



高等学校辅导教材

习题全解解析·题型涵盖全面·解题思路提示

普通物理学

(同济五版)

教材习题全解

主 编 北京大学物理学院 朱晓春 江之文
支 持 双博士网校 www.bbdt.cc
总策划 胡东华



科学技术文献出版社

普通物理学

同濟醫院

教材习题全解

10. The following table shows the number of people who attended the 2004 Summer Olympics in Athens, Greece, by country. The data are given in thousands of people.



普通物理学教材习题全解

(第五版)

主 编 北京大学物理学院 朱晓春 江之文
支 持 双博士网校 www.bbdd.cc
总策划 胡东华

科学技术文献出版社
Scientific and Technical Documents Publishing House
• 北京 •

声明:本书封面及封底均采用双博士品牌专用图标(见右图);该图标已由国家商标局注册登记。未经本策划人同意,禁止其他单位或个人使用。



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
邮 购 部 电 话 (010)82608021
门 市 部 电 话 (010)62534447/62543201
发 行 部 电 话 (010)82608013/82608022
发 行 部 传 真 (010)82608039
网 址 www. bidd. cc
E-mail: sbs@bidd. cc
策 划 编 辑 胡东华
责 任 编 辑 何卫峰 彭同华
责 任 校 对 何卫峰
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 北京高岭印刷有限公司
版 (印) 次 2005 年 9 月第 1 版 第 1 次印刷
开 本 850×1168 32 开
字 数 461 千字
印 张 16
定 价 18.00 元

©版权所有 违法必究

盗版举报电话:010-82608021(著作权者)

也可发短信至 10601089101858

本书无数码防伪标识为盗版

凡购买本社图书,如有字迹不清、缺页、倒页、脱页,由本社发行部负责调换。

前言

《普通物理学》作为一门重要的基础课程,是高等理工院校学生必修的基础课程之一。对大多数学生而言,《普通物理学》是一门很难的课程,它的内容极为广泛,涵盖力学、热学、电磁学、光学、原子物理等。要学好《普通物理学》,多做习题是一个必不可少的重要环节。通过多做习题,不但能检查学生对基本物理原理和定律的理解和掌握情况,还能巩固学生所学的知识,加深学生对基本原理和定律的理解,提高学生分析问题和解决问题的能力。

本书是根据程守洙、江之永主编,胡盘新、汤毓骏、宋开欣修订的《普通物理学》(第五版)一书而编写的习题解答。全书按照教材的章节顺序编排,对书中的全部习题进行了全面而详细的解答。

每道习题解答由**解题思路**、**解题过程**和**点评**三部分组成:**解题思路**将使学生形成一种正确的思维方式;**解题过程**将使学生形成一种规范的解题格式;而**点评**则将使学生明白出题者的意图和考查的知识点。在编写过程中注重解题思路的分析和知识点的评析,我们还注重对题中涉及的物理现象和物理过程给予详细的分析,并对一些结论给予了物理含义的说明。本书对培养学生的解题思路,规范学生的解题过程,提高学生的解题技巧以及分析问题和解决问题的能力无疑会有很大帮助。

本书适合于以程守洙等主编、胡盘新等修订的《普通物理学》(第五版)作教材的师生作教学参考书,也可供综合性大学,高等师范院校非物理专业以及参加研究生入学考试的学生作学习辅导书使用。

双博士奉献:

1. 购书可获幸运奖:具体方法为:刮开本书数码防伪标识,如果您所购本书的ID数字最末4位幸运数字为6688,可将该防伪标识及购书小票一并邮至:北京市海淀区苏州街18号长远天地大厦B1座十二层双博士图书邮购部(1206)(邮编100080),可获200元现金回赠。来信请注明您的太平洋卡或农行卡号及姓名。本幸运奖自实施以来,已产生200元大奖数名。详情请登录www.bbdd.cc。

2. 本书均贴有数码防伪标识(由 10 位 ID 和 6 位 PW 组成),凭此 ID 和 PW 可登录双博士网校(www.bbdd.cc),免费获得 30 积分,享受相对应的黄金会员权限。在使用本书过程中遇到问题可登录双博士网校 www.bbdd.cc/bbs/ 我爱双博士下面留言提问,有问必答,也可发手机短信至 10601089101858。另外双博士网校在全国举办考研专业课辅导(西医、经济类)远程教育网络班及面授班。欲知详情请登录 www.bbdd.cc。

3. 全国有三分之一的大学生正在使用双博士图书,以上举措为双博士对全国大学生的真情奉献!



来自北京大学研究生会的感谢信

双博士:

您好!

首先感谢您对北京大学“十佳教师”评选活动的热情支持和无私帮助!师恩难忘,北京大学“十佳教师”评选活动是北京大学研究生会的品牌活动之一,是北京大学所有在校研究生和本科生对恩师情谊的最朴素表达。双博士作为大学教学辅导及考研领域全国最大的图书品牌之一,不忘北大莘莘学子和传道授业的老师,其行为将永久的被北大师生感怀和铭记。

作为考研漫漫征途上的过来人,双博士曾陪伴我们度过无数个考研岁月的日日夜夜,曾带给我们无数个明示和启发,当然也带给我们今天的成功。

特致此信,向双博士表达我们内心长久以来的感激之情,并祝愿双博士事业蒸蒸日上。

北京大学研究生会

二零零二年十二月

目 录

第一篇 力学

第一章	质点的运动	(1)
第二章	牛顿运动定律	(25)
第三章	运动的守恒定律	(61)
第四章	刚体的转动	(88)
第五章	相对论基础	(109)

第二篇 热学

第六章	气体动理论	(121)
第七章	热力学基础	(135)

第三篇 电场和磁场

第八章	真空中的静电场	(156)
第九章	导体和电介质中的静电场	(196)
第十章	恒定电流和恒定电场	(232)
第十一章	真空中的恒定磁场	(257)
第十二章	磁介质中的磁场	(299)

第一篇 力学

第一章 质点的运动

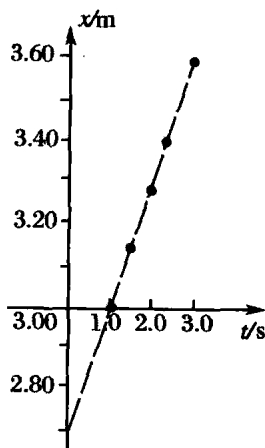
1-1 质点按一定规律沿 x 轴作直线运动,在不同时刻的位置如下:

t/s	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
x/m	3.00	3.14	3.29	3.42	3.57

- (1) 画出位置对时间的曲线;
- (2) 求质点在整个 3s 中的平均速度;
- (3) 求质点在 $t = 0$ 时的位置。

解题思路:由 $x-t$ 表可知质点是作匀速直线运动,明确该运动规律后便可依次求解。

解:(1) 描点法作出 $x-t$ 图,如图 1-1



解图 1-1

$$(2) \text{ 因为 } x|_{t=3} = 3.57\text{m}, x|_{t=1} = 3.00\text{m}$$

由平均速度定义得

$$\bar{v} = \frac{3.57 - 3.00}{3 - 1} = \frac{0.57}{2.0} \approx 0.29\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$(3) \text{ 因为 } x|_{t=1} - x|_{t=0} = v\Delta t$$

$$\text{得 } 3.00 - x|_{t=0} = 0.29$$

$$x|_{t=0} = 2.71\text{m}$$

点评: 本题考查对平均速度 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 的掌握。

1-2 一质点沿 x 轴运动, 坐标与时间的变化关系为 $x = 4t - 2t^3$, 式中 x, t 分别以 m, s 为单位, 试计算

(1) 在最初 2s 内的平均速度, 2s 末瞬时速度;

(2) 1s 末到 3s 末的位移、平均速度;

(3) 1s 末到 3s 末的平均加速度; 此平均加速度是否可用 $\bar{a} = \frac{a_1 + a_2}{2}$ 计算?

(4) 3s 末的瞬时加速度。

解题思路: 由 $x(t)$ 的函数关系式, 可分别得到 $v(t), a(t)$ 的关系表达式, 然后依次求解。

解: (1) 因为 $x|_{t=0} = 0; x|_{t=2} = -8$, 由平均速度定义得

$$\bar{v}_1 = \frac{-8 - 0}{2 - 0} = -4\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

由 $x = 4t - 2t^3$, 得 $v = 4 - 6t^2$

$$2\text{s} \text{ 末的瞬时速度 } v|_{t=2} = 4 - 6 \times 2^2 = -20\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$(2) \text{ 当 } t = 1\text{s} \text{ 时 } x_1 = 4 \times 1 - 2 \times 1 = 2\text{m}$$

$$\text{当 } t = 3\text{s} \text{ 时 } x_3 = 4 \times 3 - 2 \times 3^3 = -42\text{m}$$

$$\text{所以在 } 1\text{s} \text{ 末到 } 3\text{s} \text{ 末的位移为 } \Delta x = x_3 - x_1 = -44\text{m}$$

$$\text{由平均速度定义得: } \bar{v}_2 = \frac{-44}{3 - 1} = -22\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

(3) 由 $v = 4 - 6t^2$ 得

$$t = 1\text{s} \text{ 时 } v_1 = 4 - 6 \times 1 = -2\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$t = 3\text{s} \text{ 时 } v_3 = 4 - 6 \times 3^2 = -50\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

得平均加速度为 $\bar{a} = \frac{v_3 - v_1}{\Delta t} = \frac{-50 - (-2)}{3 - 1} = -24 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

从平均加速度与瞬时加速度的定义看,平均加速度是不能用 $\frac{a_1 + a_2}{2}$ 计算的。本题中由 $\bar{a} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$ 与 $\frac{a_1 + a_2}{2}$ 的计算结果相同,只是巧合。

(4) 由 $x = 4t - 2t^3$ 得

$$a = \frac{d^2 x}{dt^2} = -12t$$

当 $t = 3 \text{ s}$ 时

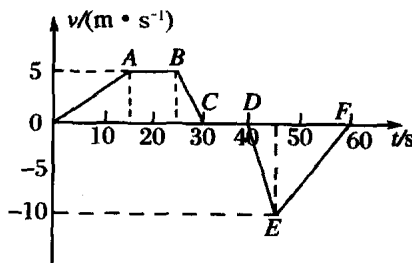
$$a = -12 \times 3 = -36 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

点评:本题考查对平均速度,瞬时速度,平均加速度,瞬时加速度的理解和运用。

1-3 一辆汽车沿着笔直的公路行驶,速度和时间的关系如图 1-3 中折线 OABCDEF 所示。

(1) 试说明图中 OA、AB、BC、CD、DE、EF 等线段各表示什么运动?

(2) 根据图中的曲线与数据,求汽车在整个行驶过程中所走过的路程、位移和平均速度。



习题 1-3 图

解题思路:由 $v-t$ 图中斜率的正负,可判断汽车是匀加速、匀速还是匀减速直线运动。在判断汽车的运动规律时还要兼顾速度的正负。

解:由 $v-t$ 图知:

(1) OA 段:斜率为正值,质点作匀加速直线运动;

AB 段:斜率为零,质点作匀速直线运动;

BC 段:斜率为负值,质点作匀减速直线运动;

CD 段:速率为零,质点静止;

DE 段:速率为负值,斜率为负值,质点作反向匀加速直线运动;

EF 段:速率为负值,斜率为正值,质点作反向匀减速直线运动。

(2) 由 $v-t$ 图知道,质点在 t 时间内所走过的路程就是曲线和 t 轴所围成的面积。所以有:

$$\begin{aligned} l &= S_{OABC} + S_{DEF} \\ &= (30+10) \times 5/2 + 20 \times 10/2 \\ &= 100 + 100 \\ &= 200\text{m} \end{aligned}$$

根据位移的定义 $s = \Delta x$ 知,在 t 时间内质点的位移就是面积 S_{OABC} 和面积 S_{DEF} 的矢量和。

$$\begin{aligned} \text{所以: } s &= S_{DEF} + S_{OABC} \\ &= \frac{1}{2} \times 20 \times (-10) + \frac{1}{2} (30+10) \times 5 \\ &= 0 \end{aligned}$$

由平均速度定义,得

$$\bar{v} = \frac{s}{t} = 0$$

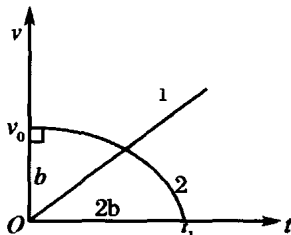
点评:本题考查对速度—时间图形的理解,区分位移和路程间的差别。

1-4 在图 1-4 中,直线 1 与圆弧 2 分别表示两点 A、B 从同一地点出发,沿同一方向作直线运动的 $v-t$ 图。已知 B 的初速度 $v_0 = b\text{m/s}$,它的速率由 v_0 变为 0 所花时间为 $t_1 = 2bs$ 。

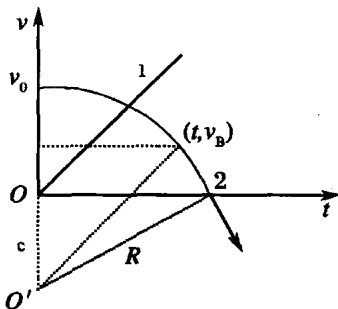
(1) 试求 B 在任意时刻 t 的加速度。

(2) 设在 B 停止时, A 恰好追上 B,求 A 的加速度。

(3) 在什么时候, A、B 的速度相同?



习题 1-4 图



解图 1-4

解题思路:由 B 的 $v-t$ 图得到 $v(t)$ 的函数关系式,然后由加速度的定义对 $v(t)$ 求导得到 a_B ,然后对各种情况依次求解。

解:因为 B 的 $v_B \sim t$ 图为一圆弧,设其圆心为 O' ,离原点 O 的距离为 c ,半径为 R ,如解图 1-4 所示,由几何关系,得:

$$\begin{cases} R = c + b \\ R^2 = c^2 + (2b)^2 \end{cases}$$

$$\text{解得: } c = \frac{3b}{2}, R = \frac{5}{2}b$$

对任一时刻 t ,质点 B 的速度为 v_B ,如解图 1-4 所示,可得关系式

$$(v_B + \frac{3b}{2})^2 + t^2 = \frac{25}{4}b^2 \quad (1)$$

等式两边对 t 求导

$$2(v_B + \frac{3}{2}b) \frac{dv_B}{dt} + 2t = 0$$

B 的加速度为

$$a_B = \frac{dv_B}{dt} = - \frac{t}{v_B + \frac{3}{2}b} \quad (2)$$

$$\text{由式(1)得 } v_B = \frac{-3b \pm \sqrt{25b^2 - 4t^2}}{2}$$

由 $t = 0$ 时, $v = bm \cdot s^{-1}$,可知

根号前只取正号,代入(2)得

$$a_B = - \frac{2t}{\sqrt{25b^2 - 4t^2}}$$

(2) 由图知, A 作匀加速直线运动

当 $v_B = 0$ 时, $t = 2b$, A 与 B 相遇,设

$$x_A = \frac{1}{2}a_A t^2$$

$$\text{相遇时满足: } x_A = x_B = \frac{1}{2}a_A (2b)^2 = 2a_A b^2 \quad (3)$$

由 $v_B = \frac{dx_B}{dt}$ 得

$$\begin{aligned} x_B &= \int_0^{2b} v_B dt = \int_0^{2b} (\frac{\sqrt{25b^2 - 4t^2}}{2} - \frac{3}{2}b) dt \\ &= \int_0^{2b} [\sqrt{(\frac{5}{2}b)^2 - t^2} - \frac{3}{2}b] dt \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2} \left[t \sqrt{\left(\frac{5}{2}b\right)^2 - t^2} + \left(\frac{5}{2}b\right)^2 \arcsin \left(\frac{t}{\frac{5}{2}b} \right) \right] \Big|_0^{2b} - \frac{3}{2}bt \Big|_0^{2b} \\
 &= \frac{25}{8}b^2 \arcsin(0.8) - \frac{3}{2}b^2
 \end{aligned} \quad (4)$$

由(3)(4)解得

$$a_A = \frac{25}{16} \arcsin(0.8) - \frac{3}{4} = 0.7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$(3) \text{ 因 } v_A = a_A t = 0.7t; \text{ 而 } v_B = \frac{1}{2} \sqrt{25b^2 - 4t^2} - \frac{3}{2}b$$

当 A、B 速度相等时 $v_A = v_B$, 得 $a_A t = \sqrt{\left(\frac{5}{2}b\right)^2 - t^2} - \frac{3}{2}b$

$$(a_A^2 + 1)t^2 + 3a_A b t - 4b^2 = 0$$

$$t = \frac{-3a_A b + \sqrt{9a_A^2 b^2 + 16b^2(a_A^2 + 1)}}{2(a_A^2 + 1)} \quad (\text{负舍})$$

$$= \frac{-3a_A b + b\sqrt{25a_A^2 + 16}}{2(a_A^2 + 1)}$$

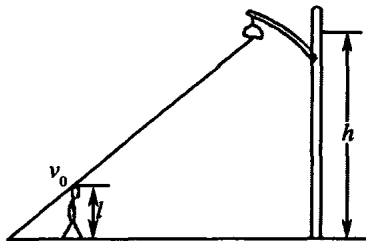
$$= \frac{-3 \times 0.7b + b\sqrt{25 \times 0.7^2 + 16}}{2(0.7^2 + 1)} = 1.08bs$$

点评: 本题考查对速度和加速度之间关系的灵活运用能力。

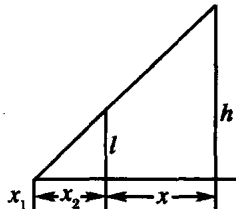
1-5 路灯距地面的高度为 h , 一个身高为 l 的人在路上匀速运动, 速度为 v_0 , 如图 1-5 所示, 求:

(1) 人影中头顶的移动速度; (2) 影子长度增长的速率。

解题思路: 本题的关键是得到人影的运动方程, 因为人的身高不变, 利用几何关系建立人影中头的运动方程后即可求解。



习题 1-5 图



解图 1-5

解:设 t 时刻人所在位置为 x ,头顶影子所在位置为 x_1 ,影子的长度为 x_2 ,如解图1-5所示

(1) 由几何关系得

$$\frac{x_1 - x}{x_1} = \frac{l}{h}$$

$$x_1 = \frac{h}{h-l}x$$

两边对 t 求导:

$$v_1 = \frac{dx_1}{dt} = \frac{h}{h-l} \frac{dx}{dt} = \frac{h}{h-l} v_0$$

v_1 即为头顶的移动速度

$$(2) \text{ 因为 } \frac{x_2}{x_2 + x} = \frac{l}{h}$$

$$\text{得 } x_2 = \frac{l}{h-l}x$$

$$\text{两边对 } t \text{ 求导: } v_2 = \frac{dx_2}{dt} = \frac{l}{h-l} v_0$$

v_2 即为影子长度增长的速率

点评:本题考查对速度概念 $v = \frac{dx}{dt}$ 的理解及其灵活运用。

1-6 一长为5m的梯子,顶端斜靠在竖直的墙上,设 $t=0$ 时,顶端离地面4m,当顶端以 $2\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的速度沿墙面匀速下滑时,求

(1) 梯子上端的运动方程和速度,并画出 $x-t$ 和 $v-t$ 图(设梯子上端与上端离墙角的距离分别为 x 和 y)。

(2) 在 $t=3\text{s}$ 时,下端的速度。

解题思路:梯子在运动过程中长度保持不变,两端分别作直线运动。由几何关系建立梯子底端的运动方程后,便可依次求解。

解:(1) 如图1-6所示,梯子斜靠在墙上,设梯子的长度为 l ,由于梯子的长度不变,所以

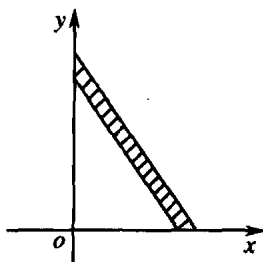
$$x^2 + y^2 = l^2 \quad (1)$$

等式两边分别对 t 求导

$$2x \frac{dx}{dt} + 2y \frac{dy}{dt} = 0$$

$$\text{即: } v_x = -\frac{y}{x} v_y \quad (2)$$

由于梯子在 y 方向是作匀速运动的,则有 $v_y = -2\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。因 $t=0$



解图 1-6(a)

时, $y_0 = 4\text{m}$, 所以在时间为 t 时有:

$$y = 4 - 2t \quad (3)$$

将(3)代入(1)得:

$$x = \sqrt{9 - 4t^2 + 16t} \quad (4)$$

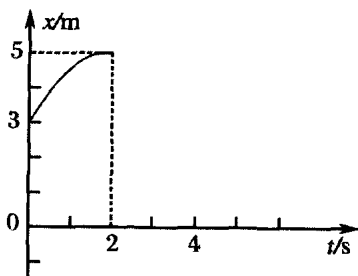
将(3)、(4)代入(2)得:

$$v_x = \frac{8 - 4t}{\sqrt{9 + 16t - 4t^2}} \quad (5)$$

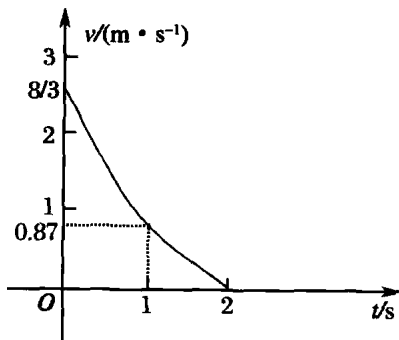
根据 $x-t$ 的关系和 v_x-t 的关系选择特殊的点作图, 如解图 1-6(b), 1-6(c) 所示。在 $0 \sim 2\text{s}$ 内按上述表达式求解; $t = 2\text{s}$ 时, $y = 0, x = 5\text{m}, v_x = 0$ 。

(2) 当 $t = 3\text{s}$ 时, $v_x = 0$ 。

点评: 本题考查对速度定义 $v = \frac{dx}{dt}$ 的理解和运用, 解该题时要注意运用约束关系 $x^2 + y^2 = l^2$ 。



解图 1-6(b)

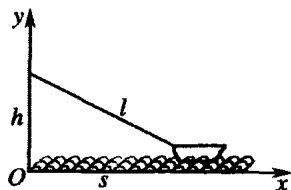


解图 1-6(c)

1-7 在离水面高度为 h 的岸边,有人用绳子拉船靠岸,船在离岸边 s 距离处。当人以 v_0 的速度收绳时,试求船的速度与加速度各有多大。

解题思路:船在靠岸过程中离水面的高度是不变的,利用几何关系可得到船的运动方程。解题过程中要清楚船速 v 始终是沿水面向岸边的方向。

解:建立如图 1-7 所示的坐标系,任一时刻船的运动方程为



解图 1-7

$$l^2 = s^2 + h^2 \quad (1)$$

$$\text{等式两边对 } t \text{ 求导: } 2l \frac{dl}{dt} = 2s \frac{ds}{dt} \quad (2)$$

$$\text{由于绳子的速率为: } v_{\text{绳}} = -dl/dt \quad (3)$$

$$\text{所以船的速率大小为: } v_{\text{船}} = -\frac{ds}{dt} = -\frac{l}{s} \frac{dl}{dt} \quad (4)$$

将(1)和(3)代入(4)得:

$$v_{\text{船}} = \frac{(h^2 + s^2)^{1/2}}{s} v_{\text{绳}} \quad (5)$$

(5)式两边对 t 求导得船的加速度为: $a = h^2 v_{\text{绳}}^2 / s^3$ (与 x 轴方向相反)

点评:本题考查对速度的定义 $v = \frac{dx}{dt}$ 的掌握,以及速度与加速度之间的关系 $a = \frac{dv}{dt}$ 。该题同上题一样应用到约束条件。

1-8 在质点运动中,已知 $x = ae^{kt}$, $\frac{dy}{dt} = -bke^{-kt}$, $y|_{t=0} = b$ 。求质点的加速度和它的轨道方程。

解题思路:平面内质点的加速度 $a = \frac{d^2x}{dt^2}i + \frac{d^2y}{dt^2}j$, 分别求出 $\frac{d^2x}{dt^2}$, $\frac{d^2y}{dt^2}$ 后便可得到质点加速度,消除 $x(t)$, $y(t)$ 中的参数 t 后便得到质点轨道方程。

解:根据加速度的定义

$$a = \frac{d^2s}{dt^2} \text{ 得: } a = \frac{d^2x}{dt^2}i + \frac{d^2y}{dt^2}j \quad (1)$$

因为

$$\begin{cases} x = ae^{kt} & (2) \\ \frac{dy}{dt} = -bke^{-kt} & (3) \end{cases}$$

(2) 式两边分别对 t 求二次导数得

$$\frac{d^2x}{dt^2} = ak^2e^{kt} \quad (4)$$

(3) 式两边分别对 t 求一次导数得

$$\frac{d^2y}{dt^2} = bk^2e^{-kt} \quad (5)$$

将(4)、式(5) 式代入(1) 得

$$\mathbf{a} = ak^2e^{kt}\mathbf{i} + bk^2e^{-kt}\mathbf{j}$$

由(3) 式得 $dy = -bke^{-kt} dt$

两边对时间积分 $\int dy = \int -bke^{-kt} dt$

$$\text{得 } y = be^{-kt} + c \quad (6)$$

$$\text{由初始条件 } y \Big|_{t=0} = b \quad (7)$$

将(7) 代入(6) 式得 $c = 0$

$$\text{所以 } y = be^{-kt} \quad (8)$$

由(2)、(8) 两式消 t 后得质点的轨道方程为

$$xy = ab$$

点评: 本题考查对加速度定义 $\mathbf{a} = \frac{d^2\mathbf{s}}{dt^2}$ 的理解, 要求具有在二维平面展为

$$\mathbf{a} = \frac{d^2x}{dt^2}\mathbf{i} + \frac{d^2y}{dt^2}\mathbf{j} \text{ 的能力。}$$

1-9 一质点的运动方程为 $\mathbf{r}(t) = \mathbf{i} + 4t^2\mathbf{j} + t\mathbf{k}$, 式中 $\mathbf{r}$ 、 t 分别以 m、s 为单位。试求: (1) 它的速度与加速度; (2) 它的轨迹方程。

解题思路: 分别对运动方程 $\mathbf{r}(t)$ 求一阶、二阶导数, 即可得到质点的速度与加速度。由运动方程可直接得到各分量的运动方程 $x(t)$ 、 $y(t)$ 、 $z(t)$, 从中消除 t , 即得质点的轨迹方程。

解: (1) 根据速度, 加速度定义:

$$\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} = (8t\mathbf{j} + \mathbf{k}) \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt} = 8\mathbf{j} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$