\hat{j}$ (m/s)

则速度的大小为：$\sqrt{v_x^2+v_y^2}=28.7$ (m/s)

速度方向与 X 轴的夹角为：$\alpha=\arctan\frac{v_y}{v_x}=-0.233\text{rad}=-13.36^0$

加速度方程为：$\vec{a}=\frac{d\vec{v}}{dt}=d\frac{-30\sin6t\hat{i}+18\cos6t\hat{i}}{dt}=-180\cos6t\hat{i}-108\sin6t\hat{j}$

当 $t=0.25\text{s}$ 时加速度为：$\vec{a}=-180\cos\ (6\times0.2)\ \hat{i}\ -108\sin\ (6\times0.2)\ \hat{j}=-65.2\hat{i}-101\hat{j}$ (m/s^2)

加速度 $\vec{a}$ 在 XOY 平面上，加速度大小为 $a=\sqrt{a_x^2+a_y^2}=10$ (m/s^2)

加速度方向与 x 轴夹角 $\beta=\arctan\frac{a_y}{a_x}=237°$

1—4—3　**质心**

当把物体看成由许多质点组成的体系时，发现在体系内存在一个特殊的点，这个点的运动能代表体系的整体运动，是体系的质量分布中心，称之为质心。

既然质心是质量分布的中心，其位矢 $\vec{r}_c$ 就应该是体系内所有质点位矢的加权平均，所加的权就是各质点的质量 m_i，即

$$\vec{r}_c=\frac{m_1\vec{r}_1+m_2\vec{r}_2+\cdots\cdots+m_n\vec{r}_n}{m_1+m_2+\cdots\cdots+m_n}=\frac{\sum\limits_i m_i\vec{r}_i}{\sum\limits_i m_i}=\frac{1}{M}\sum_i m_i\vec{r}_i \tag{1—11}$$

其中 $M=\sum\limits_i m_i$ 为物体的质量。这样体系的质心速度和加速度分别为

$$\vec{v}_c=\frac{d\vec{r}_c}{dt},\ \vec{a}_c=\frac{d\vec{v}_c}{dt} \tag{1—12}$$

对质量连续分布的物体，其质心位矢可由式（1—11）推广而得

$$\vec{r}_c=\frac{\int\vec{r}dm}{\int dm}=\frac{\int\rho\vec{r}dV}{\int\rho dV} \tag{1—13}$$

式中是 ρ 密度，dV 是体积元。式（1—11）和式（1—13）的分量式分别为

$$x_c=\frac{\sum\limits_i m_ix_i}{\sum\limits_i m_i},y_c=\frac{\sum\limits_i m_iy_i}{\sum\limits_i m_i},z_c=\frac{\sum\limits_i m_iz_i}{\sum\limits_i m_i} \tag{1—14}$$

和 $$x_c=\frac{\int xdm}{\int dm},y_c=\frac{\int ydm}{\int dm},z_c=\frac{\int zdm}{\int dm} \tag{1—15}$$

当刚体作平动时，一般用质心的运动代表整体的运动；当刚体作其他形式的运动时，可把运动分解为质心的运动和刚体相对于质心的运动，这将在第三章作详细的讨论。

［例题 1－8］已知长为 l 的杆质量分布不均匀，其线密度 $\lambda=cx$，x 为离杆一端的距离，c 为常量，求杆的质心。

解：取杆沿 x 轴，杆具有线分布质量，

$$y_c=z_c=0$$

故

$$x_c=\frac{\int_0^l xdm}{\int_0^l dm}=\frac{\int_0^l x\lambda dx}{\int_0^l \lambda dx}=\frac{\int_0^l cx^2dx}{\int_0^l cxdx}=\frac{\frac{1}{3}cl^3}{\frac{1}{2}cl^2}=\frac{2}{3}l$$

§1－5　直线运动

质点的运动轨迹是直线的运动称为直线运动。直线运动包括匀速直线运动和匀加速直线运动。下面分别介绍这两种运动。

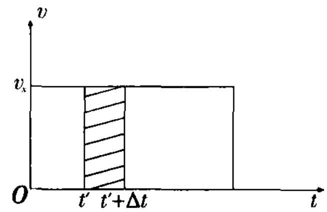


图 1－3　匀速直线运动

1－5－1　匀速直线运动

质点的速度是恒定的直线运动称为匀速直线运动。即速度的方向和大小都不改变，它的加速度为 0。假设直线运动的轨迹与 X 轴重合，则

$$\left.\begin{aligned}v&=v_x\\v_y&=0\\v_z&=0\end{aligned}\right\}$$

因为 $\hat{i}$ 指向 X 轴的正方向，所以当速度 $\vec{v}$ 的指向沿该方向时，v_x 为正值，反之，v_x 为负值。

如图 1－3 所示，在 t' 到 $t'+\Delta t$ 的时间段内，质点的位移应该等于 t' 到 $t'+\Delta t$ 曲线下的面积，阴影部分数学表达式为

$$dx=v_xdt \tag{1－16}$$

假设当 $t=0$ 时，$x=x_0$；当 $t=t$ 时，$x=x$ 时，则式（1－16）用积分法求解得

$$x-x_0=\int_{x_0}^{x}dx=\int_0^t v_xdt=v_xt\Big|_0^t=v_xt \tag{1－17}$$

1－5－2　匀加速直线运动

匀加速直线运动是加速度恒定的直线运动。假设取质点运动的轨迹为 X 轴，则质点的位移 $\vec{r}$，速度 $\vec{v}$ 及加速度 $\vec{a}$ 分别为

$$\left.\begin{aligned}\hat{r}&=r\hat{i}\\\vec{v}&=\frac{dx}{dt}\hat{i}\\\vec{a}&=\frac{d\vec{v}}{dt}\hat{i}=\frac{d^2\vec{x}}{dt^2}\hat{i}\end{aligned}\right\} \tag{1－18}$$

这 3 个矢量的量值分别为

$$\left.\begin{aligned} r&=x \\ v&=\frac{dx}{dt} \\ a&=\frac{dv}{dt}=\frac{d^2x}{dt^2} \end{aligned}\right\} \qquad (1-19)$$

根据式（1－18）可知当 $x>0$ 时，说明质点位于坐标原点 O 右端；$x<0$ 时，质点位于坐标原点 O 的左端。当 $\frac{dx}{dt}>0$ 时，表明 $\vec{v}$ 与 $\hat{i}$ 同向。$\frac{dx}{dt}<0$ 时，表明 $\hat{v}$ 与 $\hat{i}$ 反向；当 $\frac{dv}{dt}>0$ 时，表明 $\vec{a}$ 与 $\hat{i}$ 同向，当 $\frac{dv}{dt}<0$ 时，表明 $\vec{a}$ 与 $\hat{i}$ 反向。

自由落体就是匀加速直线运动的典型例子。不过它的运动轨迹是以 Y 轴为质点运动的曲线。

［例题 1－9］一直线沿直线运动，速度按时间变化的规律为：$v=5t^2+3t^3$，长度的单位为 m，时间的单位为 s，求物体在 2s 时的加速度。

解：以物体沿着运动的直线为 x 轴，则加速度方程为：

$$a=\frac{dv}{dt}=d\,\frac{5t^2+3t^3}{dt}=10t+9t^2$$

物体在 2s 时的加速度为：

$$a=10t+9t^2=10\times2+9\times2^2=56\ (\mathrm{m/s^2})$$

［例题 1－10］求水平地面上方高 h_2 处有一灯，高 h_1 的人从灯下沿一直线向外走去。当人具有速度 v_1、加速度 a_1 时，求人的头顶的影子前进的速度和加速度。

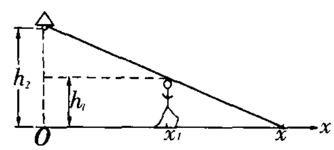


图 1－4

解：取等正下方地面上一点 O 为原点，沿人运动方向所在直线为 X 轴，任意时刻人的位置为坐标 x_1，同一时刻人头顶的影子的位置为坐标 x，如图 1－4，则 $\frac{x}{h_2}=\frac{x-x_1}{h_1}$，人头顶的影子运动方程为：即 $x(t)$ 与人的运动方程 $x_1(t)$ 的关系：$x(t)=\frac{h_2}{h_2-h_1}x_1(t)$

头顶影子的速度为：$v=\frac{dx}{dt}=\frac{h_2}{h_2-h_1}\cdot\frac{dx_1}{dt}=\frac{h_2}{h_2-h_1}v_1$；

头顶影子的加速度为：$a=\frac{dv}{dt}=\frac{h_2}{h_2-h_1}\cdot\frac{dv_1}{dt}=\frac{h_2}{h_2-h_1}a_1$。

§ 1－6　抛体运动

以上所研究的运动都是在一维空间中发生的，物理量如位矢、速度、加速度都只有一个分量，现在我们要研究的是在二维空间中发生的运动——抛体运动。二维空间即讨论在直角坐标系中。抛体运动即是在水平方向以一定初速度抛出后，物体只在重力下的运动。抛体运动包括斜抛、平抛（$\theta_0=0$）、上抛（$\theta_0=90°$）和下抛（$\theta_0=-90°$）几种情况。下面分别介绍这几种情况。

1—6—1　**斜抛运动**

在地球表面附近，在忽略空气阻力的情况下投出的铅球、射出的枪弹、炮弹以及飞机的炸弹都做抛体运动，斜抛运动包括斜上抛运动和斜下抛运动，现在研究斜上抛运动，研究抛体运动一般采用直角坐标系研究。选择直角坐标系 OXY，X 轴水平向右，Y 轴竖直向上，假设坐标原点为抛射点，物体自 O 点以初速度 v_0 被抛出，速度 v_0 与 X 轴之间的抛射角为 θ_0，如图 1—5 所示，当 $t=0$ 时，物体的初位置和初速度分别为：

$$\begin{cases} x_o=0, \quad y_o=0 \\ v_{ox}=v_o\cos\theta_o \\ v_{oy}=v_o\, sin\theta_o \end{cases} \qquad (1-20)$$

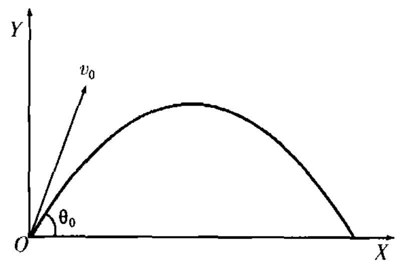


图 1—5　斜抛运动

在不考虑空气阻力和风等因素的影响，那么物体在水平方向不受到任何力的作用，做匀速直线运动，在竖直方向受到重力的作用，$a_y=-g$，故做匀变速直线运动，从物体抛出后开始计时，则物体在任意时刻 t 的速度分量分别为：

$$\begin{cases} v_x=v_{0x}\cos\theta_0 \\ v_y=v_{0x}\sin\theta_0-gt \end{cases} \qquad (1-21)$$

坐标为：
$$x=v_0\cos\theta_0 t, \quad y=v_0\sin\theta_0 t-\frac{1}{2}gt^2 \qquad (1-22)$$

1—6—2　**平抛运动**

平抛运动是斜抛运动的一种特殊情况。因此，我们完全可以应用斜抛运动中的角度结果来处理平抛问题。只需令仰角 $\theta_0=0$ 即可解决。则初始条件为：

$$v_{0x}=v_0, \quad v_{0y}=0, \quad x_0=0, \quad y_0=0。$$

于是在任一时刻有：$v_x=v_0$，$v_y=-gt$

任意时刻的坐标为：$x=v_0 t$，$y=-\frac{1}{2}gt^2$

1—6—3　**竖直上抛运动**

竖直上抛运动是当 $\theta_0=90°$ 的情况。设将物体以初速度 v_0 竖直上抛，那么初始条件为：

$$v_{0x}=0, \quad v_{0y}=v_0, \quad x_0=0, \quad y_0=0$$

于是在任一时刻有：$v_x=0$，$v_y=v_0-gt$

任意时刻的坐标为：$x=0$，$y=v_0 t-\frac{1}{2}gt^2$

1—6—4　**竖直下抛运动**

竖直下抛运动是当 $\theta_0=-90°$ 的情况。设将物体以初速度 v_0 竖直下抛，那么初始条件为：

$$v_{0x}=0, \quad v_{0y}=-v_0, \quad x_0=0, \quad y_0=0$$

于是在任一时刻有：$v_x=0$，$v_y=-v_0+gt$

在任意时刻坐标为：$x=0$，$y=-v_0 t+\frac{1}{2}gt^2$

［例题 1—11］在一倾角为 θ 的斜面的底端 O 处，以初速 v_0 抛出一物体。设 v_0 的方向