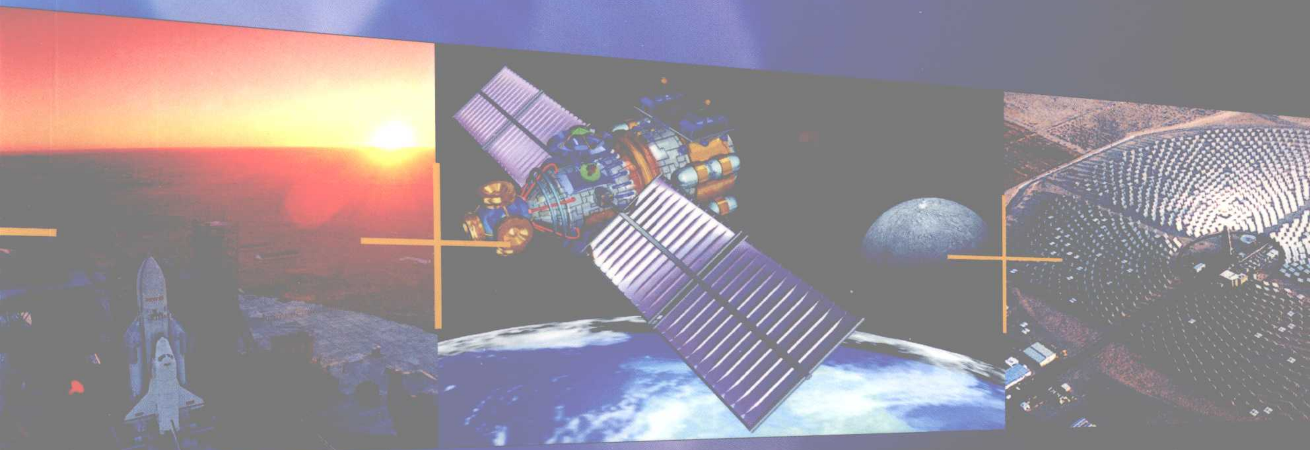
《大学物理学》学习指导

汪晓元　廖红　赵黎　刘想宁



武汉理工大学出版社
WUTP Wuhan University of Technology Press

高等学校教材

《大学物理学》学习指导

汪晓元　廖　红　赵　黎　刘想宁

武汉理工大学出版社
·武汉·

【内容提要】

本书是结合当前高等学校大学物理课程教学改革实际情况和多年教学经验，按照《非物理类理工学科大学物理课程教学基本要求》的精神而编写的。全书分为17章，有内容提要、解题指导与示例、自测题三个栏目，最后还附有自测题答案和教材习题解答。

本书与《大学物理学》(武汉理工大学出版社 2008年)相配套，也可作为大学物理、普通物理学的教学或自学辅导参考书。

图书在版编目(CIP)数据

《大学物理学》学习指导/汪晓元主编. —武汉：武汉理工大学出版社，2008.8
ISBN 978-7-5629-2820-1

Ⅰ.大…　Ⅱ.汪…　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(2008)第132341号

出版者：武汉理工大学出版社(武汉市洪山区珞狮路122号　邮编：430070)
印刷者：石首第二印刷厂
发行者：各地新华书店
开　本：787×960　1/16
印　张：21.5
字　数：420千字
版　次：2008年8月第1版
印　次：2008年8月第1次印刷
印　数：1～7000册
定　价：32.00元

目　录

1 运动学

内容提要

1. 运动学物理量：位矢 $\boldsymbol{r}$、位移 $\Delta\boldsymbol{r}$、速度 $\boldsymbol{v}$、加速度 $\boldsymbol{a}$

(1) 直角坐标系

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

大小

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \tag{1-2a}$$

方向

$$\alpha_i = \tan^{-1}\frac{i}{r} \quad (i = x, y, z) \tag{1-2b}$$

$$\Delta\boldsymbol{r} = \Delta x\boldsymbol{i} + \Delta y\boldsymbol{j} + \Delta z\boldsymbol{k} \tag{1-3}$$

$$\boldsymbol{v} = \frac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}\boldsymbol{i} + \frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t}\boldsymbol{j} + \frac{\mathrm{d}z}{\mathrm{d}t}\boldsymbol{k} \tag{1-4}$$

速率

$$v = |\boldsymbol{v}| = \left|\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t}\right| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} \tag{1-5}$$

$$\boldsymbol{a} = \frac{\mathrm{d}\boldsymbol{v}}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}v_x}{\mathrm{d}t}\boldsymbol{i} + \frac{\mathrm{d}v_y}{\mathrm{d}t}\boldsymbol{j} + \frac{\mathrm{d}v_z}{\mathrm{d}t}\boldsymbol{k} \tag{1-6a}$$

$$\boldsymbol{a} = \frac{\mathrm{d}^2\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t^2} = \frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2}\boldsymbol{i} + \frac{\mathrm{d}^2y}{\mathrm{d}t^2}\boldsymbol{j} + \frac{\mathrm{d}^2z}{\mathrm{d}t^2}\boldsymbol{k} \tag{1-6b}$$

(2) 自然坐标系

$$\boldsymbol{v} = v\hat{\tau} = \frac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}t}\hat{\tau} \tag{1-7}$$

$$\boldsymbol{a} = \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\hat{\tau} + \frac{v^2}{\rho}\hat{n} \tag{1-8}$$

(3) 平面极坐标系

$$\boldsymbol{r} = r\hat{r} \tag{1-9}$$

$$\boldsymbol{v} = \frac{\mathrm{d}\boldsymbol{r}}{\mathrm{d}t} = v_r\hat{r} + v_\theta\hat{\theta} = \frac{\mathrm{d}r}{\mathrm{d}t}\hat{r} + r\frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}\hat{\theta} \tag{1-10}$$

$$\boldsymbol{a}=\left[\frac{\mathrm{d}^2 r}{\mathrm{d}t^2}-r\left(\frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}\right)^2\right]\hat{r}+\left[r\frac{\mathrm{d}^2\theta}{\mathrm{d}t^2}+2\frac{\mathrm{d}r}{\mathrm{d}t}\frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}\right]\hat{\theta} \tag{1-11}$$

2. 圆周运动的角量描述

$$\boldsymbol{\theta}=\boldsymbol{\theta}(t) \tag{1-12}$$

$$\boldsymbol{\omega}=\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{\theta}}{\mathrm{d}t} \tag{1-13}$$

$$\boldsymbol{\beta}=\frac{\mathrm{d}\boldsymbol{\omega}}{\mathrm{d}t} \tag{1-14}$$

线量与角量的关系

$$\boldsymbol{v}=\boldsymbol{\omega}\times\boldsymbol{R} \tag{1-15}$$

$$a_t=R\beta \tag{1-16}$$

3. 两类运动学问题

(1) 第一类:已知运动方程,求速度、加速度。 (导数运算)

几何法:求(或比较)x-t 图、v-t 图上曲线的斜率。

(2) 第二类:已知加速度函数和初始条件 $\boldsymbol{r}_0$ 和 $\boldsymbol{v}_0$,求运动方程。 (积分运算)

若 $\boldsymbol{a}=\boldsymbol{a}(t)$,即加速度为时间的函数

$$v_x=v_{0x}+\int_0^t a_x\mathrm{d}t \tag{1-17}$$

$$x=x_0+\int_0^t v_x\mathrm{d}t \tag{1-18}$$

y、z 分量求法同上。

有时可用几何方法,利用 a-t 图、v-t 图根据物理意义求解。

若 $a=a(v)$,以直线运动为例,由于 $a(v)=\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$,则

$$\int_{v_0}^{v}\frac{\mathrm{d}v}{a(v)}=\int_0^t\mathrm{d}t \tag{1-19}$$

求出 t,解出 $v=v(t)$,求出运动方程

$$x=x_0+\int_0^t v(t)\mathrm{d}t \tag{1-20}$$

若 $a=a(x)$,由 $a(x)=\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}=\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}x}\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}=\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}x}v$

$$\int_{x_0}^{x}a(x)\mathrm{d}x=\int_{v_0}^{v}v\,\mathrm{d}v \tag{1-21}$$

解出 $v=v(x)$,再由 $v(x)=\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}$

$$\int_{x_0}^{x} \frac{\mathrm{d}x}{v(x)} = \int_0^t \mathrm{d}t \tag{1-22}$$

求出 t，进而求解运动方程。

4. 相对运动的描述方法

（1）约定系统

在地面参照系中建立直角坐标系 $xOyz$，对地面以匀速 $\boldsymbol{u}$ 直线运动的参照系中建立直角坐标系 $x'O'y'z'$。取 x 和轴 x' 沿相对运动的直线，y 和 y'、z 和 z' 分别平行。假定，$t=t'=0$ 时刻，O 与 O' 相重合。以后称 O 所在的参照系为惯性系 S；O' 所在的参照系为惯性系 S'。满足这样设定的条件的两个参照系称为**约定系统**。

（2）伽俐略变换

在远小于光速的条件下，在约定系统中，两个不同惯性系上的观察者对同一质点运动的描述可能不同（物理量不同），这两套运动学物理量之间的转换关系称为伽俐略变换，其形式为

$$\boldsymbol{r} = \boldsymbol{u}t + \boldsymbol{r}' \tag{1-23}$$

速度变换（速度合成公式）

$$\boldsymbol{v} = \boldsymbol{u} + \boldsymbol{v}' \tag{1-24}$$

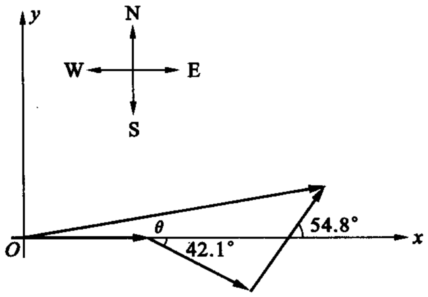
加速度变换

$$\boldsymbol{a} = \boldsymbol{a}' \tag{1-25}$$

解题指导与示例

例 1-1 一艘巡逻艇离开港口并向正东航行了 231 km 的距离，为躲避暴风雨，它转向东偏南 42.1°航行了 209 km，然后又向东偏北 54.8°航行了 262 km，求合位移的大小和方向。

解 作图、建坐标系，各段位移依次称为 $\Delta \boldsymbol{r}_i$（$i=1,2,3$），将其在图中各坐标轴上投影，计算出投影分量，即



例 1-1 图

$\Delta x_1 = 231$ km

$\Delta y_1 = 0$

$\Delta x_2 = 209\cos(-42.1°) = 155$ km

$\Delta y_2 = 209\sin(-42.1°) = -140$ km

$\Delta x_3 = 262\cos54.8° = 151$ km

$\Delta y_3 = 262\sin54.8° = 214$ km

注意:Δx_2 的角度用 $-42.1°$表示。因为从 x 轴正向顺时针度量角度为负(依据右手螺旋法则)。合位移 $\Delta \boldsymbol{r}$ 的两个分量分别为

$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 = 537\ \text{km}$$

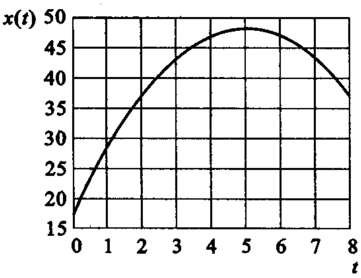
$$\Delta y = \Delta y_1 + \Delta y_2 + \Delta y_3 = 74\ \text{km}$$

有了两个分量,合位移就算得到了。但按照题目的要求,必须明确给出合位移的大小和方向

$$|\Delta \boldsymbol{r}| = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = 542\ \text{km}$$

$$\theta = \arctan \frac{74}{537} = 7.8°$$

例 1-2 假设一长雪橇沿一直的雪坡向上滑,速度减慢至瞬时停顿后又往回滑下斜坡,分析雪橇的运动得出其运动方程为 $x=18+12t-1.2t^2$(SI)。



例 1-2 图

请画出雪橇运动的 x-t 图;

求雪橇在 1~7 s 间的位移和路程;

求雪橇在 1~7 s 和 1~4 s 间的平均速度;

求雪橇速度与时间的关系式;

画出雪橇在 0~8 s 间的 v-t 图;

求雪橇加速度与时间的关系式。

解 由于运动有往返,找出折返时刻(由 x-t 图可以看出)

令 $\dfrac{dx}{dt}=0$ (x 极大点或者说是速度为零的点)

得 $t=5$ s (这结果也可以由 x-t 图看出)

则

$$\Delta x|_{1\,\text{s}\to 7\,\text{s}} = x(7) - x(1) = 14.4\ \text{m}$$

$$s|_{1\,\text{s}\to 7\,\text{s}} = |x(5) - x(7)| + |x(5) - x(1)| = 24\ \text{m}$$

平均速度

$$\bar{v}|_{1\,\text{s}\to 4\,\text{s}} = \frac{x(4) - x(1)}{4-1} = 6\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$\bar{v}|_{1\,\text{s}\to 7\,\text{s}} = \frac{x(7) - x(1)}{7-1} = 2.4\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$$

(可见在变速运动中,不同时段的平均速度大小和方向都可能不一样)

雪橇的速度 $v=\dfrac{dx}{dt}=(12-2.4t)\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

雪橇的加速度 $a=\dfrac{dv}{dt}=2.4\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ (显然这是匀加速运动)

例 1-3 一质点沿半径为 R 的圆周运动，运动方程为 $s=bt-0.5ct^2$，b、c 均为常数，且 $b>\sqrt{Rc}$，其切向加速度和法向加速度相等，所经历的最小时间是多少？

解

$$v=\frac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}t}=b-ct$$

$$a_\tau=\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}=-c$$

$$a_n=\frac{v^2}{R}=\frac{(b-ct)^2}{R}$$

当 $a_\tau=a_n$ 时

$$\frac{(b-ct)^2}{R}=|-c|$$

得

$$t_{\min}=\frac{b}{c}-\sqrt{\frac{R}{c}}$$

例 1-4 质点做直线运动，加速度为 $a=-kv$（k 为常数），$t=0$ 时 $x=0$，$v=v_0$。当质点速度减为 v_0/n（$n>1$）时，求质点经过的距离与质点所能行经的总距离之比。

解 质点的加速度为

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

分离变量，积分

$$\int_{v_0}^{v}\frac{\mathrm{d}v}{v}=-k\int_0^t\mathrm{d}t$$

得

$$\ln\frac{v}{v_0}=-kt$$

所以

$$v=v_0\mathrm{e}^{-kt}$$

再由

$$v=\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}=v_0\mathrm{e}^{-kt}$$

分离变量，积分

$$\int_0^x\mathrm{d}x=\int_0^t v_0\mathrm{e}^{-kt}\mathrm{d}t$$

得

$$x=\frac{v_0}{k}(1-\mathrm{e}^{-kt})=x_{\max}(1-\mathrm{e}^{-kt})$$

式中，$x_{\max}=\frac{v_0}{k}$ 是 $t\to\infty$ 时的 x 值，即质点所能行经的总距离。（物理上不可能有 $t\to\infty$。实际上，用不了很长时间，质点就能达到静止状态。因此，$t\to\infty$ 在物理上理解为“时间足够长”）。

设 t_1 时刻，质点的速度减为 $v_1=v_0/n$

于是 $$\frac{v_1}{v_0}=\frac{1}{n}=\mathrm{e}^{-kt_1}$$

取对数，得 $$t_1=\frac{\ln n}{k}$$

相应经过的距离 x_1 与 $x_{\max}$ 之比为 $$\frac{x_1}{x_{\max}}=1-\mathrm{e}^{-\ln n}=1-\frac{1}{n}$$

另解 按原题的要求，只要找到 v 与 x 的关系就可以，无需解出时间函数，这样一来解题过程就可以简化。

由加速度的定义，利用恒等变换直接消去 t，即

$$a=\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}=-kv=\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}x}\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}=\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}x}v$$

$$-k\mathrm{d}x=\mathrm{d}v$$

积分 $$-k\int_0^x \mathrm{d}x=\int_{v_0}^{v}\mathrm{d}v$$

得 $$x=\frac{v_0-v}{k}$$

当 $v=0$ 时，x 达到最大值 $$x_{\max}=\frac{v_0}{k}$$

所以，当质点速度减为 $v_0/n(n>1)$ 时

$$\frac{x}{x_{\max}}=\frac{v_0-v}{k}\bigg/\frac{v_0}{k}=1-\frac{1}{n}$$

可以推出，在任一时刻，该质点的位置与速度遵循以下规律

$$\frac{x}{x_{\max}}+\frac{v}{v_0}=1$$

例 1-5 宽 L 的河流，流速与离岸的距离成正比，而两岸处的流速为零，河中心的流速为 v_0。一艘小船以恒定的相对速度 v_r 垂直于水流从一岸驶向另一岸。在离岸 $L/4$ 处因故突然调头，以相对速度 $v_r/2$ 垂直于水流驶回本岸。试求：

(1) 小船的运动轨迹；

(2) 小船返回后的靠岸点与原出发点之间的距离是多少？（较难的运动学综合题）

分析

(1) 为便于表述，建立直角坐标系。

(2) 根据题目给定的条件写出河流流速 $\boldsymbol{u}$ 的函数表达式，再写出已知的船

相对水流的速度 $\boldsymbol{v}_r$ 的函数表达式，于是可求小船的绝对速度 $\boldsymbol{v}=\boldsymbol{v}_r+\boldsymbol{u}$ 的表达式。

(3) 由 $\boldsymbol{v}$ 的两个坐标分量 $v_x=\dfrac{dx}{dt}$ 及 $v_y=\dfrac{dy}{dt}$ 的表达式消去 t，得到小船的微分方程，通过积分，得到轨迹方程。

(4) 用同样的方法，可得到小船返回本岸时的轨迹方程，全程轨迹得到后，位移自然可以给出。

解 建立平面直角坐标系，沿本岸水流方向为 x 轴，y 轴指向对岸，坐标原点设于出发点。

设流速 $$\boldsymbol{u}=ky\boldsymbol{i} \quad (k\text{ 为比例系数})$$

由题意 $$y=0,u=0\ ;\quad y=L/2,u=v_0$$

得 $$k=2v_0/L$$

所以 $$\boldsymbol{u}=\frac{2v_0}{L}y\boldsymbol{i} \quad \left(0<y<\frac{L}{2}\right)$$

小船的相对速度 $$\boldsymbol{v}_r=v_r\boldsymbol{j}$$

于是，小船的绝对速度 $$\boldsymbol{v}=\boldsymbol{u}+\boldsymbol{v}_r=\frac{2v_0}{L}y\boldsymbol{i}+v_r\boldsymbol{j}$$

相应的速度分量式为 $$\begin{cases} v_x=\dfrac{dx}{dt}=\dfrac{2v_0}{L}y \\[2ex] v_y=\dfrac{dy}{dt}=v_r \end{cases}$$

消去 dt，得 $$\frac{dx}{dy}=\frac{2v_0}{Lv_r}y$$

分离变量 $$dx=\frac{2v_0}{Lv_r}y\,dy$$

此即关于小船驶出阶段轨迹的微分方程。积分

$$\int_0^x dx=\int_0^y \frac{2v_0}{Lv_r}y\,dy$$

得 $$x=\frac{v_0}{Lv_r}y^2$$

这是一条抛物线。在离岸 $L/4$ 处，小船的坐标为

$$\begin{cases} x=\dfrac{v_0}{Lv_r}\left(\dfrac{L}{4}\right)^2=\dfrac{v_0L}{16v_r} \\[2ex] y=\dfrac{L}{4} \end{cases}$$

返回本岸阶段 $\boldsymbol{v}=\boldsymbol{u}+\dfrac{1}{2}\boldsymbol{v}_r=\dfrac{2v_0}{L}y\boldsymbol{i}-\dfrac{v_r}{2}\boldsymbol{j}$

（注意第二项，区别矢量和分量的符号表述。为避免混淆，这里转而采用大写符号，以区别前段的运动）

则
$$\begin{cases} v_X=\dfrac{\mathrm{d}X}{\mathrm{d}t}=\dfrac{2v_0}{L}Y \\ v_Y=\dfrac{\mathrm{d}Y}{\mathrm{d}t}=-\dfrac{v_r}{2} \end{cases}$$

消去 $\mathrm{d}t$，得
$$\frac{\mathrm{d}X}{\mathrm{d}Y}=-\frac{4v_0}{Lv_r}Y$$

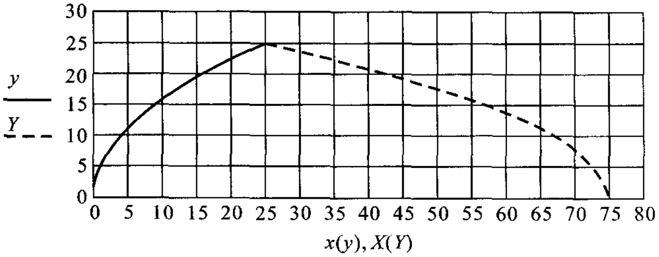
分离变量
$$\mathrm{d}X=-\frac{4v_0}{Lv_r}Y\mathrm{d}Y$$

此即小船返回本岸阶段轨迹的微分方程。积分（从前段的终点开始）
$$\int_x^X \mathrm{d}X=-\int_y^Y \frac{2v_0}{Lv_r}Y\mathrm{d}Y$$

得
$$X=-\frac{2v_0}{Lv_r}Y^2+\frac{3v_0L}{16v_r}$$

这仍然是一条抛物线。回到本岸时，小船的坐标为
$$\begin{cases} X=\dfrac{3v_0L}{16v_r} \\ Y=0 \end{cases}$$

若设 $v_0=4\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$，$v_r=1\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$，河宽 $L=100\ \mathrm{m}$，运动轨迹如图所示。可见前段位移的 x 分量为 25 m；后段位移的 x 分量为 50 m；全程位移为 75 m。



例 1-5 图

自测题一

一、选择题

1. 一质点在平面上做曲线运动，瞬时速度为 $\boldsymbol{v}$，瞬时速率为 v，某一段时间内的平均速度为 $\bar{\boldsymbol{v}}$，平均速率为 $\bar{v}$，它们之间的关系必定有

(A) $|\boldsymbol{v}|=v, |\bar{\boldsymbol{v}}|=\bar{v}$　　(B) $|\boldsymbol{v}|\neq v, |\bar{\boldsymbol{v}}|=\bar{v}$

(C) $|\boldsymbol{v}|\neq v, |\bar{\boldsymbol{v}}|\neq\bar{v}$　　(D) $|\boldsymbol{v}|=v, |\bar{\boldsymbol{v}}|\neq\bar{v}$　　[ ]

2. 一飞机相对空气的速度大小为 200 km · h^{-1}，风速为 56 km · h^{-1}，方向自西向东。地面雷达测得飞机速度大小为 192 km · h^{-1}，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°　　(E) 东偏南 16.3°　　[ ]

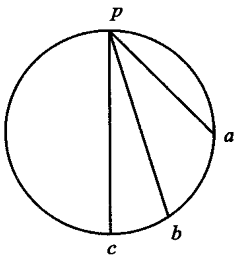
3. 图中 p 是一圆的竖直直径 pc 的上端点，一质点从 p 开始分别沿不同的弦无摩擦下滑时，比较到达各弦的下端所用的时间有

(A) 到 a 用的时间最短　　(B) 到 b 用的时间最短

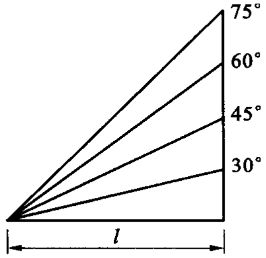
(C) 到 c 用的时间最短　　(D) 所用时间都一样　　[ ]

4. 如图所示，几个不同倾角的光滑斜面，有共同的底边，顶点也在同一竖直面上。若使一物体(视为质点)从斜面上端由静止滑到下端的时间最短，则斜面的倾角应选

(A) 30°　　(B) 45°　　(C) 60°　　(D) 75°　　[ ]



选择题 3 图



选择题 4 图

5. 质点做半径为 R 的匀速圆周运动，每 t 秒转一圈。在 $2t$ 时间间隔中，其平均速度大小与平均速率大小分别为

(A) $\dfrac{2\pi R}{t}, \dfrac{2\pi R}{t}$　　(B) $0, \dfrac{2\pi R}{t}$

(C) $0, 0$　　(D) $\dfrac{2\pi R}{t}, 0$　　[ ]

6. 质点作曲线运动，$\boldsymbol{r}$ 表示位置矢量，s 表示路程，a_τ 表示切向加速度，下列表达式中

(1) $dv/dt=a_\tau$；　(2) $dr/dt=v$；　(3) $ds/dt=v$；　(4) $|d\boldsymbol{v}/dt|=a$。

(A) 只有(1)、(4)是对的　　(B) 只有(2)、(4)是对的

(C) 只有(2)是对的　　(D) 只有(3)是对的　　[ ]

7. 某物体的运动规律为 $\mathrm{d}v/\mathrm{d}t=-kv^2t$,式中的 k 为大于零的常数。当 $t=0$ 时,初速度为 v_0,则速度 v 与时间 t 的函数关系是

(A) $v=\dfrac{kt^2}{2}+v_0$　　(B) $v=-\dfrac{kt^2}{2}+v_0$

(C) $\dfrac{1}{v}=\dfrac{kt^2}{2}+\dfrac{1}{v_0}$　　(D) $\dfrac{1}{v}=-\dfrac{kt^2}{2}+\dfrac{1}{v_0}$　　[ ]

8. 某人骑自行车以速率 v 向西行驶,今有风以相同速率从北偏东 30°方向吹来,试问人感到风从哪个方向吹来?

(A) 北偏东 30°　　(B) 南偏东 30°

(C) 北偏西 30°　　(D) 西偏南 30°　　[ ]

9. 一质点在平面内运动,已知质点位置矢量 $\boldsymbol{r}=at^2\boldsymbol{i}+bt^2\boldsymbol{j}$ (其中 a、b 为常量),则该质点做

(A) 匀速直线运动　　(B) 变速直线运动

(C) 抛物线运动　　(D) 一般曲线运动　　[ ]

10. 某人骑自行车以速率 v 向正西方行驶,遇到由北向南刮的风(设风速大小也为 v),则他感到风是从

(A) 东北方向吹来　　(B) 东南方向吹来

(C) 西北方向吹来　　(D) 西南方向吹来　　[ ]

11. 一质点做匀速圆周运动时

(A) 切向加速度改变,法向加速度也改变　(B) 切向加速度不变,法向加速度改变

(C) 切向加速度不变,法向加速度也不变　(D) 切向加速度改变,法向加速度不变 [ ]

12. 质点做半径为 R 的变速圆周运动时的加速度大小为(v 表示任一时刻质点的速率)

(A) $\dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$　　(B) $\dfrac{v^2}{R}$

(C) $\dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}+\dfrac{v^2}{R}$　　(D) $\left[\left(\dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\right)^2+\left(\dfrac{v^2}{R}\right)^2\right]^{1/2}$　　[ ]

13. 在相对地面静止的坐标系内,A、B 两船都以 2 m·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 方向单位矢用 $\boldsymbol{i}$、$\boldsymbol{j}$ 表示),那么在 A 船上的坐标系中,B 船的速度(以 m·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) $2\boldsymbol{i}-2\boldsymbol{j}$　　[ ]

14. 一质点在矢径 $\boldsymbol{r}(x,y)$处的速度大小为

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

(C) $\dfrac{\mathrm{d}|\boldsymbol{r}|}{\mathrm{d}t}$　　(D) $\sqrt{\left(\dfrac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}\right)^2+\left(\dfrac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t}\right)^2}$　　[ ]

二、填空题

1. 一物体在某瞬时以初速度 $\boldsymbol{v}_0$ 从某点开始运动，在 Δt 时间内，经一长度为 s 的曲线路径后，又回到出发点，此时速度为 $-\boldsymbol{v}_0$，则在这段时间内：

(1) 物体的平均速率是__________________；

(2) 物体的平均加速度是__________________。

2. 质点沿半径为 R 的圆周运动，运动方程为 $\theta=3+2t^2$(SI)，则 t 时刻质点的法向加速度大小为 $a_n=$__________________；角加速度 $\beta=$__________________。

3. 一质点的运动方程为 $x=6t-t^2$(SI)，则在 t 由 0 至 4 s 的时间间隔内，质点的位移大小为__________________，在 t 由 0 到 4 s 的时间间隔内质点走过的路程为__________________。

4. 在一个转动的齿轮上，一个齿尖 P 沿半径为 R 的圆周运动，其路程 s 随时间的变化规律为 $s=v_0t+bt^2/2$，其中 v_0 和 b 都是正的常量。则 t 时刻齿尖 P 的速度大小为__________________，加速度大小为__________________。

5. 一质点，以 $\pi\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$ 的匀速率作半径为 5 m 的圆周运动，则该质点在 5 s 内位移的大小是__________________，经过的路程是__________________。

6. 一质点在平面上作曲线运动，其速率 v 与路程 s 的关系为 $v=1+s^2$(SI)，则其切向加速度以路程 s 来表示的表达式为 $a_\tau=$__________________(SI)。

7. 一物体做斜抛运动，测得在轨道上升段某点处速度 $\boldsymbol{v}$ 的大小为 v，其方向与水平方向夹角成 30°。则物体在 A 点的切向加速度 $a_\tau=$__________________，轨道在 A 点的曲率半径 $\rho=$__________________。

8. 河水自西向东流动，速度为 10 $\mathrm{km\cdot h^{-1}}$。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 $\mathrm{km\cdot h^{-1}}$，此时风向为正西，风速为 10 $\mathrm{km\cdot h^{-1}}$。在船上观察到的烟囱冒出的烟缕的飘向为__________________。(设烟离开烟囱后很快就获得与风相同的速度)

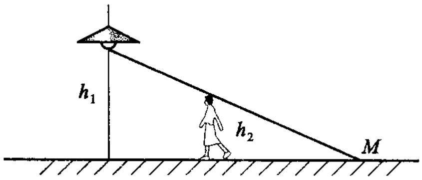
9. 已知质点运动方程为 $\boldsymbol{r}=(5+2t-t^2/2)\boldsymbol{i}+(4t+t^3/3)\boldsymbol{j}$(SI)，当 $t=2$ s 时，$\boldsymbol{a}=$__________________。

10. 质点 P 在一直线上运动，其坐标 x 与时间 t 有如下关系：$x=A\sin\omega t$(SI) (A 为常数)

(1) 任意时刻 t 时质点的加速度 $a=$__________________；

(2) 质点速度为零的时刻 $t=$__________________。

11. 灯距地面高度为 h_1，一个人身高为 h_2，在灯下以匀速率 v 沿水平直线行走，如图所示。则他的头顶在地上的影子 M 点沿地面移动的速度 v_M =__________________。



填空题 11 图

12. 一质点沿半径 $R=1$ m 的圆周运动，其角加速度随时间 t 的变化规律是 $\beta=12t^2-6t$(SI)，初始静止，则质点的角速度 $\omega=$__________________，

切向加速度 $a_\tau=$________________。

13. 距河岸 500 m 处有一静止的船，船上的探照灯以转速为 $n=1\ \mathrm{r\cdot min^{-1}}$ 转动。当光束与岸边成 $60°$ 角时，光束沿岸边移动的速度 $v=$________________。

14. 一船以速度 $\boldsymbol{v}_0$ 在静水湖中匀速直线航行，一乘客以初速 $\boldsymbol{v}_1$ 在船中竖直向上抛出一石子，则站在岸上的观察者看石子运动的轨迹是________________，其轨迹方程是________________。

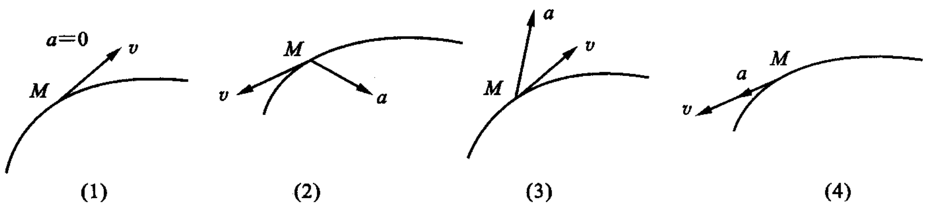
15. 试说明质点作何种运动时，将出现下述各种情况($v\neq 0$)：

(1) $a_\tau\neq 0, a_n\neq 0$；________________

(2) $a_\tau\neq 0, a_n=0$；________________

a_τ、a_n 分别表示切向加速度和法向加速度。

16. 在下列各图中质点 M 作曲线运动，指出哪些运动是不可能的？



填空题 16 图

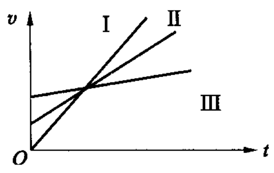
17. 以一定初速度斜向上抛出一个物体，若忽略空气阻力，当该物体的速度与水平面的夹角为 θ 时，它的切向加速度 a_τ 的大小为________________，法向加速度 a_n 的大小为________________。

18. 在 x 轴上做变加速直线运动的质点，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 $x=$________________。

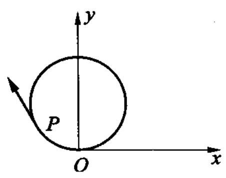
19. 在 v-t 图中所示的三条直线都表示同一类型的运动：

(1) Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ三条直线表示的是________________运动；

(2) ________________直线所表示的运动的加速度最大。



填空题 19 图



填空题 20 图

20. 一质点 P 从 O 点出发以匀速率 $1\ \mathrm{cm\cdot s^{-1}}$ 作顺时针转向的圆周运动，圆的半径为 1 m，如图所示。当它走过 2/3 圆周时，走过的路程是________，这段时间内的平均速度大小为________________，方向是________________。