

物理参考答案

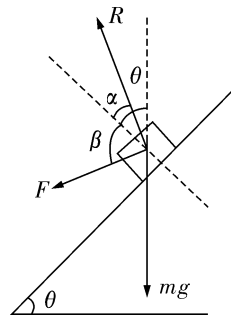
一、二选择题(1~6 每小题 4 分。7~10 每小题 5 分,选对但不全得 3 分)

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	C	C	D	C	B	A	BC	AC	BC	BD

1. C 【解析】 $L_{CD} - L_1 = L_2 - L_{CD} = aT^2$, 得 $L_2 - L_1 = 2aT^2$, $L_{CD} = \frac{L_1 + L_2}{2}$, $v_C = \frac{L_1 + L_{CD}}{2T} = \frac{3L_1 + L_2}{4T}$, 因 T 未知, 无法求 a 和 v_C , 对 A 到 C 过程 $L_{AB} + L_1 = \frac{v_C^2}{2a} = \frac{(3L_1 + L_2)^2}{16(L_2 - L_1)}$, $L_{AB} = \frac{(3L_1 + L_2)^2}{16(L_2 - L_1)} - L_1$, C 正确, 对于运动时间只能求出 t_{AE} 与 T 的比值, D 错误。

2. C 【解析】分析 A 物体, 因 $\mu mg \cos \theta > mg \sin \theta$, 弹簧对 A 必有压力, 弹簧应处于压缩状态, A 错误; 由整体平衡知, 地面对斜面无摩擦力作用, B 错误, 根据 AB 与弹簧整体受力, $\mu_A m g \cos \theta + 2\mu_B m g \cos \theta = 3m g \sin \theta$, 得 $\mu_B = \frac{3 \tan \theta - \mu_A}{2} < \frac{3 \tan \theta - \tan \theta}{2} = \tan \theta$, C 正确, 若增大 m_A , AB 整体减速运动, D 错误。

3. D 【解析】因物块下滑时地面对斜面体的摩擦力向左, 可知物块对斜面的作用力(压力与摩擦力的合力)斜向右下方, 斜面对物块的全反力 R (支持力与摩擦力的合力)斜向左上方, 在垂直于斜面方向 $R \cos \alpha + F \cos \beta = mg \cos \theta$, 故 $R \cos \alpha < mg \cos \theta$, 又 $\alpha < \theta$, 所以 $R < mg$, R 的竖直分力也小于 mg , 物块对斜面作用力的竖直分力也小于 mg , 故斜面体对地面的压力小于 $(M+m)g$, A 错误, 撤去 F 后, 全反力方向不变, m 合力斜向左, 必沿斜面加速下滑, B 错误, 撤去 F 后斜面受物块的压力增大, 斜向右方向的作用也增大, 故地面对斜面体摩擦增大, C 错误, 减少 F 时, 物块对斜面压力增大, 斜面体对地压力也增大, D 正确。



4. C 【解析】要达到蛛丝在垂直蛛丝方向位移为 $y = (3 - 2.2) \cos 45^\circ \text{ m} = 0.4\sqrt{2} \text{ m}$, $(v_0 \cos 45^\circ)^2 = 2g \cos 45^\circ y$, $v_0 = 4 \text{ m/s}$, C 正确。

5. B 【解析】月球和太阳半径分别为 $R_{\text{日}}$ 和 $R_{\text{地}}$, 地月距离和日地距离分别为 $r_{\text{月地}}$ 和 $r_{\text{日地}}$, $G \frac{M_{\text{日}} M_{\text{地}}}{r_{\text{日地}}^2} = M_{\text{地}} \frac{4\pi^2 r_{\text{日地}}}{T_{\text{地}}^2}$, $G \frac{M_{\text{地}} M_{\text{月}}}{r_{\text{月地}}^2} = M_{\text{月}} \frac{4\pi^2 r_{\text{月地}}}{T_{\text{月}}^2}$, 联立得 $\frac{M_{\text{日}}}{M_{\text{地}}} = \frac{r_{\text{日地}}^3}{r_{\text{月地}}^3} \cdot \frac{T_{\text{月}}^2}{T_{\text{地}}^2}$, 由 $\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}$ 得 $\frac{\rho_{\text{地}}}{\rho_{\text{日}}} = \frac{M_{\text{地}} R_{\text{日}}^3}{M_{\text{日}} R_{\text{地}}^3} = \frac{M_{\text{地}}}{M_{\text{日}}} \frac{R_{\text{日}}^3}{R_{\text{地}}^3}$, 由题中几何关系有 $\frac{R_{\text{日}}}{R_{\text{月}}} = \frac{r_{\text{日地}}}{r_{\text{月地}}}$, 故 $\frac{\rho_{\text{地}}}{\rho_{\text{日}}} = \frac{1}{49} \cdot \frac{T_{\text{地}}^2}{T_{\text{月}}^2} = \frac{13.5^2}{49} = 3.7$, B 正确。

6. A 【解析】设子弹初速度 v_0 , 打入木块后速度 v , $mv_0 = (M+m)v$, 得 $v = \frac{mv_0}{M+m} < \frac{v_0}{2}$, $s_{\text{木}} = \frac{v}{2}t$, 打入深度 $d = \frac{v_0}{2}t$, 故 $d > 2s_{\text{木}}$, $\Delta E_{\text{木}} = fs_{\text{木}}$, $Q = fd$, 故 $Q > 2\Delta E_{\text{木}} > 20 \text{ J}$. 故选 A 。

7. BC 【解析】由开普勒第三定律得该卫星周期为同步卫星周期的 $\frac{1}{8}$, 即 3 h , B 正确, 每天为绕地球运行 8 周比地球自转多 7 周, 故通过基多上空 7 次。经过基多上空时间间隔为 $\frac{24}{7} \text{ h}$, 故 C 正确, D 错误。由 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 得, 速度与半径平方根成反比, 速度为同步卫星的 2 倍, A 错误, 选 BC 。

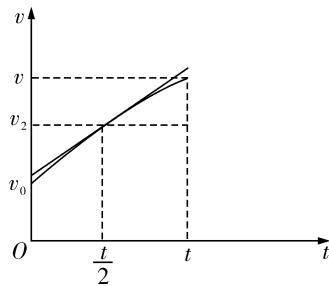
8. AC 【解析】 $v-t$ 图像如图

$$0 \sim t \text{ 内位移 } s > \frac{v_0 + v}{2} t$$

$$v_1 = \frac{s}{t} > \frac{v_0 + v}{2}, \text{ C 正确。}$$

$$v_2 t \text{ 与图中梯形面积相等, 故 } v_2 t > s, v_2 > \frac{s}{t} = v_1$$

A 正确, B 错误, D 错误, 选 AC 。

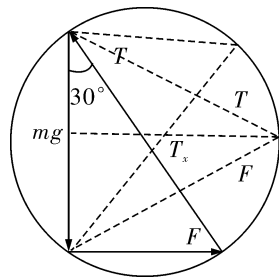


9. BC 【解析】当 B 碰挡板时速度为 0, 则碰后 AB 总动量最大, 弹簧最短时动能最大, 弹性势能最小。由 $mv_0 = (m + \frac{1}{4}m)v$, $E_p = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(m + \frac{1}{4}m)v^2 = \frac{1}{10}mv_0^2$, 若 B 碰挡板时速度最大, 碰后 AB 总动量最小, 当两者共速度动能最小, 弹性势能最大。由弹性碰撞知识可知, B 碰前最大速度 $v_B = \frac{2m}{m + \frac{1}{4}m}v_0 = \frac{8}{5}v_0$, 碰后总动量最小

为 $p = mv_0 - 2 \frac{mv_B}{4} = \frac{1}{5}mv_0$, 共速时速度为 $v = \frac{p}{m + \frac{m}{4}} = \frac{4v_0}{25}$, $E_p = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2} \cdot \frac{5}{4}mv^2 = \frac{121}{250}mv_0^2$, 弹性势能

$\frac{1}{10}mv_0^2 \leq E_p \leq \frac{121}{250}mv_0^2$, 故选 BC。

10. BD 【解析】先分析 B 受力, 动态变化如图, 开始时 F 水平, 最末状态绳拉力 T 水平, 这过程中, F 一直拉大, T 一直减小, F 的水平分力先增大, 后减小, 最大值为 $F_x = mg \sin 60^\circ = 15\sqrt{3}$ N。F 的竖直分力一直增大, A 错误, C 物块受到的摩擦力与绳拉力 T 等大, 故一直减小, B 正确, 再分析 ABC 整体知地面支持力一直减小, C 错误。摩擦力与 F 水平分力等大, D 正确。



三、非选择题: 本题共 5 小题, 共 56 分。

11. (6 分, 每空 2 分)(1) 0.514 0.625 (2) 800

12. (8 分, 每空 2 分)(1) 大 C (2) $m_1x_1 + m_2x_2 = m_1x$ (3) 50.00

13. (10 分) 【解析】(1) $mg = \frac{mv_c^2}{R}$ 得 $v_c = \sqrt{gR}$ ① 3 分

(2) 由功能关系 $W_f = 3mgR - (\frac{1}{2}mv_c^2 + 2mgR)$ ②
解得 $W_f = 0.5mgR$ ③ 3 分

(3) 小球从 C 平抛, 落在水平面 D 点上竖直方向有 $2R = \frac{1}{2}gt^2$ ④

CD 间水平距离为 $L = v_c t$ ⑤

解得 $L = 2R$ ⑥ 4 分

14. (14 分) 【解析】(1) 先分析 ABC 整体, 由对称性知 $2N = 4mg$, 得 $N = 2mg$

分析 A 受力如图, 由对称性可知, $F_{CA} = F_{BA}$ 。

根据平衡条件得: $2F_{BA} \cos 30^\circ = 2mg$

解得 $F_{BA} = \frac{2\sqrt{3}}{3}mg$

再分析 B, 受力如图, B 受到重力 mg , A 对 B 的压力 F_{AB} 、水平面对 B 的支持力 N 和摩擦力 f 由牛顿第三定律可知, $F_{AB} = F_{BA}$, $\theta = 30^\circ$, 则

在水平方向上, 根据平衡条件可得 $f = F_{AB} \sin \theta$, 得 $f = \frac{\sqrt{3}}{3}mg$ 4 分

(2) 当 A 受到竖直向下的力远大于它的重力时, F_{AB} 也将远大于重力, B 所受重力可忽略不计, B 的受力如右图, 要 B 静止不动, 则摩擦力 f 和支持力 N 的合力应与 F_{AB} 方向相反, 故 $\tan \theta = \frac{f}{N}$

f 为静摩擦力, $f \leq \mu N$, 得 $\mu \geq \frac{\sqrt{3}}{3}$ 5 分

(3) 设当 AB 中心连线与竖直方向的夹角为 α 时, A、B、C 的速度大小分别为 v_A 、 v_B 、 v_C 。

由对称知 $v_B = v_C$

由系统机械能守恒可得: $2mg(2R \cos 30^\circ - 2R \cos \alpha) = \frac{1}{2} \times 2mv_A^2 + \frac{1}{2}mv_B^2 + \frac{1}{2}mv_C^2$

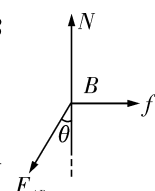
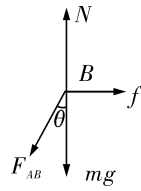
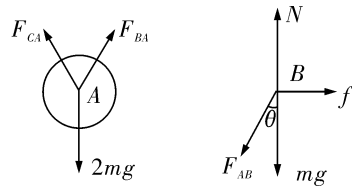
整理得: $v_A^2 + v_B^2 = 2gR(\sqrt{3} - 2\cos \alpha)$

在 A 与 B、C 分离前, 由 A、B 中心距离不变, 可得: $v_A \cos \alpha = v_B \sin \alpha$

解得 $v_B^2 = 2gR(\sqrt{3} - 2\cos \alpha) \cos^2 \alpha$

A 与 B、C 恰好分离时, B、C 对 A 的弹力均为 0, B 和 C 的速度达到最大, 即 v_B^2 最大

$v_B^2 = 2gR(\sqrt{3} - 2\cos \alpha) \cos^2 \alpha = 2gR(\sqrt{3} - 2\cos \alpha) \cos \alpha \cos \alpha$



当 $\sqrt{3} - 2\cos\alpha = \cos\alpha$ 即 $\cos\alpha = \frac{\sqrt{3}}{3}$ 时, A 与 B 、 C 恰好分离时, 此时 $v_B^2 = \frac{2\sqrt{3}gR}{9}$

动能为 $E_{kB} = \frac{\sqrt{3}}{9}mgR$ 5分

15. (18分)【解析】(1)要使小滑块碰撞挡板前木板保持静止 $2\mu_2mg\cos\theta \geq mg\sin\theta + \mu_1mg\cos\theta$ 得 $\mu_2 \geq 0.6$ 4分

(2)小滑块与挡板发生第一次碰撞前 $\frac{1}{2}mv_0^2 = (mg\sin\theta - \mu_1mg\cos\theta)L$ 得 $v_0 = 4.8$ m/s

第一次碰撞后, AB 的速度分别 v_A 和 v_B , 根据弹性碰撞规律, 有 $mv_0 = mv_A + mv_B$

$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2}mv_B^2$, 解得 $v_A = 0$, $v_B = v_0 = 4.8$ m/s (直接给出结论不扣分)

碰后 B 下滑, AB 系统的外力矢量和 $\Sigma F = 2mg\sin\theta - 2\mu_2mg\cos\theta = 0$, 故此运动过程中 AB 系统的总动量保持不变。当 A 与挡板不再发生碰撞时 AB 一起匀速下滑的速度 v , 有 $mv_0 = 2mv$

得 $v = 2.4$ m/s

设当 A 与挡板不再发生碰撞时 B 的位移为 x , 由功能关系, 因 AB 间的摩擦力而产生的热量 $Q = mgx\sin\theta + mg(x+L)\sin\theta - 2\mu_2mgx\cos\theta - \frac{1}{2} \times 2mv^2$

代入数据得 $Q = 23.04$ J 6分

(3) A 与挡板发生碰撞后, A 的加速度大小为 a_A , 有 $mg\sin\theta + \mu_1mg\cos\theta = ma_A$ 得 $a_A = 9.6$ m/s²

B 的加速度大小为 a_B , 有 $2\mu_2mg\cos\theta + \mu_1mg\cos\theta - mg\sin\theta = ma_B$, 得 $a_B = 9.6$ m/s²

经 t_1 后 AB 第一次达到相同速度, 在 t_1 时间内 AB 间的相对运动为匀减速运动, 相对初速度大小为 $v_0 = 4.8$ m/s, 相对加速度大小为 $a = a_A + a_B = 19.2$ m/s², 相对运动时间 $t_1 = \frac{v_0}{a} = 0.25$ s,

相对位移大小为 $x_1 = \frac{v_0^2}{2a} = 0.6$ m。

达到相同速度后 A 加速下滑, B 沿斜面减速下滑, 直到发生第二次碰撞。这一过程 A 的加速度大小为 a_A' , 有 $mg\sin\theta - \mu_1mg\cos\theta = ma_A'$ 解得 $a_A' = 2.4$ m/s²

B 的加速度大小为 a_B' , 有 $2\mu_2mg\cos\theta - \mu_1mg\cos\theta - mg\sin\theta = ma_B'$, 解得 $a_B' = 2.4$ m/s²

经 t_1' 时间 AB 第二次碰撞, 在 t_1' 时间内 AB 间的相对运动为匀加速运动, 相对初速度大小为 0, 相对加速度大小为 $a' = a_A' + a_B' = 4.8$ m/s², 相对运动末速度为 v_1 , 有 $v_1^2 = 2a'x_1$, 解得 $v_1 = \sqrt{\frac{a'}{a}}v_0 = \frac{1}{2}v_0 = 2.4$ m/s, 时间

$t_1' = \frac{v_1}{a'} = \frac{v_0}{2a'} = 0.5$ s

第一、二两次碰撞的时间间隔为 $T_1 = t_1 + t_1' = \frac{v_0}{a} + \frac{v_0}{2a} = 0.75$ s

考虑 AB 第二次碰撞后的运动, 与第一次碰撞后相比, 仍然是先做相对减速运动, 再做相对加速运动, 加速度和第一次碰撞后的情况相同, 但相对初速度为原来的二分之一, 根据以上时间与相对初速度的关系可知, 第二、三两次碰撞的时间间隔为第一、二两次碰撞的时间间隔的二分之一, 同理以后相邻两次碰撞的时间间隔均为前一次碰撞间隔的二分之一。 A 与挡板第一次碰撞到一起匀速运动的时间为 $t = T_1 + \frac{T_1}{2} + \frac{T_1}{4} + \frac{T_1}{8} + \dots$

$= \frac{T_1}{1 - \frac{1}{2}} = 1.5$ s

由于 AB 动量守恒, 任意时刻 AB 的速度都满足 $mv_0 = mv_A + mv_B$, 即 $v_0 = v_A + v_B$

$\Sigma v_0 \Delta t = \Sigma v_A \Delta t + \Sigma v_B \Delta t$ 得 $\Sigma v_0 \Delta t = \Sigma \Delta x_A + \Sigma \Delta x_B$, 即 $v_0 t = x_A + x_B$

自第一次碰撞开始至两者间不再发生碰撞的过程中, A 、 B 位移相等 $x_A = x_B$

解得 $x_A = x_B = \frac{v_0}{2}t = 3.6$ m 8分