

1. 【答案】 C

2. 【答案】 D

3. 【答案】 B

4. 【答案】 A

5. 【答案】 C

6. 【答案】 B

7. 【答案】 D

8. 【答案】 AC

9. 【答案】 BD

10. 【答案】 ABD

11. 【答案】 (1) $h\nu - eU$ (2) 变大 (3) 5.0×10^{14} 12. 【答案】 6.60 $\frac{d^2}{2L} \left(\frac{1}{t_2^2} - \frac{1}{t_1^2} \right)$ $\frac{kd^2}{2}$ <

13. 【答案】 (1) 0; (2) 2N, 24cm.

【详解】 (1) 木板对木块的支持力

$$F_{N1} = G_1 = 10\text{N}$$

桌面对木板的支持力

$$F_{N2} = G_1 + G_2 = 30\text{N}$$

木板对木块的最大静摩擦力

$$F_{f1} = \mu_1 F_{N1} = 4\text{N}$$

桌面对木板的最大静摩擦力

$$F_{f2} = \mu_2 F_{N2} = 6\text{N}$$

当拉力等于 5N 时, $5\text{N} < 6\text{N}$, 木板未滑动, 木块所受摩擦力为零。

(2) 当拉力等于 8N 时

$$F_1 - F_{f2} = 2\text{N} < 4\text{N}$$

木块与木板间未相对滑动。此时木块所受静摩擦力

$$f_1 = F_1 - F_{f2} = 2\text{N}$$

弹簧弹力

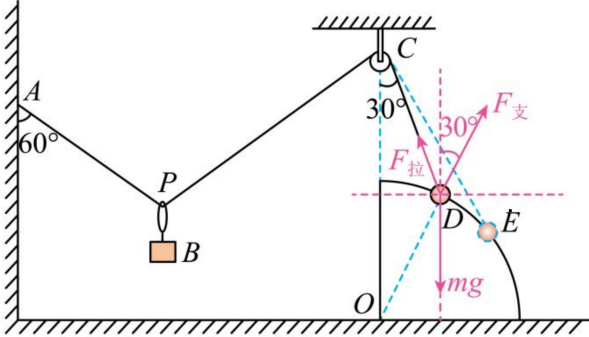
$$F = k(x_1 - x_0) = 2\text{N}$$

解得

$$x_1 = 24\text{cm}$$

14. 【答案】 (1) 2kg (2) $\frac{\sqrt{3}}{12}$ (3) $\frac{2(2\sqrt{6}-\sqrt{3})}{3}\text{kg}$

【详解】 (1) 对小球进行受力分析，如图所示

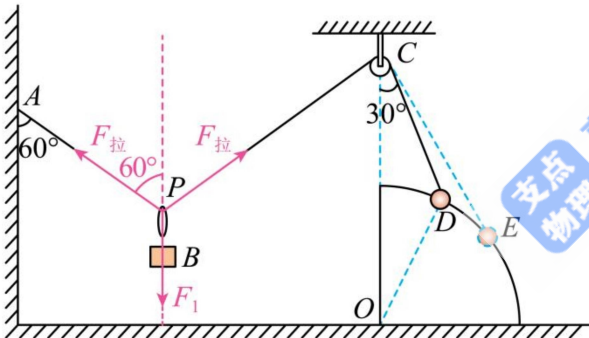


$$\text{水平方向 } F_{\text{拉}} \sin 30^\circ - F_{\text{支}} \sin 30^\circ = 0$$

$$\text{竖直方向 } F_{\text{拉}} \cos 30^\circ + F_{\text{支}} \cos 30^\circ - mg = 0$$

$$\text{解得 } F_{\text{拉}} = 20\text{N}$$

对圆环进行受力分析，如图所示

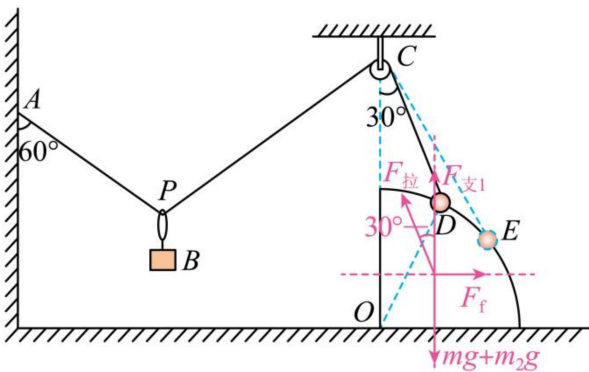


$$\text{竖直方向 } 2F_{\text{拉}} \cos 60^\circ = F_1$$

$$\text{依题意物块 } B \text{ 静止，有 } F_1 = m_1 g$$

$$\text{解得物块 } B \text{ 质量 } m_1 = 2\text{kg}$$

(2) 对小球和四分之一圆柱体整体分析，如图所示



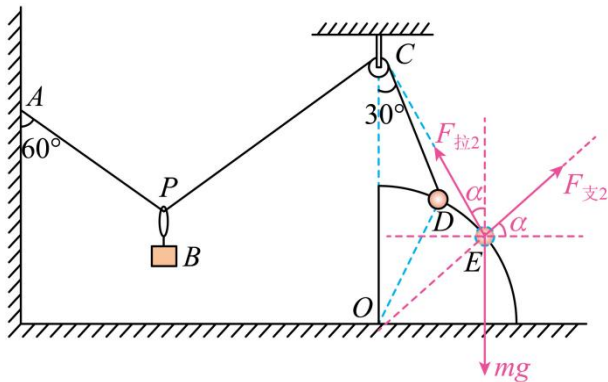
$$\text{水平方向 } F_{\text{拉}} \sin 30^\circ - F_f = 0$$

$$\text{竖直方向 } (m_2 + m)g - F_{\text{支}1} - F_{\text{拉}} \cos 30^\circ = 0$$

依题意可知，四分之一圆柱体恰处于平衡状态，即 $F_f = \mu F_{\text{支}1}$

$$\text{解得 } \mu = \frac{\sqrt{3}}{12}$$

(3) 对小球进行受力分析



绳对小球的拉力为 $F_{\text{拉}2}$ ，圆柱体对小球的弹力为 $F_{\text{支}2}$ ，设 $\angle OCE = \alpha$ ，由 $CD = OD = R, \theta = 30^\circ$ ，可得 $OC = \sqrt{3}R$

由于 CE 与圆弧面相切，可得 $\sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{3}$ ， $\cos \alpha = \frac{\sqrt{6}}{3}$

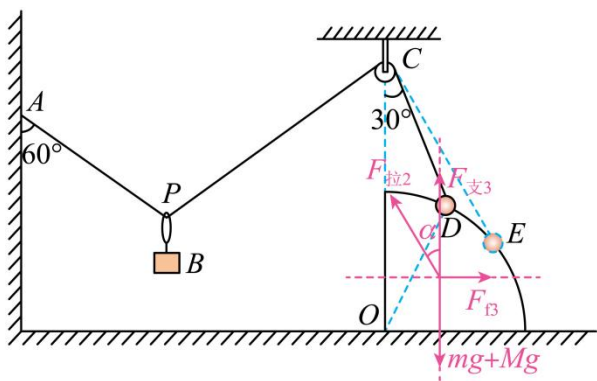
$$\text{则水平方向 } F_{\text{拉}2} \sin \alpha - F_{\text{支}2} \cos \alpha = 0$$

$$\text{竖直方向 } F_{\text{拉}2} \cos \alpha + F_{\text{支}2} \sin \alpha - mg = 0$$

$$\text{得 } F_{\text{拉}2} = 20\sqrt{2}\text{N}$$

分析可知，从 D 到 E 的过程中，细线拉力逐渐增大，且与竖直方向夹角也增大，拉力沿水平方向的分力增加，需要的地面摩擦力增大，在 E 点最容易打滑。

在 E 点，对小球和四分之一圆柱体整体分析



$$\text{地面整体的摩擦力 } F_{\text{阻}3}, \text{ 对整体的支持力 } F_{\text{支}3}, \text{ 水平方向 } F_{\text{拉}2} \sin \alpha - F_{\text{阻}3} = 0$$

$$\text{竖直方向 } F_{\text{支}3} + F_{\text{拉}2} \cos \alpha - (Mg + mg) = 0$$

整体静止，需满足 $\mu F_{支3} \geq F_{f3}$

$$\text{解得 } M \geq \frac{2(2\sqrt{6} - \sqrt{3})}{3} \text{ kg}$$

$$\text{则最小质量为 } \frac{2(2\sqrt{6} - \sqrt{3})}{3} \text{ kg}$$

15. 【答案】(1)150m, 25m/s (2)22m (3)6s 4s

【详解】(1) “白帝”战机和飞舰初速度的速度大小分别为 $v_0 = 13\text{m/s}$ ， $v_{舰} = 9\text{m/s}$ ，战机在这段时间内做匀加速直线运动，位移关系是

$$x_{机1} = v_0 t_1 + \frac{1}{2} a_{机} t_1^2$$

飞舰在这段时间内做匀速运动

$$x_{舰1} = v_{舰} t_1 \quad t = 6\text{s} \text{ 内战机靠近飞舰的距离}$$

$$\Delta x = x_{机1} - x_{舰1} = 60\text{m}$$

此时战机距离飞舰

$$x_2 = x_0 - \Delta x = 150\text{m}$$

刚好进入飞舰的探测范围，战机刚进入飞舰探测范围时的速度

$$v_{机2} = v_0 + a_{机} t_1 = 25\text{m/s}$$

(2) 战机进入飞舰范围后，又经过时间 t_2 ，飞舰速度与战机速度相等

$$v_{机3} = v_{舰2}$$

速度相等时战机与飞舰距离最近，这段时间战机和飞舰均做匀加速直线运动

$$v_{机3} = v_{机2} + a_{机} t_2, \quad v_{舰2} = v_{舰} + a_{舰} t_2$$

可得

$$t_2 = 16\text{s}$$

战机在 t_2 时间内仍做匀加速直线运动，位移是

$$x_{机2} = v_{机2} t_2 + \frac{1}{2} a_{机} t_2^2 = 656\text{m}$$

飞舰在 t_2 时间内做匀加速直线运动，位移是

$$x_{舰2} = v_{舰} t_2 + \frac{1}{2} a_{舰} t_2^2 = 528\text{m} \quad t_2 \text{ 时间内战机靠近飞舰的距离}$$

$$\Delta x_2 = x_{机2} - x_{舰2} = 128\text{m}$$

此时战机距离飞舰

$$x_3 = x_2 - \Delta x_2 = 22\text{m}$$

(3) 若加速时间最长为 t_3 ，则战机须先全力加速后立刻全力减速，运动至飞舰导弹的发射范围为 62m，即与飞舰距离 62m 时，与飞舰共速

$v_{\text{机}5} = v_{\text{舰}3}$ t_3 时间内战机匀加速直线运动

$v_{\text{机}4} = v_{\text{机}2} + a_{\text{机}} t_3$ ， $x_{\text{机}3} = v_{\text{机}2} t_3 + \frac{1}{2} a_{\text{机}} t_3^2$ t_4 时间内战机匀减速直线运动

$v_{\text{机}5} = v_{\text{机}4} - a_{\text{机}} t_4$ ， $x_{\text{机}4} = v_{\text{机}4} t_4 - \frac{1}{2} a_{\text{机}} t_4^2$ t_3 和 t_4 时间内飞舰做匀加速直线运动

$v_{\text{舰}3} = v_{\text{舰}} + a_{\text{舰}} (t_3 + t_4)$ ， $x_{\text{舰}3} = v_{\text{舰}} (t_3 + t_4) + \frac{1}{2} a_{\text{舰}} (t_3 + t_4)^2$ t_3 和 t_4 时间内战机靠近飞舰的距离

$$\Delta x = x_{\text{机}3} + x_{\text{机}4} - x_{\text{舰}3} = 150\text{m} - 62\text{m} = 88\text{m}$$

得

$$t_3 = 6\text{s}$$

若加速时间最短为 t_5 ，则战机须先全力加速后立刻匀速运动，运动至战机导弹的发射范围 70m，即与飞舰距离 70m 时，与飞舰共速

$v_{\text{机}6} = v_{\text{舰}4}$ t_5 时间内战机匀加速直线运动

$v_{\text{机}6} = v_{\text{机}2} + a_{\text{机}} t_5$ ， $x_{\text{机}5} = v_{\text{机}2} t_5 + \frac{1}{2} a_{\text{机}} t_5^2$ t_6 时间内战机匀速直线运动

$x_{\text{机}6} = v_{\text{机}6} t_6$ t_5 和 t_6 时间内飞舰做匀加速直线运动

$v_{\text{舰}4} = v_{\text{舰}} + a_{\text{舰}} (t_5 + t_6)$ ， $x_{\text{舰}4} = v_{\text{舰}} (t_5 + t_6) + \frac{1}{2} a_{\text{舰}} (t_5 + t_6)^2$ t_5 和 t_6 时间内战机靠近飞舰的距离

$$\Delta x_4 = x_{\text{机}5} + x_{\text{机}6} - x_{\text{舰}4} = 150\text{m} - 70\text{m} = 80\text{m}$$

得

$$t_5 = 4\text{s}$$