大学课程教学同步练丛书

DAXUE KECHENG JIAOXUE TONGBULIAN CONGSHU

大学物理

教学同步练习题及详解

王济民　文喜星
郭晓枫　罗春荣　编

西北工业大学出版社

【内容简介】 本习题集共分 14 章，涵盖力学、电磁学、热学、振动、波动与波动光学、狭义相对论、量子物理等内容。每章均设选择题、填空题、问答题、计算证明题和附加题。本书题型丰富多样，内容全面新颖，题量搭配合理，是与大学物理课程教学同步配合的精选习题集，每道题均附有答案详解，便于学生更好地掌握所学知识点。

本书适用于高等工科院校各专业，可作为学生的课后练习题，亦可作为教师的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理教学同步练习题及详解/王济民等编著. —西安：西北工业大学出版社，2001.2
ISBN 7-5612-1333-6

Ⅰ.大… Ⅱ.王… Ⅲ.物理学-高等学校-解题 Ⅳ.04-44
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 05398 号

出版发行：西北工业大学出版社
通信地址：西安市友谊西路 127 号 **邮编**：710072 **电话**：029—8493844
网 址：http://www.nwpup.com
印 刷 者：西安市向阳印刷厂
开 本：850mm×1168mm
印 张：7.25
字 数：184 千字
版 次：2001 年 2 月第 1 版 2001 年 2 月第 1 次印刷
书 号：ISBN 7-5612-1333-6/O·180
印 数：1～10 000
定 价：11.00 元

前　言

《大学物理教学同步练习题及详解》是大学物理课程的主要辅助教材。完成课外作业是学习过程中的一项重要实践环节，它将帮助学生深入理解物理概念，用活所学知识，培养分析问题和解决问题的能力。

本习题集是在编者长期从事物理教学所积累的大量资料和实践经验的基础上，经过精心编纂而成。它具备以下几个方面的特色：

1. 与教学同步配合。内容新颖，知识点覆盖全面；难易适度，合理搭配；题量多少适当。

2. 题型丰富多样，设问角度多样化。注意对学生综合、类比、联想能力的考察，启发学生多角度开放式思维，注重对学生掌握物理理论、思想及方法的训练。

3. 增设难度系数较大的附加题，题目涉及较多的知识内容，有些是对教材内容的适当延伸。附加题可作为学有余力的同学探讨的较为高级的课题。这样有利于对学生因势利导，使拔尖的优秀人材脱颖而出。附加题可不作为基本要求。

4. 注意物理原理在工程技术中的应用，不少题目来自工程实际问题，培养学生解决实际问题的能力。

5. 重视学科前沿的发展，选题中适当注意引入新概念、新知识，拓宽学生视野。

本习题集编写过程中，得到了西北工业大学应用物理系领导

及全体同仁的支持和帮助，在此，编者谨致谢忱，并欢迎大家在使用过程中提出宝贵意见。

编　者

2000年12月

目　　录

第1章　质点运动学

一、选择题

1. 质点在 xOy 平面内作曲线运动，则质点速率的正确表达式为（　　）。

A. $v=\frac{\mathrm{d}r}{\mathrm{d}t}$　　B. $v=\frac{\mathrm{d}|\boldsymbol{r}|}{\mathrm{d}t}$　　C. $v=\left|\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t}\right|$

D. $v=\frac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}t}$　　E. $v=\sqrt{(\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t})^2+(\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t})^2}$

2. 质点作匀速圆周运动，下列各量中恒定不变的量是（　　）。

A. $\lim\limits_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta r}{\Delta t}$　　B. $\lim\limits_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta \boldsymbol{r}}{\Delta t}$　　C. $\lim\limits_{\Delta t\to 0}\frac{|\Delta \boldsymbol{r}|}{\Delta t}$

D. $\lim\limits_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta v}{\Delta t}$　　E. $\lim\limits_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta \boldsymbol{v}}{\Delta t}$　　F. $\lim\limits_{\Delta t\to 0}\frac{|\Delta|\boldsymbol{v}}{\Delta t}$

3. 下列表述中正确的是（　　）。

A. 质点沿 x 轴运动，若加速度 $a<0$，则质点必作减速运动。

B. 在曲线运动中，质点的加速度必定不为零。

C. 若质点的加速度为恒矢量，则其运动轨道必为直线。

D. 当质点作抛体运动时，其法向加速度 a_n、切向加速度 a_t 是不断变化的，因此 $a=\sqrt{a_n^2+a_t^2}$ 也是不断变化的。

4. 在离水面高度为 h 的湖岸边上，有人用绳子拉船靠岸。若人以匀速率 v_0 收绳，则船在水中的运动为（　　）。

A. 匀速运动，且 $v=v_0$

B. 加速运动，且 $v>v_0$

C. 加速运动，且 $v < v_0$

D. 减速运动。

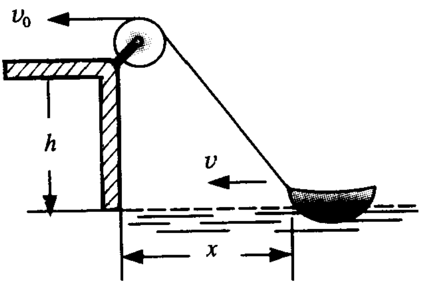

图 1-1

5. 已知质点的运动方程为

$$\begin{cases} x = At\cos\theta + Bt^2\cos\theta \\ y = At\sin\theta + Bt^2\sin\theta \end{cases}$$

式中 A,B,θ 均为恒量，且 $A > 0$，$B > 0$，则质点的运动为（　　）。

A. 一般曲线运动

B. 匀速直线运动

C. 圆周运动

D. 匀减速直线运动

E. 椭圆运动　　　F. 匀加速直线运动

6. 下列说法中正确的是（　　）。

A. 作曲线运动的物体，必有切向加速度

B. 作曲线运动的物体，必有法向加速度

C. 具有加速度的物体，其速率必随时间改变

7. 在相对地面静止的坐标系内，A，B 两船都以 $2\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的速率匀速行驶，A 船沿 x 轴正向，B 船沿 y 轴正向。今在 A 船上设置与静止坐标系方向相同的坐标系（x，y 方向的单位矢量用 $\boldsymbol{i}$，$\boldsymbol{j}$ 表示），那么在 A 船上的坐标系中，B 船的速度（以 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 为单位）为（　　）。

A. $2\boldsymbol{i} + 2\boldsymbol{j}$　　　B. $-2\boldsymbol{i} + 2\boldsymbol{j}$

C. $-2\boldsymbol{i} - 2\boldsymbol{j}$　　　D. $2\boldsymbol{i} - 2\boldsymbol{j}$

8. 下列各种情况中，不可能存在的是（　　）。

A. 速率增加，加速度减小

B. 速率减小，加速度增大

C. 速率不变而有加速度

D. 速率增大而无加速度

E. 速率增大，而法向加速度的大小不变

9. 一物体作单向直线运动，它在通过两个连续相等位移的平均速度分别为 $\bar{v}_1 = 10\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$，$\bar{v}_2 = 15\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$。则在整个过程中该物体的平均速度为（　　）。

A. $12.5\mathrm{m \cdot s^{-1}}$　　B. $11.75\mathrm{m \cdot s^{-1}}$

C. $12\mathrm{m \cdot s^{-1}}$　　D. $13.75\mathrm{m \cdot s^{-1}}$

选择题解答

1. [解] 本题答案为(C, D, E)。

$\boldsymbol{v} = \frac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t}$，它的大小 $\left|\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t}\right|$ 等于瞬时速率。$v = \frac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}t}$ 为瞬时速率的定义式，不言而喻，它是正确的。$v_x = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}$，$v_y = \frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t}$ 是二维运动速度沿 x，y 轴的两个分量，

$$\sqrt{\left(\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}\right)^2 + \left(\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t}\right)^2} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

即为瞬时速度的大小，它等于瞬时速率。

2. [解] 本题答案为(A,C,D,F)。

在匀速率圆周运动中，速率 $v =$ 恒量，半径 $r =$ 恒量。所以 $\lim\limits_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta r}{\Delta t} \equiv 0$；$\lim\limits_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \boldsymbol{r}}{\Delta t} = \boldsymbol{v}$，$\boldsymbol{v}$ 的方向是变化的；$\lim\limits_{\Delta t \to 0} \frac{|\Delta \boldsymbol{v}|}{\Delta t} = |\boldsymbol{v}| = v =$ 恒量；

$$\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = a_t \equiv 0$$

$\lim\limits_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \boldsymbol{v}}{\Delta t} = \boldsymbol{a}$，本题中 $\boldsymbol{a}$ 即为法向加速度，其方向是变化的。

$$\lim_{\Delta t \to 0} \frac{|\Delta \boldsymbol{v}|}{\Delta t} = |\boldsymbol{a}| = a_n = \text{恒量}$$

3. [答] 本题答案为(B)。

判断质点作加速运动还是减速运动，不能只看加速度的正负号。而要由速度 v 和加速度 a 的正负号共同来决定。v 与 a 同号(同正、同负皆可)为加速运动，v 与 a 异号为减速运动。

在曲线运动中，至少可以肯定速度的方向是变化的，即然速度在变化，那么就必定有加速度。

当 $a=$ 恒矢量时，质点不一定作直线运动，例如抛体运动，加速度为重力加速度，运动轨道为抛物线。

抛体运动的法向加速度 a_n、切向加速度 a_t 是不断变化的，但它们的矢量和却是恒定不变的，恒等于重力加速度，即

$$\sqrt{a_n^2 + a_t^2} = g$$

4.[解] 本题答案为(B)。

设船头到滑轮间的绳长为 l，则

$$x = \sqrt{l^2 - h^2}$$

所以船速 $$v = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}(l^2 - h^2)^{1/2}$$

$$v = \frac{l}{\sqrt{l^2 - h^2}} \frac{\mathrm{d}l}{\mathrm{d}t}$$

而 $$l = l_0 - v_0 t$$

所以 $$v = -\frac{l}{x} v_0$$

设绳与水面的夹角为 θ，则 $\cos\theta = \frac{x}{l}$

故 $$v = -\frac{v_0}{\cos\theta}$$

所以 $$v > v_0$$

$$a = \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$$

而 $$v = -\frac{v_0}{\cos\theta} = -\frac{\sqrt{x^2 + h^2}}{x} v_0$$

所以 $a=\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}=-\left[\frac{1}{\sqrt{x^2+h^2}}-\frac{\sqrt{x^2+h^2}}{x^2}\right]\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}v_0=$

$$-\left[\frac{1}{\sqrt{x^2+h^2}}-\frac{\sqrt{x^2+h^2}}{x^2}\right]vv_0=$$

$$-\left[\frac{1}{\sqrt{x^2+h^2}}-\frac{\sqrt{x^2+h^2}}{x^2}\right]\left[-\frac{\sqrt{x^2+h^2}}{x}v_0\right]v_0$$

$$a=\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}=-\frac{h^2v_0^2}{x^3}$$

$v<0,a<0,v,a$ 同号，故船为加速运动。

5.[解] 本题答案为(F)。

质点的运动方程为

$$\begin{cases}x=At\cos\theta+Bt^2\cos\theta\\ y=At\sin\theta+Bt^2\sin\theta\end{cases}$$

由此可知 $$\frac{y}{x}=\tan\theta$$

$$y=(\tan\theta)x$$

由于 $\theta=$ 恒量，所以上述轨道方程为直线方程。

又 $$\begin{cases}v_x=(A+2Bt)\cos\theta\\ v_y=(A+2Bt)\sin\theta\end{cases}$$

$$\begin{cases}a_x=2B\cos\theta=\text{恒量}\\ a_y=2B\sin\theta=\text{恒量}\end{cases}$$

由于 $A>,B>0$，显然 v 与 a 同号，故质点作匀加速直线运动。

6.[答] 本题答案为(B)。

物体作曲线运动时，不一定有切向加速度，例如作匀速圆周运动的物体就只有法向加速度，而没有切向加速度。

物体具有法向加速度时，它的运动方向才会改变，物体才会作曲线运动。没有法向加速度，物体只能作直线运动。

只有切向加速度才能改变物体运动速度的快慢。当加速度没有切向分量时，物体的速率恒定不变。

7.［解］本题答案为(B)。

取地面为基本参照系(k 系)，A 船为运动参照系(k' 系)，B 船为运动物体。则绝对速度为 $\boldsymbol{v} = 2\boldsymbol{j}$

牵连速度为 $\boldsymbol{u} = 2\boldsymbol{i}$

而相对速度 $\boldsymbol{v}' = \boldsymbol{v} - \boldsymbol{u} = 2\boldsymbol{j} - 2\boldsymbol{i}$

即 $$\boldsymbol{v}' = -2\boldsymbol{i} + 2\boldsymbol{j}$$

8.［答］本题答案为(D)。

加速度减小时，只是速度的改变趋缓，速率增加是可能的。

速率减小，说明物体具有切向加速度。切向加速度增大，速率也可能减小。法向加速度对速率没有影响。法向加速度增大，从而导致总加速度增大，但速率减小仍是可能的。

只有法向加速度时，速率即可保持不变。

速率增大而无加速度是不可能的。只要速度增大，就一定有切向加速度。

法向加速度对速率没有影响。法向加速度的大小($a_n = v^2/\rho$)不变，速率增加是可能的，当 v 增大时，只要轨道的曲率半径 ρ 作相应的改变，维持法向加速度的大小$\frac{v^2}{\rho}$不变是可能的。

9.［解］本题答案为(C)。

根据平均速度的定义

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2}$$

而 $\Delta x_1 = \bar{v}_1 \Delta t_1, \Delta x_2 = \bar{v}_2 \Delta t_2$

由于两段位移相等，即 $\bar{v}_1 \Delta t_1 = \bar{v}_2 \Delta t_2$

由此知 $$\Delta t_1 = \frac{\bar{v}_2}{\bar{v}_1} \Delta t_2$$

所以 $$\bar{v} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} = \frac{2\Delta x_2}{\frac{\bar{v}_2}{\bar{v}_1}\Delta t_2 + \Delta t_2}$$

$$\bar{v} = \frac{2\bar{v}_2\Delta t_2}{(1 + \frac{\bar{v}_2}{\bar{v}_1})\Delta t_2} = \frac{2\bar{v}_1\bar{v}_2}{\bar{v}_1 + \bar{v}_2}$$

代入数据 $\bar{v}_1 = 10\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}, v_2 = 15\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$ 得

$$\bar{v} = \frac{2 \times 10 \times 15}{10 + 15} = \frac{300}{25} = 12\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$$

二、填空题

1. 如图 1－2 所示，质点作半径为 R、速率为 v 的匀速率圆周运动。由 A 点运动到 B 点，则

位移 $\Delta \boldsymbol{r} =$ ____________；

路程 $s =$ ____________；

$\Delta \boldsymbol{v} =$ ____________；

$|\Delta \boldsymbol{v}| =$ ____________；

$\Delta v =$ ____________。

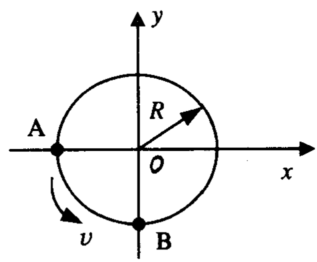

图　1－2

2. 一质点沿 x 轴方向运动，其运动方程为 $x = 10 - 9t + 6t^2 - t^3$(SI)，则

质点的速度 $v =$ ____________；

其加速度 $a =$ ____________；

质点沿 x 轴正方向的最大速度值 $v_{\max} =$ ____________；

质点前 2s 的位移 $\Delta x =$ ____________；

前 2s 的路程 $s =$ ____________。

3. 一质点的运动方程为 $x = 2t, y = 19 - 2t^2$，其中 x, y 以 m 计，t 以 s 计。则质点的轨道方程为____________；

$t = 2\mathrm{s}$ 时的位置矢径 $\boldsymbol{r} =$ ____________；

$t = 2\mathrm{s}$ 的瞬时速度 $\boldsymbol{v} =$ ____________；

前 2s 内的平均速度 $\langle \boldsymbol{v} \rangle =$ ____________。

4. 一质点沿 x 轴正方向运动，其加速度为 $a = kt$(SI)，式中 k

为常数。当 $t=0$ 时，$v=v_0$，$x=x_0$，则

常数 k 的量纲为________；

质点的速度 $v=$ ________；

质点的运动方程为 $x=$ ________。

5. 一质点作半径为 $R=2\text{m}$ 的圆周运动，其路程为 $s=\pi t^2$(SI)。则

质点的速率 $v=$ ________；

切向加速度 $a_t=$ ________；

法向加速度 $a_n=$ ________；

总加速度 $\boldsymbol{a}=$ ________。

（切向、法向的单位矢量分别为 $\boldsymbol{t}_0$，$\boldsymbol{n}_0$）

6. 如图 1－3 所示，一质点作抛体运动，在轨道的 P 点处，速度为 $\boldsymbol{v}$，$\boldsymbol{v}$ 与水平面的夹角为 θ。则在该时刻，

质点的 $\dfrac{\mathrm{d}\boldsymbol{v}}{\mathrm{d}t}=$ ________；

轨道在 P 点处的曲率半径 $\rho=$ ________。

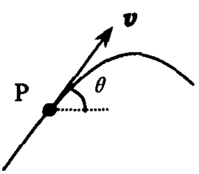

图 1－3

7. 一质点沿半径为 R 的圆周运动，其角坐标与时间的函数关系（以角量表示的运动方程）为 $\theta=10\pi t+\dfrac{1}{2}\pi t^2$(SI)。则质点的

角速度 $\omega=$ ________；

角加速度 $\beta=$ ________；

切向加速度 $a_t=$ ________；

法向加速度 $a_n=$ ________。

8. 如图 1－4 所示，一辆货车的驾驶室后壁高度为 h，车厢长为 l。竖直下落的雨点速度为 u，要使车厢中的货物不致淋雨，则车的速度 v 的大小必须满足的条件是________。

9. 一质点从 $\boldsymbol{r}_0=-5\boldsymbol{j}$ 位置开始运动，其速度与时间的关系为

$\boldsymbol{v}=3t^2\boldsymbol{i}+5\boldsymbol{j}$，则质点到达 x 轴所需的时间 $t=$ ________，此时质点在 x 轴上的位置为 $x=$ ________。

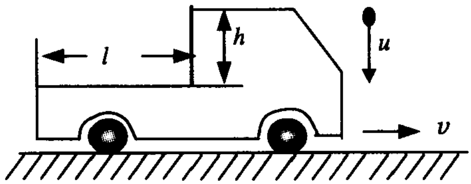

图 1-4

填空题解答

1.［解］由图 1-5 可知

位移 $$\Delta\boldsymbol{r}=R\boldsymbol{i}-R\boldsymbol{j}$$

路程 $$S=\frac{1}{2}\pi R$$

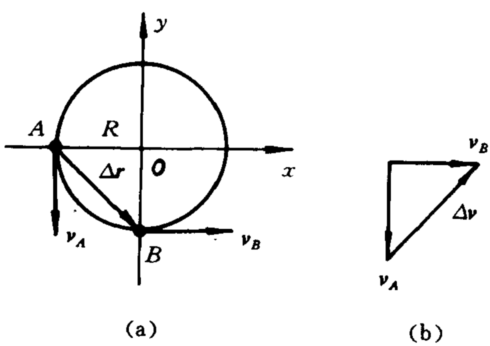

图 1-5

速度增量

$$\Delta\boldsymbol{v}=\boldsymbol{v}_B-\boldsymbol{v}_A=v\boldsymbol{i}-(-v\boldsymbol{j})$$

即 $\Delta \boldsymbol{v} = v\boldsymbol{i} + v\boldsymbol{j}$

速度增量的大小 $|\Delta \boldsymbol{v}| = \sqrt{v^2 + v^2} = \sqrt{2}\,v$

速率的增量 $\Delta v = v - v = 0$

2.[解] 已知运动方程为 $x = 10 - 9t + 6t^2 - t^3$，则

质点速度为 $v = \dfrac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = -9 + 12t - 3t^2$

加速度为 $a = \dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} = 12 - 6t$

当 $\dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} = 12 - 6t = 0$

亦即 $t = \dfrac{12}{6} = 2\mathrm{s}$ 时，质点具有最大速度，其值为

$$v_{\max} = -9 + 12t - 3t^2$$

$$v_{\max} = -9 + 12 \times 2 - 3 \times 2^2 = 3\mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^{-1}$$

又 $x_0 = 10\ \mathrm{m}$，$x_2 = 10 - 9 \times 2 + 6 \times 2^2 - 2^3 = 8\ \mathrm{m}$

所以前 $2s$ 的位移

$\Delta x = x_2 - x_0 = 8 - 10 = -2\ \mathrm{m}$

由 $v = -9 + 12t - 3t^3 = 0$

得 $t = 1$，　$t = 3$　（不合题意）

故 $x_1 = 10 - 9 \times 1 + 6 \times 1^2 - 1^3 = 6\ \mathrm{m}$

所以前 $2s$ 的路程为

$s = (x_0 - x_1) + (x_2 - x_1) = (10 - 6) + (8 - 6) = 6\ \mathrm{m}$

3.[解] 质点的运动方程为

$$x = 2t \qquad (1)$$

$$y = 19 - 2t^2 \qquad (2)$$

由式(1)得 $t = \dfrac{x}{2}$，代入式(2)即可得

质点的轨道方程 $y = 19 - \dfrac{x^2}{2}$

质点的位矢为 $\boldsymbol{r} = 2t\boldsymbol{i} + (19 - 2t^2)\boldsymbol{j}$

当 $t = 2\mathrm{s}$ 时，质点的矢径为

$$\boldsymbol{r} = 2 \times 2\boldsymbol{i} + (19 - 2 \times 2^2)\boldsymbol{j}$$

即
$$\boldsymbol{r} = 4\boldsymbol{i} + 11\boldsymbol{j}$$

质点的速度为 $\boldsymbol{v} = \frac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t} = 2\boldsymbol{i} - 4t\boldsymbol{j}$

当 $t = 2\mathrm{s}$ 时，$\boldsymbol{v} = 2\boldsymbol{i} - 4 \times 2\boldsymbol{j} = 2\boldsymbol{i} - 8\boldsymbol{j}$

由定义可知，质点在前两秒内的平均速度为

$$\bar{\boldsymbol{v}} = \frac{\Delta \boldsymbol{r}}{\Delta t} = \frac{\boldsymbol{r}_2 - \boldsymbol{r}_0}{2}$$

$$\bar{\boldsymbol{v}} = \frac{1}{2}[(2 \times 2\boldsymbol{i} + (19 - 2 \times 2^2)\boldsymbol{j} - 19\boldsymbol{j}]$$

$$\bar{\boldsymbol{v}} = 2\boldsymbol{i} - 4\boldsymbol{j}$$

4.［解］由于加速度 $a = kt$，所以常数 k 的量纲为 $\dim k = \dim a/\dim t$，而加速度和时间的量纲分别为

$$\dim a = \dim v/\dim t = LT^{-2}$$

$$\dim t = T$$

故
$$\dim k = \dim a/\dim t = LT^{-3}$$

由
$$a = \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} = kt \text{ 得}$$

$$\mathrm{d}v = kt\mathrm{d}t$$

作积分
$$\int_{v_0}^{v} \mathrm{d}v = k\int_0^t t\mathrm{d}t$$

$$v - v_0 = \frac{1}{2}kt^2$$

$$v = v_0 + \frac{1}{2}kt^2$$

由于
$$v = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = v_0 + \frac{1}{2}kt^2$$

所以
$$\mathrm{d}x = (v_0 + \frac{1}{2}kt^2)\mathrm{d}t$$

作积分
$$\int_{x_0}^{x} \mathrm{d}x = \int_0^t (v_0 + \frac{1}{2}kt^2)\mathrm{d}t$$

$$x - x_0 = v_0 t + \frac{1}{6}kt^3$$

故 $$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{6}kt^3$$

5.[解]已知路程为 $S = \pi t^2$,则质点运动的速率为:

$$v = \frac{\mathrm{d}S}{\mathrm{d}t} = 2\pi t$$

切向加速度为:$a_t = \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} = 2\pi$

法向加速度为:$a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{4\pi^2 t^2}{2} = 2\pi^2 t^2$

总加速度为:$\boldsymbol{a} = 2\pi \boldsymbol{t}_0 + 2\pi^2 t^2 \boldsymbol{n}_0$

6.[解]如图 1-6 所示,抛体运动的加速度就是重力加速度 g,它的切向分量为 $a_t = \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} = -g\sin\theta$,式中负号表示切向加速度的方向与切向正方向相反。

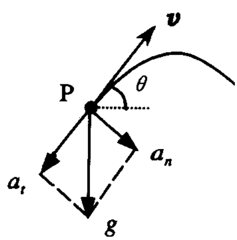

图 1-6

法向加速度 $$a_n = g\cos\theta = \frac{v^2}{\rho}$$

由此知 P 点处的曲率半径为

$$\rho = \frac{v^2}{g\cos\theta}$$

7.[解]已知 $\theta = 10\pi t + \frac{1}{2}\pi t^2$

则质点的角速度 $\omega = \frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t} = 10\pi + \pi t$

角加速度 $\beta = \frac{\mathrm{d}\omega}{\mathrm{d}t} = \pi$

切向加速度 $a_t = \beta R = \pi R$

法向加速度 $a_n = \omega^2 R = R(10\pi + \pi t)^2$

8.[解]如图 1-7 所示,取地面为基本参照系,汽车为运动参照系,雨点为运动物体,则绝对速度为 $\boldsymbol{u}$,方向竖直向下。牵连速度为 $\boldsymbol{v}$,方向水平向右,则雨点对汽车的相对速度为

$$\boldsymbol{v}' = \boldsymbol{u} - \boldsymbol{v}$$