◇ 大学基础课学习辅导丛书

大学物理学习辅导

主　编

刘宏清　马　莉　徐斌富　张少平

科学技术文献出版社

Scientific and Technical Documents Publishing House

北　京

图书在版编目(CIP)数据

大学物理学习辅导/刘宏清等主编.-北京:科学技术文献出版社,2002.10

(大学基础课学习辅导丛书)

ISBN 7-5023-4053-X

Ⅰ.大… Ⅱ.刘… Ⅲ.物理学-高等学校-教学参考资料 Ⅳ.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 029096 号

出　　版　　者:科学技术文献出版社
地　　　　　址:北京市复兴路 15 号(中央电视台西侧)/100038
图书编务部电话:(010)68514027,(010)68537104(传真)
图书发行部电话:(010)68514035(传真),(010)68514009
邮 购 部 电 话:(010)68515381,(010)68515544-2172
网　　　　　址:http://www.stdph.com
E-mail:stdph@istic.ac.cn;stdph@public.sti.ac.cn
策　划　编　辑:科　文
责　任　编　辑:李卫东
责　任　校　对:唐　炜
责　任　出　版:刘金来
发　　行　　者:科学技术文献出版社发行　全国各地新华书店经销
印　　刷　　者:北京国马印刷厂
版 (印) 次:2002 年 10 月第 1 版第 1 次印刷
开　　　　　本:850×1168　32 开
字　　　　　数:515 千
印　　　　　张:15.75
印　　　　　数:1~8000 册
定　　　　　价:18.00 元

(京)新登字 130 号

内 容 简 介

本书是高等院校理工科本科教材《大学物理学》和《普通物理学》的辅导教材，是理工科各专业学生不可或缺的学习资料。

根据物理学特有的规律，按教学大纲的要求，在每章勾划出本章的"知识网络图"，强调"基本概念、规律及重点、难点分析"，给出"解题指导"，精心设计了"自测题"并给出详细解答。在解题指导和自测题中还收集了国内外一些大学和研究所的考研试题，同学们可检查自己的学习效果，为考研打下坚实基础。

编写说明

本书为理工科本科学生学习《大学物理学》的辅导教材，内容包括知识网络图，基本概念，规律及重点、难点分析，解题指导，自测题等，有些例题收集了一些考研试题。

本书适用于理、工本、专科学生学习《大学物理学》与《普通物理学》之用。

本书由武汉大学物理科学与技术学院长期从事基础物理教学的中、老年教师编写而成。由于水平与时间的关系，书中有错之处敬请读者批评指正！

本书各章编者分工为：

刘宏清：第 1、2、3、4、5、10 章

马　莉：第 6、7、17、18、19 章

徐斌富：第 8、9、16、20、21、22 章

张少平：第 11、12、13、14、15 章

编者

武昌珞珈山

2002.6

目　　录

第一章 质点运动学

一、知识网络图

质点运动学

- 基本名词：质点，运动学，时间，时刻，参考系，坐标系
- 位置矢量：运动方程、轨迹方程
- 位移矢量
- 速度矢量：平均速度、瞬时速度
- 加速度矢量：平均加速度，瞬时加速度
- 运动的相对性：绝对速度、相对速度、牵连速度
- 矢量运算的基本知识

二、基本概念、规律及重点、难点分析

1. 质点

略去物体的形状和大小，把物体看成是一个具有一定质量的几何点. 理想化的模型.

2. 坐标系

在数值上，为描述物体运动所选取的参照系. 有直角坐标系、平面极坐标系、自然坐标系等.

3. 位置矢量($\vec{r}$)

如图 1-1 所示，质点在空间作曲线运动时，某一时刻在 P 点，则$\overrightarrow{OP}$ 或 $\vec{r}_1$ 称为位置矢量，为 O 点指向P 点的有向线段.

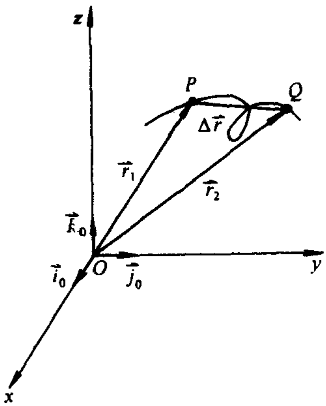


图 1-1

$$\vec{r} = x\vec{i}_0 + y\vec{j}_0 + z\vec{k}_0 \tag{1-1}$$

4. 位移矢量($\Delta\vec{r}$)

如图 1-1 所示,质点在 t_1 时刻位置在 P 点,在 t_2 时刻在 Q 点,则$\overrightarrow{PQ}$为位移矢量($\Delta\vec{r}$),由起点指向终点的有向线段.即:

$$\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 = (x_2 - x_1)\vec{i}_0 + (y_2 - y_1)\vec{j}_0 + (z_2 - z_1)\vec{k}_0 \tag{1-2}$$

5. 速度矢量($\vec{v}$)

平均速度矢量:位移矢量和引起此位移所需时间的比值.

即:
$$\overline{\vec{v}} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} \qquad (\Delta t = t_2 - t_1) \tag{1-3}$$

瞬时速度矢量:平均速度的极限值.

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \frac{\mathrm{d}\vec{r}}{\mathrm{d}t} \tag{1-4}$$

由图 1-2 可知,当 $\Delta t \to 0$,则 $Q \to P$,$\mathrm{d}\vec{r}$ 的方向就是 P 点的切线方向,因此某点速度的方向就是该点的切线方向.

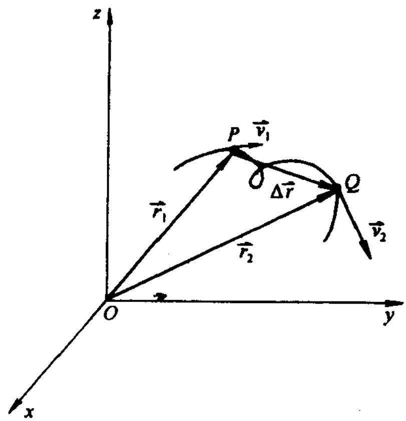
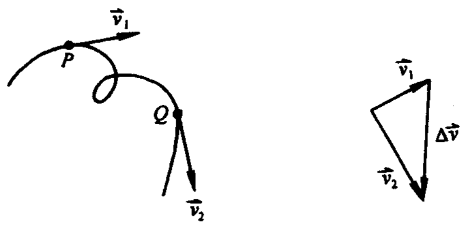


图 1-2

6. 加速度矢量($\vec{a}$)

平均加速度矢量：$\overline{\vec{a}} = \dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \dfrac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}$

($\Delta\vec{v}$ 与 $\vec{v}_2$、$\vec{v}_1$ 关系如图 1-3 所示)



(a)　　(b)

图 1-3

加速度矢量：平均加速度矢量的极限值.

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt} \tag{1-5}$$

7. 相对运动

$$\vec{r}_{绝对} = \vec{r}_{相对} + \vec{r}_{牵连} \tag{1-6}$$

$$\Delta\vec{r}_{绝对} = \Delta\vec{r}_{相对} + \Delta\vec{r}_{牵连} \tag{1-7}$$

$$\vec{v}_{绝对} = \vec{v}_{相对} + \vec{v}_{牵连} \tag{1-8}$$

$$\vec{a}_{绝对} = \vec{a}_{相对} + \vec{a}_{牵连} \tag{1-9}$$

8. 运动学角量与线量对照表

直线运动	圆周运动
坐标 x	角坐标 θ
位移 Δx	角位移 $\Delta\theta$
速度 $v = \dfrac{dx}{dt}$	角速度 $\omega = \dfrac{d\theta}{dt}$
加速度 $a = \dfrac{dv}{dt} = \dfrac{d^2x}{dt^2}$	角加速度 $\beta = \dfrac{d\omega}{dt} = \dfrac{d^2\theta}{dt^2}$
匀速直线运动 $x = x_0 + vt$	匀速率圆周运动 $\theta = \theta_0 + \omega t$
匀变速直线运动 $v = v_0 + at$ $x - x_0 = v_0 t + \dfrac{1}{2}at^2$ $v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$	匀变速圆运动 $\omega = \omega_0 + \beta t$ $\theta - \theta_0 = \omega_0 t + \dfrac{1}{2}\beta t^2$ $\omega^2 = \omega_0^2 + 2\beta(\theta - \theta_0)$

9. 抛体运动

速度分量：

$$\begin{cases} v_x = v_0\cos\theta \\ v_y = v_0\sin\theta - gt \end{cases}$$

运动方程：

$$\begin{cases} x = (v_0\cos\theta)t \\ y = (v_0\sin\theta)t - \dfrac{1}{2}gt^2 \end{cases}$$

轨道方程：

$$y = x\operatorname{tg}\theta - \frac{1}{2}\frac{g}{v_0^2\cos^2\theta}x^2 \text{（抛物线）} \tag{1-10}$$

10. 速度矢量、加速度矢量在不同坐标系中的分量

	速度矢量 $\vec{v}$	加速度矢量 $\vec{a}$
直角坐标系	$\vec{r}=x\vec{i}+y\vec{j}+z\vec{k}$ $\vec{v}=\frac{\mathrm{d}\vec{r}}{\mathrm{d}t}=\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}\vec{i}+\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t}\vec{j}+\frac{\mathrm{d}z}{\mathrm{d}t}\vec{k}$ $=v_x\vec{i}+v_y\vec{j}+v_z\vec{k}$ $v=\sqrt{v_x^2+v_y^2+v_z^2}$	$\vec{r}=x\vec{i}+y\vec{j}+z\vec{k}$ $\vec{a}=\frac{\mathrm{d}^2r}{\mathrm{d}t^2}=\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2}\vec{i}+\frac{\mathrm{d}^2y}{\mathrm{d}t^2}\vec{j}+\frac{\mathrm{d}^2z}{\mathrm{d}t^2}\vec{k}$ $=a_x\vec{i}+a_y\vec{j}+a_z\vec{k}$ $a=\sqrt{a_x^2+a_y^2+a_z^2}$
平面极坐标系（径向、横向）	$\vec{r}=r(t)\vec{i}_0(t)$ $\vec{v}=\frac{\mathrm{d}\vec{r}}{\mathrm{d}t}=\frac{\mathrm{d}r}{\mathrm{d}t}\vec{i}_0+r\frac{\mathrm{d}\vec{i}_0}{\mathrm{d}t}$ $=\frac{\mathrm{d}r}{\mathrm{d}t}\vec{i}_0+r\frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}\vec{j}_0$ $=v_r\vec{i}_0+v_\theta\vec{j}_0$ $v=\sqrt{v_r^2+v_\theta^2}$	$\vec{r}=r(t)\vec{i}_0(t)$ $\vec{a}=\frac{\mathrm{d}^2r}{\mathrm{d}t^2}$ $=\left[\frac{\mathrm{d}^2r}{\mathrm{d}t^2}-r\left(\frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}\right)^2\right]\vec{i}_0$ $+\frac{1}{r}\left[\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left(r^2\frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}\right)\right]\vec{j}_0$ $=a_r\vec{i}_0+a_\theta\vec{j}_0$ $a=\sqrt{a_r^2+a_\theta^2}$
自然坐标系（切向、法向）	$\vec{v}$ 只有切向分量、无法向分量 $\vec{v}=v\vec{\tau}_0$ $v=\frac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}t}$	$\vec{v}=\frac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}t}\vec{\tau}_0$ $\vec{a}=\frac{\mathrm{d}\vec{v}}{\mathrm{d}t}=\frac{\mathrm{d}^2s}{\mathrm{d}t^2}\vec{\tau}_0+\frac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}t}\frac{\mathrm{d}\vec{\tau}_0}{\mathrm{d}t}$ $=\frac{\mathrm{d}^2s}{\mathrm{d}t^2}\vec{\tau}_0+\left(\frac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}t}\right)^2\frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}s}\vec{n}_0$ $=\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\vec{\tau}_0+\frac{v^2}{\rho}\vec{n}_0$ $=a_\tau\vec{\tau}_0+a_n\vec{n}$ $a=\sqrt{a_\tau^2+a_n^2}$

11. 特别强调

本章四个主要物理量的三性

(1) 相对性

同一物体的运动，由于所选参照系不同，对物体运动的描述就会不同，称

为运动描述的相对性. 一切物质都是在运动的, 这便是运动本身的绝对性. 描述物体运动的运动学物理量(位置矢量、位移、速度、加速度等)都是相对于某一被选定的参照系而言的, 而这一参照系又可相对另一参照系静止或运动. 这样就产生了所谓静止参照系和运动参照系, 便有加速度合成定理:

$$\vec{a}_{绝对} = \vec{a}_{相对} + \vec{a}_{牵连}$$

速度合成定理:

$$\vec{v}_{绝对} = \vec{v}_{相对} + \vec{v}_{牵连}$$

(2) 瞬时性

质点在空间运动, 其描述运动的物理量随时间而变化, 各矢量在运动过程中瞬时变化.

(3) 矢量性

$\vec{r}$、$\Delta\vec{r}$、$\vec{v}$、$\vec{a}$ 均为矢量. 它们具有矢量运算的各种性质: 矢量的加减, 矢量分解, 矢量的叉乘, 矢量的点乘, 矢量的微分与积分等. 我们必须加强这方面的数学知识的复习和熟练运算.

三、解题指导

1. 质点运动学解题主要有两类基本问题

a) 已知质点的运动方程, 求任一时刻的速度、加速度.

解这类问题, 原则上可以应用微分运算求解.

b) 已知质点的运动速度、加速度、初始条件, 求质点的运动方程式, 轨迹方程等.

解这类问题, 原则上可以用积分运算求解.

2. 解题举例

例 1-1　已知质点的参数方程为

$$x = 1 + 2t^2$$
$$y = 2t + t^3$$

式中 t 以秒计, x, y 以米计.

求: $t = 2$ 秒时,

a) 质点的位置?

b) 质点的速度?

c) 质点的加速度?

解:a) 求质量的位置:

$$x\Big|_{t=2} = 1 + 2t^2\Big|_{t=2} = 9(\mathrm{m})$$

$$y\Big|_{t=2} = 2t + t^3\Big|_{t=2} = 12(\mathrm{m})$$

有 $\vec{r} = 9\vec{i} + 12\vec{j}$

$$|\vec{r}| = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{9^2 + 12^2} = 15(\mathrm{m})$$

b) 速度:

$$v_x = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = 2 \cdot 2t\Big|_{t=2} = 8(\mathrm{m/s})$$

$$v_y = \frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t} = (2 + 3t^2)\Big|_{t=2} = 14(\mathrm{m/s})$$

$\therefore\quad \vec{v} = 8\vec{i} + 14\vec{j}$

$$|\vec{v}| = \sqrt{v_x{}^2 + v_y{}^2} = 16.1(\mathrm{m/s})$$

c) 加速度:

$$a_x = \frac{\mathrm{d}v_x}{\mathrm{d}t} = 4(\mathrm{m/s^2})$$

$$a_y = \frac{\mathrm{d}v_y}{\mathrm{d}t} = 6t\Big|_{t=2} = 12(\mathrm{m/s^2})$$

$\vec{a} = 4\vec{i} + 12\vec{j}$

$$|\vec{a}| = \sqrt{a_x{}^2 + a_y{}^2} = 12.6(\mathrm{m/s^2})$$

例 1-2　已知质点作斜抛运动,其初速度为 v_0,夹角为 θ,在重力场中,求运动方程?

解:方法一:叠加原理. 抛体运动可以看成水平方向的匀速直线运动和垂直方向上的上抛运动的叠加.

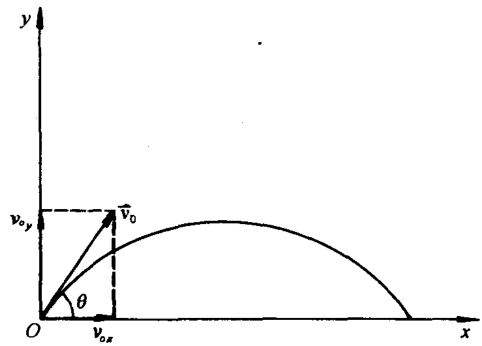
如图(a) 所示

x:　　$x = v_0\cos\theta \cdot t$

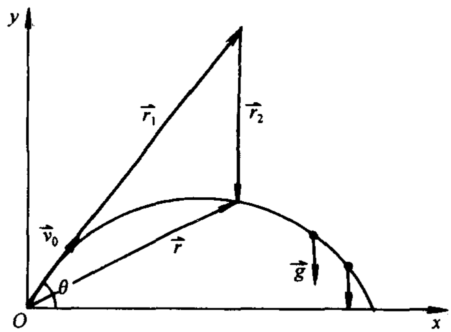
y:　　$y = v_0\sin\theta \cdot t - \dfrac{1}{2}gt^2$

方法二:矢量合成法. 质点在任一位置时的位置矢量 $\vec{r}$ 应有,如图(b) 所示

$\vec{r} = \vec{r}_1 + \vec{r}_2$



(a)



(b)

例 1-2 图

其中:

$$\begin{cases} \vec{r}_1 = \vec{v}_0 t \\ \vec{r}_2 = \dfrac{1}{2}\vec{g}t^2 \end{cases}$$

即:

$$\vec{r} = \vec{v}_0 t + \frac{1}{2}\vec{g}t^2$$

又:$\vec{r}_1 = x\vec{i} + y\vec{j} = (v_0\cos\theta \cdot t)\vec{i} + (v_0\sin\theta \cdot t)\vec{j}$

$$\vec{r}_2 = 0\vec{i} + \left(-\frac{1}{2}gt^2\right)\vec{j}$$

$\therefore \quad \vec{r} = \vec{r}_1 + \vec{r}_2 = (v_0\cos\theta \cdot t)\vec{i} + (v_0\sin\theta \cdot t - \frac{1}{2}gt^2)\vec{j}$

即：$x = v_0\cos\theta \cdot t$

$y = v_0\sin\theta \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$

方法三：积分法.

初始条件：$t = 0$ 时，$\begin{cases} v_{x_0} = v_0\cos\theta \\ v_{y_0} = v_0\sin\theta \end{cases}$ $\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -\mathrm{g} \end{cases}$

x：$\because a_x = 0$

$\therefore a_x = \frac{\mathrm{d}v_x}{\mathrm{d}t} = 0$

$\therefore v_x =$ 常数 $= v_{x_0} = v_0\cos\theta$

即 $\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = v_0\cos\theta$

$\mathrm{d}x = (v_0\cos\theta)\mathrm{d}t$

$\int_0^x \mathrm{d}x = \int_0^t v_0\cos\theta\mathrm{d}t$

$\therefore x = v_0\cos\theta t$

y：$\because a_y = -\mathrm{g}$

$\therefore \frac{\mathrm{d}v_y}{\mathrm{d}t} = -\mathrm{g}$

$\therefore \mathrm{d}v_y = -\mathrm{g}\mathrm{d}t$

有：$\int_{v_{y_0}}^{v_y} \mathrm{d}v_y = \int_0^t -\mathrm{g}\mathrm{d}t$

$\therefore v_y - v_{y_0} = -\mathrm{g}t$

$v_y = v_{y_0} - \mathrm{g}t = v_0\sin\theta - \mathrm{g}t$

即 $\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t} = v_0\sin\theta - \mathrm{g}t$

$\int_0^y \mathrm{d}y = \int_0^t (v_0\sin\theta - \mathrm{g}t)\mathrm{d}t$

$\therefore y = v_0\sin\theta \cdot t - \frac{1}{2}\mathrm{g}t^2$

所以：$\begin{cases} x = v_0\cos\theta \cdot t \\ y = v_0\sin\theta t - \dfrac{1}{2}gt^2 \end{cases}$ 为质点的运动方程.

例 1-3　一质点的运动方程为

$$\begin{cases} x = R\cos\omega t \\ y = R\sin\omega t \\ z = Kt \end{cases}$$

式中 R、ω、K 均是大于零的常数.

求：a) 质点的轨迹方程？

b) 任一时刻，质点的位置矢量、速度、加速度？

解：a) 运动方程消去时间 t 为轨道方程

$x^2 + y^2 = R^2(\cos^2\omega t + \sin^2\omega t) = R^2$

即 $\begin{cases} x^2 + y^2 = R^2 \\ z = Kt \end{cases}$

∴ 轨迹为圆柱螺线.

b) 位置矢量：$\vec{r} = (R\cos\omega t)\vec{i} + (R\sin\omega t)\vec{j} + (Kt)\vec{k}$

$|\vec{r}| = \sqrt{(R\cos\omega t)^2 + (R\sin\omega t)^2 + (Kt)^2}$

$= \sqrt{R^2 + K^2 t}$

速度：

$$\begin{cases} v_x = \dot{x} = -R\omega\sin\omega t \\ v_y = \dot{y} = R\omega\cos\omega t \\ v_z = \dot{z} = K \end{cases}$$

$\therefore \vec{v} = (-R\omega\sin\omega t)\vec{i} + (R\omega\cos\omega t)\vec{j} + K\vec{k}$

$|\vec{v}| = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2} = \sqrt{R^2\omega^2 + K^2}$

加速度：$a_x = \ddot{x} = -R\omega^2\cos\omega t$

$a_y = \ddot{y} = -R\omega^2\sin\omega t$

$a_z = \ddot{z} = 0$

$\therefore \vec{a} = (-R\omega^2\cos\omega t)\vec{i} + (-R\omega^2\sin\omega t)\vec{j} + 0\vec{k}$

$|\vec{a}| = \sqrt{a_x{}^2 + a_y{}^2 + a_z{}^2} = R\omega^2$

例 1-4　质点作匀速率圆运动时，证明：$v = R\omega$.（式中 R 为圆半径，ω 为

角速度）

方法一：用直角坐标

证明：质点在 P 点时(x,y)坐标中有：

$$\begin{cases} x = R\cos\omega t \\ y = R\sin\omega t \end{cases}$$

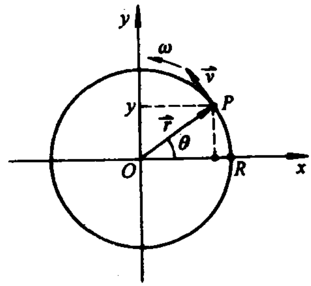
即 $\vec{r} = (R\cos\omega t)\vec{i} + (R\sin\omega t)\vec{j}$

$$v_x = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = -\omega R\sin\omega t$$

$$v_y = \frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t} = \omega R\cos\omega t$$

即 $\vec{v} = (-\omega R\sin\omega t)\vec{i} + (\omega R\cos\omega t)\vec{j}$

$|\vec{v}| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \omega R$　　证毕



例 1-4 图

方法二：用极坐标

证明：极坐标中有：

$\vec{r} = R\vec{i}_0(t)$

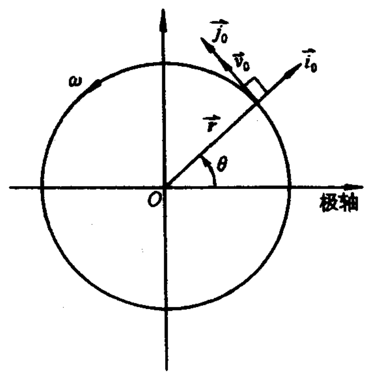
$$\vec{v} = \frac{\mathrm{d}\vec{r}}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}r}{\mathrm{d}t}\vec{i}_0 + \left(r\frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}\right)\vec{j}_0$$

当 $r = R, \frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t} = \omega$ 时，

上式有：

$$\vec{v} = \frac{\mathrm{d}R}{\mathrm{d}t}\vec{i}_0 + R\omega\vec{j}_0 = 0\vec{i}_0 + R\omega\vec{j}_0 = R\omega\vec{j}_0$$

$|\vec{v}| = R\omega$　　证毕



例 1-4 图

例 1-5　质点作平面曲线运动，其运动方程为：

$$x = A_1\cos\omega t$$

$$y = A_2\sin\omega t$$

式中 t 以秒计，x,y 以米计，A_1、A_2、ω 均为不等于零的正常数.

求：a) 质点的位置矢量？

b) 质点的轨道方程?

c) 质点的速度?

d) 质点的加速度?

解:a) 质点的位置矢量:可写为

$$\vec{r} = (A_1\cos\omega t)\vec{i} + (A_2\sin\omega t)\vec{j}$$

b) 轨道方程:在运动方程中消去时间 t 可得:

$$\frac{x^2}{A_1{}^2} + \frac{y^2}{A_2{}^2} = 1(\text{椭圆})$$

c) 速度矢量:

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j}$$
$$= (-A_1\omega\sin\omega t)\vec{i} + (A_2\omega\cos\omega t)\vec{j}$$

d) 加速度矢量:

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{dv_x}{dt} + \frac{dv_y}{dt}$$
$$= (-A_1\omega^2\cos\omega t)\vec{i} + (-A_2\omega^2\sin\omega t)\vec{j}$$

例 1-6 一物体沿 x 轴运动,其加速度 $a = 4t(\text{m/s}^2)$,当 $t = 0$ 时,物体的位置在原点之右 20m 处,且其速度为 10(m/s),求:

a. 物体的速度函数和位置函数表达式 $v(t)$,及 $s(t)$?

b. 当 $t = 2\text{s}$ 时,物体的速度值和位置值?

(杭州大学研究生入学试题)

解:a) 由 $a = 4t$

$\therefore \frac{dv}{dt} = 4t \quad dv = 4t\,dt$

$\therefore v = \int 4t\,dt = 2t^2 + c$

代入初始条件 $t = 0$ 时 $v_0 = 10(\text{m/s})$ 得:$c = 10(\text{m/s})$

即有:$v = 2t^2 + 10(\text{m/s})$

又 $\because v = \frac{dx}{dt} = 2t^2 + 10$

$\therefore dx = (2t^2 + 10)dt$

两边积分得:$x = \frac{2}{3}t^3 + 10t + c$