工科课程解题题典丛书

大学物理

解题题典

宋士贤 郭晓枫 编

西北工業大學出版社

工科课程解题题典丛书

大学物理解题题典

宋士贤　郭晓枫　编

西北工业大学出版社

内容简介

本书是为学生更好地学习大学物理课程、参加课程考试或研究生入学考试提供一本较为完整、实用的物理习题资料而编写的。全书共选用了覆盖现行教学基本要求的全部知识点和能力要求的448道相关习题，按内容归类选编，并冠以相应的标题。题量、难度适中，解题突出概念、思路、方法的分析和解题过程的规范化。为使用方便，书后附有解题所需的数学公式、物理常数和单位换算。本书也可供从事大学物理教学的教师参考。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理解题题典/宋士贤，郭晓枫编．—西安：西北工业大学出版社，2004.7

(工科课程解题题典丛书)

ISBN 7-5612-1750-1

Ⅰ．大…　Ⅱ．①宋…　②郭…　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(2004)第014099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)88493844

网　　址：www.nwpup.com

印 刷 者：陕西兴平印刷厂

开　　本：787 mm×960 mm　1/16

印　　张：19.75

字　　数：407千字

版　　次：2004年7月第1版　2004年7月第1次印刷

印　　数：1～6 000册

定　　价：25.00元

前　言

应出版社之约，我们编写了这本《大学物理解题题典》。

《大学物理解题题典》不同于一般意义上的那种“包罗万象”和“大而全”的典书，而是一本为教学服务的辅导书。其目的是：为大学生更好地学习本课程、参加课程考试或研究生入学考试提供一本较为完整、实用的物理习题辅助读物，同时，也为从事大学物理教学的青年教师提供教学参考资料。

本书所选题目的内容，覆盖了现行教学基本要求的全部知识点，体现了教学中要求学生掌握的分析与求解习题的方法和能力。

与一些同类出版物相比，本书不是题目的简单罗列和组合，而是注重突出教学的重点、难点，选编学生普遍容易出错的典型性问题。且每一章均按内容归类，并冠以相应的标题，如时空、速度与加速度，相位差与光程差，磁感强度，能量子与光量子等，以便于查阅和选用。

物理学的精髓是物理概念和物理思想。解答物理习题不仅仅是为了得到一个答案，更重要的是为了深入理解这些“精髓”。本书尽量优先选编那些能抓住物理本质、“物理味”很浓的题目。

学习大学物理课程，解答一定数量的习题是十分必要的。编者根据长期的教学实践经验认为，140 学时左右的课程，完成 350～400 道习题是比较合适的。本题典共选编了 448 道题目。针对学生解题的弊病，所有的解答重点均强调解题思路与方法的分析，力求以规范化的解题过程引导学生。

本书所选题目的难度，定位在符合多数院校的教学实际这个平台之上。基本题和一般中等难度的题目占绝大多数，以保证工科大多数学生在平时或应试前，经过努力都能

够掌握。较难的题约占(10～15)%，且每一部分均由易到难，循序渐进。编者相信，学生理解了这些题目，并具有一定的举一反三的能力，是能够达到教学基本要求并应付各类考试的。

当然，本书既然叫“题典”，还是要在一定程度上体现“典”的广泛性功能：教学上要求的内容均能从本书中查到，有些内容如保守力的功与相关势能，转动惯量等部分还有所扩展；对于可以一题多解的题目也有体现，但由于篇幅限制，只对其中有代表性的解法作了分析；对本书需用的数学公式、物理常数及单位换算等列于书后附录中，以便于查阅，力求让学生享有“一本题典在手，学习、应考不愁”的良好感觉。

本书在编写过程中，得到了西北工业大学应用物理系有关领导和同仁们的关怀与帮助，王六定教授审阅了书稿，提出了许多宝贵意见和建议，在此一并表示衷心的感谢。

当前，书市上有着各种各样的“习题解答”、“典型题集”、“同步练习”等，种类繁多。编者希望通过改革和努力，能使此书在这眼花缭乱的书海中占有一席之地，并使它成为学生学习和应试的良师益友。不过，由于改革是一种尝试，加上水平所限，疏漏、不妥甚至错误之处恐难避免，恳请使用本书的师生和广大读者批评、指正。

编　者

2004年2月于西安

目　　录

Ⅰ　力　学

II 热 学

III 电磁学

Ⅳ　振动与波动

Ⅴ　量子物理

I 力学

要勤奋地去做练习，只有这样，你才会发现，哪些你理解了，哪些你还没有理解。

——A·索末菲

第 1 章
时间、空间与运动学

1.1 时空、速度与加速度

1.1.1 已知质点的运动方程为

$$\boldsymbol{r} = 2t\boldsymbol{i} + (2 - t^2)\boldsymbol{j}\ \mathrm{m}$$

试求：

(1) 质点的轨迹；

(2) $t = 0$ 及 $t = 2$ s 时，质点的位矢；

(3) 由 $t = 0$ 到 $t = 2$ s 内质点的位移 $\Delta \boldsymbol{r}$ 和径向增量 Δr；

(4) 2 s 内质点所走过的路程 s。

【分析与解答】 (1) 质点运动方程的分量式为

$$\begin{cases} x = 2t \\ y = 2 - t^2 \end{cases}$$

从中消去 t 后，得轨道方程

$$y = 2 - \frac{x^2}{4}$$

可以看出，这是一个抛物线方程，由此描绘出质点的轨迹，即为一个抛物线，如图 1.1(a) 所示。

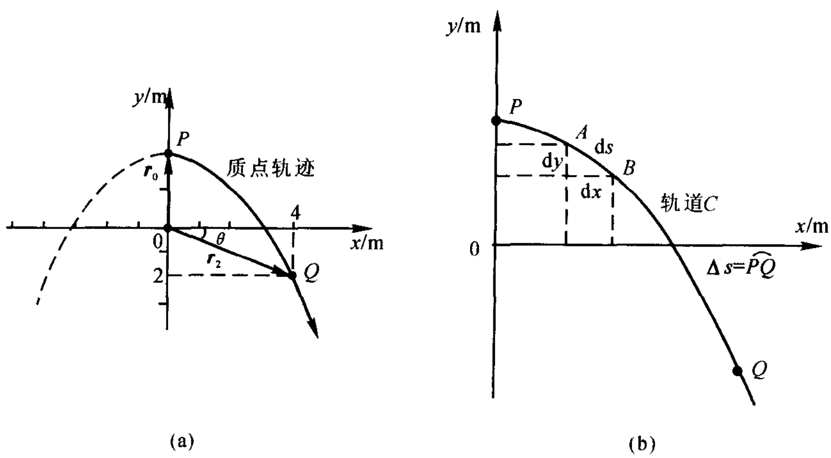


图 1.1　题 1.1.1 图

(2) 由运动方程可知

当 $t=0$ 时，有

$$\boldsymbol{r}_0 = 2\boldsymbol{j}\ \mathrm{m}$$

说明质点此时恰好通过 y 轴上距离原点为 $+2$ m 处的点 P。

同理，当 $t=2$ s 时，有

$$\boldsymbol{r}_2 = 4\boldsymbol{j} - 2\boldsymbol{j}\ \mathrm{m}$$

从而可知

$$r_2 = \sqrt{4^2+2^2} = 4.47\ \mathrm{m}$$

$$\theta = \arctan\frac{-2}{4} = -26.57^\circ \quad (\text{与 } x \text{ 轴的夹角})$$

说明质点此时位于距原点 4.47 m 远，且偏离 x 轴 -26.57° 处的点 Q。

(3) 根据位移的表达式，得

$$\Delta\boldsymbol{r} = \boldsymbol{r}_2 - \boldsymbol{r}_0 = 4\boldsymbol{i} - 4\boldsymbol{j}\ \mathrm{m}$$

可知，位移的大小为(即$\overline{PQ}$)

$$|\Delta\boldsymbol{r}| = \sqrt{4^2+4^2} = 5.66\ \mathrm{m}$$

而径向增量为

$$\Delta r = \Delta|\boldsymbol{r}| = |\boldsymbol{r}_2| - |\boldsymbol{r}_0| = 4.47 - 2 = 2.47\ \mathrm{m}$$

(4)2 s 内的路程应是这段抛物线的长度，即 $s = \overset{\frown}{PQ}$。为此，在任一段 AB 间取微元 $\mathrm{d}s$(如图(b))，且

$$\mathrm{d}s = \sqrt{(\mathrm{d}x)^2 + (\mathrm{d}y)^2} \qquad ①$$

由轨道方程 $y = 2 - \frac{1}{4}x^2$ 可知

$$\mathrm{d}y = -\frac{1}{2}x\mathrm{d}x$$

代入式 ①，得

$$\mathrm{d}s = \frac{1}{2}\sqrt{4+x^2}\,\mathrm{d}x$$

则路程 s 为

$$s = \int_P^Q \mathrm{d}s = \int_0^4 \frac{1}{2}\sqrt{4+x^2}\,\mathrm{d}x =$$

$$\frac{1}{4}\left[x\sqrt{4+x^2} + 4\ln(x+\sqrt{4+x^2})\right]\Bigg|_0^4 = 5.91\ \mathrm{m}$$

可见，$s > |\Delta\boldsymbol{r}|$，两者是有区别的。

1.1.2 质点沿 y 轴作直线运动，其位置随时间的变化规律为 $y = 5t^2$(SI)。试求：

(1)$2 \sim 2.1$ s，$2 \sim 2.001$ s，$2 \sim 2.000\,01$ s 各时间间隔内的平均速度；

(2)$t = 2$ s 时的瞬时速度。

【分析与解答】 (1) 因为平均速度等于位移 Δy 与时间 Δt 之比，为此，需求出 Δt 时间内的位移 Δy。设 t 时刻的位置为

$$y = 5t^2 \qquad ①$$

则 $t+\Delta t$ 的位置为

$$y+\Delta y = 5(t+\Delta t)^2 \qquad ②$$

展开后，将上面两式相减，得位移

$$\Delta y = 10t\Delta t + 5\Delta t^2 \qquad ③$$

所以

$$\bar{v} = \frac{\Delta y}{\Delta t} = 10t + 5\Delta t \qquad ④$$

在题设的时间间隔内，则有

$$2 \sim 2.1\ \mathrm{s},\quad t = 2\ \mathrm{s},\quad \Delta t_1 = 0.1\ \mathrm{s}$$
$$2 \sim 2.001\ \mathrm{s},\quad t = 2\ \mathrm{s},\quad \Delta t_2 = 0.001\ \mathrm{s}$$
$$2 \sim 2.000\,01\ \mathrm{s},\quad t = 2\ \mathrm{s},\quad \Delta t_3 = 0.000\,01\ \mathrm{s}$$

分别将上述数据代入式 ④，得各个时间间隔内的平均速度分别为

$$\bar{v}_1 = 10\times 2 + 5\times 0.1 = 20.5\ \mathrm{m/s}$$
$$\bar{v}_2 = 10\times 2 + 5\times 0.001 = 20.005\ \mathrm{m/s}$$
$$\bar{v}_3 = 10\times 2 + 5\times 0.000\,01 = 20.000\,05\ \mathrm{m/s}$$

方向均沿 y 轴正方向。

(2) 根据瞬时速度的定义，可得

$$v = \frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}(5t^2) = 10\,t \qquad ⑤$$

由式 ⑤ 可算出 $t = 2$ s 时的瞬时速度为

$$v = 10\times 2 = 20\ \mathrm{m/s}$$

方向亦沿 y 轴正方向。

可见，Δt_3 最小，所以 $\bar{v}_3$ 就更接近于 v。

1.1.3　已知质点在 xOy 平面内运动，其运动方程为

$$\boldsymbol{r} = (5t+3)\boldsymbol{i} + \left(\frac{1}{2}t^2 + 3t - 4\right)\boldsymbol{j}\quad (\mathrm{SI})$$

(1) 试求 $t = 2$ s 时的速度和加速度；

(2) 有人是这样求解的：先求 $r = \sqrt{x^2+y^2}$，其中 $x = 5t+3$，$y = \frac{1}{2}t^2+3t-4$，然后根据 $v = \frac{\mathrm{d}r}{\mathrm{d}t}$ 求出 v，可以吗？

【分析与解答】 (1) 由题设条件可知

$$x = 5t+3,\quad y = \frac{1}{2}t^2 + 3t - 4$$

则

$$v_x = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = 5\ \mathrm{m/s},\quad v_y = \frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t} = (t+3)\ \mathrm{m/s}$$

于是，$t = 2$ s 时的速度大小为

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{5^2+5^2} = 5\sqrt{2}\ \mathrm{m/s}$$

其与 x 轴正方向的夹角为

$$\theta = \arctan\frac{v_y}{v_x} = 45°$$

同理，$t = 2$ s 时的加速度为

$$a_x = \frac{\mathrm{d}v_x}{\mathrm{d}t} = 0, \quad a_y = \frac{\mathrm{d}v_y}{\mathrm{d}t} = 1\ \mathrm{m/s^2}$$

所以

$$a = a_y = 1\ \mathrm{m/s^2} \quad (\text{沿 } y \text{ 轴正方向})$$

本题也可直接采用矢量导数运算。

由

$$\boldsymbol{r} = (5t+3)\boldsymbol{i} + \left(\frac{1}{2}t^2 + 3t - 4\right)\boldsymbol{j}$$

得

$$\boldsymbol{v} = \frac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t} = 5\boldsymbol{i} + (t+3)\boldsymbol{j}$$

当 $t = 2$ s 时，有

$$\boldsymbol{v} = 5\boldsymbol{i} + 5\boldsymbol{j}\ \mathrm{m/s}$$

加速度为

$$\boldsymbol{a} = \frac{\mathrm{d}\boldsymbol{v}}{\mathrm{d}t} = 1\boldsymbol{j}\ \mathrm{m/s^2}$$

(2) 题设的求解方法是错误的。$\boldsymbol{v} = \frac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t}$ 反映了位置矢量 $\boldsymbol{r}$ 的大小、方向两个因素的变化。$v = \frac{\mathrm{d}r}{\mathrm{d}t}$ 只反映了 r 的大小变化，而没有反映 $\boldsymbol{r}$ 的方向变化。因此，常把 v 称做径向速度。题设的解法，实际上只求解了径向速度，没有考虑反映 $\boldsymbol{r}$ 方向变化的横向速度。因此，这种求解方法是错误的。

1.1.4 一质点作平面运动，已知其运动方程为 $\boldsymbol{r} = \boldsymbol{r}(t)$，速度为 $\boldsymbol{v} = \boldsymbol{v}(t)$。试问在下列情况下，质点作什么运动？

(1) $\frac{\mathrm{d}r}{\mathrm{d}t} = 0, \frac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t} \neq 0$；

(2) $\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} = 0, \frac{\mathrm{d}\boldsymbol{v}}{\mathrm{d}t} \neq 0$。

【分析与解答】 (1) 由于径向速度 $\frac{\mathrm{d}r}{\mathrm{d}t} = 0$，表明位置矢量 $\boldsymbol{r}$ 的大小不随时间变化，说明质点可能作圆周运动，也可能是静止的。但 $\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t} \neq 0$，说明质点的速度不为零。综合两式分析，可知质点作圆周运动。

(2) 由 $\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} = 0$，表明质点的速率是不随时间变化的常数，但 $\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{v}}{\mathrm{d}t} \neq 0$，表示加速度不为零，说明速度的方向随时间变化。综合此两式分析，质点应作匀速圆周运动。

1.1.5 一质点作曲线运动，其瞬时速度为 $\boldsymbol{v}$，瞬时速率为 v，平均速度为 $\bar{\boldsymbol{v}}$，平均速率为 $\bar{v}$。试问它们之间的下列四种关系中，哪一种是正确的？

(1) $|\boldsymbol{v}| = v, |\bar{\boldsymbol{v}}| = \bar{v}$；

(2) $|\boldsymbol{v}| \neq v$，$|\bar{\boldsymbol{v}}| = \bar{v}$；

(3) $|\boldsymbol{v}| = v$，$|\bar{\boldsymbol{v}}| \neq \bar{v}$；

(4) $|\boldsymbol{v}| \neq v$，$|\bar{\boldsymbol{v}}| \neq \bar{v}$。

【分析与解答】 (3) 是正确的。

由于平均速度是指单位时间内的位移，即 $\bar{\boldsymbol{v}} = \Delta \boldsymbol{r}/\Delta t$，平均速率是指单位时间内的路程，即 $\bar{v} = s/\Delta t$，而位移与路程是两个不同的概念，在一般的曲线运动中，两者的大小也不相等，故不存在 $|\bar{\boldsymbol{v}}|$ 等于 $\bar{v}$ 的问题。

瞬时速度(瞬时速率) 是 $\Delta t \to 0$ 时平均速度(平均速率) 的极限，因此，瞬时速度的模 $|\boldsymbol{v}|$ 等于瞬时速率 v。故(3) 是正确的。

1.1.6　试问一个运动的质点能不能处于下列几种状态？

(1) 平均速率不为零，而平均速度为零；

(2) 具有零(瞬时) 速率，同时具有不为零的(瞬时) 加速度；

(3) 具有恒定的速率，并有变化的速度

(4) 加速度很大，而速度大小却不变；

(5) 向前的加速度减小，前进的速度也随之减小。

【分析与解答】 除(5) 外，其他均有可能。

当质点由 P 点出发，作半径为 R 的圆周运动，在 Δt 内绕一圈再回至 P 点，此时位移为零，平均速度为零，但其路程为 $2\pi R$，故平均速率不为零。所以，处于(1) 状态是有可能的。

将质点竖直上抛至最高点时，$v = 0$，$a = g \neq 0$，故(2) 状态能发生。

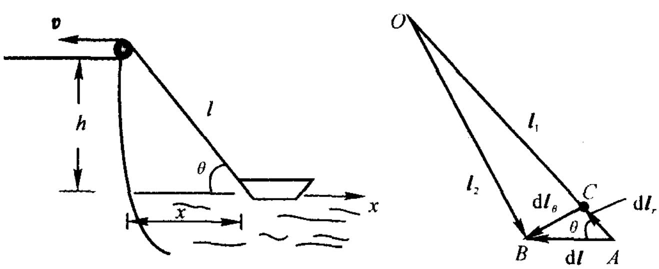
匀速圆周运动中，质点的速率不变，但速度的方向在变化。此时，速度大小不变，切向加速度为零，但向心加速度可能很大。故(3)，(4) 状态能发生。

加速度减小只表明单位时间内速度增加量减小，但速度仍在增加，故状态(5) 是不可能发生的。

1.1.7　如图 1.2(a) 所示。湖中有一小船，岸边有人用绳以速度 v 拉船靠岸。

(1) 试比较小船靠岸的水平速度 u 和 v 的大小；

(2) 已知 $v =$ 常数，试问小船能否作匀速运动？若不能，其加速度为多少？



(a)　　(b)

图 1.2　题 1.1.7 图

【分析与解答】 (1) 如图1.2(b)，设小船由 A 运动到 B，径矢 $\boldsymbol{l}_1$ 变为 $\boldsymbol{l}_2$，其位移为 $\mathrm{d}\boldsymbol{l}$。我们已知道，位移 $\mathrm{d}\boldsymbol{l}$ 包含了径矢 $\boldsymbol{l}$ 的大小和方向两个因素的变化。为此，取 $OC = OB$，在矢量三角形 ACB 中，AC 段反映了 $\boldsymbol{l}$ 的大小变化，用 $\mathrm{d}\boldsymbol{l}_r$ 表示，CB 段就反映了 $\boldsymbol{l}$ 的方向变化，以 $\mathrm{d}\boldsymbol{l}_\theta$ 表示。则有

$$\mathrm{d}\boldsymbol{l} = \mathrm{d}\boldsymbol{l}_r + \mathrm{d}\boldsymbol{l}_\theta \qquad ①$$

由式 ①，得

$$\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{l}}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}\boldsymbol{l}_r}{\mathrm{d}t} + \frac{\mathrm{d}\boldsymbol{l}_\theta}{\mathrm{d}t} \qquad ②$$

式中，$\dfrac{\mathrm{d}\boldsymbol{l}}{\mathrm{d}t} = \boldsymbol{u}$，就是小船的水平速度；

$\dfrac{\mathrm{d}\boldsymbol{l}_r}{\mathrm{d}t} = \boldsymbol{v}_r$，就是径向速度，其大小就等于人拉绳的速度，即 $|\boldsymbol{v}_r| = v$；

$\dfrac{\mathrm{d}\boldsymbol{l}_\theta}{\mathrm{d}t} = \boldsymbol{v}_\theta$ 称为横向速度，它反映了径矢方向的变化。于是可将式 ② 写成

$$\boldsymbol{u} = \boldsymbol{v}_r + \boldsymbol{v}_\theta$$

由 $\triangle ACB$ 可知

$$u = \frac{v}{\cos\theta} > v$$

(2) 由于 $u = v/\cos\theta$，而在小船向岸靠近的过程中，u 随 θ 的增大而不断增大，说明小船不可能作匀速运动，下面进一步讨论小船的运动。

在图 1.2(a) 中，由于

$$x^2 = l^2 - h^2 \qquad ③$$

对式 ③ 两边取微分得

$$2x\mathrm{d}x = 2l\mathrm{d}l - 2h\mathrm{d}h \qquad ④$$

将式 ④ 两边同时除以 $\mathrm{d}t$，并考虑 $\mathrm{d}h = 0$，有

$$x\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = l\frac{\mathrm{d}l}{\mathrm{d}t}$$

式中，$\dfrac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = |\boldsymbol{u}|$，$\dfrac{\mathrm{d}l}{\mathrm{d}t} = v$，则

$$|\boldsymbol{u}| = \frac{l}{x}v = \frac{\sqrt{x^2 + h^2}}{x}v = \frac{v}{\cos\theta}$$

可见，只有在 $x^2 \gg h^2$（即 $\theta \to 0$）的特殊情况下，$u = v$，小船才可能作匀速运动。在一般情况下，小船不可能作匀速运动。且其加速度为

$$a = \frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left(\frac{\sqrt{x^2 + h^2}}{x}v\right) = -\frac{v^2h^2}{x^3}$$

式中负号表示 a 与 u 均指向 $-x$ 方向，即小船向岸边作变加速直线运动。

1.1.8 已知某星球的运动规律为

$$\boldsymbol{r} = A\cos\omega t\boldsymbol{i} + B\sin\omega t\boldsymbol{j}$$

其中，A，B，ω 均为正常数，且 $A > B$，$\boldsymbol{i}$，$\boldsymbol{j}$ 分别为 x，y 轴的单位矢量。试求：

(1) 该星球的运动轨迹；

(2) 加速度；

(3) 星球途经第二象限任一点 M 时是加速运动还是减速运动？

【分析与解答】 (1) 由题设的运动方程可知该星球运动方程的分量式为

$$x = A\cos\omega t$$

$$y = B\sin\omega t$$

两式平方相加后并消去 t，得星球运动方程为

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} = \cos^2\omega t + \sin^2\omega t = 1$$

可知，该星球是以 $2A$ 为长轴、$2B$ 为短轴作椭圆轨迹运动。

(2) 因

$$a_x = \frac{\mathrm{d}^2 x}{\mathrm{d}t^2} = -A\omega^2\cos\omega t$$

$$a_y = \frac{\mathrm{d}^2 y}{\mathrm{d}t^2} = -B\omega^2\sin\omega t$$

则有

$$\boldsymbol{a} = a_x\boldsymbol{i} + a_y\boldsymbol{j} = -A\omega^2\cos\omega t\boldsymbol{i} - B\omega^2\sin\omega t\boldsymbol{j} = -\omega^2(A\cos\omega t\boldsymbol{i} + B\sin\omega t\boldsymbol{j}) = -\omega^2\boldsymbol{r}$$

且 $\boldsymbol{a}$ 与 $\boldsymbol{r}$ 反向，即恒指向椭圆中心。

(3) 按题意，设星球途经 M 点。此时加速度 $\boldsymbol{a}$ 的切向分量 $\boldsymbol{a}_\tau$ 如图 1.3 所示。欲确定其是加速运动还是减速运动，就必须知道它的绕行方向。

当 $t=0$ 时，$x=A$，$y=0$，表明星球处于 P 点；当 $t=\frac{\pi}{2\omega}$ 时，$x=0$，$y=B$，星球位于 Q 点。可见，星球沿逆时针方向运动。途经 M 点时，速度与切向加速度反向，故知星球在 M 点作减速运动。

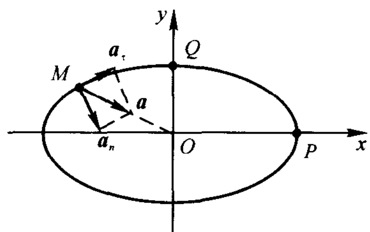


图 1.3　题 1.1.8 图

1.1.9 如图 1.4 所示，一质点作半径为 R，速度为 v 的逆时针匀速圆周运动。试求其由 A 点运动到 B 点过程中的位移 $\Delta\boldsymbol{r}$，速度增量 $\Delta\boldsymbol{v}$，速率增量 Δv，加速度增量 $\Delta\boldsymbol{a}$ 和加速度增量的大小 $|\Delta\boldsymbol{a}|$。

【分析与解答】 质点在 A 点时，有

$$\boldsymbol{r}_A = R\boldsymbol{j},\quad \boldsymbol{v}_A = -v\boldsymbol{i},\quad \boldsymbol{a}_A = -\frac{v^2}{R}\boldsymbol{j}$$

质点在 B 点时，有

$$\boldsymbol{r}_B = -R\boldsymbol{i},\quad \boldsymbol{v}_B = -v\boldsymbol{j},\quad \boldsymbol{a}_B = \frac{v^2}{R}\boldsymbol{i}$$

则

$$\Delta\boldsymbol{r} = \boldsymbol{r}_B - \boldsymbol{r}_A = -R\boldsymbol{i} - R\boldsymbol{j} = -R(\boldsymbol{i} + \boldsymbol{j})$$

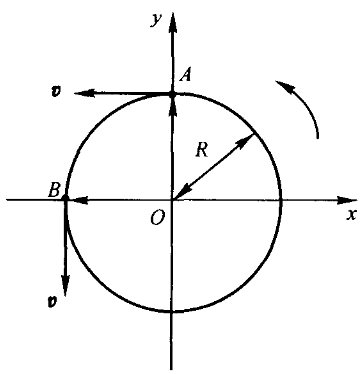


图 1.4　题 1.1.9 图