

物理参考答案

一、选择题

1. D 【解析】物体向下做匀减速运动，动能减小，由动能定理知，合力对其做负功，A 错误；物体向下运动的过程中，轻绳拉力对其做负功，机械能减少，B 错误；设物体克服拉力做功为 $W_{\text{拉}}$ ，由动能定理知 $W_G - W_{\text{拉}} = \Delta E_k < 0$ ，解得 $W_G < W_{\text{拉}}$ ，即重力对物体做的功小于物体克服拉力做的功，C 错误；物体减少的动能 $E_{k\text{损}} = |\Delta E_k| = W_{\text{拉}} - W_G$ ，即物体减少的动能小于物体克服拉力所做的功，D 正确。

2. D 【解析】空间站沿着原来的轨道运行，轨道半径不变，根据 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$ ，解得

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

，分离后空间站运行速度不变，A 错误；根据 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 可知，飞船在过渡

轨道的速度小于第一宇宙速度，B 错误；飞船沿径向与空间站分离后，因为飞船制动减速，飞船做向心运动从而到达过渡轨道，不只受重力作用，C 错误；与空间站分离后，返回舱进入大气层之前，飞船经过多次减速，除了万有引力之外的其他力做负功，机械能减少，D 正确。

3. B 【解析】汽车匀速行驶时，有 $F = F_{\text{阻}}$ ， $\frac{3}{4}P = Fv$ ，汽车功率突然变为 P 的瞬间，牵引力发生变化，速度不变，则有 $P = F'v$ ，此时加速度由牛顿第二定律有 $F' - F_{\text{阻}} = ma$ ，由以上各式解得 $a = \frac{P}{4mv}$ ，B 正确，A、C、D 错误。

4. C 【解析】在平抛运动过程中， $h = \frac{1}{2}gt^2$ ， $x = v_0t$ ，位移与水平方向夹角的正切值

$$\tan \alpha = \frac{h}{x} = \frac{gt}{2v_0}$$

，速度与水平方向夹角的正切值 $\tan \beta = \frac{v_y}{v_0} = \frac{gt}{v_0}$ ，则 $\tan \beta = 2 \tan \alpha$ ，

$$\text{即 } h = x \cdot \frac{\tan \beta}{2} \text{，所以 } \frac{h_1}{h_2} = \frac{\tan 30^\circ}{\tan 60^\circ} = \frac{1}{3} \text{，C 正确；由 } h = \frac{1}{2}gt^2 \text{ 可知，} \frac{t_1}{t_2} = \sqrt{\frac{h_1}{h_2}} = \frac{\sqrt{3}}{3} \text{，}$$

$$\text{B 错误；水平方向上速度 } v_0 = \frac{x}{t} \text{，可得 } \frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{3}}{1} \text{，A 错误；由合速度 } v_t = \frac{v_0}{\cos \beta} \text{ 可知，}$$

$$\frac{v_{t1}}{v_{t2}} = \frac{v_1 \cos 60^\circ}{v_2 \cos 30^\circ} = \frac{1}{1} \text{，所以动能之比 } \frac{E_{k1}}{E_{k2}} = \frac{v_{t1}^2}{v_{t2}^2} = \frac{1}{1} \text{，D 错误。}$$

5. D 【解析】滑块沿斜面下滑 $s=5\text{m}$ ，则重力势能减小量 $\Delta E_p = mgs \sin 37^\circ = 30\text{J}$ ，A 错误；从顶端到底端时机械能增加 20J ，则除重力以外的其他力做功为 20J ，设外力 F 与斜面的夹角为 α ，则 $Fs \cos \alpha - \mu(mg \cos 37^\circ - F \sin \alpha)s = 20\text{J}$ ，代入数据解得 $F = \frac{16}{2 \cos \alpha + \sin \alpha}$ ，只有当 $\alpha = 0^\circ$ 时 $F = 8\text{N}$ ，B 错误；摩擦力做功，只有当 $\alpha = 0^\circ$ 时摩擦力做功才等于 -20J ，C 错误；因滑块沿斜面下滑 5m ，重力势能减小 30J ，而初状态机械能为 30J ，可知斜面的底端为重力势能零点，到达底端时机械能为 50J ，则动能为 50J ，根据动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ ，解得 $v = 10\text{m/s}$ ，D 正确。
6. D 【解析】根据几何关系知，环从 A 下滑至 B 处时，下降的高度为 d ，则重物上升的高度 $h = \sqrt{d^2 + d^2} - d = (\sqrt{2} - 1)d$ ，A 错误；环到达 B 处时，将环的速度沿轻绳方向和垂直于轻绳方向分解，在沿轻绳方向上的分速度等于重物的速度，有 $v_{\text{环}} \cos 45^\circ = v_{\text{物}}$ ，解得 $v_{\text{环}} = \sqrt{2}v_{\text{物}}$ ，B 错误；环下滑过程中无摩擦力对系统做功，故系统机械能守恒，即满足环减小的机械能等于重物增加的机械能，C 错误；设环下滑的最大高度为 h' 时环和重物的速度均为 0 ，此时重物上升的最大高度为 $\sqrt{h'^2 + d^2} - d$ ，根据机械能守恒有 $mgh' = 3mg(\sqrt{h'^2 + d^2} - d)$ ，解得 $h' = \frac{3}{4}d$ ，D 正确。
7. C 【解析】设物体下滑到 A 点的速度为 v_0 ，由机械能守恒定律有 $mgh = \frac{1}{2}mv_0^2$ ，代入数据解得 $v_0 = 2\text{m/s}$ ，对 A 到 B 过程，物体在摩擦力作用下先做匀加速运动，加速度大小 $a = \frac{\mu mg}{m} = \mu g = 2\text{m/s}^2$ ，加速至速度与传送带相等的时间 $t_1 = \frac{v - v_0}{a} = \frac{4 - 2}{2}\text{s} = 1\text{s}$ ，匀加速运动的位移 $s_1 = \frac{v_0 + v}{2}t_1 = \frac{2 + 4}{2} \times 1\text{m} = 3\text{m} < L = 5\text{m}$ ，所以物体与传送带共速后向右做匀速运动，物体匀速运动的时间 $t_2 = \frac{L - s_1}{v} = \frac{5 - 3}{4}\text{s} = 0.5\text{s}$ ，则物体从 A 运动到 B 的时间 $t = t_1 + t_2 = 1.5\text{s}$ ，A 错误；物体从 A 运动到 B 的过程中，摩擦力对物体做正功，摩擦力做的功 $W_{\text{摩}} = \mu mgs_1 = 0.2 \times 10 \times 3\text{J} = 6\text{J}$ ，B 错误；在 t_1 时间内，传送带做匀速运动的位移 $s_{\text{传送带}} = vt_1 = 4\text{m}$ ，故产生的热量 $Q = \mu mg\Delta s = \mu mg(s_{\text{传送带}} - s_1)$ ，代入数据解得 $Q = 2\text{J}$ ，C 正确；电动机多做的功一部分转化成了物体的动能，另一部分就是增加了内能，则物体从 A 运动到 B 的过程中，带动传送带转动的电动机多做的功

$$W = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 + Q = \frac{1}{2} \times 1 \times (4^2 - 2^2) \text{J} + 2 \text{J} = 8 \text{J}, \text{ D 错误。}$$

8. CD 【解析】铅球做斜上抛运动，竖直方向上，速度 $v_y = v_{\text{竖}} - gt$ ，图像的斜率表示重力加速度，斜率应恒定不变，A 错误；铅球做斜上抛运动，空气阻力不计，机械能守恒，B 错误；以初始位置为零势能面，抛出时竖直方向的速度为 v_y ，铅球的机械能守恒，则

$$E_k = E - E_p = E - mgh = E - mg\left(v_y t - \frac{1}{2}gt^2\right), \text{ 故图像是开口向上的抛物线, C 正确;}$$

根据 $P = mg |v_{\text{竖}} - gt| = |mgv_{\text{竖}} - mg^2t|$ 可知，重力瞬时功率大小随时间先均匀减小后均匀增加，D 正确。

9. AC 【解析】取水面上水滴为研究对象，在其落到出水口的过程中，根据机械能守恒定律得 $mgH = \frac{1}{2}mv^2$ ，解得 $v = \sqrt{2gH}$ ，A 正确；流量 $Q = Sv = S\sqrt{2gH}$ ，B 错误；水

柱的机械能 $E = \frac{1}{2}m'v^2 + m'g\frac{H}{4}$ ，根据密度公式得 $m' = \rho Qt$ ，运动时间 t 满足 $\frac{H}{4} = \frac{1}{2}gt^2$ ，解得 $E = \frac{5}{4}\rho SgH^2$ ，C 正确；从出水口处喷出水的水平位移 $s = vt$ ，由以

上分析知 $t = \sqrt{\frac{H}{2g}}$ ，解得 $s = H$ ，D 错误。

10. CD 【解析】物体接触弹簧前，由机械能守恒定律可知，物体刚接触弹簧时的动能

$E_k = mgx \sin \theta$ ，物体接触弹簧后，重力沿斜面向下的分力先大于滑动摩擦力和弹簧的合力，物体先加速下滑，后来重力沿斜面向下的分力小于滑动摩擦力和弹簧的合力，物体减速下滑。所以，当重力沿斜面向下的分力等于滑动摩擦力和弹簧的合力时物体所受的合力为零，速度最大，动能最大，所以物体的最大动能一定大于 $mgx \sin \theta$ ，A 错误；

设弹簧的最大压缩量为 L ，弹性势能最大为 E_p ，物体从 A 点到最低点的过程，由能量守恒得 $mg(L+x) \sin \theta = \mu mgL \cos \theta + E_p$ ，物体从最低点到 Q 点的过程，由能量守恒

$$\text{得 } mg\left(L + \frac{x}{2}\right) \sin \theta + \mu mgL \cos \theta = E_p, \text{ 联立解得 } L = \frac{x \tan \theta}{4\mu}, \text{ 由于 } \mu < \tan \theta, \text{ 但}$$

它们的具体参数未知，则无法说明弹簧的最大形变量是否大于 $\frac{1}{2}x$ ，B 错误；第一次往返过程中，根据能量守恒可知，物体损失的能量等于克服摩擦力做的功，即

$\Delta E = 2\mu mgL \cos \theta = \frac{1}{2}mgx \sin \theta$ ，C 正确；设物体第二次上升的最远位置在 C 点，弹簧最大形变量为 L' ，从 Q 到 C，有 $mgx_{QC} \sin \theta = 2\mu mgL' \cos \theta$ ，如果 $L' = L$ ，则有 $x_{QC} = \frac{x}{2}$ ，则最高点为 B，但由于物体从 Q 点下滑，则弹簧的最大形变量 $L' < L$ ，所以 $x_{QC} < \frac{x}{2}$ ，所以上升的最高位置应该在 B 点上方，D 正确。

二、非选择题

11. (1) 5、6 (1 分)

(2) 1.85 (2 分)

(3) 0.31 (2 分) 大于 (1 分)

【解析】(1) 分析纸带上的数据得，在计数点 5 之前，两点之间的位移逐渐增大，而在 5、6 间的位移增量变小，在 6 之后位移逐渐减小，故说明在 5、6 间物块开始减速，减速的原因是重物落地。

(2) 由题图乙中数据可以看出减速阶段的 $\Delta x = -3\text{cm}$ ，根据匀变速运动 $\Delta x = aT^2$ 可得，

加速度 $a = \frac{\Delta x}{T^2} = -3\text{m/s}^2$ ；计数点 7 对应的速度大小 $v_7 = \frac{x_{68}}{2T} = 1.55\text{m/s}$ ，则计数点 6 对应的速度大小 $v_6 = v_7 - aT = 1.85\text{m/s}$ 。

(3) 减速阶段对物块根据牛顿第二定律有 $-\mu mg = ma$ ，解得 $\mu = -\frac{a}{g} \approx 0.31$ 。减速阶段产生加速度的力是物块所受的摩擦力和纸带所受的阻力之和，因此计算结果大于真实值。

12. (1) 3.80 (1 分)

(2) $\frac{(m+M)b^2}{2t^2}$ (2 分) $\left(m - \frac{M}{2}\right)gd$ (2 分)

$\frac{(m+M)b^2}{2t^2} = \left(m - \frac{M}{2}\right)gd$ (1 分)

(3) 9.6 (2 分)

【解析】(1)宽度 b 的读数为 $3\text{mm}+16\times 0.05\text{mm}=3.80\text{mm}$ 。

(2)滑块通过光电门的速度 $v = \frac{b}{t}$ ，滑块从 A 点到达 B 点时小球和滑块及遮光片组成的

系统动能增加量 $\Delta E_k = \frac{1}{2}(M+m)v^2 = \frac{(M+m)b^2}{2t^2}$ ，系统的重力势能减少量

$\Delta E_p = mgd - Mgd \sin 30^\circ = \left(m - \frac{M}{2}\right)gd$ ，若在实验误差允许的范围内满足关系式

$\frac{(m+M)b^2}{2t^2} = \left(m - \frac{M}{2}\right)gd$ ，即可认为机械能是守恒的。

(3)根据系统机械能守恒有 $\frac{1}{2} \times (M+m)v^2 = \left(m - \frac{M}{2}\right)gd$ ，则 $v^2 = \frac{2m-M}{M+m}gd$ ，在

$v^2 - d$ 图像中，图线斜率 $k = \left(\frac{2m-M}{M+m}\right)g$ ，整理得 $g = \frac{k(M+m)}{2m-M}$ ，由图像可知

$k = \frac{2.4}{0.5} \text{ m/s}^2 = 4.8 \text{ m/s}^2$ ，代入数据解得 $g = 9.6 \text{ m/s}^2$ 。

13. (1) 0.25 m/s^2

(2)能 232m

【解析】(1)设 B 车减速运动的加速度大小为 a ，有 $0 - v_B^2 = -2ax_1$ (2分)

代入数据解得 $a = 0.25 \text{ m/s}^2$ (1分)

(2)设 B 车减速时间为 t 时两车的速度相同，有 $v_B - at = v_A + a_1(t - \Delta t)$ (2分)

代入数据解得 $t = 32 \text{ s}$ 在此过程中 B 车前进的位移 $x_B = v_B t - \frac{1}{2}at^2$ (1分)

代入数据解得 $x_B = 832 \text{ m}$

A 车前进的位移 $x_A = v_A \Delta t + v_A(t - \Delta t) + \frac{1}{2}a_1(t - \Delta t)^2$ (2分)

代入数据解得 $x_A = 464 \text{ m}$

因 $x_A + x > x_B$ (1分)

故能避免事故

此时 $\Delta x = x_A + x - x_B = 232 \text{ m}$ (1分)

14. (1) 35m/s

(2) 1.35J

(3) $\frac{17}{47}$

【解析】(1)忽略雪道对滑块的阻力，滑块从 A 点运动到池底平面雪道离开过程中，由

$$\text{动能定理得 } mgL \sin 20^\circ + mgh \cos 20^\circ = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \quad (2 \text{ 分})$$

代入数据解得 $v = 35\text{m/s}$ (1 分)

(2)小滑块从 A 点至 B 点过程中，由动能定理得

$$mgx \sin 20^\circ - W = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \quad (2 \text{ 分})$$

由几何关系得 $x = \sqrt{x_{AB}^2 - d^2}$ (1 分)

联立解得 $W = 1.35\text{J}$ (1 分)

(3)当滑块离开 B 点后，设速度方向与 U 型池斜面的夹角为 θ ，沿 U 型池斜面方向分解

速度及加速度 $v_y = v_B \sin \theta$ ， $a_y = a_B \cos \theta$ (1 分)

$$a_y = g \cos 20^\circ$$

$$a_x = g \sin 20^\circ \quad (1 \text{ 分})$$

$$v_y = a_y t_1, \quad t = 2t_1 \quad (1 \text{ 分})$$

由此可知，当 v_y 最大时，滑块从冲出 B 点至重新落回 U 型池的所用时间最长，此时 v_B

垂直于 U 型池斜面，即 $\alpha_0 = 20^\circ$ ， $\tan \alpha_0 = \frac{\sin \alpha_0}{\cos \alpha_0}$ (1 分)

$$\text{解得 } \tan \alpha_0 = \frac{17}{47} \quad (1 \text{ 分})$$

15. (1) 1.8N

(2) 1.05J

(3) $0 \leq E_k \leq 0.3\text{J}$ 或 $E_k \geq 1.2\text{J}$

【解析】(1)由题意知， OB 与 OC 的夹角为 θ ，对小物块从 A 到 C 过程，由动能定理得

$$mgh - \mu_1 mg \frac{h}{\tan \theta} + mgR(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2}mv_C^2 \quad (2 \text{ 分})$$

小物块在 C 点时，根据牛顿第二定律得 $F_N - mg = m \frac{v_C^2}{R}$ (1 分)

解得 $F_N = 1.8\text{N}$ (1 分)

根据牛顿第三定律知，支持力和压力大小相等，方向相反，所以小物块经过 C 点时对轨道的压力大小为 1.8N (1 分)

(2) 设小物块过 D 点的最小速度为 v_D ，由重力提供向心力得 $mg = m \frac{v_D^2}{R}$ (1 分)

解得 $v_D = \sqrt{gR} = \sqrt{5}\text{m/s}$ (1 分)

对 D 到 E 过程，有 $mg \cdot 2r + \frac{1}{2}mv_E^2 = \frac{1}{2}mv_D^2$ (1 分)

解得 $v_E = 1\text{m/s}$ (1 分)

所以当小物块在 D 点的速度为 $\sqrt{5}\text{m/s}$ 时，可以到达 E 点，且此时小物块的初动能最小，

则 $mgh - \mu_1 mg \frac{h}{\tan \theta} + mgR(1 - \cos \theta) - mg \cdot 2R = \frac{1}{2}mv_D^2 - E_{\text{kmin}}$ (2 分)

解得 $E_{\text{kmin}} = 1.05\text{J}$ (1 分)

(3) 由题意知，要使小物块不脱离轨道，有 2 种情况

情况 1：小物块恰好可以通过 F 点，此时满足 $2aL = v_E^2$ (1 分)

由题意知

$a = \mu_2 g$ ，代入解得 $v_E = 2\text{m/s}$

由动能定理得 $mgh - \mu_1 mg \frac{h}{\tan \theta} + mgR(1 - \cos \theta) - mg(2R + 2r) = \frac{1}{2}mv_E^2 - E_{\text{k1}}$ (1 分)

解得 $E_{\text{k1}} = 1.2\text{J}$ (1 分)

情况 2：小物块恰好能到达圆弧轨道 BCD 与 O 点等高处，由动能定理得

$mgh - \mu_1 mg \frac{h}{\tan \theta} + mgR(1 - \cos \theta) - mgR = 0 - E_{\text{k2}}$ (1 分)

解得 $E_{\text{k2}} = 0.3\text{J}$ (1 分)

综上所述，符合条件的初动能为 $0 \leq E_k \leq 0.3\text{J}$ 或 $E_k \geq 1.2\text{J}$ (1 分)