



普通高等学校教材

GONGKE WULI DAZUOYE

工科物理大作业

郑建邦 杨雁南 郭晓枫 宋士贤 改编

国防工业出版社



01 质点运动学

班号 _____ 学号 _____ 姓名 _____ 成绩 _____

一、选择题

(在下列各题中,均给出了4个~6个答案,其中有的只有1个是正确答案,有的则有几个是正确答案,请把正确答案的英文字母序号填在题后的括号内)

1. 在下列关于质点运动的表述中,不可能出现的情况是:

- A. 一质点具有恒定的速率,但却有变化的速度;
- B. 一质点向前的加速度减少了,其前进速度也随之减少;
- C. 一质点加速度值恒定,而其速度方向不断改变;
- D. 一质点具有零速度,同时具有不为零的加速度。

()

2. 在下列关于加速度的表述中,正确的是:

- A. 质点沿 x 轴运动,若加速度 $a < 0$,则质点必作减速运动;
- B. 质点作圆周运动时,加速度方向总是指向圆心;
- C. 在曲线运动中,质点的加速度必定不为零;
- D. 质点作曲线运动时,加速度方向总是指向曲线凹的一侧;
- E. 若质点的加速度为恒矢量,则其运动轨迹必为直线;
- F. 质点作抛物运动时,其法向加速度 a_n 和切向加速度 a_t 是不断变化的,因此,

加速度 $a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2}$ 也是变化的。

()

3. 如图 1-1 所示,质点作匀速圆周运动,其半径为 R ,从 A 点出发,经半个圆周而达到 B 点,则在下列表达式中,不正确的是:

- A. 速度增量 $\Delta \mathbf{v} = 0$, 速率增量 $\Delta v = 0$;
- B. 速度增量 $\Delta \mathbf{v} = -2v\mathbf{j}$, 速率增量 $\Delta v = 0$;
- C. 位移大小 $|\Delta \mathbf{r}| = 2R$, 路程 $s = \pi R$;
- D. 位移 $\Delta \mathbf{r} = -2R\mathbf{i}$, 路程 $s = \pi R$ 。

()

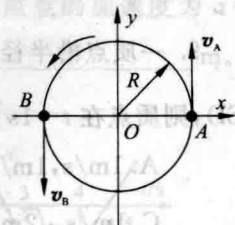


图 1-1

4. 一质点在 xOy 平面内作曲线运动, $\mathbf{r}$ 为位移矢量, s 为路程。

在下列关于质点速率的表达式中,正确的是:

A. $v = \frac{dr}{dt}$;

B. $v = \frac{|dr|}{dt}$;

C. $v = \frac{ds}{dt}$;

D. $v = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}$;

E. $v = \frac{d|r|}{dt}$ 。 ()

5. 如图 1-2 所示,物块 A 与 B 分别置于高度差为 h 的水平面上,借一跨过滑轮的细绳连接,若 A 以恒定速度 v_0 运动,则 B 在水平面上的运动为:

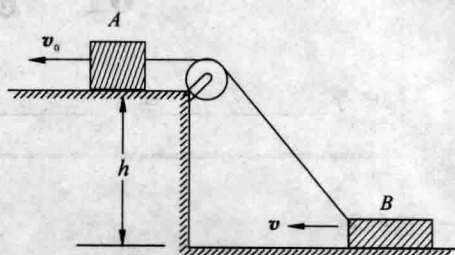


图 1-2

A. 匀速运动,且 $v = v_0$;

B. 加速运动,且 $v > v_0$;

C. 加速运动,且 $v < v_0$;

D. 减速运动。 ()

6. 已知质点的运动方程为: $x = A\cos\theta + Bt^2\cos\theta$, $y = A\sin\theta + Bt^2\sin\theta$, 式中 A 、 B 、 θ 均为恒量,且 $A > 0$, $B > 0$, 则质点的运动为:

A. 圆周运动;

B. 抛体运动;

C. 椭圆运动;

D. 匀加速直线运动;

E. 匀减速直线运动。 ()

7. 一质点沿 x 轴运动,其运动方程为 $x = 4t^2 - 2t^3$ (SI), 当质点再次返回原点时,其速度和加速度分别为:

A. 8m/s , 16m/s^2 ;

B. -8m/s , 16m/s^2 ;

C. -8m/s , -16m/s^2 ;

D. 8m/s , -16m/s^2 。 ()

8. 已知质点的运动方程为 $x = -10 + 12t - 2t^2$ (SI), 则在前 5s 内质点作:

A. 减速运动,路程为 36m;

B. 加速运动,位移 10m;

C. 前 3s 作减速运动,后 2s 作加速运动,路程为 26m;

D. 变速运动,位移的大小和路程均为 10m。 ()

9. 一质点沿半径 $R = 1\text{m}$ 的圆轨道作圆周运动,其角位置与时间的关系为 $\theta = \frac{1}{2}t^2 + 1$

(SI), 则质点在 $t = 1\text{s}$ 时,其速度和加速度的大小分别为:

A. 1m/s , 1m/s^2 ;

B. 1m/s , 2m/s^2 ;

C. 1m/s , $\sqrt{2}\text{m/s}^2$;

D. 2m/s , $\sqrt{2}\text{m/s}^2$ 。 ()

10. A、B 两船都以 2m/s 的速率相对于河岸匀速行驶,且 A 船沿 x 轴正向运动, B 船沿 y 轴正向运动,则 B 船相对于 A 船的速度(以 m/s 为单位)为:

A. $2i + 2j$;

B. $-2i + 2j$;

C. $-2i - 2j$;

D. $2i - 2j$ 。 ()

二、填空题

1. 一质点沿 x 轴方向运动, 其运动方程为 $x=10-9t+6t^2+t^3$ (SI), 则:

质点前 2s 的位移为 $\Delta r =$ _____ m;

质点速度的表达式为 $v =$ _____ m/s;

质点沿 x 轴的最大速度值为 $v_{\max} =$ _____ m/s.

2. 一质点在 xOy 平面内运动, 其运动方程为 $x=2t, y=19-2t^2$ (SI). 则:

质点的轨迹方程为 $y =$ _____;

$t=2$ s 时的位矢为 $r =$ _____ m;

$t=2$ s 时的速度为 $v =$ _____ m/s;

前 2s 内的平均速度为 $v =$ _____ m/s.

3. 一质点沿 x 轴作直线运动, 其速度为 $v=8+3t^2$ (SI), 当 $t=8$ s 时, 质点位于原点左侧 52m 处, 则其运动方程为 $x =$ _____ m; 且可知当 $t=0$ 时, 质点的初始位置为 $x_0 =$ _____ m, 初速度为 $v_0 =$ _____ m/s.

4. 在质点曲线运动中, 其切向加速度 a_t 是反映质点运动速度 _____ 变化的物理量; 而法向加速度 a_n 是反映质点运动速度 _____ 变化的物理量.

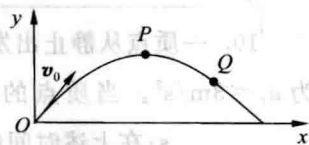


图 1-3

- 一质点在 xOy 平面内作抛物运动, 如图 1-3 所示, 若不计空气阻力, 试在图上标出 P、Q 两点的切向加速度 a_t 和法向加速度 a_n .

5. 如图 1-4 所示, 一炮弹作抛体运动, 在轨道的 P 点处, 其速率为 v , 且 v 与水平面的夹角为 θ , 则该时刻质点的 $\frac{dv}{dt} =$ _____; P 点处的曲率半径 $\rho =$ _____.

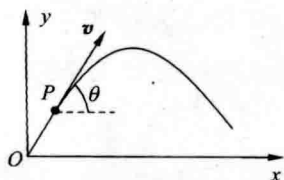


图 1-4

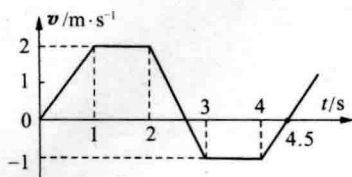


图 1-5

6. 一质点沿 x 轴作直线运动, 其 $v-t$ 曲线如图 1-5 所示. 已知 $t=0$ 时, 质点位于坐标原点, 则 $t=4.5$ s 时, 质点的位置为 $x =$ _____ m, 质点的加速度为 $a =$ _____ m/s²; 且在这段时间内, 质点所行的路程为 $s =$ _____ m.

7. 一汽车沿 x 轴正向行驶, 其加速度与位置的关系为 $a=1+x$ (SI), 已知 $t=0$ 时, 汽

车位于 $x = 0$ 处, 且速度为 $v_0 = 1\text{m/s}$ 。则汽车在任一位置时的速度为 $v =$ _____ m/s; 任一时刻的位置为 $x =$ _____ m。

8. 如图 1-6 所示, 一辆敞篷货车的驾驶室后壁高度为 h , 车厢长为 l , 竖直下落的雨点速度为 u , 要使货车的车厢不致淋雨, 则车的速度 v 的大小必须满足的条件是 _____。

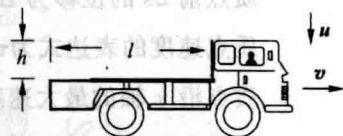


图 1-6

9. 一小孩在车站站台上以初速度 v_0 竖直向上抛出一小球, 站台上的观测者 S 测得小球的运动方程为 $x = 0$,

$y = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$ (SI)。此时, 一列车以 $u = 5\text{m/s}$ 的速度沿 x 轴正方向驶过站台, 则列车上的观测者 S' (旅客) 测得小球的运动方程为:

$x' =$ _____ (SI); $y' =$ _____ (SI);

列车上的观测者 S' (旅客) 测得小球的轨迹方程为:

$y' =$ _____ (SI)。

10. 一质点从静止出发, 作半径为 $R = 3.0\text{m}$ 的圆周运动, 其切向加速度的大小始终为 $a_t = 3\text{m/s}^2$ 。当质点的总加速度 a 与半径成 45° 角时, 质点所经过的时间为 $t =$ _____ s; 在上述时间内, 质点所经过的路程为 $s =$ _____ m, 角位移为 $\Delta\theta =$ _____ rad。

三、计算与证明题

1. 一雨滴从高空云层由静止竖直下落, 其加速度随速度的变化关系为 $a = m - nv$ (SI), 式中 m, n 为常数。试求雨滴的下落速度 v 与时间 t 的函数关系, 并讨论雨滴的运动情况。(假设雨滴在下落过程中质量不变。)



2. 一质点以半径 $R=6\text{m}$ 作圆周运动, 其在自然坐标系中运动方程为:

$$s = bt + \frac{1}{2}ct^2 \quad (\text{SI})$$

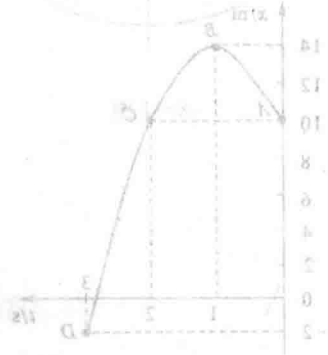
式中, $b=2.0\text{m/s}$, $c=1.0\text{m/s}^2$. 试求质点切向加速度与法向加速度大小相等之前, 其所经历的时间。



(c)



(d)



(e)

3. 一小球沿 x 轴作直线运动, 其 $x-t$, $v-t$, $a-t$ 曲线分别如图 1-7(a)(b)(c) 所示。

试求:

- (1) 小球的运动方程;
- (2) 分析小球在 $0 \sim 3\text{s}$ 内的运动情况;
- (3) 3s 内的位移和路程。

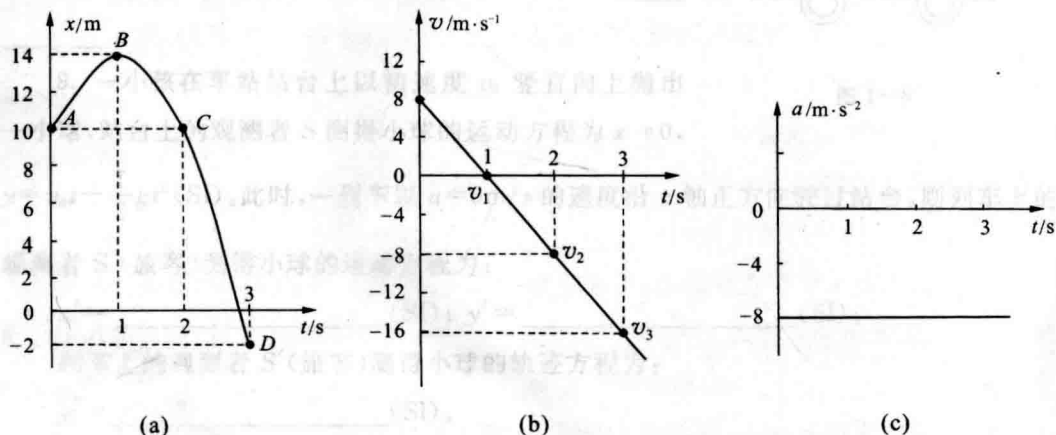


图 1-7

三. 计算与证明题

1. 一质点从空中某处自由下落, 其加速度随速度的变化关系为 $a = -k v$ (SI), 式中 k 为常数。试求质点的速度与时间 t 的函数关系, 并讨论质点的运动情况。(假设质点在下落过程中质量不变)

4. 已知某行星的运动方程为 $\mathbf{r} = A\cos\omega t\mathbf{i} + B\sin\omega t\mathbf{j}$ (SI), 式中 A, B, ω 均为正的常数, 且 $A > B, \mathbf{i}, \mathbf{j}$ 分别为 x, y 轴的单位矢量。

- (1) 试证: 该行星的运动轨迹为椭圆;
- (2) 试求行星的加速度 $\mathbf{a}$;
- (3) 试说明: 行星途经第二象限任一点 M 时 (如图 1-8 所示), 是加速还是减速运动?

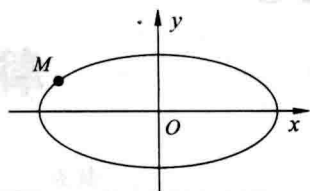


图 1-8

四、简答题

试求 1. 质点在 xOy 平面内运动, r 为位移矢量。试说明 $|\Delta r| \neq \Delta r$, 并画出简图。

(1) 小球的运动方程:

(2) 分析小球在 $0 \sim 2\pi$ 内的运动情况:

(3) 2π 内的位移和路程, $s-t$ 图或 $r-t$ 图或 M 点一时刻第二象限位置, 即图 (3)



2. 一个作平面运动的质点, 其切向加速度 a_t 和法向加速度 a_n 均不为零, 试讨论在下列条件下质点的运动情况:

(1) 加速度 $a = \text{恒矢量}$;

(2) 加速度 a 随时间变化。

五、自选题

02 牛顿运动定律

班号 _____ 学号 _____ 姓名 _____ 成绩 _____

一、选择题

(在下列各题中,均给出了4个~5个答案,其中有的只有1个是正确答案,有的则有几个是正确答案,请把正确答案的英文字母序号填在题后的括号内)

- 在下列关于力的叙述中,正确的是:
 - 质点受到不为零的合力是其运动状态发生变化的原因;
 - 质点所受的静摩擦力总是与其运动方向相反;
 - 质点所受静摩擦力的大小总等于摩擦因数乘以正压力;
 - 作用于质点的合力方向必与其运动方向相同;
 - 作用于质点的合力方向必与其加速度方向一致。 ()

- 在下列关于力与运动关系的叙述中,正确的是:
 - 若质点所受合力的方向不变,则一定作直线运动;
 - 若质点所受合力的大小不变,则一定作匀加速直线运动;
 - 若质点所受合力恒定,肯定不会作曲线运动;
 - 若质点从静止开始,所受合力恒定,则一定作匀加速直线运动;
 - 若质点所受合力越大,则质点速度必定越大。 ()

- 如图2-1所示,质量为 m 的小球,沿半径为 R 的圆弧形光滑轨道由静止下滑,则在下滑的过程中:

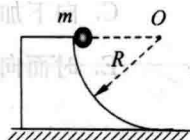


图 2-1

- 小球的加速度方向始终指向圆心;
- 轨道对小球的作用力的大小不断增加;
- 小球所受的合力大小变化,并始终指向圆心;
- 小球所受的合力不变,但速率不断增加。 ()

- 如图2-2所示,两个质量分别为 m_A 和 m_B 的物体A、B,一起在水平面上沿 x 轴正向作匀减速直线运动,加速度大小为 a ,A与B间的静摩擦因数为 μ ,则A作用于B的静摩擦力 F 的大小和方向分别为:

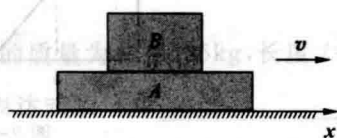


图 2-2

A. $\mu m_B g$, 与 x 轴正向相反。

B. $\mu m_B g$, 与 x 轴正向相同。

C. $m_B a$, 与 x 轴正向相同。

D. $m_B a$, 与 x 轴正向相反。

()

5. 质量为 m 的质点沿 x 轴方向运动, 其运动方程为 $x = A \cos \omega t$ 。式中 A, ω 均为正的常量, t 为时间变量, 则该质点所受的合外力 f 为:

A. $f = \omega^2 x$;

B. $f = m \omega^2 x$;

C. $f = -m \omega x$;

D. $f = -m \omega^2 x$ 。

()

6. 质量为 $m = 10 \text{ kg}$ 的物体在力 $F = (120t + 40)i \text{ (SI)}$ 作用下沿 x 轴运动, 在 $t = 0$ 时, 速度 $v_0 = 6 \text{ m/s}$, 则 $t = 3 \text{ s}$ 时, 其速度大小为:

A. 120 m/s ;

B. 66 m/s ;

C. 72 m/s ;

D. 126 m/s 。

()

7. 质量 $m = 10 \text{ kg}$ 的木箱放在光滑的地面上, 在水平拉力 F 的作用下由静止开始沿直线运动, 其拉力随时间的变化关系如图 2-3 所示, 则在 $t = 7 \text{ s}$ 时, 其速度大小为:

A. 12 m/s ;

B. 16.5 m/s ;

C. 7 m/s ;

D. 2.5 m/s 。

()

8. 如图 2-4 所示, 绳子跨过两个定滑轮, 两端分别挂一个质量均为 m 的完全相同的物体, 开始时它们处于同一高度。现使右边的物体在平衡位置附近来回摆动, 则左边的物体将:

A. 向上运动;

B. 向下匀速运动;

C. 向下加速运动;

D. 保持不动;

E. 时而向上, 时而向下运动。

()

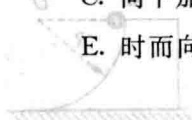


图 2-3

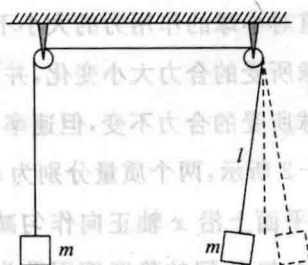


图 2-4

二、填空题

1. 质量为 m 的木块在水平面上作直线运动, 当速度为 v_0 时仅在摩擦力作用下开始作匀减速运动, 经过距离 s 后停止, 则木块加速度的大小为 $a =$ _____; 木块与水平面间的摩擦因数为 $\mu =$ _____。

2. 质量为 m_1 的质点, 置于长为 l 、质量为 m_2 的均质细杆的延长线上, 质点与细杆近端距离为 r , 选如图 2-5(a) 所示坐标系, 则细杆上长度为 dx 的一段微元与质点之间万有引力的大小为 $dF =$ _____, 细杆与质点之间万有引力的大小为 $F =$ _____。选如图 2-5(b) 所示坐标系, 则细杆上长度为 dx 的一段微元与质点之间万有引力

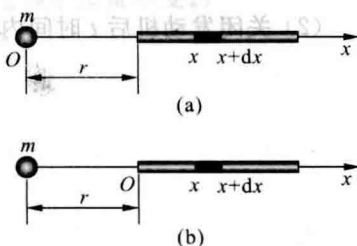


图 2-5

的大小为 $dF =$ _____, 细杆与质点之间万有引力的大小为 $F =$ _____。

3. 质量为 $m = 5\text{kg}$ 的质点在 xOy 平面内运动, 其运动方程为 $\mathbf{r} = 6\mathbf{i} - 3t^2\mathbf{j}$ (SI), 则质点所受的合力 $\mathbf{F}$ 的大小为 $F =$ _____ N, 其方向为 _____。

4. 质量为 m 的质点在力 $F_x = c + bt$ (SI) 作用下, 沿 x 轴正方向运动, 式中 c, b 为正的常量。已知 $t = 0$ 时, $x_0 = 0, v_0 = 0$ 。则

在任一时刻质点速率的表达式为 $v =$ _____;

其运动方程为 $x =$ _____。

5. 质量为 $m = 0.25\text{kg}$ 的质点, 受力 $\mathbf{F} = t\mathbf{i}$ (SI) 的作用, 式中 t 为时间。在 $t = 0$ 时质点以 $\mathbf{v} = 2\mathbf{j}\text{m/s}$ 的速度通过坐标原点, 则质点任意时刻的位矢为 $\mathbf{r} =$ _____。

6. 质量为 m 的物体, 在力 $F = -kx$ 作用下沿 x 轴运动。已知在 $t = 0$ 时, $x_0 = A, v_0 = 0$ 。若令 $\frac{k}{m} = \omega^2$, 则物体运动的速度与位置坐标的关系为 $v =$ _____; 其运动方程为 $x =$ _____。

7. 在光滑的水平桌面上, 有一自然长度为 l_0 , 劲度系数为 k 的轻弹簧, 其一端固定, 另一端系一质量为 m 的小球。若小球在桌面上以角速度 ω 绕固定端作匀速圆周运动, 则该圆周的半径 $R =$ _____, 弹簧作用于质点的拉力 $F =$ _____。

8. 直升飞机升力螺旋桨由对称的叶片组成, 每一叶片的质量为 $m = 136\text{kg}$, 长度 $l = 3.66\text{m}$ 。当它的转数 $n = 320\text{r/min}$ 时, 则叶片根部张力的表达式为 $T =$ _____; 其值为 _____。(设叶片为均匀薄片)

三、计算与证明题

1. 质量为 m , 速度为 v_0 的摩托车, 在关闭发动机以后沿直线滑行, 它所受到的阻力 $f = -cv$, 式中 c 为正常数。试求:

(1) 关闭发动机后 t 时刻的速度:

(2) 关闭发动机后 t 时间内所走的路程。

2. 为了减轻冰雹灾害,现可采用发射防雹火箭的方法,根据气象部门提供的云层高度资料,适时引爆火箭,将碘化盐催化剂溅洒在云层上消冰。设火箭(含碘化盐)的质量为 m , 其以 v_0 的速度竖直发射,火箭所受阻力 $F_r = kv$, 式中 k 为正常数。试求:

- (1) 火箭发射达到最高点所需的时间;
- (2) 火箭所能到达的最大高度。(假设火箭在飞行过程中质量不变。)

3. 如图 2-6 所示, 具有光滑半球形凹槽的物块 A 固定在桌面上, 质量为 m 的质点从凹槽的半球面(半径为 R) 的上端 P 点自静止下滑, 当滑至 $\theta=30^\circ$ 的 Q 点时, 试求:

- (1) 质点在 Q 点的速率;
- (2) 质点在 Q 点对球面的压力。

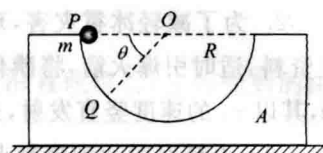


图 2-6

五、自选题

一、如图所示，具有光滑半圆槽的细杆固定在桌面上，质量为 m 的质点从半圆槽顶端由静止开始下滑，当滑至半圆槽底端时，质点与半圆槽发生碰撞，碰撞后质点以速度 v 反弹，求碰撞过程中质点对半圆槽的冲量。

(1) 质点碰撞前速度 v_0 ；

(2) 质点碰撞后速度 v ；