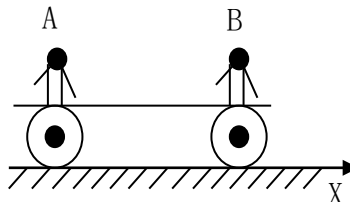


第四章 动量和角动量

一. 选择题:

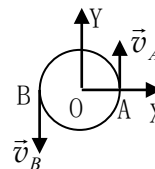
1. 一块很长的质量为 M 木板, 下面装有活动轮子, 静止于光滑的水平面上, 如图所示, 质量分别为 m_A 和 m_B 的两个人 A 和 B 站在板的两头, 他们由静止开始相向而行, 若 $m_B > m_A$, A 和 B 对地的速度 v 大小相同, 则木板速度为 []

- (A) $\frac{m_A - m_B}{M}v$; (B) 0;
(C) $\frac{m_B - m_A}{M}v$; (D) $\frac{Mv}{m_B - m_A}$;



2. 质量为 m 的小球在外力作用下, 在水平面内作速率为 v 的匀速圆周运动, 如图所示. 小球自 A 点逆时针运动到 B 点的半周内, 小球所受外力的冲量为 []

- (A) $2mv\vec{j}$. (B) $-2mv\vec{j}$.
(C) $2mv\vec{i}$. (D) $-2mv\vec{i}$.



3. 机枪每分钟可射出质量为 $20g$ 的子弹 900 颗, 子弹射出的速率为 $800m/s$, 则射击时的平均反冲力大小为: []

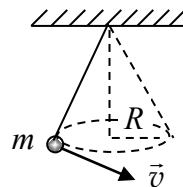
- (A) $0.267 N$. (B) $16 N$. (C) $240 N$. (D) $14400 N$.

4. 在两个质点组成的系统中, 若质点之间只有万有引力作用, 且此系统所受外力的矢量和为零, 则此系统 []

- (A) 动量与机械能一定都守恒. (B) 动量与机械能一定都不守恒.
(C) 动量不一定守恒, 机械能一定守恒. (D) 动量一定守恒, 机械能不一定守恒.

5. 如图所示, 圆锥摆的摆球质量为 m , 速率为 v , 圆半径为 R , 当摆球在轨道上运动半周时, 摆球所受重力冲量的大小为: []

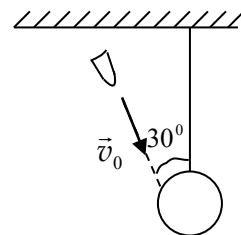
- (A) $2mv$. (B) $\sqrt{(2mv)^2 + (mg\pi R/v)^2}$.
(C) $\pi Rmg/v$. (D) 0.



6. 用一根细线吊一重物, 其质量为 $5kg$, 重物下面再系一根同样的细线, 细线只能受 $70N$ 的拉力. 现在突然用力拉一下下面的线. 设此力最大值为 $50N$, 则 []

- (A) 下面的线先断. (B) 上面的线先断. (C) 两根线一起断. (D) 两根线都不断.

7. 质量为 20g 的子弹，以 $v_0 = 400\text{m/s}$ 的速率沿图示方向射入一静止的质量为 980g 的摆球中，摆线长度不可伸缩。子弹射入后与摆球一起运动的速率为：[]



- (A) 4m/s . (B) 8m/s . (C) 2m/s . (D) 7m/s .
8. 一个质量为 m 的弹子以 2m/s 速度向北运动，路上碰撞到另一个质量相同静止的弹子后方向向西偏过 60° ，大小变为 1m/s ，则原来静止的弹子被碰撞后速率是：[]
- (A) 1m/s (B) $\sqrt{3}\text{m/s}$ (C) 2m/s (D) 2m/s
9. 已知地球的质量为 m ，太阳的质量为 M ，地心与日心的距离为 R ，引力常数为 G ，则地球绕太阳作圆周运动的轨道角动量为：[]
- (A) $m\sqrt{GMR}$. (B) $\sqrt{GMm/R}$. (C) $Mm\sqrt{G/R}$. (D) $\sqrt{GMm/2R}$.
10. 一质点作匀速率圆周运动时，有：[]
- (A) 它的动量不变，对圆心的角动量也不变.
- (B) 它的动量不变，对圆心的角动量不断改变.
- (C) 它的动量不断改变，对圆心的角动量不变.
- (D) 它的动量不断改变，对圆心的角动量也不断改变.

二. 填空题:

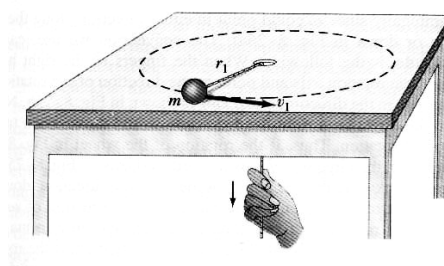
1. 质量为 M 的平板车，以速率 v 在光滑的水平面上滑行，一质量为 m 的物体从 h 高处竖直落到车子里，两者一起运动时的速度大小为_____.
2. 质量为 m 的质点在 Oxy 平面内运动，运动学方程为 $\vec{r} = a \cos \omega t \vec{i} + b \sin \omega t \vec{j}$ ，则质点在任一时刻的动量为：_____。从 $t = 0$ 到 $t = 2\pi/\omega$ 的时间内质点受到的冲量_____。
3. 一物体质量为 10kg ，受到方向不变的力 $F = 30 + 40t(\text{SI})$ 作用，在开始的两秒内，此力冲量的大小等于_____；若物体的初速度大小为 10m/s ，方向与力 F 的方向相同，则 2s 末物体速度的大小等于_____.
4. 有质量为 $2m$ 的弹丸，从地面斜抛出去，它的落地点为 x_c ，如果它在飞行到最高点处爆炸成质量相等的两碎片，其中一碎片铅直自由下落，另一碎片水平抛出，它们同时落地，则第二块碎片落在_____。

5. 两球质量分别为 $m_1 = 2.0\text{g}$, $m_2 = 5.0\text{g}$, 在光滑的水平桌面上运动. 用直角坐标系 OXY 描述其运动, 两者速度分别为 $\vec{v}_1 = 10\vec{i}\text{cm/s}$, $\vec{v}_2 = (3\vec{i} + 5\vec{j})\text{cm/s}$. 若碰撞后两球合为一体, 则碰撞后两球速度 \vec{v} 的大小 $v =$ _____; \vec{v} 与 X 轴的夹角 $\alpha =$ _____.

6. 一质量为 m 的质点沿着一条空间曲线运动, 该曲线在直角坐标系下的定义式为 $\vec{r} = a \cos \omega t \vec{i} + b \sin \omega t \vec{j}$, 其中 a 、 b 、 ω 皆为常数, 则此质点所受的对原点的力矩 $\vec{M} =$ _____; 该质点对原点的角动量 $\vec{L} =$ _____.

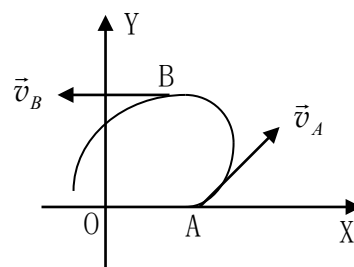
7. 质量为 m 的质点以速度 \vec{v} 沿一直线运动, 则它的动量为 _____ , 它对直线上任意一点的角动量为 _____.

8. 将质量为 m 的小球系在轻绳一端, 绳的另一端穿过在光滑桌面上一个小孔用手拉住, 先使小球以速率 v_1 在桌面上作半径为 r_1 的圆周运动, 然后向下拉绳使小球的转动半径减为 r_2 , 在此过程中小球的动能的增量为 _____ .

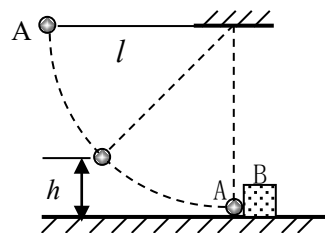


三. 计算题:

1. 一质点的运动轨迹如图所示. 已知质点的质量为 20g , 在 A、B 二位置处的速率都为 $v = 20\text{m/s}$, \vec{v}_A 与 X 轴成 45° 角, \vec{v}_B 垂直于 Y 轴, 求质点由 A 点到 B 点这段时间内, 作用在质点上外力的总冲量.

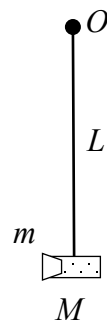


2. 如图所示，一质量为 1kg 的钢球 A，系于长为 l 的轻绳一端，绳的另一端固定。今将绳拉到水平位置后由静止释放。球在最低点与粗糙平面上的另一质量为 5kg 的钢块 B 作完全弹性碰撞后能回升到 $h = 0.35\text{m}$ 处，而 B 沿水平面滑动最后静止。



求：(1) 绳长；(2) B 克服阻力所做的功。（取 $g = 10\text{m/s}^2$ ）。

3. 质量为 M 的很短的试管，用长度为 L 、质量可忽略的硬直杆悬挂，如图所示，试管内盛有乙醚液滴（质量不计），管口用质量为 m 的软木塞封闭。当加热试管时，软木塞在乙醚蒸汽的压力下水平飞出。要使试管绕悬点 O 在竖直平面内作一完整的圆运动，那么软木塞飞出的最小速度为多少？若将硬直杆换成细绳，结果如何？



第四章 动量和角动量参考答案

一. 选择题

1. (C) 2. (B) 3. (C) 4. (D) 5. (C) 6. (D)
7. (A) 8. (B) 9. (A) 10. (C)

二. 填空题:

1. $\frac{Mv}{M+m}$.
2. $\vec{P} = m\vec{v} = m(-\omega a \sin \omega t \vec{i} + \omega b \cos \omega t \vec{j})$; 零.

3. $140 N \cdot s$; $24 m/s$.

4. $\frac{3}{2}x_c$

5. $6.14 cm/s$; 35.5°

6. 0; $m\omega ab\vec{k}$.

7. $m\vec{v}, 0$

8. $\frac{1}{2}mv^2(\frac{r_1^2}{r_2^2}-1)$

三. 计算题:

1. 解: 由动量定理知质点所受外力的总冲量

$$\vec{I} = \Delta(m\vec{v}) = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$$

$$\begin{aligned} \text{由 } A \rightarrow B \quad I_x &= mv_{Bx} - mv_{Ax} = -mv_B - mv_A \cos 45^\circ \\ &= -0.683 kg \cdot m \cdot s^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_y &= 0 - mv_{Ay} = -mv_A \sin 45^\circ \\ &= -0.283 kg \cdot m \cdot s^{-1} \end{aligned}$$

$$I = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} = 0.739 N \cdot s$$

$$\text{方向: } \tan \theta = I_y / I_x,$$

$$\theta = 202.5^\circ \text{ (与 X 轴正向夹角).}$$

2. 解: 完全弹性碰撞, 动量守恒, 机械能守恒

$$\text{碰前: 对 A: } v_{A1} = \sqrt{2gl} \text{ 方向向右, 对 B: } v_{B1} = 0;$$

$$\text{碰后: 对 A: } v_{A2} = \sqrt{2gh} \text{ 方向向左, 对 B: } v_{B2}, \text{ 方向向右.}$$

$$\text{动量守恒: } m_A v_{A1} = m_B v_{B2} - m_A v_{A2} \quad (1)$$

$$\text{机械能守恒: } \frac{1}{2} m_A v_{A1}^2 = \frac{1}{2} m_A v_{A2}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{B2}^2 \quad (2)$$

联立 (1)、(2) 两式解得:

$$v_{A1} = 3v_{A2} / 2, \quad v_{B2} = v_{A2} / 2$$

$$\text{而 } v_{A2} = \sqrt{2gh} = 2.66 m/s$$

$$v_{A1} = 4 m/s \quad v_{B2} = 1.33 m/s \quad l = 0.8 m;$$

$$\text{B 克服阻力作的功为动能的减少, 由动能定理: } W_f = \frac{1}{2} m_B v_{B2}^2 = 4.42 (J).$$

3.解：设 v_1 为软木塞飞出的最小速度， v_2 为试管的速度，软木塞和试管系统水平方向动量守恒，有：

$$Mv_2 - mv_1 = 0 \quad \therefore v_1 = Mv_2 / m$$

(1) 当用硬直杆悬挂时，M 到达最高点时速度须略大于零，由机械能守恒，

$$\frac{1}{2}Mv_2^2 \geq Mg \cdot 2L \quad \therefore v_2 \geq \sqrt{4gL}$$

$$\therefore v_1 = M\sqrt{4gL} / m$$

(2) 若悬线为轻绳，则试管到达最高点的速度 v 满足

$$Mg = \frac{Mv^2}{L} \quad \therefore v = \sqrt{gL}$$

$$\text{由机械能守恒：} \quad \frac{1}{2}Mv_2^2 = Mg \cdot 2L + \frac{1}{2}Mv^2 = \frac{5}{2}MgL$$

$$v_2 = \sqrt{5gL}$$

$$\therefore v_1 = M\sqrt{5gL} / m$$