

参考答案

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D	C	A	B	D	C	D	AD	BCD	ABD

11. (1) $F_m = 3mg$ (2分)

(2) 7.2 (7.1 或 7.3 均可) (2分)

有空气阻力 (其他答案言之有理即可) (2分)

12. (1) $m_1x_2 = m_1x_1 + m_2x_3$ (2分)

(2) 40.0 (39.7~40.3 均可) (2分)

1.02 (或 1.03) (2分)

(3) 41.0 (3分)

13. (1) $W_G = mgh = 60(J)$ (2分)

(2) 由动能定理: $W_G + \left(-\mu mg \frac{h}{\sin \theta} \cos \theta\right) = \Delta E_k$

故 $\Delta E_k = 20J$ (4分)

(3) $E_{\text{减}} = Q = \mu mg \frac{h}{\sin \theta} \cos \theta = 40J$ (4分)

14. (1) $v_0^2 = 2gH$, 得 $v_0 = \sqrt{2gH}$ (2分)

(2) 质量为 $3m$ 的小球反弹后与质量为 m 的小球弹性碰撞, 规定向上为正方向, 有:

$$3mv_0 + m(-v_0) = 3mv_1 + mv_2 \quad (2分)$$

$$\frac{3mv_0^2}{2} + \frac{m(-v_0)^2}{2} = \frac{3mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} \quad (2分)$$

故质量为 m 的小球弹起时的速度大小 $v_2 = 2v_0 = 2\sqrt{2gH}$ (1分)

(3) 方法一:

从下往上依次编号 1-10, 1 与 2 碰撞与 (2) 类似, 解得: $v_2 = 2\sqrt{2gH}$

之后 2 与 3 碰撞: $3^8mv_2 + 3^7m(-v_0) = 3^8mv_2' + 3^7mv_3$

$$\frac{3^8mv_2^2}{2} + \frac{3^7m(-v_0)^2}{2} = \frac{3^8mv_2'^2}{2} + \frac{3^7mv_3^2}{2}$$

解得: $v_3 = \frac{7}{2}\sqrt{2gH}$

之后 3 与 4 碰撞:

$$3^7mv_3 + 3^6m(-v_0) = 3^7mv_3' + 3^6mv_4$$

$$\frac{3^7mv_3^2}{2} + \frac{3^6m(-v_0)^2}{2} = \frac{3^7mv_3'^2}{2} + \frac{3^6mv_4^2}{2}$$

解得: $v_4 = \frac{23}{4}\sqrt{2gH}$

之后 4 与 5 碰撞:

$$3^6mv_4 + 3^5m(-v_0) = 3^6mv_4' + 3^5mv_5$$

$$\frac{3^6mv_4^2}{2} + \frac{3^5m(-v_0)^2}{2} = \frac{3^6mv_4'^2}{2} + \frac{3^5mv_5^2}{2}$$



解得： $v_3 = \frac{73}{8}\sqrt{2gH}$

据此规律，可知 9 与 10 碰撞后：

$$v_{10} = \frac{3^9 - 2^8}{2^8}\sqrt{2gH} \quad (7 \text{ 分})$$

方法二：每次碰撞均与 (2) 中类似，

$$3mv_{n-1} + m(-v_0) = 3mv_{n-1}' + mv_n$$

$$\frac{3mv_{n-1}^2}{2} + \frac{m(-v_0)^2}{2} = \frac{3mv_{n-1}'^2}{2} + \frac{mv_n^2}{2}$$

解得： $v_n = \frac{\sqrt{2gH}}{2} + \frac{3}{2}v_{n-1}$

故： $(v_n + \sqrt{2gH}) = \frac{3}{2}(v_{n-1} + \sqrt{2gH})$

所以： $v_n + \sqrt{2gH} = \left(\frac{3}{2}\right)^{n-1} (v_1 + \sqrt{2gH})$

解得： $v_n = \frac{3^{n-1} - 2^{n-2}}{2^{n-2}}\sqrt{2gH}$

故： $v_{10} = \frac{3^9 - 2^8}{2^8}\sqrt{2gH} \quad (7 \text{ 分})$

其他方法，言之有理、步骤清晰均可。

15. (1) 对物块： $a = \frac{\mu_1 mg}{m} = 5\text{m/s}^2$

当物块与传送带共速时： $x = \frac{v_0^2}{2a} = 1.6\text{m} < L_1 = 2.4\text{m} \dots\dots 1 \text{ (分)}$

即：共速时物块还没走完传送带，共速后与传送带相对静止向左运动从 C→D：

由动能定理有： $mgR = \frac{1}{2}mv_D^2 - 0 \dots\dots 1 \text{ (分)}$

对 D 点： $F_N = m\frac{v_D^2}{R} \dots\dots 1 \text{ (分)}$

可得： $F_N = 120\text{N}$

由牛顿第三定律可得： $F_{\text{压}} = F_N = 120\text{N} \dots\dots 1 \text{ (分)}$

(2) 对物块：

从 C→F：

由动能定理有： $mg2R - \mu_2 mgL_2 = \frac{1}{2}mv_F^2 - \frac{1}{2}mv_C^2 \dots\dots 1 \text{ (分)}$

可得： $v_F = \sqrt{26}\text{m/s}$

若物块能滑离 A 车，则物块恰好滑离 A 车时有：

$mv_F = mv_1 + (M + m)v_2 \dots\dots 1 \text{ (分)}$

$Q_1 = \mu_3 mgL_3 = \frac{1}{2}mv_F^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}(M + m)v_2^2 \dots\dots 1 \text{ (分)}$



$$\text{可得: } v_1 = \frac{\sqrt{26} + \sqrt{6}}{2} \text{ m/s} \quad v_2 = \frac{\sqrt{26} - \sqrt{6}}{2} \text{ m/s} \quad Q_1 = 10 \text{ J}$$

符合题目条件, 假设成立

若物块不滑离 B 车, 则有: $mv_1 + Mv_2 = (m + M)v_{\text{共}} \dots\dots 1 \text{ (分)}$

$$v_{\text{共}} = \frac{3\sqrt{26} + \sqrt{6}}{6} \text{ m/s}$$

$$\text{可得: } Q_2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2 - \frac{1}{2}(m + M)v_{\text{共}}^2 = 2 \text{ J} < Q_1 = \mu_3 mgL_3 = 10 \text{ J} \dots\dots 1 \text{ (分)}$$

假设成立

综上所述: $Q = Q_1 + Q_2 = 12 \text{ J} \dots\dots 1 \text{ (分)}$

(3) 由动量定理: $I = mv' - mv_0$

由题意可得, 要使物块与挡板发生四次碰撞, 则有:

①物块过 C 点向右运动, 不能滑离传送带

$$\text{由动能定理有: } -2\mu_2 mgL_2 - \mu_1 mgL_1 = 0 - \frac{1}{2}mv_1'^2 \dots\dots 1 \text{ (分)}$$

$$\text{可得: } v_1' = 6 \text{ m/s}$$

$$\text{即有 } I \leq mv_1' - mv_0 = 4 \text{ N} \cdot \text{s} \dots\dots 1 \text{ (分)}$$

②物块第二次过 C 点的速度 $v_{C2} \geq v_0$, 则临界条件 $v_{C2} = v_0$

$$\text{每经过一次 EF, 摩擦力做功 } W_{fEF} = \mu_2 mgL_2 = 6 \text{ J}$$

$$\text{由动能定理有: } -2W_{fEF} = \frac{1}{2}mv_{C2}^2 - \frac{1}{2}mv_2'^2 \dots\dots 1 \text{ (分)}$$

$$\text{可得: } v_2' = 2\sqrt{7} \text{ m/s}$$

$$\text{即有 } I \geq mv_2' - mv_0 = 4(\sqrt{7} - 2) \text{ N} \cdot \text{s} \dots\dots 1 \text{ (分)}$$

③要能第三次过 C 点, 要求 $v_{C3} \geq \sqrt{gR} = 2 \text{ m/s}$, 临界条件为 $v_{C3} = \sqrt{gR}$

$$\text{在②中, 当 } E_{kC2} = \frac{1}{2}mv_2'^2 = 28 \text{ J 时, 恰有 } -4W_{fEF} = \frac{1}{2}mv_{C3}^2 - \frac{1}{2}mv_2'^2 \dots\dots 1 \text{ (分)}$$

即②中临界条件也为③的临界条件

④当物块以 $v_{C3} = \sqrt{gR} = 2 \text{ m/s}$ 沿圆弧滑下后, 设物块沿圆弧再次上升的高度为 h

$$\text{则由能量守恒定律有: } 2W_{fEF} = \frac{1}{2}mv_{C3}^2 + mg2R - mgh \dots\dots 1 \text{ (分)}$$

可得: $h = 0.4 \text{ m} = R$ 恰好不脱离圆弧轨道

且 $E_k'' = mgh - W_{fEF} = 2 \text{ J} > 0$ 能与挡板发生第四次碰撞, 满足要求。……1 分 (分)

关于我们

自主选拔在线是致力于提供新高考生涯规划、强基计划、综合评价、三位一体、学科竞赛等政策资讯的升学服务平台。总部坐落于北京，旗下拥有网站（[网址：www.zizzs.com](http://www.zizzs.com)）和微信公众平台等媒体矩阵，用户群体涵盖全国 90% 以上的重点中学师生及家长，在全国新高考、自主选拔领域首屈一指。如需第一时间获取相关资讯及备考指南，请关注**自主选拔在线**官方微信号：**zizzsw**。



微信搜一搜

Q 自主选拔在线