

一、单选题 (每题 3 分)

1	2	3	4	5	6	7	8
C	A	B	C	D	A	B	D

二、多选题 (每题 4 分, 选对但不全的得 2 分, 有选错的得 0 分)

9	10	11	12	13
BC	BD	AD	BD	BC

三、实验题 (每空 2 分, 共 20 分)

14. (1) 大于 (2) AD (3) $m_1x_2 = m_1x_1 + m_2x_3$ (4) $\frac{m_1}{\sqrt{y_2}} = \frac{m_1}{\sqrt{y_3}} + \frac{m_2}{\sqrt{y_1}}$ $\frac{m_1}{y_2} = \frac{m_1}{y_3} + \frac{m_2}{y_1}$

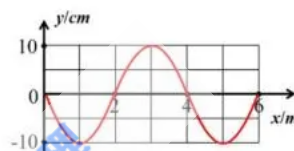
15. (一) ①A ②M (二) ①A ②0.86 ③大于

四、计算题 (第 16 题 10 分, 第 17 题 12 分, 第 18 题 14 分, 共 36 分)

16. (1) $\lambda = 4m$, $A=10cm$, 传播方向沿 x 轴正方向 (各 1 分, 共 3 分)

(2) $T = \frac{2\pi}{\omega}$ (2 分) $T = 0.4s$

$v = \frac{\lambda}{T}$ (2 分) $v = 10m/s$ (1 分)



(3) $t=1.0s$ 时的波形图如图所示 (2 分)

17. (1) $1m/s$ (2) $2.7N$ (3) $\frac{\sqrt{7}}{4}m/s$

【详解】(1) 假设 A 在传送带上一直做匀加速运动

有 $\mu m_1 g = m_1 a$ (1 分) $v_1^2 = 2aL$ (1 分)

代入数据得 $v_1 = 1m/s < v_0 = 2m/s$, 假设成立, 故 A 在水平轨道上的速度大小为 $1m/s$ (1 分)

(2) A、B 发生弹性正碰, 根据动量守恒和机械能守恒有

$m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2$ (1 分) $\frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$ (1 分)

联立解得 $v_2 = 0.5m/s$

碰后, 对 B 有 $m_2 g - F_N = m_2 \frac{v_2^2}{R}$ (1 分)

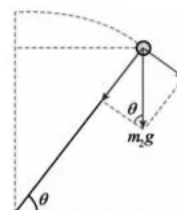
联立解得 $F_N = 2.7N$ (1 分)

由牛顿第三定律可知, B 对轻杆的作用力大小为 $2.7N$, 方向竖直向下 (1 分)

(3) 杆由推力变为拉力时, C 开始离开墙壁, 此时杆的作用力为 0, 设此时杆与水平方向的夹角为 θ , 对 B 球受力分析, 如图所示

有 $m_2 g \sin \theta = m_2 \frac{v_3^2}{R}$ (1 分)

$m_2 g R (1 - \sin \theta) = \frac{1}{2} m_2 v_3^2 - \frac{1}{2} m_2 v_2^2$ (1 分)



解得 $\sin\theta = 0.7$, $v_3 = \frac{\sqrt{7}}{2} \text{ m/s}$

轻杆水平时, C 与 B 的水平分速度相等, 设为 v_4 , C 离墙后, C、B 组成的系统水平方向动

量守恒, 有 $m_2 v_3 \sin\theta = (m_2 + m_3) v_4$ (1分)

联立有 $v_4 = \frac{\sqrt{7}}{4} \text{ m/s}$ (1分)

18.(1) 4m/s (2) 0.5m (3) 5.6m

【详解】(1) 子弹打入滑块, 设共同速度为 v' , 由动量守恒定律有 $m_0 v_0 = (m_0 + m) v'$ (1分)

解得 $v' = \frac{m_0 v_0}{m_0 + m} = \frac{0.03 \times 100}{0.03 + 2.97} = 1 \text{ m/s}$

设滑块落到圆弧 a 点时的速度为 v_a , 滑块 P 落到圆弧的 a 点上时刚好与圆弧相切,

则 $\cos 60^\circ = \frac{v'}{v_a}$ 解得 $v_a = 2v' = 2 \text{ m/s}$

设滑块离开 b 点时速度 v_b , 滑块从 a 到 b 机械能守恒, 则有

$\frac{1}{2}(m_0 + m)v_b^2 - \frac{1}{2}(m_0 + m)v_a^2 = (m_0 + m)gh$ (1分)

解得 $v_b = 4 \text{ m/s}$ (1分)

(2) 设滑块与小车第一次共同速度为 $v_{共1}$, 小车质量用 M 表示, 小车的右端与球 Q_1 之间的距离 d_1 , 由动量守恒定律有 $(m_0 + m)v_b = (m_0 + m + M)v_{共1}$ (1分)

解得滑块小车共同速度为 $v_{共1} = \frac{3}{4}v_b = 3 \text{ m/s}$

设小车与球 Q_1 第 1 次碰后, 小车速度为 $v_{车1}$, 球的速度 v_1 , 球的质量为 $2M$, 由动量守恒定

律和能量守恒定律有 $Mv_{共1} = Mv_{车1} + 2Mv_1$ $\frac{1}{2}Mv_{共1}^2 = \frac{1}{2}Mv_{车1}^2 + \frac{1}{2} \times 2Mv_1^2$ (两个式子 1分)

由于 $v_{共1} = \frac{3}{4}v_b$

解得 $v_{车1} = -\frac{1}{4}v_b = -1 \text{ m/s}$, $v_1 = \frac{1}{2}v_b = 2 \text{ m/s}$

设滑块与小车第二次达到相同速度为 $v_{共2}$, 由动量守恒定律有

$(m_0 + m)v_{共1} + Mv_{车1} = (m_0 + m + M)v_{共2}$ (1分) 解得 $v_{共2} = \frac{1}{2}v_b$

对小车由动能定理有 $\mu(m_0 + m)gd_2 = \frac{1}{2}Mv_{共2}^2 - \frac{1}{2}Mv_{车1}^2$ (1分)

解得 球 Q_1 与 Q_2 之间的距离为 $d_2 = 0.5 \text{ m}$ (1分)

(3) 球 Q_1 、 Q_2 碰撞后速度发生交换, Q_2 获得的速度为 $\frac{1}{2}v_b$, 小车与 Q_1 第二次碰撞有

$$Mv_{共2} = Mv_{车2} + 2Mv_2, \quad \frac{1}{2}Mv_{共2}^2 = \frac{1}{2}Mv_{车2}^2 + \frac{1}{2} \times 2Mv_2^2$$

$$\text{解得 } v_{车2} = -\frac{1}{3}v_{共2}, \quad v_2 = \frac{2}{3}v_{共2}$$

小车与 Q_2 第二次碰后到小车与滑块第 3 次共速, 则有 $(m_0 + m)v_{共2} + Mv_{车2} = (m_0 + m + M)v_{共3}$

$$\text{解得 } v_{共3} = \frac{2}{3}v_{共2}$$

依次推理可得 $v_{共n} = \left(\frac{2}{3}\right)^{n-1} v_{共1} = 3 \times \left(\frac{2}{3}\right)^{n-1} \text{ m/s}$ (1分)

$$v_{车n} = -\frac{1}{3}v_{共n} = -\left(\frac{2}{3}\right)^{n-1} \text{ m/s} (n=1, 2, 3 \dots) \quad (1分)$$

滑块与小车的相对加速度为 $a_{相} = \mu g + \frac{\mu(m_0 + m)g}{M} = 4 \text{ m/s}^2$

第 n 次碰后相对速度为 $v = 3 \times \left(\frac{2}{3}\right)^{n-1} - \left[-\left(\frac{2}{3}\right)^{n-1}\right] = 4 \times \left(\frac{2}{3}\right)^{n-1} \text{ m/s}$

第 n 次碰后, 滑块在小车上滑行的路程为 $l_n = \frac{v_{相}^2}{2a_{相}} = 2 \times \left(\frac{4}{9}\right)^{n-1} (n=1, 2, 3 \dots)$ (1分)

无穷多次碰撞后, 滑块在小车上滑行的路程为 $l = 2 \times \left(1 - \frac{4}{9}\right)^{-1} \text{ m} = 3.6 \text{ m}$

小车的长度为 $L = \frac{v_b^2}{2a_{相}} + l = 5.6 \text{ m}$ (1分)