

大学物理大作业

01. 质点运动学

班号 _____ 学号 _____
姓名 _____ 成绩 _____

大学物理大作业

01. 质点运动学

一、填空题

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

质点速度的表达式为 $v=$ _____;

其加速度的表达式为 $a=$ _____;

质点沿 X 轴正方向的最大速度值 $v_{\max}=$ _____;

质点前 2 秒的位移 $\Delta X=$ _____;

前 2 秒的路程为 $S=$ _____;

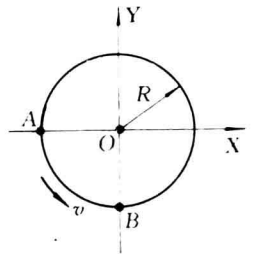
2. 如图一、2 所示, 质点作半径为 R 、速率为 v 的匀速

(率) 圆周运动, 由 A 点运动到 B 点, 则

位移 $\Delta r=$ _____; 路程 $\Delta S=$ _____;

$\Delta v=$ _____; $|\Delta v|=$ _____;

$\Delta v=$ _____。



图一、2

3. 质点的运动方程为 $x=2t$, $y=19-2t^2$, 其中, x 、 y 以米计, t 以秒计。则质点的轨迹

方程为 _____;

$t=2s$ 时的位置矢量 $r=$ _____;

$t=2s$ 时的瞬时速度 $v=$ _____;

前 2 秒内的平均速度 $\bar{v}=$ _____。

4. 质点沿 X 轴作直线运动, 其运动方程为 $x=4t-2t^2$ (SI), 则质点在 $0\sim 2s$ 内平均速度的大小为 _____ m/s; 质点在 $0\sim 2s$ 内走过的路程为 _____ m。

5. 质点作半径为 $R=2m$ 的圆周运动, 其路程方程为 $S=\pi t^2$ (SI), 写出下列各物理量在 t 时刻的表达式, 然后算出在 $t=4s$ 时的量值 (切向、法向的单位矢量分别为 τ_0 和 n_0):

质点速率 $v=$ _____; 其量值为 _____;

切向加速度 $a_t=$ _____; 其量值为 _____;

法向加速度 $a_n=$ _____; 其量值为 _____;

总加速度 $a=$ _____; 其量值为 _____;

6. 质点沿 X 轴正方向运动, 加速度为 $a=kt$ (SI), 式中 k 为常数。当 $t=0$ 时, $v=v_0$, $x=x_0$,

则在任一时刻：

质点的速度 $v =$ _____ ；

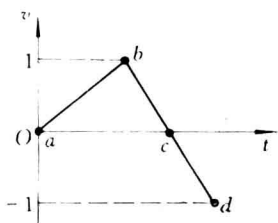
质点的运动方程为 $x =$ _____ ；

7. 质点作直线运动，其 $v-t$ 图线如图一、7 所示。试分析 ab 、 bc 、 cd 三段所表示的运动情况：

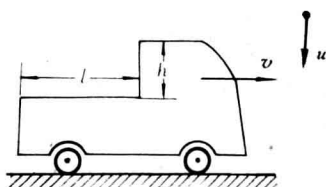
ab 段为 _____ ，判据是 _____ ；

bc 段为 _____ ，判据是 _____ ；

cd 段为 _____ ，判据是 _____ 。



图一、7



图一、8

8. 如图一、8 所示，一货车的驾驶室后壁高度为 h ，车厢长为 l ，竖直下落的雨滴速度为 u ，要使车厢中的货物不致淋到雨，则车的速度 v 的大小必须满足的条件是 _____。

二、选择题

1. 下列表述中正确的是：

A. 质点沿 X 轴运动，若加速度 $a < 0$ ，则质点必作减速运动；

B. 在曲线运动中，质点的加速度必定不为零；

C. 若质点的加速度为恒矢量，则其运动轨道必为直线；

D. 当质点作抛体运动时，法向加速度 a_n 和切向加速度 a_t 是不断变化的，因此

$a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2}$ 也是在变化的。 ()

2. 质点在 XOY 平面内作曲线运动，则质点速率的正确表达式为：

A. $v = dr/dt$ B. $v = d|r|/dt$

C. $v = |dr/dt|$ D. $v = ds/dt$

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

3. 质点的运动方程为 $x = 12t - 10 - 2t^2$ (SI)，则在前 5 秒内，

A. 质点作减速运动，路程为 36m；

B. 质点作加速运动，位移为 10m；

C. 质点在前 3 秒作减速运动, 后 2 秒作加速运动;

D. 质点作变速运动, 位移的大小和路程均为 10m. ()

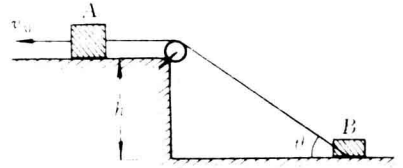
4. 一架飞机以相对于空气的速度 v 从 A 向正北方向飞向 B , 然后又由 B 向正南飞向 A , 已知 AB 间的距离为 l , 若空气是静止时, 飞行时间为 t_0 . 若空气相对于地的速度为 u , 风向由东向西, 则飞机在 AB 间往返一次所需的时间 t 为:

A. $2t_0$ B. $\frac{t_0}{1-\frac{u^2}{v^2}}$ C. $\frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{u^2}{v^2}}}$

D. $\frac{t_0}{\cos\theta\sqrt{1-\frac{u^2}{v^2}}}$ (θ 为合速度与 v 之间的夹角) ()

5. 如图二、5 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 的速度 v 为:

- A. $v=v_0$
- B. $v=v_0\cos\theta$
- C. $v=v_0/\cos\theta$
- D. $v=v_0\sin\theta$



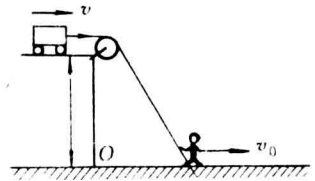
()

图二、5

6. 如图二、6 所示, 一小车在高为 h 的平台上, 拴在跨过滑轮的绳子上, 绳子的另一端由地面上的人以匀速度 v_0 向右拉动, 在人从平台底脚 O 处向右行走的过程中, 小车作:

- 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。

()



图二、6

7. 物体沿 X 轴作直线运动, 其加速度 $a=-kv^2t$, 式中, k 为大于零的常量。已知物体的初速度为 v_0 , 则其速度 v 与时间 t 的函数关系为:

A. $v=-\frac{1}{2}kt^2$; B. $v=(-\frac{1}{2}kt^2)^{-1}$

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

8. 已知质点的运动方程为:
$$\begin{cases} x=At\cos\theta+Bt^2\cos\theta \\ y=At\sin\theta+Bt^2\sin\theta \end{cases}$$

式中 A 、 B 、 θ 均为恒量，且 $A > 0$ ， $B > 0$ ，则质点的运动为：

- A. 一般曲线运动；
- B. 匀速直线运动；
- C. 圆周运动；
- D. 匀减速直线运动；
- E. 椭圆运动；
- F. 匀加速直线运动。

()

三、计算与证明题

1. 一石子从空中由静止落下，其加速度为 $a = A - Bv$ (A 、 B 为常量)，试求：

- ① 石子下落速度 v 与时间 t 的函数关系；
- ② 石子下落的运动方程 (即 y 与 t 的函数关系)。

(取竖直向下方向为 Y 轴正向，设 $t=0$ 时 $y_0=0$ ， $v_0=0$)

2. 质点作圆周运动, 轨道半径 $R=0.2\text{m}$, 以角量表示的运动方程为 $\theta=10\pi t+\frac{1}{2}\pi t^2(\text{SI})$,

试求:

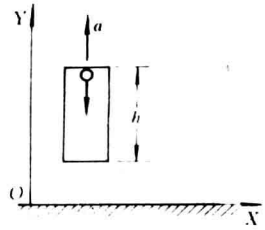
- ① 第 3 秒末的角速度和角加速度;
- ② 第 3 秒末的切向加速度和法向加速度的大小。

3. 质点的运动方程为 $\mathbf{r}=A_1\cos\omega t\mathbf{i}+A_2\sin\omega t\mathbf{j}$ (SI), 其中 A_1 、 A_2 、 ω 均为常量, 试证明:

- ① 质点运动轨迹为一椭圆;
- ② 质点的加速度 $\mathbf{a}=-\omega^2\mathbf{r}$ 。

4. 如图三、4 所示, 高为 $h=1.8\text{m}$ 的升降机, 以加速度 $a=0.2\text{m/s}^2$ 上升, 当上升速度为 $v_0=2\text{m/s}$ 时, 有一螺帽自升降机的天花板上脱落, 试求:

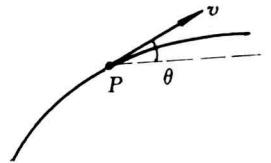
- ① 以螺帽脱离升降机顶板时为计时起点, 在任一时刻 t , 螺帽相对于升降机的加速度 $a_1 = \underline{\hspace{2cm}}$, 速度 $v_1 = \underline{\hspace{2cm}}$; 螺帽相对于地面的加速度 $a_2 = \underline{\hspace{2cm}}$; 速度 $v_2 = \underline{\hspace{2cm}}$;
- ② 螺帽从升降机天花板落到底面所需的时间;
- ③ 螺帽在上述时间内, 相对于地面参考系的位移 Δr 。



图三、4

四、附加题

1. 如图四、1所示, 质点作抛体运动, 在轨道的 P 点处, 速度为 v , v 与水平面的夹角为 θ , 则在该时刻, 质点的 $\frac{dv}{dt} =$ _____; 轨道在 P 点处的曲率半径 $\rho =$ _____。



图四、1

2. 质点的运动方程为

$$\mathbf{r} = A\cos\omega t \mathbf{i} + B\sin\omega t \mathbf{j} \quad (\text{SI})$$

其中 A 、 B 、 ω 均为常量, 试证明该质点的切向加速度为:

$$a_t = \frac{\omega^2 (A^2 - B^2) \sin 2\omega t}{2 \sqrt{A^2 \sin^2 \omega t + B^2 \cos^2 \omega t}}$$

