

第一章 质点运动学

一. 选择题：

1. 一质点在平面上作一般曲线运动，其瞬时速度为 \vec{v} ，瞬时速率为 v ，某一时间内的平均速度为 $\bar{\vec{v}}$ ，平均速率为 \bar{v} ，它们之间的关系必定为 []

- (A) $|\vec{v}| = v, |\bar{\vec{v}}| = \bar{v}$ (B) $|\vec{v}| \neq v, |\bar{\vec{v}}| = \bar{v}$
(C) $|\vec{v}| \neq v, |\bar{\vec{v}}| \neq \bar{v}$ (D) $|\vec{v}| = v, |\bar{\vec{v}}| \neq \bar{v}$

2. 质点在某瞬时位于矢径 $\vec{r}(x, y)$ 的端点处，其速度大小为 []

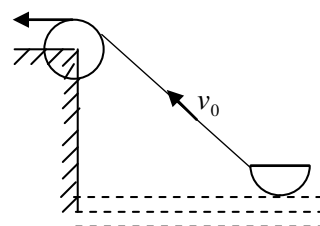
- (A) $\frac{dr}{dt}$ (B) $\frac{d\vec{r}}{dt}$ (C) $\frac{d|\vec{r}|}{dt}$ (D) $\sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}$

3. 质点在平面上运动，已知质点位置矢量的表示式为 $\vec{r} = at^2\vec{i} + bt^2\vec{j} (SI)$ (其中 a 、 b 为常量)，则该质点作 []

- (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

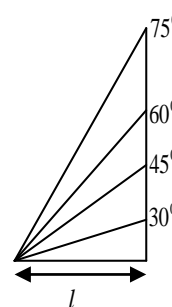
4. 如图所示，湖中有一小船，有人用绳绕过岸上一定高度处的定滑轮拉湖中的船向岸边运动。设该人以匀速率 v_0 收绳，绳不伸长，湖水静止，则小船的运动是 []

- (A) 匀加速运动 (B) 匀减速运动
(C) 变加速运动 (D) 变减速运动



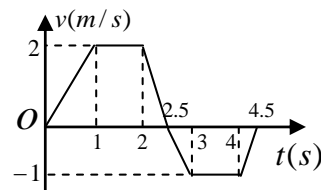
5. 如右图所示，几个不同倾角的光滑斜面，有共同的底边 l ，顶点也在同一竖直面上。若使一物体（视为质点）从斜面上端由静止滑到下端的时间最短，则斜面的倾角应选 []

- (A) 30° (B) 45° (C) 60° (D) 75°



6. 一质点沿 x 轴作直线运动，其 $v-t$ 曲线如图所示，如 $t=0$ 时，质点位于坐标原点，则 $t=4.5s$ 时质点在 x 轴上的位置为 []

- (A) $0m$ (B) $5m$ (C) $2m$ (D) $-2m$



7. 一小球沿斜面向上运动，其运动方程为 $S = 5 + 4t - t^2 (SI)$ ，

则小球运动到最高点的时刻是 []。

- (A) $t = 4s$ (B) $t = 2s$ (C) $t = 8s$ (D) $t = 5s$

学院:

专业:

学号:

姓名:

8. 某物体的运动规律为 $\frac{dv}{dt} = -kv^2t$, 式中的 k 为大于零的常数。当 $t=0$ 时, 初速为 v_0 , 则

速度 v 与时间 t 的函数关系是 []

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

(B) $v = -\frac{1}{2} kt^2 + v_0$

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

(D) $\frac{1}{v} = -\frac{1}{2} kt^2 + \frac{1}{v_0}$

9. 一个质点在做匀速率圆周运动时 []

(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

10. 以下运动形式中, \vec{a} 保持不变的运动是 []

(A) 单摆的运动

(B) 匀速率圆周运动

(C) 行星的椭圆轨道运动

(D) 抛体运动

11. 对于沿曲线运动的物体, 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) 若物体作匀速率运动, 其总加速度必为零.

12. 质点作半径为 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) $\frac{dv}{dt}$

(B) $\frac{v^2}{R}$

(C) $\frac{dv}{dt} + \frac{v^2}{R}$

(D) $[(\frac{dv}{dt})^2 + (\frac{v^4}{R^2})]^{\frac{1}{2}}$

13. 在相对地面静止的坐标系内, A、B 二船都是以 $2m/s$ 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 方向单位矢量用

\vec{i} 、 \vec{j} 表示), 那么在 A 船上的坐标系中, B 船的速度为 []

(A) $2\vec{i} + 2\vec{j}$

(B) $-2\vec{i} + 2\vec{j}$

(C) $-2\vec{i} - 2\vec{j}$

(D) $2\vec{i} - 2\vec{j}$

14. 一飞机相对空气的速度大小为 $200km/h$, 风速为 $56km/h$, 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°

15. 某人骑自行车以速率 v 向正西方向行驶, 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

二. 填空题:

1. 一物体在某瞬时, 以初速度 \vec{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 $-\vec{v}_0$. 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: _____.

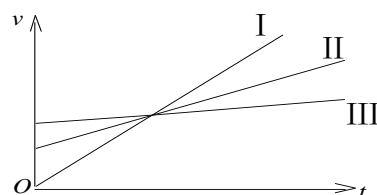
2. 一质点沿直线运动, 其坐标 x 与时间 t 有如下关系: $x = Ae^{-\beta t} \cos \omega t (SI)$ (A, β 皆为常数): (1) 任意时刻质点的加速度 $a =$ _____; (2) 质点通过原点的时刻 $t =$ _____.

3. 在水平飞行的飞机上向前发射一颗炮弹, 发射时飞机的速度为 v_0 , 炮弹相对于飞机的速度为 v , 略去空气阻力, 则以地球为参考系, 炮弹的轨迹方程为_____.

4. 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。



5. 已知质点运动方程为 $\vec{r} = (5 + 2t - \frac{1}{2}t^2)\vec{i} + (4t + \frac{1}{3}t^3)\vec{j} (SI)$, 当 $t = 2s$ 时,

$\vec{a} =$ _____.

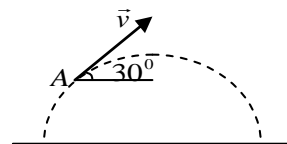
6. 在 XY 平面内有一运动的质点, 其运动方程为 $\vec{r} = 10\cos 5t\vec{i} + 10\sin 5t\vec{j} (SI)$, 则 t 时刻其速度 $\vec{v} =$ _____, 其切向加速度的大小 $a_t =$ _____; 该质点运动的轨迹是_____.

7. 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 随时间的规律为

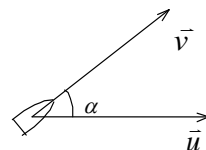
$S = v_0 t + \frac{1}{2}bt^2$, 其中 v_0 和 b 都是正的常量, 则 t 时刻齿尖 P 的速度大小为_____,

加速度大小为_____.

8. 一物体作如图所示的斜抛运动, 测得在轨道 A 点处速度 \vec{v} 的大小为 v , 其方向与水平方向成 30° 的夹角, 则物体在 A 点的切向加速度 $a_t =$ _____, 轨道的曲率半径 $\rho =$ _____.



9. 如图所示, 小船以相对于水的速度 \vec{v} 与水流方向成 α 角开行, 若水流速度为 \vec{u} , 则小船相对于岸的速度的大小为_____.



10. 轮船在水上以相对于水的速度 \vec{v}_1 航行, 水流速度为 \vec{v}_2 , 一人相对于甲板以速度 \vec{v}_3 行走. 如人相对于岸静止, 则 \vec{v}_1 、 \vec{v}_2 和 \vec{v}_3 的关系是_____.

学院：_____ 专业：_____ 学号：_____ 姓名：_____

三. 计算题:

1. 一质点沿 x 轴运动, 其加速度为 $a = 4t$ (SI), 已知 $t = 0$ 时, 质点位于 $x_0 = 10$ m 处, 初速度 $v_0 = 0$. 试求其位置和时间的关系式.

2. 由楼窗口以水平初速度 \vec{v}_0 射出一发子弹, 取枪口为坐标原点, 沿 \vec{v}_0 方向为 X 轴, 竖直向下为 Y 轴, 并取发射时 $t = 0$ s, 试求:

- (1) 子弹在任意时刻 t 的位置坐标及轨迹方程;
- (2) 子弹在 t 时刻的速度, 切向加速度和法向加速度.

3. 当一列火车以 36 km/h 的速率水平向东行驶时, 相对于地面匀速竖直下落的雨滴, 在列车的窗子上形成的雨迹与竖直方向成 30° 角.

- (1) 雨滴相对于地面的水平分速有多大? 相对于列车的水平分速有多大?
- (2) 雨滴相对于地面的速率如何? 相对于列车的速率如何?

第一章 质点运动学

一. 选择题:

1. D 2. D 3. B 4. C 5. B 6. C 7. B 8. C 9. B 10. D 11. B
12. D 13. B 14. C 15. C

二. 填空题:

1. $\frac{S}{\Delta t}$; $-\frac{2\vec{v}_0}{\Delta t}$
2. $Ae^{-\beta t}[(\beta^2 - \omega^2)\cos \omega t + 2\beta\omega \sin \omega t](m/s^2)$; $\frac{1}{2\omega}(2n+1)\pi(s)$
3. $y = \frac{gx^2}{2(v_0 + v)^2}$
4. 匀加速; I
5. $-\vec{i} + 4\vec{j} m/s^2$
6. $50[-\sin 5t\vec{i} + \cos 5t\vec{j}](m/s)$; 0; 圆
7. $v_0 + bt$; $\sqrt{b^2 + (v_0 + bt)^4 / R^2}$
8. $\frac{g}{2}(m/s^2)$, $\frac{v^2}{g \cos 30^\circ} = \frac{2\sqrt{3}v^2}{3g}$
9. $\sqrt{u^2 + v^2 + 2uv \cos \alpha}$
10. $\vec{v}_1 + \vec{v}_2 + \vec{v}_3 = 0$

三. 计算题:

1. 解: $a = dv/dt = 4t$,
 $dv = 4t dt$,
 $\int_0^v dv = \int_0^t 4t dt$
 $v = 2t^2$
 $v = dx/dt = 2t^2$
 $\int_{x_0}^x dx = \int_0^t 2t^2 dt$
 $x = x_0 + \frac{2}{3}t^3 = 10 + \frac{2}{3}t^3$ (SI)

2. 解: (1) 已知 $\vec{a} = g\vec{j}$, $t=0$ 时, $\vec{v}_0 = v_0\vec{i}, \vec{r}_0 = 0$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \Rightarrow d\vec{v} = \vec{a}dt \Rightarrow \int_{\vec{v}_0}^{\vec{v}} d\vec{v} = \int_0^t \vec{a}dt = \int_0^t g\vec{j}dt$$

$$\text{得 } \vec{a} = \vec{v}_0 + g\vec{j} = v_0\vec{i} + g\vec{j}, \text{ 分量式为 } \begin{cases} v_x = v_0 \\ v_y = gt \end{cases}$$

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \Rightarrow d\vec{r} = \vec{v}dt \Rightarrow \int_{\vec{r}_0}^{\vec{r}} d\vec{r} = \int_0^t \vec{v}dt = \int_0^t (v_0\vec{i} + g\vec{j})dt$$

$$\text{得 } \vec{r} = v_0t\vec{i} + \frac{1}{2}gt^2\vec{j}, \text{ 得任意时刻 } t \text{ 的位置坐标 } \begin{cases} x = v_0t \\ y = \frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$$

上述方程消去 t , 得轨迹方程: $y = \frac{g}{2v_0^2}x^2$.

(2) $v_x = v_0$, $v_y = gt$. 速度大小为:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + g^2t^2}.$$

与 x 轴的夹角 $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{gt}{v_0}\right)$

$$a_t = \frac{dv}{dt} = \frac{g^2t}{\sqrt{v_0^2 + g^2t^2}}, \text{ 与 } \vec{v} \text{ 同向.}$$

$$a_n = \sqrt{g^2 - a_t^2} = \frac{v_0g}{\sqrt{v_0^2 + g^2t^2}}, \text{ 方向与 } a_t \text{ 垂直.}$$

3. 解: (1) 题给雨滴相对于地面竖直下落, 故相对于地面的水平分速为零. 雨滴相对于列车的水平分速与列车速度等值反向为 10m/s , 正西方向. ($36\text{km/h}=10\text{m/s}$)

(2) 设下标 W 指雨滴, t 指列车, E 指地面, 则有

$$\vec{v}_{WE} = \vec{v}_{Wt} + \vec{v}_{tE}, v_{tE} = 10\text{m/s}$$

v_{WE} 竖直向下, v_{Wt} 偏离竖直方向 30° , 由图求得
雨滴相对于地面的速率为 $v_{WE} = v_{tE} \cot 30^\circ = 17.3\text{m/s}$

$$\text{雨滴相对于列车的速率 } v_{Wt} = \frac{v_{tE}}{\sin 30^\circ} = 20\text{m/s}$$

