普通高等学校基础课辅导用书

大学物理学习指导

刘旭东　杜 良　编

南京大学出版社

普通高等学校基础课辅导用书

大学物理学习指导

刘旭东　杜　良　编

南京大学出版社

内容简介

复习和课后练习是学习大学物理过程中的一个重要环节，它能巩固所学的知识，深化对基本概念和基本规律的理解. 本书就是为了方便本科院校学生学习大学物理而编写的参考书，全书共十五章，每章编排有基本要求、内容提要、解题指导和课后练习等部分，并配有参考答案.

本书主要适用于工科非物理专业大学生，也可供其他读者学习物理使用.

图书在版编目(CIP)数据

大学物理学习指导 / 刘旭东，杜良编. —南京：南京大学出版社，2009.1

普通高等学校基础课辅导用书

ISBN 978-7-305-05619-2

Ⅰ. 大… Ⅱ. ①刘… ②杜… Ⅲ. 物理学—高等学校—自学参考资料 Ⅳ. O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 172471 号

出 版 者 南京大学出版社
社　　址 南京市汉口路 22 号　　邮编 210093
网　　址 http://press.nju.edu.com
出 版 人 左 健

丛 书 名 普通高等学校基础课辅导用书
书　　名 大学物理学习指导
编　　者 刘旭东 杜 良
责任编辑 吴 华　　编辑热线 025-83592146

照　　排 南京玄武湖印刷照排中心
印　　刷 南京大学印刷厂
开　　本 787×1 092 1/16 印张 7.5 字数 176 千
版　　次 2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷
印　　数 1～5 000
ISBN 978-7-305-05619-2
定　　价 13.80 元

发行热线 025-83594756
电子邮箱 sales@press.nju.edu.cn(销售部)
nupress1@public1.ptt.js.cn

目 录

第 1 章

质点运动学

本章是力学的基础，学习本章需要矢量运算、微积分等数学知识. 质点(具有质量的点)是本章的理想模型. 描述运动是相对的，必须选定参考系，为了定量描述运动，就必须在参考系上建立坐标系.

基本要求

掌　握	1. 描述质点运动的四个物理量——位置矢量、位移、速度、加速度. 2. 会处理两类问题：(1) 已知运动方程，求位移、速度和加速度(二维)；(2) 已知加速度和初始条件，求速度和运动方程(一维). 3. 圆周运动的角速度、角加速度、切向加速度和法向加速度.
理　解	
了　解	相对运动位移关系和速度关系.

内容提要

一、描述质点运动的四个物理量

1. 位置矢量

位置矢量(简称位矢)是参考系上的坐标原点指向质点所在位置的有向线段，用矢量 $\boldsymbol{r}$ 表示，如图 1-1 所示. 它是描述质点在空间位置的物理量.

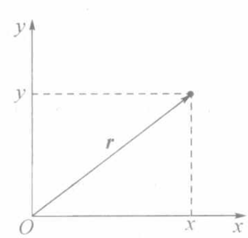

图 1-1

位矢在平面直角坐标系中的正交分解式为

$$\boldsymbol{r} = x\boldsymbol{i} + y\boldsymbol{j},$$

质点在运动过程中，位矢 $\boldsymbol{r}$ 是时间 t 的函数

$$\boldsymbol{r}=\boldsymbol{r}(t),$$

上式称作质点的**运动方程**. 运动方程在平面直角坐标系中的正交分解式为

$$\boldsymbol{r}(t)=x(t)\boldsymbol{i}+y(t)\boldsymbol{j}.$$

质点运动时在空间所经过的路径,称为轨迹;轨迹的数学表达式称为**轨迹方程**. 在平面直角坐标系中,质点运动方程的标量形式为

$$x=x(t),\ y=y(t),$$

消去时间 t,可得轨迹方程为

$$y=y(x).$$

2. 位移

位移是质点初始位置指向终点位置的有向线段,用矢量 $\Delta\boldsymbol{r}$ 表示,如图 1-2 所示. 它是描述质点位置变化的物理量.

在平面直角坐标系中,质点从 A 到 B 的位移为

$$\Delta\boldsymbol{r}=\boldsymbol{r}_B-\boldsymbol{r}_A=(x_B-x_A)\boldsymbol{i}+(y_B-y_A)\boldsymbol{j}.$$

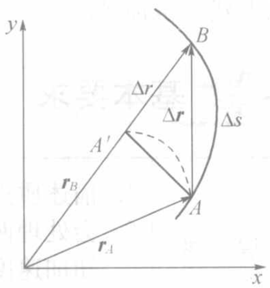

图 1-2

注意

(1) 位移与路程的区别

路程是质点在空间运动轨迹的长度,用 Δs(图 1-2 中$\overset{\frown}{AB}$)表示. 位移是矢量,路程是标量,路程总是正的. 一般情况下,位移的大小(图 1-2 中$\overline{AB}$)不等于路程,即 $|\Delta\boldsymbol{r}|\neq\Delta s$.

(2) $|\Delta\boldsymbol{r}|$ 与 $\Delta|\boldsymbol{r}|$(即 Δr)的区别

$\Delta r=\Delta|\boldsymbol{r}|=r_B-r_A$(图 1-2 中$\overline{A'B}$), $|\Delta\boldsymbol{r}|=\overline{AB}$.

3. 速度

速度是描述质点位置矢量随时间变化的物理量. 速度的方向总是和质点所在处的轨迹曲线相切并指向质点前进的方向.

(1) 平均速度: $\overline{\boldsymbol{v}}=\dfrac{\Delta\boldsymbol{r}}{\Delta t}$

(2) 速度: $\boldsymbol{v}=\lim\limits_{\Delta t\to 0}\dfrac{\Delta\boldsymbol{r}}{\Delta t}=\dfrac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t}$

(3) 平均速率: $\overline{v}=\dfrac{\Delta s}{\Delta t}$

(4) 速率: $v=\lim\limits_{\Delta t\to 0}\dfrac{\Delta s}{\Delta t}=\dfrac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}t}$

一般情况下, $|\Delta\boldsymbol{r}|\neq\Delta s$, 所以 $|\overline{\boldsymbol{v}}|\neq\overline{v}$. 当 $\Delta t\to 0$ 时, $|\mathrm{d}\boldsymbol{r}|=\mathrm{d}s$, 所以 $|\boldsymbol{v}|=v$, 速度的大小等于速率.

在平面直角坐标系中

$$v=\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}\boldsymbol{i}+\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t}\boldsymbol{j}=v_x\boldsymbol{i}+v_y\boldsymbol{j},\ |\boldsymbol{v}|=v=\sqrt{v_x^2+v_y^2}.$$

4. 加速度

加速度是描述质点速度随时间变化的物理量,它的方向总是指向轨迹曲线凹的一侧.

(1) 平均加速度: $\overline{\boldsymbol{a}}=\frac{\Delta\boldsymbol{v}}{\Delta t}$

(2) 加速度: $\boldsymbol{a}=\lim\limits_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta\boldsymbol{v}}{\Delta t}=\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{v}}{\mathrm{d}t}=\frac{\mathrm{d}^2\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t^2}$

在平面直角坐标系中

$$\boldsymbol{a}=\frac{\mathrm{d}v_x}{\mathrm{d}t}\boldsymbol{i}+\frac{\mathrm{d}v_y}{\mathrm{d}t}\boldsymbol{j}=a_x\boldsymbol{i}+a_y\boldsymbol{j},\ |\boldsymbol{a}|=a=\sqrt{a_x^2+a_y^2}.$$

在自然坐标系中

$$\boldsymbol{a}=a_t\boldsymbol{e}_t+a_n\boldsymbol{e}_n=\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\boldsymbol{e}_t+\frac{v^2}{\rho}\boldsymbol{e}_n,\ |\boldsymbol{a}|=a=\sqrt{a_t^2+a_n^2}.$$

$\boldsymbol{e}_t$ 和 $\boldsymbol{e}_n$ 分别为切向和法向的单位向量,ρ 为曲率半径.

注意　一般情况 $|\Delta\boldsymbol{v}|\neq\Delta v$, $\left|\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{v}}{\mathrm{d}t}\right|\neq\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$.

二、圆周运动

1. 角坐标

角坐标就是平面极坐标中的角度 θ,$\theta(t)$ 为运动方程.

2. 角位移

$$\Delta\theta=\theta_2-\theta_1.$$

3. 角速度

角速度是角坐标随时间的变化率,用 ω 表示

$$\omega=\frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}.$$

4. 角加速度

角加速度是角速度随时间的变化率,用 α 表示

$$\alpha=\frac{\mathrm{d}\omega}{\mathrm{d}t}=\frac{\mathrm{d}^2\theta}{\mathrm{d}t^2}.$$

5. 角量与线量的关系

质点做圆周运动时，半径 r 不变，弧长 $s = r\theta$.

(线)速度与角速度的关系 $v = \dfrac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}t} = r\omega$.

切向加速度与角加速度的关系 $a_t = \dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} = r\alpha$.

法向加速度与角速度的关系 $a_n = \dfrac{v^2}{r} = r\omega^2$.

三、相对运动

不同参考系对同一物体运动的描述是不同的. 假定一坐标系 $O'x'y'$(简称 S'系)相对于另一坐标系 Oxy(简称 S 系)沿 x 轴正向以速度 $\boldsymbol{u}$ 运动，运动质点对 S'系的位移是 $\Delta\boldsymbol{r}'$，对 S 系的位移是 $\Delta\boldsymbol{r}$，如图 1-3 所示，它们的关系为

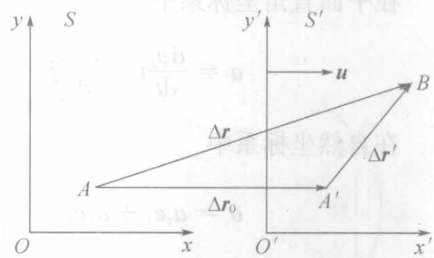

图 1-3

$$\Delta\boldsymbol{r} = \Delta\boldsymbol{r}' + \Delta\boldsymbol{r}_0,$$

速度关系(伽利略速度变换)为

$$\boldsymbol{v} = \boldsymbol{v}' + \boldsymbol{u},$$

上式中$\boldsymbol{v}$是质点相对于 S 系的速度(绝对速度)，$\boldsymbol{v}'$是质点相对于 S'系的速度(相对速度)，$\boldsymbol{u}$ 是 S'系相对于 S 系的速度(牵连速度).

解题指导

【例 1-1】 一人在离水面高度为 h 的岸边用绳子拉船靠岸，若人以 v_0 的速率匀速收绳时，求船在离岸边 x 距离处船的速度和加速度?

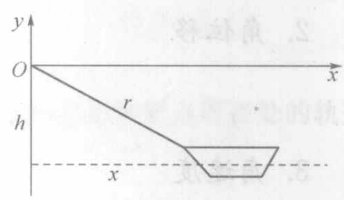

图 1-4

解 在直角坐标系中(如图 1-4)，t 时刻船的运动方程为

$$\boldsymbol{r} = x\boldsymbol{i} - h\boldsymbol{j}.$$

船的速度为
$$\boldsymbol{v} = \frac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}\boldsymbol{i} = v_x\boldsymbol{i},$$

$$x = \sqrt{r^2 - h^2},$$

$$v_x = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\sqrt{r^2 - h^2} = \frac{r}{\sqrt{r^2 - h^2}}\frac{\mathrm{d}r}{\mathrm{d}t}.$$

上式中，
$$r = \sqrt{x^2 + h^2}, \frac{\mathrm{d}r}{\mathrm{d}t} = -v_0.$$

船的速度为 $$\boldsymbol{v}=-\frac{\sqrt{x^2+h^2}}{x}v_0\boldsymbol{i},$$

船的加速度为 $$\boldsymbol{a}=\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{v}}{\mathrm{d}t}=-\frac{v_0^2h^2}{x^3}\boldsymbol{i}.$$

【例 1-2】 质点 A 在水平面内沿一半径为 $R=1.6\ \mathrm{m}$ 的圆轨道转动，如图 1-5 所示. 质点 A 的速率 v 与时间 t 的函数关系为 $v=kt^2$（k 为常量）. 已知 $t=2\ \mathrm{s}$ 时，质点的速率为 32 m/s. 试求 $t=1\ \mathrm{s}$ 时，质点的速率与加速度的大小.

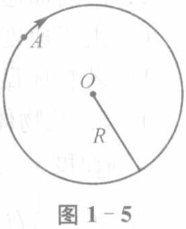

图 1-5

解 根据已知条件确定常量 k

$$k=v/(t^2)=8,$$

$$v=8t^2.$$

$t=1\ \mathrm{s}$ 时，

$$v=8t^2=8\ \mathrm{m/s},$$

$$a_t=\mathrm{d}v/\mathrm{d}t=16t=16\ \mathrm{m/s^2},$$

$$a_n=v^2/R=16^2/1.6=160\ \mathrm{m/s^2},$$

$$a=(a_t^2+a_n^2)^{1/2}=161\ \mathrm{m/s^2}.$$

◇**想一想** 路程与时间的关系？

课后练习

1-1. 湖中有一小船，有人用绳绕过岸上一定高度处的定滑轮拉湖中的船向岸边运动. 设该人以匀速率 v_0 收绳，如图 1-6 所示，绳不伸长、湖水静止，则小船的运动是 [ ]

A. 匀速直线运动 B. 匀减速运动 C. 变加速运动 D. 变减速运动

1-2. 一质点沿 x 轴做直线运动，其 $v-t$ 曲线如图 1-7 所示，如 $t=0$ 时，质点位于坐标原点，则 $t=4.5\ \mathrm{s}$ 时，质点在 x 轴上的位置为 [ ]

A. 5 m B. 2 m C. −5 m D. −2 m

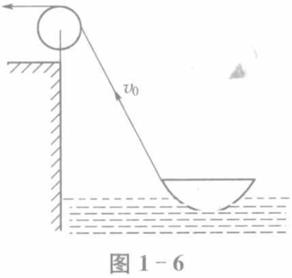

图 1-6

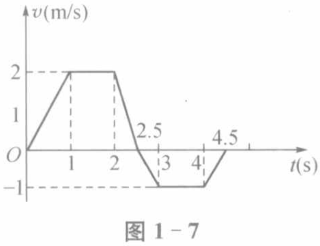

图 1-7

1-3. 某运动质点位于矢径 $\boldsymbol{r}(x,y)$ 的端点处，其瞬时速度大小为 [ ]

A. $\dfrac{\mathrm{d}r}{\mathrm{d}t}$ B. $\dfrac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t}$

C. $\dfrac{d|\boldsymbol{r}|}{dt}$　　　　D. $\sqrt{\left(\dfrac{dx}{dt}\right)^2+\left(\dfrac{dy}{dt}\right)^2}$

1-4. 一物体做曲线运动，以下几种说法中哪一种是正确的　　[　　]

A. 切向加速度必不为零.

B. 法向加速度必不为零(拐点处除外).

C. 由于速度沿切线方向，法向分速度必为零，因此法向加速度必为零.

D. 若物体做匀速率运动，其总加速度必为零.

1-5. 某物体的运动满足 $dv/dt=-kv^2t$，式中的 k 为大于零的常量. 当 $t=0$ 时，初速为 v_0，则速度 v 与时间 t 的函数关系是　　[　　]

A. $v=\dfrac{1}{2}kt^2+v_0$　　　　B. $v=-\dfrac{1}{2}kt^2+v_0$

C. $\dfrac{1}{v}=\dfrac{kt^2}{2}+\dfrac{1}{v_0}$　　　　D. $\dfrac{1}{v}=-\dfrac{kt^2}{2}+\dfrac{1}{v_0}$

1-6. 一飞机相对空气的速度大小为 200 km/h. 风速为 56 km/h，方向从西向东. 地面雷达站测得飞机速度大小为 192 km/h，方向是　　[　　]

A. 南偏西 16.3°　　B. 北偏东 16.3°　　C. 向正南或向正北　　D. 西偏北 16.3°

1-7. 一质点在 x 轴上做变加速直线运动，已知其初速度为 v_0，初始位置为 x_0，加速度 $a=Ct^2$(其中 C 为常量)，则其速度与时间的关系为 $v=$____________，运动方程为 $x=$____________.

1-8. 在一个转动的齿轮上，一个齿尖 P 做半径为 0.5 m 的圆周运动，其路程 s 随时间的变化规律为 $s=3t+\dfrac{7}{2}t^2$(SI)，则 t 时刻齿尖 P 的速度大小为________，加速度大小为________.

1-9. 一质点从静止出发做半径 $R=1$ m 的圆周运动，其角加速度随时间 t 的变化规律是 $\alpha=12t^2-6t$(SI)，则质点的角速度 $\omega=$__________，切向加速度 $a_t=$__________.

1-10. 悬挂在弹簧上的一物体做竖直振动，其加速度为 $a=-ky$，式中 k 为常量，y 是以平衡位置为原点所测得的坐标. 设振动的物体在坐标 y_0 处的速度为 v_0，试求速度 v 与坐标 y 的函数关系式.

1-11. 质点 M 在水平面内的运动轨迹如图 1-8 所示，OA 段为直线，AB、BC 段分别为不同半径的两个 1/4 圆周. 设 $t=0$ 时，M 在 O 点，已知运动学方程为

$$s=30t+5t^2\,(\mathrm{SI}).$$

求 $t=2$ s 时刻，质点 M 的切向加速度和法向加速度.

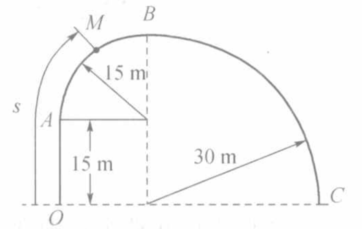

图 1-8

1-12. 一轮船在水中航行，船相对于河水的航向为北偏西 30°，相对于河水的航速为 20 km/h. 河水自西向东流动，速度为 10 km/h. 此时风向为正西，风速为 10 km/h. 试求在船上观察到的烟囱冒出的烟缕的飘向.（设烟离开烟囱后很快就获得与风相同的速度）

第 2 章

牛顿定律

牛顿定律在整个物理学中占有重要地位，是整个经典力学的基础.本章研究力对物体的作用引起物体运动状态变化的规律.

基本要求

掌　握	运用牛顿定律分析问题和解决问题的思路和方法，用微积分求解变力作用下的简单质点动力学问题(一维).
理　解	牛顿定律的基本内容及其适用条件.
了　解	

内容提要

一、牛顿三定律

1. 第一定律

任何物体都要保持静止或匀速直线运动状态，直至外力迫使它改变运动状态为止.这里包含了**惯性**和**力**两个重要概念.

2. 第二定律

第二定律的数学表达式

$$\boldsymbol{F}=\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{p}}{\mathrm{d}t}=\frac{\mathrm{d}(m\boldsymbol{v})}{\mathrm{d}t},$$

上式只适用于质点，$\boldsymbol{p}$ 是质点的动量，$\boldsymbol{F}$ 是作用在该质点上的合外力.在质点质量可视为常量的情况下(低速运动)，可写为

$$F = m\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{v}}{\mathrm{d}t} = m\boldsymbol{a}.$$

在平面直角坐标系中，其分量式为

$$\begin{cases} F_x = ma_x, \\ F_y = ma_y. \end{cases}$$

在自然坐标系中，其分量式为

$$\begin{cases} F_t = ma_t = m\dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}, \\ F_n = ma_n = m\dfrac{v^2}{\rho}. \end{cases}$$

3. 第三定律

第三定律的数学表达式

$$\boldsymbol{F} = -\boldsymbol{F}'.$$

上式指出了物体之间的作用是相互的作用，作用力和反作用力总是成对出现，它们属于同种性质的力.

注意 作用力和反作用力分别作用在两个不同的物体上，不会抵消或平衡.

二、常见的三种力

1. 万有引力 重力

万有引力

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2},$$

m_1 和 m_2 表示两个质点的质量，r 是它们之间的距离，万有引力常量

$$G = 6.67 \times 10^{-11}\ \mathrm{N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}}.$$

重力

$$P = mg,$$

重力是地球对地球表面附近物体的引力，g 是重力加速度.

2. 弹性力

当相互接触的物体发生形变时，物体欲恢复形变所产生的力，所谓支持力、(挤)压力、拉力、张力等，都属于弹性力. 弹簧的弹性力(胡克定律)

$$F = -kx.$$

3. 摩擦力

摩擦力是相互接触的物体之间有相对运动或相对运动趋势时一种阻碍相对运动的力.

滑动摩擦力的大小

$$f=\mu N,$$

μ 为滑动摩擦因数,N 为正压力.

最大静摩擦力的大小

$$f_m=\mu_0 N,$$

μ_0 为静摩擦因数,N 为正压力.一般静摩擦力大小满足

$$0\leqslant f\leqslant f_m.$$

三、牛顿定律解题步骤

牛顿定律只适用于惯性系.利用牛顿定律求解动力学问题时,一般步骤为

① 选取研究对象(常用隔离体法或微元法);

② 受力分析(画受力图);

③ 建立坐标系,根据牛顿第二定律列方程(常用分量式或微分方程);

④ 求解,讨论.

解题指导

【例 2-1】 半径为 r 的光滑球被固定在水平面上.(1) 将小物体自球的顶点沿水平方向以初速度 v_0 抛出,要使小物体被抛出后不与球面接触而落到水平面上,其 v_0 为多大?(2) 要使小物体自球的顶点自由下落到水平面上,它脱离球面处离水平面有多高?

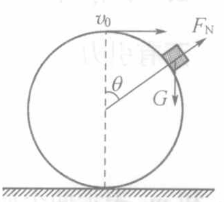

图 2-1

解 小物体受两个力作用,如图 2-1 所示,重力 G 是恒力,球面的支持力 F_N 是变力.

(1) 小物体水平被抛出后不与球面接触,$F_N=0$.

$$G=mg=m\frac{v_0^2}{r}\Rightarrow v_0=\sqrt{gr}.$$

(2) 设小物体沿球面自由下滑到 θ 角时离开球面,脱离球面时的速率为 v,$F_N=0$,有

$$\text{法向}:mg\cos\theta=m\frac{v^2}{r}, \quad ①$$

$$v^2=rg\cos\theta. \quad ②$$

脱离处离水平面的高度为

$$h = r(1+\cos\theta). \quad ③$$

$$切向: mg\sin\theta = m\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}. \quad ④$$

由 $v=\frac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}t}=\frac{r\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}$, $\mathrm{d}t=\frac{r\mathrm{d}\theta}{v}$ 代入④式,得

$$rg\sin\theta\mathrm{d}\theta = v\mathrm{d}v,$$

$$\int_0^\theta rg\sin\theta\mathrm{d}\theta = \int_0^v v\mathrm{d}v,$$

$$v^2 = 2rg(1-\cos\theta).$$

与②式联立得

$$\cos\theta = \frac{2}{3}.$$

代入③式得

$$h = \frac{5}{3}r.$$

(本题(2)可用机械能守恒定律来做,见例 3-1)

【例 2-2】 一质量为 m 的质点做平面运动,其位矢为 $\boldsymbol{r}=a\cos\omega t\boldsymbol{i}+b\sin\omega t\boldsymbol{j}$,式中 a,b 为正的恒量,且 $a>b$. 问:

(1) 此质点做何运动?其轨迹方程怎样?

(2) 质点在点 $A(a,0)$ 和点 $B(0,b)$ 时的动能有多大?

(3) 质点所受作用力 $\boldsymbol{F}$ 是怎样的?当质点从点 A 运动到点 B 时,$\boldsymbol{F}$ 的分力 F_x 和 F_y 各做的功是多少?

解 (1) 由位矢方程得:

$$x=a\cos\omega t, y=b\sin\omega t.$$

消去 t 的轨迹方程为 $\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1$,质点做椭圆曲线运动.

(2) $$\boldsymbol{v}=\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t}=-a\omega\sin\omega t\boldsymbol{i}+b\omega\cos\omega t\boldsymbol{j}=-\frac{a\omega y}{b}\boldsymbol{i}+\frac{b\omega x}{a}\boldsymbol{j},$$

速度大小 $$v=\sqrt{v_x^2+v_y^2}=\omega\sqrt{\frac{a^2y^2}{b^2}+\frac{b^2x^2}{a^2}}.$$

质点在点 $A(a,0)$ 的动能 $E_{kA}=\frac{1}{2}m\omega^2b^2$,质点在点 $B(0,b)$ 的动能 $E_{kB}=\frac{1}{2}m\omega^2a^2$.

(3) 质点所受的作用力

$$\boldsymbol{F}=m\frac{\mathrm{d}^2\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t^2}=m\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2}\boldsymbol{i}+m\frac{\mathrm{d}^2y}{\mathrm{d}t^2}\boldsymbol{j}=-m\omega^2\boldsymbol{r}\boldsymbol{e}_r,$$

受力指向坐标原点.

质点从点 $A(a,0)$ 到点 $B(0,b)$，分力做功

$$W_x=\int_a^0 F_x\mathrm{d}x=\int_a^0 -m\omega^2 x\mathrm{d}x=\frac{1}{2}m\omega^2a^2,$$

$$W_y=\int_0^b F_y\mathrm{d}y=\int_0^b -m\omega^2 y\mathrm{d}y=-\frac{1}{2}m\omega^2b^2.$$

课后练习

2-1. 用一与水平成 30°角斜向上的力 F，将一重为 G 的木块压靠在竖直壁面上，如图 2-2 所示. 如果不论用怎样大的力 F，都不能使木块向上滑动，则说明木块与壁面间的静摩擦系数 μ 的大小为 [ ]

A. $\mu\geqslant\frac{1}{2}$　　B. $\mu\geqslant\frac{1}{\sqrt{3}}$　　C. $\mu\geqslant\sqrt{3}$　　D. $\mu\geqslant2\sqrt{3}$

2-2. 质量为 m 的小球，放在光滑的木板和光滑的墙壁之间，并保持平衡，如图 2-3 所示. 当木板和墙壁之间的夹角 α 逐渐增大时，小球对木板的压力将 [ ]

A. 增加

B. 减少

C. 不变

D. 先是增加，后又减小，压力增减的分界角为 $\alpha=45°$

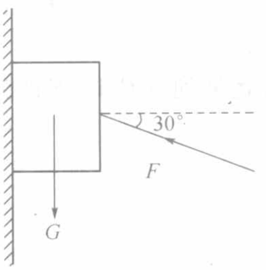

图 2-2

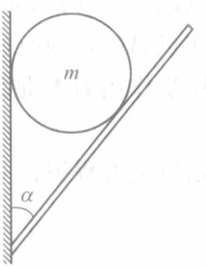

图 2-3

2-3. 质量为 m 的物体自空中落下，它除受重力外，还受到一个与速度平方成正比的阻力的作用，比例系数为 k，k 为正值常量. 该下落物体的最大速率将是 [ ]

A. $\sqrt{\frac{mg}{k}}$　　B. $\frac{g}{2k}$　　C. gk　　D. $\sqrt{gk}$

2-4. 站在电梯中的人，看到用细绳连接的质量不同的两物体，跨过电梯内一个挂在天花板上的无摩擦的定滑轮而处于"平衡静止"状态，由此，他断定电梯在做加速运动，加速度是 [ ]

A. 大小为 g，方向向上　　B. 大小为 g，方向向下

C. 大小为$\frac{1}{2}g$，方向向上　　D. 大小为$\frac{1}{2}g$，方向向下

2－5. 如图 2－4 所示，假设物体沿着竖直面上圆弧形轨道下滑，轨道是光滑的，在从 A 至 C 的下滑过程中，下面哪个说法是正确的？　[　　]

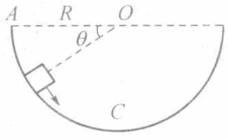

图 2－4

A. 它的加速度大小不变，方向永远指向圆心.

B. 轨道支持力的大小不断增加.

C. 它的合外力大小变化，方向永远指向圆心.

D. 它的合外力大小不变.

2－6. 一公路的水平弯道半径为 R，路面的外侧高出内侧，并与水平面夹角为 θ. 要使汽车通过该段路面时侧向摩擦力刚好为 0，则汽车的速率为　[　　]

A. $\sqrt{Rg}$　　B. $\sqrt{Rg\tan\theta}$　　C. $\sqrt{\dfrac{Rg\cos\theta}{\sin^2\theta}}$　　D. $\sqrt{Rg\cot\theta}$

2－7. 三个物体 A、B、C，质量分别为 m_1、m_2、m_3，用一根细绳和两根轻弹簧连接并悬于固定点 O，如图 2－5 所示. 取向下为 x 轴正向，开始时系统处于平衡状态，后将细绳剪断，则在刚剪断瞬时，物体 B 的加速度 a_B＝________；物体 A 的加速度 a_A＝________.

2－8. 一圆锥摆摆长为 l，摆锤质量为 m，在水平面上做匀速圆周运动，摆线与铅直线夹角 θ，如图 2－6 所示，则

(1) 摆线的张力 T＝________________；

(2) 摆锤的速率 v＝________________.

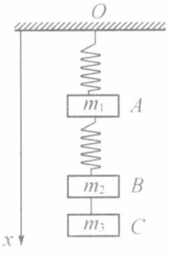

图 2－5

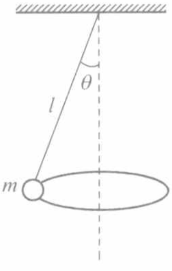

图 2－6

2－9. 火车在水平直轨道上以加速度 a 向右行驶. 在车中用细线悬挂一小球，悬线相对于火车静止时与竖直方向成 θ 角，如图 2－7 所示. 列出动力学方程，并求出 θ 角.

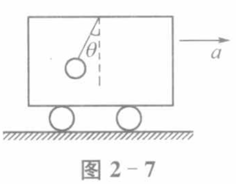

图 2－7