

1. C 研究列车经过某一路标所用的时间时,列车的长度不可忽略,列车不能看成质点,A 错误;路程只有大小没有方向,是标量,B 错误;“62 分钟”是时间间隔,C 正确;平均速率 $v = \frac{1.055}{\frac{62}{60}} \text{ km/h} = 1.021 \text{ km/h}$,D 错误.
2. C 汽车刹车前,在 0.5 s 内做匀速运动的位移为 $x_1 = \frac{54}{3.6} \times 0.5 \text{ m} = 7.5 \text{ m}$,汽车刹车滑行的最大距离为 $x_2 = x_0 - x_1 = 30 \text{ m} - 7.5 \text{ m} = 22.5 \text{ m}$,故 A 错误;汽车刹车的最大加速度为 $a_{\text{min}} = \frac{v_0^2}{2x_2} = 5 \text{ m/s}^2$,故 B 错误;汽车用于减速滑行的最长时间为 $t_{\text{max}} = \frac{v_0}{a_{\text{min}}} = 3 \text{ s}$,故 C 正确;汽车从发现前方有行人通过人行横道到停下来过程的平均速度满足 $v = \frac{x_0}{t_0 + t_{\text{max}}} = \frac{30}{3.5} \text{ m/s} = 8.6 \text{ m/s}$,故 D 错误.
3. B 运动员以题图所示的姿势在水平地面上,处于平衡状态,在水平方向没有相对运动,也没有相对运动的趋势,因此不受摩擦力的作用,A 错误;运动员受到的支持力和重力大小相等,方向相反,是一对平衡力,B 正确;运动员所受的支持力是水平地面的形变产生的作用,重力是地球的吸引力产生,因此所受支持力不是重力,C 错误;运动员受到的支持力是由于水平地面的形变产生的,D 错误.
4. C 根据题意,由几何关系可知,两绳拉力的合力大小为 $F_{\text{合}} = 2F \cos \frac{\alpha}{2}$,方向与地面成 β 角,对轮胎受力分析,由平衡条件有 $f = F_{\text{合}} \cos \beta = 2F \cos \frac{\alpha}{2} \cos \beta$,故 C 正确.
5. D 汽车过该弯道时受到重力、支持力和摩擦力作用,摩擦力提供做圆周运动的向心力,A 错误;汽车过该弯道时所受径向静摩擦力大小为 $f = m \frac{v^2}{r} = 7500 \text{ N}$,B 错误;汽车过该弯道时的向心加速度大小为 $a = \frac{v^2}{r} = \frac{25}{6} \text{ m/s}^2$,C 错误;汽车能安全通过该弯道速度最大时满足 $\frac{3}{4}mg = m \frac{v_m^2}{r}$,解得 $v_m = 15\sqrt{5} \text{ m/s}$,D 正确.
6. B 匀速转动时,配重做匀速圆周运动,合力大小不变,但方向在变化,A 错误;运动过程中腰带可看作不动,所以腰带受到的合力始终为零,B 正确;对配重,由牛顿第二定律 $mg \tan \theta = m\omega^2 (l \sin \theta + r)$,得 $\omega = \sqrt{\frac{g \tan \theta}{l \sin \theta + r}}$,当 θ 稳定在 37° 时,解得 $\omega = \frac{5\sqrt{2}}{2} \text{ rad/s}$,C 错误;由 C 中公式可知,当 θ 稳定在 53° 时,角速度大于 θ 稳定在 37° 时的角速度,配重圆周半径也增大,速度增大,动能增大,同时高度上升,重力势能增大,所以机械能增大;由功能关系, θ 由 37° 缓慢增加到 53° 的过程中,绳子对配重做的功等于配重机械能的增加量,所以功为正值,做正功,D 错误.
7. A v_2 为椭圆轨道的远地点,速度比较小, v_1 表示匀速圆周运动的速度,故 $v_1 > v_2$,故 A 正确;由于两卫星的质量未知,所以两卫星在 A 处的万有引力无法比较,故 B 错误;椭圆的半长轴与圆轨道的半径相同,根据开普勒第三定律可知,两卫星的运动周期相等,则不会相遇,故 C、D 错误.
8. BC 对橙子受力分析,竖直方向满足 $4f \cos \alpha - G - 4F_N \sin \alpha = 0$,因为静摩擦力 $f \leq \mu F_N$,解得 $F_N \geq \frac{G}{4(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)}$,所以想要抓起橙子,则每根“手指”对橙子压力的最小值为 $\frac{G}{4(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)}$,并且夹角 α 满

足 $\mu \geq \tan \alpha + \frac{G}{4F_N \cos \alpha}$ 时, 才能将橙子抓起, 所以 $\mu > \tan \alpha$ 时, 不一定能将橙子抓起, 故 A 错误, B、C 正确; 若抓起橙子竖直向上做匀加速运动, 且恰好达到最大静摩擦时, 满足 $4\mu F_N \cos \alpha - 4F_N \sin \alpha - G = ma$, 可得 $F_N = \frac{G+ma}{4(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)}$, 则每根“手指”对橙子的压力保持不变, 故 D 错误。

9. BC 由图乙可知, $0 \sim x_2$ 位移内, 人的加速度方向始终向下, 人先做自由落体运动, 后做加速度逐渐减小的加速运动, 下降位移为 x_2 时, 蹦极爱好者加速度为零, 此时速度最大, 下降位移为 x_3 , 减速到 0, 故 A 错误; 根据动能定理可得 $W_{\text{合}} = \frac{1}{2}mv_{\text{max}}^2$, $a \sim x$ 图像的面积乘以人的质量即为合外力的功, 由图像可得 $mgx_1 + \frac{1}{2}mg(x_2 - x_1) = \frac{1}{2}mv_{\text{max}}^2$, 解得 $v_{\text{max}} = \sqrt{g(x_2 + x_1)}$, 故 B 正确; $F-x$ 图像的面积表示弹性绳弹力的功, 设绳子劲度系数为 k , 由胡克定律及其 $F-x$ 图像可求出弹性绳的弹性势能表达式为 $E_p = \frac{1}{2}kx^2$. 对全过程由机械能守恒定律可得 $mgx_3 = \frac{1}{2}k(x_3 - x_1)^2$, 在 x_2 处, 由平衡条件可得 $k(x_2 - x_1) = mg$, 联立解得 $x_3 = x_2 + \sqrt{x_2^2 - x_1^2}$, 故 C 正确; 在 x_3 处, 由牛顿第二定律可得 $k(x_3 - x_1) - mg = ma_m$, 解得 $a_m = \sqrt{\frac{x_2 + x_1}{x_2 - x_1}}g$, 故 D 错误。

10. CD 已知圆环的高度 $h_1 = 1$ m, 圆环的半径为 $r = 0.1$ m, 圆柱的高度为 $h_2 = 0.2$ m, 圆环中心到圆柱中心的水平距离为 $x = 3$ m, 根据自由落体运动规律可知 $h_1 - h_2 = \frac{1}{2}gt^2$, 解得 $t = 0.4$ s, 当圆环右侧贴着圆柱落下时, 圆环抛出时的初速度有最小值, 即 $x - (r_1 - r_2) = v_1 t$, 解得 $v_1 = 7.25$ m/s, 当圆环左侧贴着圆柱落下时, 圆环抛出时的初速度有最大值, 即 $x + (r_1 - r_2) = v_2 t$, 解得 $v_2 = 7.75$ m/s, 要使圆环套住地面上的圆柱, 圆环刚抛出时的速度应该介于 7.25 m/s $\leq v \leq 7.75$ m/s 之间, 故 C、D 正确。

11. (1)不需要 (2)补偿阻力过度 (3) $4b - m_0$ (每空 2 分)

解析: (1) 小车所受合外力为细绳拉力, 由力传感器测出, 故不需要满足砝码盘和砝码质量远小于小车的质量。

(2) 对小车有 $Mg \sin \theta + F - f = Ma$, $a = \frac{1}{M}F + \frac{Mg \sin \theta - f}{M}$, 作出 $a-F$ 图像如题图乙所示, 图像未过原点的原因是平衡摩擦力过度或木板抬得太高。

(3) 根据牛顿第二定律, 对小车有 $F = Ma$, 对砝码、砝码盘和动滑轮有 $(m_0 + \Delta m)g - 2F = (m_0 + \Delta m)\frac{a}{2}$, 整理得 $M = \frac{1}{2}(m_0 + \Delta m)g \times \frac{1}{a} - \frac{m_0 + \Delta m}{4} = -b$, 解得 $\Delta m = 4b - m_0$ 。

12. (1)A 球在竖直方向做的是自由落体运动(2 分) (2)不变(2 分) (3)不需要(2 分) (4) $\frac{3\sqrt{5}}{10}$ (3 分)

解析: (1) 实验现象是小球 A、B 同时落地, 说明 A 球在竖直方向做的是自由落体运动。

(2) 将 A、B 球恢复初始状态后, 用比较大的力敲击弹性金属片, A 球下落高度不变, A 球在空中运动的时间不变。

(3) 每次小球运动轨迹一样, 克服摩擦力做功一样多, 不需要斜槽光滑;

(4)由丙图可知 AB 与 BC 过程所用时间相等,竖直方向根据 $\Delta y = gT^2$,可得 $T = \sqrt{\frac{\Delta y}{g}} = \sqrt{\frac{2L}{g}}$,水平方向有

$$3L = v_x T, \text{ 联立可得小球运动中水平分速度的大小为 } v_x = 3L \sqrt{\frac{g}{2L}} = \sqrt{\frac{9gL}{2}} = \sqrt{\frac{9 \times 10 \times 0.01}{2}} \text{ m/s} =$$

$$\frac{3\sqrt{5}}{10} \text{ m/s.}$$

13. 解:(1)无人机出现故障时的速度大小 $v = at_1$ (1分)

$$\text{解得 } v = 5 \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{无人机出现故障时离地面的高度 } h = \frac{1}{2} at_1^2 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } h = 25 \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

$$(2) \text{ 关闭动力系统后,规定竖直向下为正方向 } h = -vt_2 + \frac{1}{2} gt_2^2 \quad (3 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } t_2 = \frac{1 + \sqrt{21}}{2} \text{ s} \quad (2 \text{ 分})$$

14. 解:(1)因为 $v_B > v$,所以快递先减速,若在传送带上减速至 v ,由 $v_B^2 - v^2 = 2\mu gx$ (1分)

$$\text{可得 } x = 2.405 \text{ m} < L \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{故先减速后匀速,从 C 点平抛到落地 } h = \frac{1}{2} gt^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } t = 0.5 \text{ s} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{由水平位移 } x = vt \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } x = 1.2 \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

$$(2) \text{ 设快递落到收集装置时速度为 } v_1, \text{ 则有 } v_1 = \sqrt{v_x^2 + (gt)^2} \quad (1 \text{ 分})$$

设从 C 点抛出时水平速度为 v_x ,落到收集装置时水平位移 x ,竖直位移 y

$$x^2 + y^2 = R^2, x = v_x t, y = \frac{1}{2} gt^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{得 } v_x^2 t^2 + 25t^4 = \frac{48}{25} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{即 } v_x = \sqrt{\frac{\frac{48}{25} - 25t^4}{t^2}} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{代入 } v_1 \text{ 表达式得 } v_1 = \sqrt{\frac{\frac{48}{25} - 25t^4}{t^2} + 100t^2} = \sqrt{\frac{48}{25t^2} + 75t^2}, \text{ 由数学知识可知,}$$

$$\text{当 } \frac{48}{25t^2} = 75t^2 \text{ 时, } v \text{ 最小,解得 } t = \frac{2}{5} \text{ s} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{由 } v_x = \sqrt{\frac{\frac{48}{25} - 25t^4}{t^2}}$$

$$\text{解得 } v_x = 2\sqrt{2} \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

可知,物体在传送带上先匀减速到 $2\sqrt{2}$ m/s,再一起匀速,即传送带速度应该调节为 $2\sqrt{2}$ m/s (1分)

15. 解: (1) 由题意, 滑块在 D 点有 $mg = m \frac{v_D^2}{R}$ (1分)

解得 $v_D = \sqrt{3.2} \text{ m/s}$ (1分)

滑块从 D 到 E 点有 $mgR = \frac{1}{2}mv_E^2 - \frac{1}{2}mv_D^2$ (1分)

解得 $F = m \frac{v_E^2}{R} = 0.6 \text{ N}$ (1分)

(2) 滑块在传送带上运动有 $\mu mg = ma$ (1分)

解得 $a = 2.5 \text{ m/s}^2$ (1分)

滑块从 D 到 C 点有 $2mgR = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_D^2$ (1分)

解得 $v_C = 4 \text{ m/s} = v$ (1分)

小滑块第 1 次滑上传送带后将以 4 m/s 的速率返回

故电机多消耗的能量为 $E = \mu mg \cdot v \cdot \frac{v_C + v}{a} = 0.64 \text{ J}$ (1分)

(3) 滑块在倾斜轨道 AB 上运动有 $mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma_F$, 解得 $a_F = 4 \text{ m/s}^2$ (1分)

滑块从静止释放到 B 点时速度满足 $v_B^2 = 2a_F \frac{H}{\sin 37^\circ}$ (1分)

(i) 为保证小滑块第 1 次下滑后能恰好到达竖直圆环的圆心等高处, 则有

$-\mu mgx - mgR = 0 - \frac{1}{2}mv_{B1}^2$, 解得 $H_1 = 0.93 \text{ m}$ (1分)

$H \leq 0.93 \text{ m}$ 即可;

(ii) 为保证小滑块第 1 次下滑后能恰好过竖直圆环的最高点, 则

$-\mu mgx - mg2R = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_{B2}^2$, 解得 $H_2 = 1.65 \text{ m}$ (1分)

$H \geq 1.65 \text{ m}$ 即可;

(iii) 为保证小滑块第 1 次滑上传送带后, 能返回, 不会从 G 点抛出, 则

$-\mu_2 mg(x + FG) = 0 - \frac{1}{2}mv_{B3}^2$, 解得 $H_3 = 1.95 \text{ m}$ (1分)

此种情况下, 第 1 次从传送点上返回时的速度为 4 m/s , 可过竖直圆环最高点, 此后返回 B 点, 滑块从 C 到

B 点有 $-\mu mgx = \frac{1}{2}mv_{B2}^2 - \frac{1}{2}mv_C^2$, 解得 $v_{B2}^2 = 10(\text{m/s})^2$

滑块冲上倾斜轨道 AB , 上滑时有 $mg \sin 37^\circ + \mu mg \cos 37^\circ = ma_{\perp}$, 解得 $a_{\perp} = 8 \text{ m/s}^2$

上滑高度为 h , 则有 $2a_{\perp} \frac{h}{\sin 37^\circ} = v_{B2}^2$ (1分)

解得 $h = 0.375 \text{ m}$

第 1 次返回倾斜轨道时, 上滑高度为 $0.375 \text{ m} (< 0.93 \text{ m})$, 再次下滑后不会从圆环轨道脱离, 故

$H \leq 1.95 \text{ m}$ 即可

所以: $H \leq 0.93 \text{ m}$ 或 $1.65 \text{ m} \leq H \leq 1.95 \text{ m}$ (1分)