

大学物理大作业

01. 质点运动学

班号 _____ 学号 _____
姓名 _____ 成绩 _____

高等教育出版社

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 $\Delta X=$ _____;

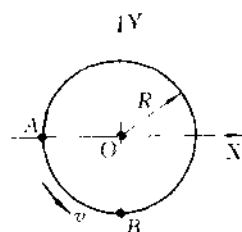
前 2 秒的路程为 $S=$ _____;

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 $v =$ _____；

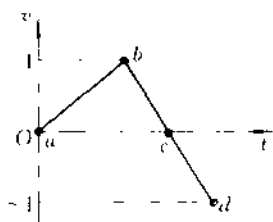
质点的运动方程为 $x =$ _____；

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：

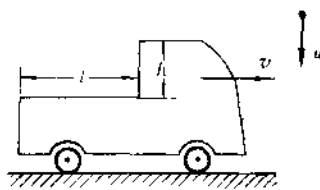
ab 段为 _____，判据是 _____；

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;

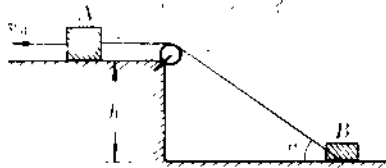
D. 质点作变速运动, 位移的大小和路程均为 10m. ()

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. $v=v_0\sin\theta$

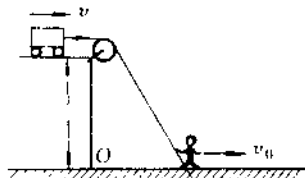


()

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 $a=-kv^2$, 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:

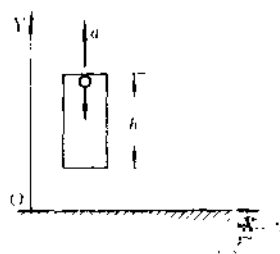
- ① 第 3 秒末的角速度和角加速度;
- ② 第 3 秒末的切向加速度和法向加速度的大小。

3. 质点的运动方程为 $\mathbf{r} = A_1 \cos \omega t \mathbf{i} + A_2 \sin \omega t \mathbf{j} (\text{SI})$, 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:

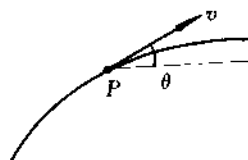
- ① 以螺帽脱离升降机顶板时为计时起点, 在任一时刻 t , 螺帽相对于升降机的加速度 $a_1=$ _____, 速度 $v_1=$ _____; 螺帽相对于地面的加速度 $a_2=$ _____; 速度 $v_2=$ _____;
- ② 螺帽从升降机天花板落到底面所需的时间;
- ③ 螺帽在上述时间内, 相对于地面参考系的位移 Δr 。



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：

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

大学物理大作业

02. 质点动力学

班号 _____ 学号 _____
姓名 _____ 成绩 _____

高等教育出版社

大学物理大作业

02. 质点动力学

一、填空题

1. 一质量为 m 的质点沿 X 轴方向运动, 其运动方程为 $x = A \cos \omega t$, 则其所受的合外力 $F_x =$ _____; 质点的动量 $P =$ _____。

2. 质量为 m 的物体放在升降机底板上, 物体与底板间的摩擦系数为 μ , 当升降机以加速度 a 上升时, 欲拉动物体, 需施加的水平力 F 至少为 _____。

3. 质量为 m 的物体, 在力 $F_x = A + Bt$ (SI) 作用下, 沿 X 轴正方向运动, 已知 $t=0$ 时, $x_0=0$, $v_0=0$, 则在任一时刻,

物体的速度表达式为 $v =$ _____;

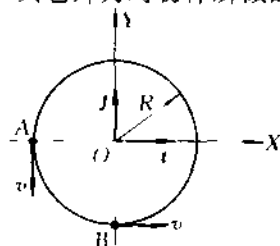
物体的位移表达式为 $x =$ _____。

现已知 $m=2\text{kg}$, $A=4\text{N}$, $B=6\text{N/S}$, 则 $t=2\text{s}$ 时,

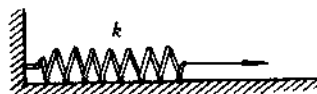
$v_2 =$ _____; $x_2 =$ _____。

4. 质量为 $m=2\text{kg}$ 的物体, 所受合外力沿 X 轴正方向, 且 $F_x = A + Bx$ (SI), 其中 $A=4\text{N}$, $B=6\text{N/m}$ 。已知 $t=0$ 时, $x_0=0$, $v_0=0$, 则在物体由 $x=0$ 运动到 $x=4\text{m}$ 的过程中, 合外力的功的表达式为 $A =$ _____; 其值为 _____; 在 $x=4\text{m}$ 处, 物体的速度为 $v =$ _____; 在此过程中, 物体所受合外力冲量的大小为 $I =$ _____。

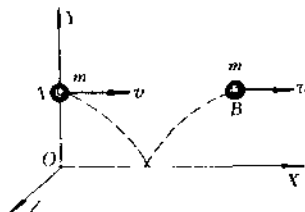
5. 如图一、5所示, 质量为 m 的质点, 在竖直平面内作半径为 R 、速率为 v 的匀速圆周运动, 在由 A 点运动到 B 点的过程中, 所受合外力的冲量为 $I =$ _____; 除重力以外, 其它外力对物体所做的功为 $A =$ _____; 在任一时刻, 质点对圆心 O 点的



图一、5



图一、6



图一、8

动量矩为 $L =$ _____。

6. 如图一、6 所示, 一水平放置弹簧的劲度系数为 k , 开始时处于原长, 某甲将其拉长了 l , 某乙又继续拉长 $\frac{l}{2}$, 则甲做功为 $A_{甲} =$ _____; 乙做功为 $A_{乙} =$ _____。

7. 设质量为 m 的卫星, 在地球上空高度为两倍于地球半径 R 的圆轨道上运转。现用 m 、 R 、引力恒量 G 和地球质量 M 表示卫星的动能为 $E_K =$ _____; 卫星和地球所组成的系统的势能为 $E_P =$ _____。

8. 如图一、8 所示, 将质量为 m 的小球, 自 A 点以速度 v 水平抛出, 空气阻力不计, 设经 t 秒后到达同一高度的 B 点, 且小球在 A 、 B 两点的运动状态完全相同。则小球与地面碰撞过程中, 地面作用在小球上的冲量为 $I =$ _____; 从 A 点运动到 B 点的过程中, 外力作用在小球的冲量为 _____。

二、选择题

1. 下列表述中正确的是:

- A. 外力做功的代数和为零, 则质点系的动量守恒;
- B. 质点系所受的合外力恒等于零, 则动量守恒;
- C. 质点系所受合外力的冲量的矢量和为零, 则动量守恒;
- D. 动量守恒定律仅适用于惯性参照系, 但与惯性参照系的选择无关。 ()

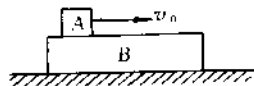
2. 动能的量纲是:

- A. J; B. $N \cdot m$; C. $kg \cdot m^2/s^2$; D. ML^2T^{-2} 。 ()

3. 我国第一颗人造地球卫星绕地球作椭圆运动, 地球中心为椭圆的一个焦点, 在运行过程中, 下列叙述正确的是:

- A. 动能守恒; B. 动量守恒;
- C. 动量矩守恒; D. 以上均不守恒。 ()

4. 如图二、4 所示, 物体 A 的质量为 m_1 , 物体 B 的质量为 m_2 , A 、 B 间摩擦系数为 μ , 水平桌面是光滑的。开始时, A 与 B 均静止在桌面上。今有一子弹击中 A 并被弹回, A 开始以速度 v_0 运动, 则从 A 开始运动到 A 、 B 达到相对静止为止, A 在 B 上滑行的距离 x 为:

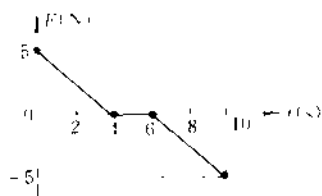


图二、4

- A. $\frac{v_0^2}{2g\mu} \frac{m_1 m_2}{(m_1 + m_2)^2}$; B. $\frac{v_0^2}{2g\mu} \frac{m_1}{m_1 + m_2}$;
- C. $\frac{v_0^2}{2g\mu} \frac{m_2}{m_1 + m_2}$; D. $\frac{v_0^2}{2g\mu} \frac{m_1 + m_2}{m_1}$ 。 ()

5. 某物体在水平方向的变力作用下, 由静止开始作无摩擦的直线运动, 若力的大小随时间的变化规律如图二、5 所示, 则在 $4 \sim 10s$ 内, 此力的冲量为:

- A. 0; B. $20\text{N} \cdot \text{s}$; C. $10\text{N} \cdot \text{s}$; D. $-10\text{N} \cdot \text{s}$. ()



图二、5



图二、6

6. 如图二、6 所示, 有一劲度系数为 k 的轻弹簧水平放置, 一端固定, 另一端系一质量为 m 的物体, 物体与水平面间的摩擦系数为 μ , 开始时, 弹簧不伸长, 现以恒力 F 将物体自平衡位置开始向右拉动, 则系统的最大势能为:

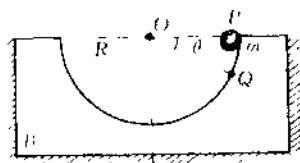
- A. $\frac{2}{k} (F - \mu mg)^2$; B. $\frac{1}{2k} (F - \mu mg)^2$;
C. $\frac{2}{k} F^2$; D. $\frac{1}{2k} F^2$.

()

三、计算题

1. 如图三、1 所示, 具有光滑半球形凹槽的物块 B 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,

- ① 用两种方法求质点在 Q 点的速率 (其一用牛顿运动定律; 其二用功能关系)。
- ② 质点在 Q 点对半球面的压力 N 。

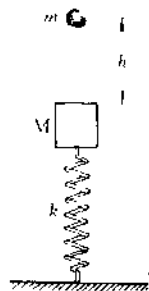


图三、1

2. 如图三、2 所示，一劲度系数为 k 的竖直轻弹簧，下端固定，上端与质量为 M 的木块相连接，并处于静止状态。若质量为 m 的小球由距 M 为 h 高处自由下落，与木块发生完全非弹性碰撞，试求桌面所受到的最大压力 N 。

要求：列出求解所必要的方程，但不必解出。

参考答案： $N = (M+m)g + mg\sqrt{1 + \frac{2kh}{(M+m)g}}$ 供核对。

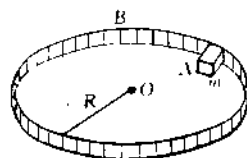


图三、2

3. 质量为 m 的物体 A ，在光滑水平面上沿半径为 R 的圆筒形内壁上的轨道 B 作圆周运动， A 与 B 间的摩擦系数为 μ ， A 的初速为 v_0 ，求：

① 物体 A 由初始位置转过角度 θ 时， A 的速率为多大？

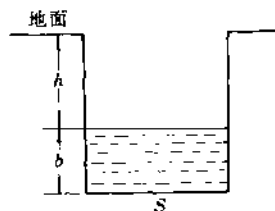
② 物体 A 所受的摩擦力 f 与 θ 的关系。



图三、3

四、附加题

1. 如图四、1 所示, 蓄水池底面积为 S , 水深为 b , 水面与地面相距为 h , 水的密度为 ρ , 欲将容器中的水全部抽到地面, 抽水机至少需做功:



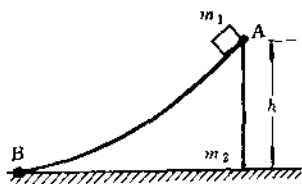
图四、1

- A. $S\rho gh^2$; B. $S\rho g(h+b)^2$;
C. $\frac{1}{2}S\rho g(2hb+b^2)$; D. $\frac{1}{2}S\rho g(2hb+h^2)$ 。

()

2. 如图四、2 所示, 质量为 m_2 的滑梯放在光滑水平面上, 滑梯轨道底部与水平面相切于 B 点处, 当质量为 m_1 的小物体由滑梯顶部 A 自静止无摩擦地下滑到 B 时, 试求:

- ① 小物体和滑梯的速度各为多少?
② 在滑行过程中, 滑梯对小物体所作的功。



图四、2

大学物理大作业

03. 刚体定轴转动

班号 _____ 学号 _____
姓名 _____ 成绩 _____

大学物理大作业

03. 刚体定轴转动

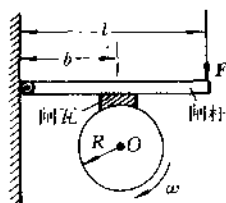
一、填空题

1. 刚体的转动惯量取决于下列三个因素:

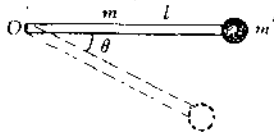
① _____; ② _____; ③ _____。

2. 一飞轮的转速由 $n_1 = 10 \text{ s}^{-1}$ 减至 $n_2 = 5.7 \text{ s}^{-1}$, 其转动动能减少了 325 J , 则此飞轮的转动惯量为 $J =$ _____。

3. 如图一、3所示, 转动惯量为 J , 半径为 R 的飞轮绕中心轴以角速度 ω 转动, 为了使其减速, 在制动闸杆上加制动力 F , 已知闸瓦与飞轮间的摩擦系数为 μ 及有关几何尺寸 b 和 l , 则飞轮所受的制动力矩为 _____。



图一、3



图一、4

4. 如图一、4所示, 质量为 m 、长为 l 的均匀细杆, 可以绕通过 O 点的水平轴转动, 杆的另一端与一质量为 m' 的小球固连, 当此系统从水平位置由静止转过 θ 角时, 则系统的角速度为 $\omega =$ _____; 动能为 $E_K =$ _____; 此过程中力矩的功为 $A =$ _____。

5. 一刚体绕某固定轴转动, 转动惯量为 J , 当它在外力矩 M 作用下, 角速度由 ω_1 变为 ω_2 , 则刚体在此过程中所受的冲量矩为 $\int_{t_1}^{t_2} M \cdot dt =$ _____。

6. 系统作定轴转动时, 动量矩守恒的条件是 _____。