

变试题原题答案

【原卷 1 题】 【正确答案】 D

【点石思路】根据库仑定律可得，接触前 $F = k \frac{2Q \cdot 3Q}{r^2} = 6k \frac{Q^2}{r^2}$ ，接触后再分开，A、B 两小球

【试题解析】

的电荷量分别变为+Q和-Q，所以 $F' = k \frac{Q \cdot Q}{r^2} = k \frac{Q^2}{r^2} = \frac{1}{6} F$ ，故 D 项正确。

【原卷 2 题】 【正确答案】 B

【点石思路】图甲中，由于金属网的屏蔽，验电器箔片不会张开，这不是因为 A 球上的电荷在验电器金属球 B 处产生的电场强度为零，而是因为 A 球上的电荷在验电器金属球 B 处产生的电场强度与金属网产生的电场强度相互平衡，故 A 项错误；图乙中，高压输电线最上面两根

导线是避雷线，它们与大地相连，和大地一起组成稀疏金属“网”，能把高压线屏蔽起来，避免雷击，故 B 项正确；话筒线金属外衣是屏蔽层，防止外界电磁波干扰，不是防漏电，故 C 项错误；静电除尘中，空气电离使尘埃带负电，应被吸附在带正电的收尘极 A（金属板）上，不是收集在线状电离器 B 上，D 项错误。

【原卷 3 题】 【正确答案】 A

【点石立意】以无人机送外卖为切入点，对其 v-t 图像分析，求位移、运动状态、冲量、做功

【点石思路】由 v-t 图像与时间轴围成的面积表示位移可知，上升过程无人机升高了

【试题解析】

$h = \frac{3+10}{2} \times 4 \text{ m} = 26 \text{ m}$ ，故 A 项正确；7 s 末物品向上做匀减速直线运动，处于失重状态，故 B 项错误；上升过程，由动量定理得 $I - mgt - ft = 0 - 0$ ，解得 $I = 1.2mgt = 240 \text{ N} \cdot \text{s}$ ，故 C 项错误；

上升过程，由动能定理得 $W - mgh - fh = 0 - 0$ ，解得 $W = 1.2mgh = 624 \text{ J}$ ，故 D 项错误。

【点石拓展】求无人机对物品的前 3s 和 4s 的拉力之比，拉力的最大功率等

【点石点评】应会由 v-t 图像求位移，求加速度，进而分析运动状态、求冲量和做功

【原卷 4 题】 【正确答案】 D

【点石立意】考查带电粒子在电场中运动，由电场线和轨迹线（双线）判断场强、加速度、动能和电势能的大小比较

【试题解析】

【点石思路】带负电的粒子只受电场力作用做曲线运动，电场力指向轨迹内侧，电场力方向向左，可知正电荷（场源）在直线左侧，a 点距正点电荷较近，根据 $E = \frac{kQ}{r^2}$ 可知 $E_a > E_b$ ，故 A

项错误；根据 $F = Eq = ma$ 可知 $a_a > a_b$ ，故 B 项错误；粒子从 a 点运动到 b 点，电场力对粒子做负功，粒子的动能减少，则 $E_{ka} > E_{kb}$ ，故 C 项错误；粒子从 a 点运动到 b 点，粒子的动能减小，粒子的电势能增大，则 $E_{pa} < E_{pb}$ ，故 D 项正确。

【点石拓展】还可以比较电场力的大小、电场力做功的正负；也可以把电场线改为等势面

【点石点评】要能利用轨迹分析受力，结合点电荷电场特点比较场强、加速度大小，进而分析电场力做功，比较动能和电势能大小

【原卷 5 题】 【正确答案】 B

【点石立意】随车做匀加速直线运动的鱼缸，对叶瓣的分析求加速度

【点石思路】对叶瓣进行受力分析：

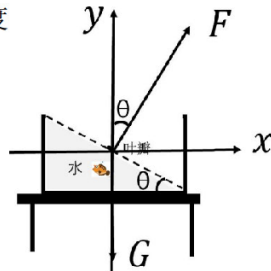
竖直方向有 $F \cos \theta = mg$ ，水平方向有 $F \sin \theta = ma$ ，由几何关系

得 $\tan \theta = \frac{1}{2}$ ，解得 $a = g \tan \theta = 5 \text{ m/s}^2$ ，故 B 项正确。

【试题解析】

【点石拓展】再给出初速度，求运动的位移和末速度

【点石点评】会求加速度



【原卷 6 题】 【正确答案】 C

【点石立意】传送带经典模型，考查牛顿第二定律，匀变速直线运动规律、摩擦生热求解等典型问题

【试题解析】

【点石思路】包裹刚放上传送带时，对包裹由牛顿第二定律可得 $mg \sin 37^\circ + \mu mg \cos 37^\circ = ma_1$ ，解得 $a_1 = 10 \text{ m/s}^2$ ，故 A 项错误；包裹与传送带共速用时 $t_1 = \frac{v}{a_1} = 0.2 \text{ s}$ ，包裹的位移 $x_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 =$

0.2 m, 传送带的位移 $x_1' = vt_1 = 0.4$ m, 此后包裹继续做匀加速直线运动, 加速度大小为

$a_2 = g \sin 37^\circ - \mu g \cos 37^\circ = 2$ m/s², 由 $x_2 = vt_2 + \frac{1}{2}a_2t_2^2 = L - x_1$, 解得 $t_2 = 1$ s, 传送带的位移

$x_2' = vt_2 = 2$ m, 包裹从 A 点运动到 B 点的时间 $t = t_1 + t_2 = 1.2$ s, 故 B 项错误; 包裹运动到 B 点时的速度为 $v_B = v + a_2t_2 = 4$ m/s, 故 C 项正确; 包裹与传送带之间因摩擦产生的热量

$Q = \mu mg \cos 37^\circ(x_1' - x_1) + \mu mg \cos 37^\circ(x_2 - x_2') = 9.6$ J, D 项错误。

【点石拓展】传送带对物理做功, 电动机多做的功; 包裹带初速度 (分大于传送带速度, 小于传送带速度) 下滑

【点石点评】对传送带问题, 能结合双方速度分析物体受力, 进而分析运动规律, 求解加速度、摩擦力冲量、摩擦生热等

【原卷 7 题】 【正确答案】 C

【点石思路】图甲中, 当 A 和 B 恰好相对圆盘发生滑动时有 $\mu mg + 2\mu mg = ma^2 \cdot 2R$, 解得 $\omega_1 = \sqrt{\frac{3\mu g}{2R}}$,

【试题解析】图乙中, 当 A 和 B 恰好相对圆盘发生滑动时, 对 A 有 $T - \mu mg = m\omega_2^2 R$, 对 B 有 $T + \mu \cdot 2mg = 2m\omega_2^2 R$, 解得 $\omega_2 = \sqrt{\frac{3\mu g}{R}}$, 所以 $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\sqrt{2}}{2}$, C 项正确。

【原卷 8 题】 【正确答案】 BCD

【点石立意】以鱼洗仪器为切入点, 考查波动与振动的联系、波的传播规律、波的干涉规律

【点石思路】由波的形成原理可知两质点此刻振动方向都沿 y 轴负方向, 故 A 项错误; 波

【试题解析】速 $v = \lambda f = 0.08 \times 2$ m/s = 0.16 m/s, 故 B 项正确; 两列波相遇用时为 $t = \frac{\Delta x}{2v} = \frac{0.24 - 0.08}{2 \times 0.16}$ s = 0.5 s,

C 项正确; 两波源到 $x=16$ cm 处的质点的距离差为 0, 是振动加强点, 振幅为 6 cm, D 项正确。

【点石拓展】稳定后有多少个振动加强点、多少个振动减弱点

【点石点评】应该熟悉波动与振动的联系、波的传播规律、波传播过程中的特有现象 (干涉衍射多普勒效应)

【原卷 9 题】 【正确答案】 AD

【点石立意】结合我国航天航空的高质量发展, 考查卫星绕地球运动的规律

【点石思路】由 $G \frac{Mm}{(2R)^2} = m(\frac{2\pi}{T_1})^2 2R$ 和 $M = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$, 可以求出小行星的质量 M 和密度 ρ , 故

【试题解析】A 项正确; 由 $G \frac{Mm}{r^2} = ma$ 解得 $a = \frac{GM}{r^2}$, 故 $\frac{a_P}{a_Q} = (\frac{r_Q}{r_P})^2 = \frac{9}{1}$, 故 B 项错误; 椭圆轨道 II 的半长

轴 $a = \frac{R+R+R+5R}{2} = 4R$, 轨道 I 的半径为 $2R$, 由开普勒第三定律可得 $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{(2R)^3}{(4R)^3}$, 解得

$T_2 = 2\sqrt{2}T_1$, 故 C 项错误; 由开普勒第二定律得 $v_{近}r_{近} = v_{远}r_{远}$, 可得 $v_{近}: v_{远} = 3:1$, 即最大速率与最小速率之比为 3:1, 故 D 项正确。

【点石拓展】卫星 P 到 Q 机械能和速度的变化, I 轨道和 II 轨道机械能的变化

【点石点评】应熟悉开普勒第二定律和开普勒第三定律分析椭圆轨道、对圆轨道会用万有引力提供向心力分析其加速度、速度、角速度、周期等问题

【原卷 10 题】 【正确答案】 ABC

【点石立意】以重物拉弹簧振子做简谐运动为例, 考查牛顿第二定律的隔离法、整体法, 机械能守恒定律等

【试题解析】【点石思路】刚释放物块 B 瞬间, 对物块 A 有 $F_1 = ma$, 对物块 B 有 $3mg - F_1 = 3ma$, 联立解得 $a = \frac{3}{4}g$, $F_1 = \frac{3mg}{4}$, 故 A 项正确; 物块 A 和 B 所受合力为零时速度最大, 对物块 A 有 $F_2 = kx$,

对物块 B 有 $F_2 = 3mg$, 可得此时弹簧的伸长量 $x = 3x_0$, 系统机械能守恒, 有

$3mg \cdot 3x_0 = \frac{1}{2} \times 4mv^2 + \frac{1}{2}k(3x_0)^2$, 解得物块 A、B 的最大速度 $v = \frac{3}{2}\sqrt{gx_0}$, 故 B 项正确; 物块 B

下落到最低点时物块 A、B 的速度为零, 根据机械能守恒定律有 $3mgh = \frac{1}{2}kh^2$, 解得物块 B 下

落的最大高度 $h = 6x_0$, 故 C 项正确; 物块 B 在最低点时, 对物块 A 有 $kh - F_2 = ma'$, 对物块 B

有 $F_2 - 3mg = 3ma'$, 解得 $a' = \frac{3}{4}g$, 故 D 项错误。

【点石拓展】刚释放 B 瞬间的加速度、弹性势能的最大值

【点石点评】应熟悉牛顿第二定律的隔离法、整体法, 机械能守恒定律, 简谐运动的对称性

【原卷 11 题】 【正确答案】

- (1) AC (2分) (2) 左边 (1分) (3) 0.94 (0.93~0.97, 3分) (4) 大于 (2分)

【点石立意】考查平抛运动实验的基本要求, 数据处理(求平抛运动初速度)以及误差分析

【点石思路】(1) 本实验需确保小球做平抛运动, 则斜槽末端切线必须水平, 故 A 项正确;

【试题解析】小球的直径越小, 空气阻力的影响越小, 实验效果越好, B 项错误; 本实验需要确保小球每次做平抛运动的初速度一样, 故要求小球每次需要从同一位置由静止开始释放, 故 C 项正确; 绘制平抛运动轨迹时应该用平滑的曲线连接, 故 D 项错误。

(2) 左边是小球平抛运动到接球槽的位置, 右边是反弹后落下的位置, 故应选左边。

(3) 由平抛运动规律有 $x = v_0 t$, $y = \frac{1}{2} g t^2$, 解得 $v_0 = x \sqrt{\frac{g}{2y}}$, 如果取点 (12, 8) 代入, 则得

$$v_0 = 0.12 \times \sqrt{\frac{9.8}{2 \times 0.08}} \text{ m/s} \approx 0.94 \text{ m/s}, \text{ 选其他点也可以, 结果范围在 } 0.93 \sim 0.97 \text{ 都对。}$$

(4) 小球通过光电门的速度应为 $v_0 = \frac{d}{t}$, d 为图丁所示的弦长, 而计算中 d 值为直径, 则测量值大于真实值。

【点石拓展】对中途一段轨迹如何求初速度、抛出点

【点石点评】应掌握平抛运动的实验原理、操作注意事项、数据处理等

【原卷 12 题】 【正确答案】

- (1) B (1分) 50 (1分) (2) 0.1 (1分) (3) -0.2 (2分) -0.2 (2分)

(4) 在碰撞过程中两物体的总动量保持不变 (1分)

【点石思路】(1) 由图可知, B 只有两个位置有照片, 则说明 B 碰后保持静止, 故碰撞发生在第 1、2 两次闪光时刻之间, 碰撞后 B 静止, 故碰撞发生在 $x=50 \text{ cm}$ 处。

【试题解析】(2) 碰撞后 A 向左做匀速运动, 设其速度为 v_A' , 所以 $v_A' \Delta t = 20 \text{ cm}$, 碰撞到第二次闪光时 A 向左运动 10 cm, 时间为 t' , 有 $t' = \frac{1}{2} \Delta t$, 第一次闪光到发生碰撞时间为 t , 有 $t + t' = \Delta t$, 解得 $t = 0.1 \text{ s}$ 。

(3) 设向右为正方向, 碰撞前, A 的速度大小为 $v_A = \frac{0.05}{0.1} \text{ m/s} = 0.5 \text{ m/s}$, B 的速度

$$v_B = -\frac{0.1}{0.1} \text{ m/s} = -1 \text{ m/s}, \text{ 则碰撞前两滑块的总动量}$$

$$p_1 = m_A v_A + m_B v_B = 0.2 \times 0.5 \text{ kg} \cdot \text{m/s} - 0.3 \times 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = -0.2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}; \text{ 碰撞后, B 静止, A 速度为}$$

$$v_A' = \frac{-0.2}{0.2} \text{ m/s} = -1 \text{ m/s}, \text{ 则碰撞后两滑块的总动量 } p_2 = -m_A v_A' = -0.2 \times 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = -0.2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}。$$

(4) 以上实验结果说明在碰撞过程中两物体的总动量保持不变。

【原卷 13 题】 【正确答案】

- (1) $\frac{1}{3} \text{ s}$ (2) $0.4\sqrt{2} \text{ cm}$

【点石详解】(1) 由图甲可知该简谐横波的波长 $\lambda = 4 \text{ m}$

$$\text{波动方程为 } y = -0.4 \sin \frac{\pi}{2} x (\text{cm}) \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{【试题解析】由 } y_Q = 0.2 \text{ cm 结合图甲得 } x_Q = \frac{11}{3} \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{又波速 } v = \frac{\lambda}{T} = 2 \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{故质点 } Q \text{ 第一次到达波峰的时间 } t' = \frac{x_Q - x_P}{v} = \frac{1}{3} \text{ s} \quad (2 \text{ 分})$$

(2) 由图乙可知质点的振动方程为 $y = -0.4 \sin \pi t (\text{cm})$ (1分)

质点在平衡位置附近平均速度较大, 故由振动方程 $y = -0.4 \sin \pi t (\text{cm})$ 可知

$$\text{从平衡位置经 } \frac{1}{8} T \text{ 质点走过的路程为 } s = 0.4 \sin \frac{\pi}{4} \text{ cm} = 0.2\sqrt{2} \text{ cm} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{所以质点 } P \text{ 振动过程中, 任意 } 0.5 \text{ s 内所走过的最大路程为 } s_{\text{max}} = 2s = 0.4\sqrt{2} \text{ cm} \quad (2 \text{ 分})$$

【原卷 14 题】 【正确答案】

- (1) 2 s (2) 两车蓝牙共断开连接两次; 84 m

【点石详解】(1) 设 t 时刻两车蓝牙第一次断开连接, 此时黑车的位移 $x_1 = v_1 t = 12t$ (1分)

白车的位移 $x_2 = v_2 t + \frac{1}{2} a t^2 = 2t + 2t^2$ (1分)

【试题解析】两车沿前进方向的水平距离 $\Delta x = |x_2 - x_1| = |2t^2 - 10t|$ (1分)

由几何关系可得直线距离 $L = \sqrt{(\Delta x)^2 + h^2 + x^2} = \sqrt{(2t^2 - 10t)^2 + 4^2 + 3^2}$ m (2分)

当 $L=13$ m 时, $(2t^2 - 10t)^2 = 144$ (1分)

解得 $t_1=2$ s (其余解不符合题意) (2分)

(2) 由(1)问可得, 两车蓝牙共断开连接两次 (1分)

断开连接的时刻分别为 $t_1=2$ s

$t_2=6$ s (1分)

$t_1'=3$ s 是第二次有效连接时刻

故两车蓝牙第二次断开连接时, 摆车的位移 $x = v_2 t_2 + \frac{1}{2} a t_2^2 = 84$ m (2分)

【原卷 15 题】 【正确答案】

(1) 3 m/s (2) 4.5 m/s (3) 3.5 m

【试题解析】【点石立意】以传送带, 凹槽, 板块等典型模型, 考查牛顿第二定律, 匀变速直线运动、平抛运动、圆周运动、机械能守恒、弹性碰撞等众多重要规律的应用

【点石思路】(1) A 经过 Q 点时所受支持力与压力 F 大小相等, 有 $F - m_A g = m_A \frac{v_Q^2}{R}$ (1分)

解得 $v_Q = 7$ m/s

A 由 P 点运动到 Q 点过程, 由动能定理可得

$m_A g R (1 - \cos 53^\circ) = \frac{1}{2} m_A v_Q^2 - \frac{1}{2} m_A v_P^2$ (1分)

又 $v_0 = v_P \cos 53^\circ$ (1分)

联立解得 $v_0 = 3$ m/s (1分)

(2) A 在 C 上减速时的加速度大小为 $a_1 = \frac{\mu_1 m_A g}{m_A} = 5$ m/s² (1分)

假设 B 与 C 之间不发生相对滑动, 一起加速的加速度大小为

$a_2 = \frac{\mu_1 m_A g - \mu_2 (m_A + m_B + m_C) g}{m_B + m_C} = 2$ m/s² (1分)

此时 B 与 C 间的摩擦力大小为 $f_{BC} = m_B a_2 = 4$ N $<$ $\mu_1 m_B g = 10$ N, 故假设成立

A 从滑上 C 到与 B 发生碰撞之前 A 和 C 通过的位移大小分别为

$x_1 = v_0 t - \frac{1}{2} a_1 t^2$

$x_2 = \frac{1}{2} a_2 t^2$

又 $x_1 - x_2 = x_0$

联立解得 $t = 0.5$ s, $t' = 1.5$ s (舍去) (2分)

故 A 与 B 碰前 A 、 B 的速度分别为

$v_1 = v_0 - a_1 t = 4.5$ m/s

$v_2 = a_2 t = 1$ m/s (1分)

设 A 与 B 碰后的速度分别为 v_1' 和 v_2' , 由动量守恒定律和机械能守恒定律得

$m_A v_1 + m_B v_2 = m_A v_1' + m_B v_2'$ (1分)

$\frac{1}{2} m_A v_1^2 + \frac{1}{2} m_B v_2^2 = \frac{1}{2} m_A v_1'^2 + \frac{1}{2} m_B v_2'^2$ (1分)

联立解得 $v_1' = 1$ m/s, $v_2' = 4.5$ m/s (1分)

(3) A 与 B 碰后 A 与 C 共速, 此后 B 向右做匀减速运动, 加速度大小为 $a_1 = 5$ m/s²

A 与 C 一起向右做匀加速运动, 加速度大小为 $a_2 = 2$ m/s²

三者共速后一起做匀减速运动直到停止, 设 A 与 B 碰后到三者共速所用时间为 t' , 则有

$v_1' + a_2 t' = v_2' - a_1 t' = v_{共}$ (1分)

解得 $t' = 0.5 \text{ s}$

A 和 B 通过的位移大小分别为

$$x_1' = \frac{v_1 + v_{\text{共}}}{2} t'$$

$$x_2' = \frac{v_2 + v_{\text{共}}}{2} t' \quad (1 \text{ 分})$$

C 的最短长度为 $d = x_0 + x_2' - x_1'$ (1 分)

联立解得 $d = 3.5 \text{ m}$ (1 分)

【点石拓展】 最终 A 停在何处 (距 Q 多远)

【点石点评】 对传送带, 凹槽, 板块等典型模型中遇到的经典运动 (匀变速直线运动、平抛运动、圆周运动) 要熟悉

变试题答案

1-1【基础】【正确答案】A

【试题解析】【详解】根据库仑定律公式

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{R^2}$$

当 Q_1 增大到原来的 3 倍、 Q_2 增大到原来的 3 倍、距离 R 增大到原来的 3 倍时，电荷间的库仑力不变。
故选 A。

1-2【巩固】【正确答案】B

【试题解析】【详解】设接触前另一小球电荷量为 Q 。

根据库仑定律，原斥力 $F = k \frac{qQ}{r^2}$

接触后两球电荷均分，电荷量均为 $\frac{q+Q}{2}$ ，此时斥力

$$\text{为 } \frac{4}{3}F, \text{ 则有 } k \frac{\left(\frac{q+Q}{2}\right)^2}{r^2} = \frac{4}{3}F$$

$$\text{整理可得 } \frac{(q+Q)^2}{4qQ} = \frac{4}{3}$$

$$\text{解得 } Q = 3q \text{ 或 } Q = \frac{q}{3}$$

故选 B。

1-3【提升】【正确答案】B

【试题解析】【详解】设 A、B 初始电荷量分别为 Q_A 和 Q_B

C 第一次接触 A，A 和 C 均分电荷，接触后 A 的电荷变为 $\frac{Q_A}{2}$ ，C 带 $\frac{Q_A}{2}$

C 第二次接触 B，此时 B 的电荷为 Q_B ，C 带 $\frac{Q_A}{2}$ ，均

分后 B 的电荷变为 $\frac{Q_B + \frac{Q_A}{2}}{2}$

$$\text{接触后 A、B 间的库仑力为 } F' = k \frac{\frac{Q_A}{2} \left(\frac{Q_B}{2} + \frac{Q_A}{4} \right)}{r^2}$$

$$\text{根据题意 } F' = F_{\text{原}}, \text{ 即 } k \frac{Q_A Q_B}{r^2} = k \frac{\frac{Q_A}{2} \left(\frac{Q_B}{2} + \frac{Q_A}{4} \right)}{r^2}$$

$$\text{解得 } Q_A : Q_B = 6 : 1$$

故选 B。

2-1【基础】【正确答案】D

【试题解析】【详解】A. 图甲为静电喷漆的示意图，静电喷漆利用的是带负电的油漆微粒在静电力吸引作用下向带正电的金属表面运动，从而使油漆在金属表面喷涂更均匀，A 正确，不符合题意；

B. 乙图中，燃气灶中电子点火器点火应用了尖端放电的原理，B 正确，不符合题意；

C. 丙图的自助加油机都会有除静电装置，通过与加油机接地的金属面板进行接触操作，会导走身上的静电，从而保证加油站的安全，C 正确，不符合题意；

D. 丁图中因为超高压输电线周围存在很强的电场，带电作业的工人穿上包含金属丝的织物制成的工作服，这身工作服就像一个金属网罩，可以起到静电屏蔽的作用，使超高压输电线周围的电场被工作服屏蔽起来，工人就可以安全作业了，D 错误，符合题意。
故选 D。

2-2【巩固】【正确答案】A

【试题解析】【详解】A. 高压输电线最上面两根导线是避雷线，它们与大地相连，和大地一起组成稀疏金属“网”，能把高压线屏蔽起来，避免雷击，故 A 正确；

B. 图乙中，由于金属网的屏蔽，验电器箔片不会张开，此时 A 球上电荷在验电器金属球 B 处产生的电场强度与金属网产生的感应电场相互平衡，不是 A 球上电荷在验电器金属球 B 处产生的电场强度为零，故 B 错误；

C. 范德格拉夫起电机的传送带需要不断将电荷传递到顶端金属球，若用导电性能良好的材料做传送带，电荷会通过传送带导走，无法实现起电，所以传送带是用绝缘材料做的，故 C 错误；

D. 在静电除尘中，A 板带正电，B 为负极，且 B 处附近电场强度很强，B 处空气被电离，烟尘吸附从空气电离释放出来的电子后带负电，在电场力作用下应向带正电的 A 板运动，故 D 错误。

故选 A。

2-3【提升】【正确答案】B

【试题解析】【详解】A. 接通电源后，在管壁和直导

线中间形成强电场，处于强电场中的空气分子会被电离为电子和正离子，烟尘中含有碳粒，因吸附电子带上负电，而被吸附到玻璃管壁上，故 A 错误；

BC. 由于静电力做功，同一烟尘颗粒在被吸附过程中离管壁越近，速度越大，故 B 正确，C 错误；

D. 由于离管壁越近，电场强度越小，同一烟尘颗粒在被吸附过程中如果带电荷量不变，离管壁越近所受电场力越小，则加速度越小，故 D 错误。

故选 B。

3-1【基础】【正确答案】C

【试题解析】【详解】A. 笔从最低点向上运动时，弹簧弹力先大于重力，笔向上加速，动能增大；当弹力等于重力时速度最大，动能达到最大；之后弹力小于重力，笔向上减速，动能减小；离开桌面后只受重力，继续减速至最高点动能为零。因此笔的动能先增大后减小，A 错误；

B. 对笔从最低点到最高点的全过程，根据动量定理，合外力的冲量等于动量变化量。初末速度均为零，动量变化量为零，故合外力冲量为零。弹簧弹力属于内力，合外力冲量包括桌面对笔支持力冲量、重力冲量，即 $I_{支} - I_{重} = 0$

因此支持力冲量大小等于重力冲量大小，两者方向相反，B 错误；

C. 忽略摩擦和空气阻力，整个过程机械能守恒。弹簧的弹性势能转化为笔的重力势能和动能，在最高点笔的速度为零，动能为零，故弹簧弹性势能的减少量等于笔的重力势能的增加量，C 正确；

D. 完全失重状态要求加速度等于重力加速度且方向向下。笔在桌面上运动时，初始阶段弹力大于重力，合力向上，加速度向上，处于超重状态；弹力小于重力时，加速度向下但大小小于 g ；离开桌面后只受重力，加速度为 g ，方向向下，才处于完全失重状态。因此并非一直完全失重，D 错误；

故选 C。

3-2【巩固】【正确答案】D

【试题解析】【详解】A. 在 0 到 0.5s 过程，压力由 0 增大为最大值，根据牛顿第三定律可知，演员所受支持力由 0 增大为最大值，根据牛顿第二定律可知，加速度方向先向下后向上，加速度大小先减小后增大，

则在 0 到 0.5s 过程，演员先处于失重状态，后处于超重状态，故 A 错误；

B. 在 0 到 0.5s 过程，演员先向下做加速度减小的加速直线运动，后向下做加速度增大的减速直线运动，当加速度为 0 时，速度达到最大值，即演员在 0 到 0.5s 过程的某一时刻，演员的速度最大，故当演员开始回弹时，可知在 0.5s 到 1.0s 过程的某一时刻，演员的速度最大，故 B 错误；

C. 根据图像可知，演员脱离蹦床在空中运动的时间为 $2.6s - 1.0s = 1.6s$ ，根据竖直上抛运动的对称性可知，演员脱离蹦床向上运动的时间为 0.8s，利用逆向思维，根据速度公式有 $v_0 = gt = 10 \times 0.8m/s = 8m/s$

从 0.5s 到 1.0s 过程，根据动能定理，合外力对演员做的功为 $W_{合} = \frac{1}{2}mv_0^2 = 1280J$ ，重力对演员做负功，可知蹦床对演员做的功大于 1280J，故 C 错误；

D. 从 0.5s 到 1.0s 过程中，根据动量定理有

$$I - mgt_1 = mv_0, \text{ 解得 } I = mgt_1 + mv_0$$

代入数据解得 $I = 520N \cdot s$ ，故 D 正确。

故选 D。

3-3【提升】【正确答案】B

【试题解析】【详解】A. $0 \sim t_1$ 时间内特种兵向下做加速运动，加速度向下，则处于失重状态，选项 A 错误；

B. 图像的斜率等于加速度，则 $0 \sim t_1$ 时间内特种兵向下的加速度逐渐减小，根据

$$mg - f = ma$$

可知，手与绳的摩擦阻力越来越大，选项 B 正确；

C. 由于下落时有摩擦阻力做功，可知 $0 \sim t_2$ 时间内特种兵的重力势能减少量大于动能增加量，选项 C 错误；

D. 若特种兵着地后立即松开绳子并站稳，根据动量定理

$$I - I_G = 0 - (-mv_2)$$

$$I = I_G + mv_2$$

那么地面对特种兵作用力的冲量大小大于 mv_2 ，选项

D 错误。

故选 B。

4-1【基础】【正确答案】A

【试题解析】【详解】A. 由于该粒子只受电场力作用，做曲线运动，电场力指向轨迹内侧，电场力方向向左，带电粒子从 a 到 b 过程中，电场力对带电粒子做正功，粒子动能增加，故 A 错误，符合题意；

B. 带正电的粒子所受电场力向左，电场线的方向由 N 指向 M ，负电荷在直线 M 点左侧，故 B 正确，不符合题意。

C. 电场力对带电粒子做正功，其动能增加，电势能减小，则带电粒子在 a 点的电势能大于在 b 点的电势能，故 C 正确，不符合题意。

D. 负电荷在直线 M 点左侧， a 点离点电荷较远，根据 $E = \frac{kQ}{r^2}$ 可知 a 点的电场强度小于 b 点的电场强度，带电粒子在 a 点的电场力小于在 b 点的电场力，根据牛顿第二定律 $F = Eq = ma$ 可知，带电粒子在 a 点的加速度小于在 b 点的加速度，故 D 正确，不符合题意。

故选 A。

4-2【巩固】【正确答案】A

【试题解析】【详解】B. 顺着电场线的方向电势降低，所以 a 、 b 、 c 三个点的电势高低关系为

$\varphi_c > \varphi_b > \varphi_a$ ，故 B 错误；

A. 由 $E_p = q\varphi$ 可知，负电荷在电势越高的地方具有的电势能越小，所以电子在 a 、 b 、 c 三个点的电势能高低关系为 $E_{pa} > E_{pb} > E_{pc}$ ，故 A 正确；

C. 电场线的疏密程度表示电场强度的大小，电场线越密，则场强越大。由图可知， a 、 b 、 c 三个点的电场强度大小关系为 $E_b > E_a > E_c$ ，故 C 错误；

D. 电子（不计重力）仅在电场力作用下的运动过程，只有电势能和动能相互转化，则电势能和动能之和不变，故电子的电势能越大的位置，其动能越小，速度越小，所以电子在 a 、 b 、 c 三个点的速度大小关系为 $v_c > v_b > v_a$ ，故 D 错误。

故选 A。

4-3【提升】【正确答案】B

【试题解析】【详解】A. 由于 O 点电势高于 c 点，电场强度方向向下，根据运动轨迹可知 X 受到的电场力向上，Y 受到的电场力向下，X 带负电，Y 带正电，A 错误；

B. 因为 X 粒子由 O 点运动到 a 点的过程中静电力先做负功后做正功，所以电势能先增大后减小，B 正确；

C. 因为 $|U_{oa}| = 2|U_{oc}|$ ，而且电场力都做正功，根据动能定理得 $Uq = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$

在 a 点的速度与 c 点的速度大小不等，C 错误；

D. 在同一等势面上移动电荷，电场力不做功，因而 $W_{ob} < W_{oc}$

D 错误。

故选 B。

5-1【基础】【正确答案】A

【试题解析】【详解】ABD. 在倾斜水平上取一小水滴，对其进行受力分析如图所示



可知其加速度方向向右，根据牛顿第二定律有

$$m'g \tan \theta = m'a$$

解得

$$a = g \tan \theta$$

可知动车加速度为 $g \tan \theta$ ，动车可能向右加速运动，可能向左减速运动，故 A 正确，BD 错误；

C. 对水杯进行分析，可知

$$f = ma = mg \tan \theta$$

故 C 错误。

故选 A。

5-2【巩固】【正确答案】B

【试题解析】【详解】A. 因小车沿水平方向运动，故

小车的加速度一定沿水平方向，又因小球受竖直向下的重力和斜向右上方的拉力，故小球所受合力一定水平向右，加速度也水平向右，则小车可能向右加速，或者向左减速，故 A 错误；

B. 因两细线与竖直方向的夹角相同，由两球竖直方向受力平衡可知，两细线的拉力 $F_{T1} = F_{T2}$ ，故 B 正确；

C. 根据上面选项的分析，可知当汽车加速度增大时， F_{T1} 不变，故 C 错误；

D. 对悬挂小球 2 的细线与竖直方向的夹角为 θ ，则有 $mg \tan \theta = ma$ ， $F_{T2} \cos \theta = mg$

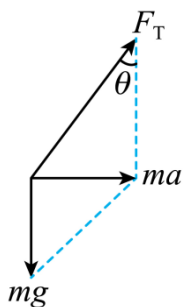
$$\text{得 } a = g \tan \theta, F_{T2} = \frac{mg}{\cos \theta}$$

可知当汽车加速度减小时， θ 变小， F_{T2} 变小，故 D 错误。

故选 B。

5-3 【提升】 【正确答案】 C

【试题解析】【详解】A. 对小球受力分析如图所示



根据牛顿第二定律可知

$$mg \tan \theta = ma$$

可知

$$a = g \tan \theta$$

方向水平向右，因为列车可能向右加速，也可能向左减速，故 A 错误；

B. 水平方向为中学生提供加速度的力是左侧车厢壁施加的弹力和摩擦力的合力，两者合力向右，但摩擦力不一定向右，故 B 错误；

C. 中学生受到地铁施加的作用力与自身的重力作用，合力为 $Mg \tan \theta$ ，因此中学生受到地铁施加的作用力大小等于重力与 $Mg \tan \theta$ 的合力大小，为

$$F = Mg \sqrt{1 + \tan^2 \theta}$$

故 C 正确；

D. 由于两小球的质量和加速度均相同，它们的合力相同均为 ma ，则细绳和轻杆对小球的作用力大小均为

$$F' = \sqrt{(mg)^2 + (ma)^2}$$

方向与竖直方向夹角均为 θ ，故 D 错误。

故选 C。

6-1 【基础】 【正确答案】 D

【试题解析】【详解】A. 由受力分析可知，包裹在刚开始时因传送带比包裹快（包裹初速为 0），相对传送带向上滑，故摩擦力与重力沿斜面分力同向，根据牛顿第二定律有 $mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta = ma$

$$\text{解得 } a = 10 \text{ m/s}^2$$

但当包裹速度增大到与传送带共速后，摩擦力将改为与重力分力反向，有 $mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma'$

$$\text{解得 } a' = 2 \text{ m/s}^2, \text{ 故 A 错误；}$$

B. 包裹与传送带共速前根据运动学规律 $v_0 = at$ ，

$$x_1 = \frac{1}{2} v_0 t$$

$$\text{解得 } t = 0.4 \text{ s}, x_1 = 0.8 \text{ m} < L$$

$$\text{共速后 } v^2 - v_0^2 = 2a'(L - x_1)$$

$$\text{解得 } v \approx 6.45 \text{ m/s}, \text{ 故 B 错误；}$$

C. 结合上述分析可知，开始包裹相对传送带向上运动，共速后相对传送带向下运动，则“包裹在传送带上划痕长度”小于包裹对传送带的相对位移大小，故 C 错误；

D. 若事先将皮带速度增大到足以保证包裹全程都相对皮带向上滑（即包裹速度始终小于皮带速度），则摩擦力与重力分力同向且均取最大值，包裹全程加速度恒为 $a = 10 \text{ m/s}^2$

$$\text{由 } L = \frac{1}{2} at'^2$$

$$\text{解得 } t = 1.2 \text{ s}$$

则最短时间为 1.2s，故 D 正确。

故选 D。

6-2 【巩固】 【正确答案】 B

【试题解析】【详解】A. 煤块滑上传送带做匀减速直线运动，加速度大小为

$$a_1 = \frac{mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta}{m} = 10 \text{ m/s}^2$$

经过时间 t_1 速度减小到零, 则 $t_1 = \frac{v_0}{a_1} = 1 \text{ s}$

0~1s 传送带速度为零, 则煤块向上滑动的位移

$$x_1 = \frac{v_0^2}{2a_1} = 5 \text{ m}$$

$t = 1 \text{ s}$ 时传送带开始匀加速转动, 其加速度为

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 5 \text{ m/s}^2$$

由于 $\mu mg \cos \theta < mg \sin \theta$

故煤块向下做匀加速运动, 其加速度为

$$a_2 = \frac{mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta}{m} = 2 \text{ m/s}^2$$

所以煤块运动至最高点时, 位移为 5m, 故 A 正确;

B. 煤块向下加速到 A 点所用时间为 t_2 , 则

$$x_1 = \frac{1}{2} a_2 t_2^2$$

解得 $t_2 = \sqrt{5} \text{ s}$

则煤块在传送带上运动时间为 $t = t_1 + t_2 = (1 + \sqrt{5}) \text{ s}$

故 B 错误;

C. 煤块上滑相对传送带的位移为 $\Delta x_1 = x_1 = 5 \text{ m}$

下滑相对传送带的位移大小为

$$\Delta x_2 = \frac{1}{2} a_2 t_2^2 + x_1 = 17.5 \text{ m}, \text{ 由于皮带总长 } 12 \text{ m}, \text{ 则煤}$$

块在传送带上留下的痕迹为 12m, 故 C 正确;

D. 煤块与传送带间产生的热量为

$$Q = \mu mg \cos \theta (\Delta x_1 + \Delta x_2) = 90 \text{ J}, \text{ 故 D 正确.}$$

本题选不正确的, 故选 B.

6-3 【提升】 【正确答案】 D

【试题解析】【详解】AB. 由题图可知, 0~1s 内物块的加速度大小为

$$a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = 10 \text{ m/s}^2$$

由牛顿第二定律

$$mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta = ma_1$$

1~2s 内物块的加速度大小

$$a_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2} = 2 \text{ m/s}^2$$

由牛顿第二定律

$$mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma_2$$

联立解得

$$\mu = 0.5, \theta = 37^\circ$$

故 AB 错误;

C. 0~1s 内传送带的位移及物体的位移分别为

$$s_1 = v_1 t_1 = 10 \text{ m}$$

$$x_1 = \frac{1}{2} v_1 t_1 = 5 \text{ m}$$

它们的相对位移为

$\Delta x_1 = s_1 - x_1 = 5 \text{ m}$ 1s~2s 内传送带的位移及物体的位移

分别为

$$s_2 = v_1 t_2 = 10 \text{ m}$$

$$x_2 = v_1 t_2 + \frac{1}{2} a_2 t_2^2 = 11 \text{ m}$$

它们的相对位移为

$$\Delta x_2 = x_2 - s_2 = 1 \text{ m}$$

因为

$$\Delta x_1 > \Delta x_2$$

所以物块在传送带上留下的摩擦痕迹长度为 5m, 故

C 错误;

D. 0~1s 内物块与传送带间因摩擦产生的热量为

$Q_1 = \mu mg \cos \theta \Delta x_1 = 20 \text{ J}$ 1s~2s 内物块与传送带间因摩擦产生的热量为

$$Q_2 = \mu mg \cos \theta \Delta x_2 = 4 \text{ J}$$

所以 0~2s 内, 物块与传送带间因摩擦产生的热量为

$$Q = Q_1 + Q_2 = 20 \text{ J} + 4 \text{ J} = 24 \text{ J}$$

故 D 正确。

故选 D。

7-1 【基础】 【正确答案】 D

【试题解析】【详解】A. 盘子做匀速圆周运动, 甲、乙角速度 ω 相同, 甲的转动半径 r 更大, 分析可知

二者的静摩擦力提供向心力, 则有 $f = m\omega^2 r$

可知若二者质量相等, 甲受到的摩擦力更大, 故 A 错误;

B. 根据线速度 $v = \omega r$

由于甲的转动半径更大，所以甲的线速度更大，故 B 错误；

C. 当盘子即将滑动时，最大静摩擦力提供向心力，即 $\mu mg = m\omega_0^2 r$

$$\text{解得临界角速度 } \omega_0 = \sqrt{\frac{g\mu}{r}}$$

可见临界角速度与质量 m 无关，因此盘子是否容易滑动与质量无关，故 C 错误；

D. 因为临界角速度 $\omega_0 = \sqrt{\frac{g\mu}{r}}$

可知转动半径 r 越大，临界角速度越小。甲的转动半径更大，所以当餐桌转速逐渐增加时，甲先达到临界角速度，先相对餐桌滑动，故 D 正确。

故选 D。

7-2 【巩固】 【正确答案】 B

【试题解析】【详解】AB. 由题知 A、B 两个物体同轴转动，角速度相等，根据 $v = \omega r$ ， $a = \omega^2 r$

可知 A 与 B 的线速度大小之比为 $v_A : v_B = 2R : R = 2 : 1$

A 与 B 的向心加速度大小之比为 $a_A : a_B = 2R : R = 2 : 1$

故 A 错误，B 正确；

C. 根据 $F = ma$ ，可得 A 与 B 的向心力大小之比为

$$F_A : F_B = ma_A : 2ma_B = 1 : 1$$

故 C 错误；

D. 设物体与圆盘的动摩擦因数为 μ ，物体与圆盘刚要发生相对滑动时的角速度为 ω ，则有 $\mu m'g = m'\omega^2 r$

$$\text{解得 } \omega = \sqrt{\frac{\mu g}{r}}$$

由于 A 离轴距离较大，所以 A 发生相对滑动的临界角速度较小，则在转盘转速增加时，A 先发生滑动，故 D 错误。

故选 B。

7-3 【提升】 【正确答案】 D

【试题解析】【详解】AB. 角速度较小时，物体各自受到的摩擦力提供向心力，绳中无拉力，根据牛顿第二定律可得 $f = m\omega^2 R$ ，因为 $R_A < R_B$ ，所以物体 B 与圆盘间的静摩擦力先达到最大值，随着角速度增大，轻绳出现拉力，拉力 F_T 和最大静摩擦力的合力提供

向心力，对物体 B 分析，根据牛顿第二定律可得

$$F_T + \mu mg = m\omega^2 R_B$$

整理可得 $F_T = m\omega^2 R_B - \mu mg$

结合图像解得 $\mu = 0.1$ ， $R_B = 2m$

AB 错误；

C. 当 $\omega^2 > 0.5(\text{rad/s})^2$ 时，绳子中拉力随着角速度增大，拉力越大，则 A 所受的静摩擦力变小，当 A 所受的静摩擦力为 0 时，对 A 分析，由牛顿第二定律

$$\text{则有 } F_{T_1} = m\omega^2 R_A$$

对 B 则有 $F_{T_1} + \mu mg = m\omega^2 R_B$

代入数据解得 $\omega = 1\text{rad/s}$

当 $\omega > 1\text{rad/s}$ ，拉力增大，A 要保持相对静止，则静摩擦力沿着半径向外，C 错误；

D. 当 A 恰好要相对圆盘发生滑动时，其摩擦力为最大值，且方向沿半径向外，对 A 分析，根据牛顿第二定律可得 $F_T - \mu mg = m\omega^2 R_A$

此时对 B 分析 $F_T + \mu mg = m\omega^2 R_B$

代入数据解得 $\omega = \sqrt{2}\text{rad/s}$

D 正确。

故选 D。

8-1 【基础】 【正确答案】 AC

【试题解析】【详解】A. 由图可知 $\lambda_M = \lambda_N = 4\text{m}$

两列波的周期 $T_M = T_N = 2\text{s}$ ，故 A 正确；

B. 两列波在介质中的传播速率 $v = \frac{\lambda}{T} = 2\text{m/s}$

故 B 错误；

CD. 两波源 M、N 起振方向相同， $x = -2\text{cm}$ 处的质

$$\text{点满足 } \Delta x = 6\text{cm} = 3 \cdot \frac{\lambda}{2}$$

是振动减弱点；

$$x = 4\text{cm} \text{ 处的质点满足 } \Delta x = 6\text{cm} = 3 \cdot \frac{\lambda}{2}$$

是振动减弱点，故 C 正确，D 错误。

故选 AC。

8-2 【巩固】 【正确答案】 BD

【试题解析】【详解】A. 结合图像，由同侧法可得，波源 P 的起振方向沿 y 轴负向，故 A 错误；

B. 由图可知，波源 Q 形成的机械波的波长为 4m ，

$$\text{则周期为 } T = \frac{\lambda}{v} = 2\text{s}$$

故 B 正确；

C. 从图示位置，波源 P 振动形式传播到原点的时

$$\text{间为 } t_1 = \frac{6}{2}\text{s} = 3\text{s}$$

$$\text{波源 } Q \text{ 振动形式传播到原点的时} t_2 = \frac{4}{2}\text{s} = 2\text{s}$$

两波源不能沿 x 轴运动，故 C 错误；

D. 结合上述分析，由图可知，两波源形成的机械波的波长相等，则周期相等，叠加后可发生稳定的干涉现象，当波源 P 振动形式传播到原点时，波源 Q 在 $x = 6\text{m}$ 处质点的振动形式传播到原点，且振动方向相同，则坐标原点的质点为振动加强点，质点振幅为 $A = 15\text{cm} + 30\text{cm} = 45\text{cm}$

故 D 正确。

故选 BD。

8-3【提升】【正确答案】AB

【试题解析】【详解】A. 由几何关系可知，

$\overline{PM} = 5\text{m}$ ，根据波由 P 点传到 M 点用时 0.1s 可得

$$v = \frac{\overline{PM}}{t} = 50\text{m/s}$$

根据乙图或丙图可知

$$T = 2 \times 10^{-2}\text{s}$$

故

$$\lambda = vT = 1\text{m}$$

故 A 正确；

B. 波由 Q 点传播到 M 点用时

$$t = \frac{\overline{MQ}}{v} = 0.06\text{s} = 3T$$

故此时 P 点的振动情况与 0 时刻相同，即沿 y 轴正方向运动。故 B 正确；

CD. M 点到两波源的波程差为

$$\Delta x = (5 - 3)\text{m} = 2\text{m} = 2\lambda$$

因两波源起振方向相反，故 M 点为振动减弱点。故

CD 错误。

故选 AB。

9-1【基础】【正确答案】BC

【试题解析】【详解】A. 卫星在轨道 1 和 3 上均做匀速圆周运动，由万有引力可知 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v_1^2}{r}$

解得 $v_1 = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ，半径大，则速度小，故 A 错误；

B. 卫星在轨道 1 运动经过 Q 点时，所受万有引力

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v_1^2}{r}$$

卫星在轨道 2 运动经过 Q 点时，卫星做离心运动，所受万有引力 $G \frac{Mm}{r^2} < m \frac{v_2^2}{r}$ ，因此有

$v_2 > v_1$ ，故 B 正确；

CD. 卫星经过同一点时，因所受万有引力相等，所以加速度相等，故 C 正确，D 错误。

故选 BC。

9-2【巩固】【正确答案】AD

【试题解析】【详解】A. 从轨道 2 上的 Q 点进入圆轨道 3 时，做近心运动，需要点火减速，故 A 项正确；

B. 根据开普勒第三定律可得 $\frac{T_1^2}{(3r)^3} = \frac{T^2}{r^3}$

解得 $T_1 = 3\sqrt{3}T$ ，故 B 项错误；

C. 万有引力提供向心力，根据 $G \frac{Mm}{R^2} = ma$

可得 $a = \frac{GM}{R^2}$ ，则在轨道 1 经过 P 点时的加速度等于在轨道 2 经过 P 点时的加速度，故 C 项错误；

D. 根据 $a = \frac{GM}{R^2}$

沿轨道 2 运行时，经过 P 点和 Q 点时的加速度大小之比为 $1:9$ ，故 D 项正确。

故选 AD。

9-3【提升】【正确答案】AD

【试题解析】【详解】A. 在月球表面，根据重力等于万有引力有 $mg_0 = G \frac{Mm}{R^2}$

根据密度公式 $\rho = \frac{M}{V}$

其中 $V = \frac{4}{3}\pi R^3$

联立解得月球平均密度为 $\rho = \frac{3g_0}{4\pi GR}$ ，故 A 正确；

B. 卫星从轨道 III 至轨道 II 做近心运动，速度减少，

故 $v_3 > v_Q$ ，故 B 错误；

C. 根据牛顿第二定律有 $G \frac{Mm}{r^2} = ma$

$$\text{可得 } a = \frac{GM}{r^2}$$

则载人飞船在 P 、 Q 点加速度之比为

$$a_1 : a_2 = (R+h)^2 : R^2, \text{ 故 C 错误;}$$

D. 根据开普勒第三定律有 $\frac{R^3}{T^2} = \frac{\left(\frac{2R+h}{2}\right)^3}{T_2^2}$

$$\text{又 } mg_0 = m \frac{4\pi^2}{T^2} R$$

解得载人飞船在椭圆轨道 II 上的运动周期为

$$T_2 = \frac{\pi}{R} \sqrt{\frac{(2R+h)^3}{2g_0}}$$

则载人飞船从 Q 点到 P 点所用时间为

$$t = \frac{1}{2} T_2 = \frac{\pi}{2R} \sqrt{\frac{(2R+h)^3}{2g_0}}, \text{ 故 D 正确.}$$

故选 AD。

10-1 【基础】 【正确答案】 CD

【试题解析】 【详解】 A. 当小物块速度最大时加速度为零, 此时 $\mu mg = kx_1$

此时弹簧处于压缩状态, 该位置在 AO 之间, 即经过 O 点时的速度不最大, A 错误;

B. 从 A 到 B 由能量关系

$$\frac{1}{2} k \cdot AO^2 - \frac{1}{2} k \cdot BO^2 = \mu mg(AO + BO)$$

解得 BO 两点间距离为 $BO = \frac{2\mu mg}{k}$, B 错误;

C. 小物块动能最大时弹簧压缩量为 $x_1 = \frac{\mu mg}{k}$

由能量关系可知小物块的最大动能为

$$E_{km} = \frac{1}{2} k \cdot AO^2 - \frac{1}{2} kx_1^2 - \mu mg(AO - x_1) = \frac{(3\mu mg)^2}{2k}, \text{ C}$$

正确;

D. 小物块在 B 点的弹性势能为

$$E_{PB} = \frac{1}{2} k \cdot OB^2 = \frac{2(\mu mg)^2}{k}$$

小物块由 B 点返回后, 运动到 O 点时克服摩擦力做的功为 $W_f = \mu mg \cdot OB$

$$\text{解得 } W_f = \frac{2(\mu mg)^2}{k}$$

所以小物块由 B 点返回后, 最终停在 O 点, 故 D 正

确。

故选 CD。

10-2 【巩固】 【正确答案】 ABCD

【试题解析】 【详解】 A. 依题意, A 刚好接触地面时, B 对挡板恰好无压力

对 B, 由牛顿第二定律

$$\text{有 } F_{\text{拉}} - \frac{5}{2} mg \sin 37^\circ = 0$$

轻质弹簧所受拉力与弹力相等

$$\text{有 } F_{\text{弹1}} = F_{\text{拉}}$$

对 A, 由牛顿第二定律

$$\text{有 } F_{\text{弹1}} - mg = ma$$

解得 $a = \frac{1}{2}g$, 方向向上, A 正确;

B. A 刚好接触地面时, 弹簧形变量最大, 弹性势能最大

对 A 和弹簧, 由动能定理

$$\text{有 } mgh + W_{\text{弹1}} = \frac{1}{2}mv^2 - 0$$

由功能关系

$$\text{有 } W_{\text{弹1}} = -(E_{\text{pm}} - 0)$$

解得 $E_{\text{pm}} = mgh - \frac{1}{2}mv^2$, B 正确;

C. 设弹簧的劲度系数为 k

由前面分析有 $F_{\text{弹1}} = kh$

$$\text{得 } k = \frac{3mg}{2h}$$

物块 A 速度最大时, 加速度为零

$$\text{有 } mg = F_{\text{弹2}}$$

设此时弹簧的形变量为 x_2

$$\text{有 } F_{\text{弹2}} = kx_2$$

$$\text{得 } x_2 = \frac{2}{3}h$$

解得此时物块 A 离地面的高度为 $\Delta h = h - x_2 = \frac{1}{3}h$,

C 正确;

D. 由前面分析有 $\frac{x_2}{h} = \frac{2}{3}$

已知弹簧的弹性势能与其形变量的平方成正比

$$\text{有 } \frac{E_{p2}}{E_{pm}} = \frac{4}{9}$$

物块 A 从静止下落到速度最大时, 对 A 和弹簧, 由机械能守恒定律

$$\text{有 } -mgx_2 + E_{p2} = -\left(\frac{1}{2}mv_m^2 - 0\right)$$

$$\text{解得 } v_m = \frac{2}{3}\sqrt{gh+v^2}, \text{ D 正确。}$$

故选 ABCD。

10-3 【提升】 【正确答案】 ACD

【试题解析】 【详解】 A. 物块 A 静止时弹簧弹力

$$F = mg \sin \theta = 5\text{N}$$

$$\text{弹簧的压缩量为 } x_0 = l_0 - l_1 = (1.2 - 1)\text{m} = 0.2\text{m}$$

$$\text{根据胡克定律有 } k = \frac{F}{x_0} = \frac{5}{0.2}\text{N/m} = 25\text{N/m}, \text{ 故 A 正}$$

确;

B. 设 B 与 A 碰前瞬间的速度为 v , 对物块 B 由动能

$$\text{定理得 } mg(L - l_1)\sin \theta = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{解得 } v = 4\text{m/s}$$

之后 A、B 发生完全非弹性碰撞, 由动量守恒定律有

$$mv = 2mv_{\text{共}},$$

$$\text{得碰后 A、B 的速度 } v_{\text{共}} = 2\text{m/s}$$

当弹簧弹力等于 A、B 的总重力沿斜面向下的分力

时, A、B 的速度最大, 设此时弹簧的压缩量为 x_1 ,

$$\text{则 } kx_1 = 2mg \sin \theta$$

由 A、B、弹簧组成的系统机械能守恒有

$$\left(\frac{1}{2} \times 2mv_m^2 - \frac{1}{2} \times 2mv_{\text{共}}^2\right) + \left(\frac{1}{2}kx_1^2 - \frac{1}{2}kx_0^2\right) = 2mg(x_1 - x_0)\sin \theta$$

$$\text{解得 } x_1 = 0.4\text{m}, \quad v_m = \frac{3\sqrt{2}}{2}\text{m/s}, \text{ 故 B 错误;}$$

C. 设物块 A、B 速度减为 0 时弹簧压缩量为 x_2 , 由

A、B、弹簧组成的系统机械能守恒有

$$\frac{1}{2}kx_2^2 - \frac{1}{2}kx_0^2 = \frac{1}{2} \times 2mv_{\text{共}}^2 + 2mg(x_2 - x_0)\sin \theta$$

$$\text{解得 } x_2 = 1\text{m}$$

$$\text{到达最低点时弹性势能为 } \frac{1}{2}kx_2^2 = 12.5\text{J}, \text{ 故 C 正确;}$$

D. A、B 碰后一起在斜面上做简谐运动, 根据简谐

运动的对称性可知, A、B 返回到最大高度时的加速度与最低点的加速度等大反向, 设加速度大小为 a , 运动的最低点时, 根据牛顿第二定律有

$$kx_2 - 2mg \sin \theta = 2ma$$

$$\text{解得 } a = 7.5\text{m/s}^2, \text{ 故 D 正确。}$$

故选 ACD。

11-1 【基础】 【正确答案】 (1)BC

$$(2) \quad 1.96 \quad -19.6 \quad -4.9$$

【试题解析】 【详解】 (1) A. 在同一次实验中, 为了保证小球平抛的初速度相同, 小球必须从斜槽上的同一位置由静止释放, 故 A 错误;

B. 斜槽轨道不光滑, 只要小球每次从同一位置由静止释放, 小球平抛的初速度就相同, 对实验结果不会产生影响, 故 B 正确;

C. 保证小球飞出时速度必须沿水平方向, 这样小球才做平抛运动, 故 C 正确;

D. 实验中空气阻力对小球的运动影响很小, 可忽略不计, 故 D 错误。

故选 BC。

(2) [1] 小球竖直方向有

$$y_{AB} - y_{OA} = 2L = 2 \times 4.9 \times 10^{-2}\text{m} = gt^2$$

$$\text{解得 } t = 0.1\text{s}$$

则小球平抛运动初速度

$$v_0 = \frac{x_{OA}}{t} = \frac{4L}{t} = \frac{4 \times 4.9 \times 10^{-2}}{0.1}\text{m/s} = 1.96\text{m/s}$$

[2] 小球在 A 点竖直方向速度

$$v_{Ay} = \frac{y_{OA}}{2t} = \frac{8L}{2t} = \frac{8 \times 4.9}{2 \times 0.1} \times 10^{-2}\text{m/s} = 1.96\text{m/s}$$

$$\text{因为 } v_{Ay} = gT$$

$$\text{联立解得小球从抛出点到 A 点的时间 } T = 0.2\text{s}$$

故小球平抛运动的起点位置 y 坐标

$$y = -\frac{1}{2}g(T-t)^2 = 0.049\text{m} = -4.9\text{cm}$$

小球平抛运动的起点位置 x 坐标

$$x = -v_0(T-t) = 0.196\text{m} = -19.6\text{cm}$$

则小球平抛运动的起点位置坐标为 $(-19.6\text{cm}, -4.9\text{cm})$ 。

11-2 【巩固】 【正确答案】 (1)AC

$$(2)BC$$

(3) 是 1.5 大于

【试题解析】【详解】(1) A. 斜槽轨道末端水平, 能保证钢球做平抛运动, 是必须满足的条件, 故 A 正确;

B. 挡板高度不需要等间距变化, 只要能记录不同位置的痕迹点即可, 不是必须条件, 故 B 错误;

C. 每次从斜槽上相同的位置无初速度释放钢球, 这样才能保证钢球每次平抛的初速度相同, 是必须满足的条件, 故 C 正确;

D. 钢球与斜槽轨道之间的摩擦不影响每次从同一位置释放时到达末端的速度, 不是必须减小的, 不是必须条件, 故 D 错误。

故选 AC。

(2) 由图可知, 下降相同的高度, 误差点的水平位移更大, 可知偏差较大的点产生原因是平抛运动初速度偏大, 故可能原因是钢球没有被静止释放或钢球释放的高度偏高。

故选 BC。

(3) [1]图 3a 可知, 钢球从 A 到 B 与 B 到 C 时间相等 (因为水平距离相等), 且 $y_{AB} : y_{BC} = 5 : 15 = 1 : 3$ 满足初速度为 0 的匀变速直线运动特点, 故 A 点是平抛运动的抛出点。

[2]对钢球竖直方向有 $\Delta y = y_{BC} - y_{AB} = 0.1\text{m} = gt^2$

因为 $x_{AB} = 0.15\text{m} = v_0 t$

联立解得钢球初速度 $v_0 = 1.5\text{m/s}$

[3]由于实际的竖直方向在该小组同学所绘图像 y 轴偏右侧的位置, 导致横坐标的测量值偏大而纵坐标的测量值偏小, 根据平抛运动规律, 可知球的初速度偏大。

11-3【提升】 **【正确答案】** 自由落体 匀速直线 C 偏大 0.80

【试题解析】【详解】(甲) [1]两球同时落地, 说明 A 球竖直方向上的运动与 B 球相同, 即 A 球竖直方向做自由落体运动。

(乙) [2]P 球落地时正好与 Q 球相碰, 说明两球水平方向运动相同, 即 P 球水平方向做匀速直线运动。

(丙) (1) [3]建立坐标系时, 坐标原点应该为小球球心, 小球球心的投影在斜槽末端。

故选 C。

(2) [4]根据题意, 由平抛运动规律有 $h = \frac{1}{2}gt^2$,

$x = v_0 t$

解得 $v_0 = x\sqrt{\frac{g}{2y}}$

以 (1) 题中 A 图建立坐标系, 小赵同学竖直方向位移测量值偏小, 水平位移 x 测量准确, 则初速度测量值偏大。

(3) [5]由图可知, 相邻两点间水平距离相等, 则运动时间相等, 竖直方向上有 $2L - L = g(\Delta t)^2$

水平方向上有 $2L = v_0 \Delta t$

联立解得 $v_0 = 0.80\text{m/s}$

12-1【基础】 **【正确答案】** (1) 匀速直线 A、B 两滑块的第一个间隔

(2) 0.018 0.018

【试题解析】【详解】(1) [1]A、B 离开弹簧后, 不受弹力, 气垫导轨没有摩擦, 则两滑块均做匀速直线运动。

[2]烧断细线后, 在弹簧恢复原长的过程中, 应先做加速运动, 当弹簧恢复原长后, 滑块做匀速直线运动, 由图中闪光照片可知, 滑块直接做匀速直线运动, 没有加速过程, 实际上 A、B 两滑块的第一个间隔都应该比后面匀速时相邻间隔的长度小, 故 A、B 两滑块的第一个间隔与事实不符。

(2) [1]频闪照相的时间间隔为 $t = \frac{1}{f} = \frac{1}{10\text{Hz}} = 0.1\text{s}$

滑块 A 的速度为 $v_A = \frac{x_A}{t} = \frac{0.009}{0.1}\text{m/s} = 0.09\text{m/s}$

A 的动量为

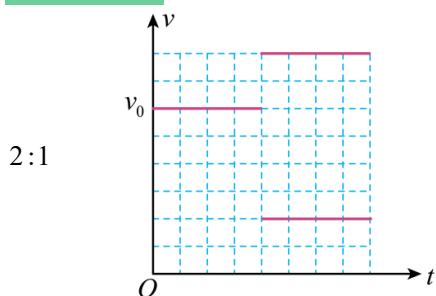
$p_A = m_A v_A = 0.200 \times 0.09\text{kg} \cdot \text{m/s} = 0.018\text{kg} \cdot \text{m/s}$

[2]滑块 B 的速度为 $v_B = \frac{x_B}{t} = \frac{0.006}{0.1}\text{m/s} = 0.06\text{m/s}$

B 的动量为

$p_B = m_B v_B = 0.300 \times 0.06\text{kg} \cdot \text{m/s} = 0.018\text{kg} \cdot \text{m/s}$

$$\frac{2}{3}(m_1 + m_2)v_0$$



【试题解析】【详解】(1) [1]发现手机 A 向右减速到零后又返回, 可知气垫导轨左端低于右端, 则应该将气垫导轨左支点调高。

(2) [2]由图 2 比例关系可知碰后两滑块粘在一起运动的速度为 $v = \frac{2}{3}v_0$

则碰撞后系统的动量为

$$p_2 = (m_1 + m_2)v = \frac{2}{3}(m_1 + m_2)v_0$$

[3]如果碰撞过程满足动量守恒, 则有

$$m_1v_0 = \frac{2}{3}(m_1 + m_2)v_0$$

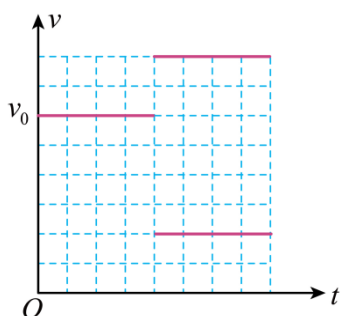
可得 $m_1 : m_2 = 2 : 1$

(4) [4]现将滑块 2 左侧的橡皮泥换成弹性材料 (发生弹性碰撞), 根据动量守恒和机械能守恒可得

$$m_1v_0 = m_1v_1 + m_2v_2, \quad \frac{1}{2}m_1v_0^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$$

联立解得 $v_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}v_0 = \frac{1}{3}v_0$, $v_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2}v_0 = \frac{4}{3}v_0$

则碰撞后的 $v-t$ 图像如图所示



A 1:3

【试题解析】【详解】(1) [1]题图甲中两滑块发生的碰撞可以看作是弹性碰撞, 动能损失较小, 题图乙中两滑块发生完全非弹性碰撞, 动能损失最大, 故选择甲。

(2) [2] m_1 和 m_2 离开轨道末端后均做平抛运动, 根

据

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}} \quad (1)$$

可知两球做平抛运动的时间相同, 由题意可知 m_1 与 m_2 碰撞前瞬间的速度大小为

$$v_0 = \frac{OP}{t} \quad (2)$$

由于 m_1 与 m_2 碰撞后瞬间 m_1 的速度不可能大于碰撞前瞬间的速度, 所以碰后瞬间两球的速度大小分别为

$$v_1 = \frac{OM}{t} \quad (3)$$

$$v_2 = \frac{ON}{t} \quad (4)$$

对碰撞过程根据动量守恒定律有

$$m_1v_0 = m_1v_1 + m_2v_2 \quad (5)$$

联立(2)(3)(4)(5)可得

$$m_1 \cdot OP = m_1 \cdot OM + m_2 \cdot ON \quad (6)$$

(6)式就是实验最终要验证是否成立的表达式, 所以本实验需要测量两个小球的质量 m_1 、 m_2 , 并测量平抛射程 OM 、 ON , 故选 AD。

[3]若两球发生弹性碰撞, 则根据机械能守恒定律有

$$\frac{1}{2}m_1v_0^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 \quad (7)$$

即

$$m_1 \cdot OP^2 = m_1 \cdot OM^2 + m_2 \cdot ON^2 \quad (8)$$

联立(6)(8)式可得

$$OP + OM = ON \quad (9)$$

故选 A。

(3) [4]由题图可知 A 和 B 碰撞前瞬间 A 的速度大小为

$$v_A = \frac{20\text{cm}}{T} \quad (10)$$

由图分析可知在第 1 次闪光后经 $2.5T$ 时间发生碰撞, 且碰后 A 的速度反向, 则碰撞后瞬间 A、B 的速度大小分别为

$$v'_A = \frac{5\text{cm}}{\frac{T}{2}} = \frac{10\text{cm}}{T} \quad (11)$$

$$v_B = \frac{5\text{cm}}{\frac{T}{2}} = \frac{10\text{cm}}{T} \quad (12)$$

对碰撞过程根据动量守恒定律有

$$m_A v_A = -m_A v'_A + m_B v_B \quad (13)$$

联立(10)(11)(12)(13)解得

$$\frac{m_A}{m_B} = \frac{1}{3} \quad (14)$$

13-1【基础】【正确答案】 (1)沿 x 轴负方向 40m/s

(2) $y = 10 \sin(10\pi t)$ cm

【试题解析】【详解】 (1) 由图乙可知, $t = 0.10$ s 时, 质点 Q 在平衡位置, 再经过 $t' = 0.05$ s 质点 Q 到达波谷, 图甲中, 再经过 $t' = 0.05$ s 质点 Q 到达波谷, 波形图必须向左移动, 所以该波沿 x 轴负方向传播; 由图乙可知, 周期 $T = 0.20$ s, 由图甲可知波长

$\lambda = 8$ m, 所以波速为 $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{8}{0.20}$ m/s = 40m/s。

(2) 根据图乙, 设质点 Q 位移随时间的表达式 $y = A \sin \omega t$

由图乙可知 $A = 10$ cm, $T = 0.20$ s, 则有

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.20} = 10\pi \text{ rad/s}$$

所以质点 Q 位移随时间的表达式 $y = 10 \sin(10\pi t)$ cm

13-2【巩固】【正确答案】 (1) $v = 0.3$ m/s; 沿 x 轴负方向传播

(2) $5\sqrt{2}$ cm; 2m

(3) 0.05s

【试题解析】【详解】 (1) 由甲图可知, 该波的波长为 0.12m, 由乙图可知, 周期为 0.4s, 该波传播的速度大小为 $v = \frac{\lambda}{T} = 0.3$ m/s

由图乙可知, $t = 0.2$ s 时刻, 质点 N 向上振动, 根据上下坡法可知波沿 x 轴负方向传播。

(2) 简谐波的函数表达式为 $y = -10 \cos \frac{2\pi}{0.12} x$ (cm)

将 $x_M = 7.5$ cm 代入解得 $y_M = 5\sqrt{2}$ cm

由图像可知, 质点振动的振幅为 0.1m, 由于 $\frac{t}{T} = 5$ 则 0~2s 内质点 M 振动的路程为 $s = 5 \times 4A = 2$ m

(3) 当 $x = 9$ cm 处的质点振动状态传至 M 质点平衡位置处时, M 点回到平衡位置, 此时时间最短, 最短时间为 $t' = \frac{\Delta x}{v} = \frac{0.09 - 0.075}{0.3}$ s = 0.05s

13-3【提升】【正确答案】 (1) 40m/s

(2) $\frac{32}{3}$ m

(3) 160cm

【试题解析】【详解】 (1) 根据题意, 由图甲有

$$\frac{3}{4} \lambda = 12 \text{ m}$$

解得 $\lambda = 16$ m

由图乙可知, 周期为 0.4s, 则该波的传播速度大小

$$v = \frac{\lambda}{T} = 40 \text{ m/s}$$

(2) 由图乙可知, 从 $t = 0$ 时刻开始, M 点向上振动, 波向右传播, N 点振动方程为

$$x = 8 \sin \left(\frac{2\pi}{0.4} t - \frac{\pi}{6} \right) \text{ cm}$$

当其第一次回到平衡位置, 即 $x = 0$, 则有

$$\frac{2\pi}{0.4} t - \frac{\pi}{6} = 0, \text{ 解得 } t = \frac{1}{30} \text{ s}$$

则有 $MO = vt = \frac{4}{3}$ m

可得 $x_Q = MQ - MO = \frac{32}{3}$ m

(3) 2 秒为 5 个周期, 则 2 秒内 Q 点通过的路程 $s = 5 \times 4A = 160$ cm

14-1【基础】【正确答案】 (1) 20s

(2) 225m

(3) 20s

【试题解析】【详解】 (1) 由题意, 可得赛车追上安全车时有 $v_0 t + s_0 = \frac{1}{2} a t^2$

解得 $t = 20$ s

赛车经过 20s 追上安全车。

(2) 相遇前两车之间的距离

$$\Delta x = s_0 + v_0 t - \frac{1}{2} a t^2 = -(t - 5)^2 + 225 \text{ m}$$

当 $t = 5$ s 时, 两车之间的距离最大 $\Delta x = 225$ m

(3) 两车相遇时赛车的速度 $v_1 = at = 40$ m/s

赛车减速到静止所用的时间 $t' = \frac{v_1}{a'} = 10$ s

赛车减速到静止前进的距离 $x_{\max} = \frac{v_1^2}{2a'} = 200$ m

相同的时间内安全车前进的距离 $x = v_0 t' = 100$ m < x_{\max}

赛车停止后安全车与赛车再次相遇, 所用时间

$$t'' = \frac{x_{\max}}{v_0} = 20\text{s}$$

14-2 【巩固】 【正确答案】 (1) $x_1 = 46\text{m}$

(2) 不会相撞, $\Delta s_1 = 37\text{m}$

(3) $\Delta s_2 = 97.5\text{m}$

【试题解析】 【详解】 (1) $t_1 = 2\text{s}$ 时, 由 $x_1 = v_2 t_1 - \frac{1}{2} a_1 t_1^2$

代入数据解得 B 车的位移大小为 $x_1 = 46\text{m}$

(2) 设在 t 时刻 A、B 两车速度相等, 即 $v_1 = v_2 - a_1 t$

解得 $t = 6\text{s}$

此时 A 的位移 $x_{A1} = v_1 t = 108\text{m}$

B 的位移 $x_{B1} = v_2 t - \frac{1}{2} a_1 t^2 = 126\text{m}$

由于 $x_{B1} - x_{A1} < s_1$, 故 A、B 两车未相撞; 两车的最近距离 $\Delta s_1 = s_1 - (x_{B1} - x_{A1}) = 37\text{m}$

(3) B 车从开始刹车到停下所用时间为 $t_B = \frac{v_2}{a_1} = 24\text{s}$

C 车从开始刹车到停下所用时间为 $t_C = \frac{v_3}{a_2} = 7.5\text{s}$

可知 $t_2 = 10\text{s}$ 时, B 车仍在运动, 而 C 车已停止运动;

此时 B 车的位移为 $x_{B2} = v_2 t_2 - \frac{1}{2} a_1 t_2^2 = 190\text{m}$

C 车在 $\Delta t = 0.5\text{s}$ 内的位移 $x_{C1} = v_3 \Delta t = 15\text{m}$

C 车在匀减速至零的时间内位移

$$x_{C2} = \frac{v_3^2}{2a_2} = 112.5\text{m}$$

则 $\Delta s_2 = s_2 - (x_{C1} + x_{C2} - x_{B2}) = 97.5\text{m}$

14-3 【提升】 【正确答案】 (1) 70s

(2) 12

(3) $(17 + 4\sqrt{3})\text{s}$

【试题解析】 【详解】 (1) 设公共汽车加速时所用时间为 t_1 , 则 $t_1 = \frac{v_1}{a} = 10\text{s}$

设加速启动时行驶的路程为 x_1 , 则 $x_1 = \frac{1}{2} a t_1^2 = 50\text{m}$

减速运动的时间及位移与加速运动的时间和位移相

等, 设汽车匀速行驶的位移为 x_2 , 则有

$$x_2 = x - 2x_1 = 500\text{m}$$

所以匀速行驶的时间 $t_2 = \frac{x_2}{v_1} = 50\text{s}$

所以汽车在每站之间行驶的时间为 $t = 2t_1 + t_2 = 70\text{s}$

(2) 设电动车到达地第 n 站的总时间为 T , 则有

$$T = n(t + \Delta t)$$

根据位移关系有 $v_2(T + t_0) = nx$

解得 $n = 12$

(3) 由第二问可得, 在第 12 站公交车和电瓶车同时到达, 逆着看整个运动, 从第 12 站公交车和电瓶车同时出发, 电瓶车速度大一些, 两者距离变大, 公交车和电瓶车第一次相距 18m 时需要时间为 t_{11} , 有

$$18\text{m} = v_2 t_{11} - \frac{1}{2} a t_{11}^2$$

解得 $t_{11} = 6\text{s}$

此时公交车和电瓶车速度恰好相等, 之后公交车追电瓶车, 两者距离减小, 直到公交车超过电瓶车 18m

时断连, 设此时刻为 t_{12} , 则有

$$x_1 + v_1(t_{12} - t_1) - v_2 t_{12} = 18\text{m}$$

解得 $t_{12} = 17\text{s}$

之后公交车在前, 直至公交车到第 11 站停下, 再启动后某时刻电瓶车追到距公交车 18m , 两者再次相

连, 设此时刻为 t_{13} , 则有

$$x + \frac{1}{2} a(t_{13} - t_0 - t) - v_2 t_{13} = 18\text{m}$$

解得 $t_{13} = (101 \pm 2\sqrt{3})\text{s}$

则再次相连的时间为 $t_{23} = 4\sqrt{3}\text{s}$

之后公交车再次跑到前面, 电瓶车再也无法到达距公交车 18m 处

则手机检测到蓝牙耳机能被连接的总时间

$$t_{\text{总}} = t_{12} - t_{23} = (17 + 4\sqrt{3})\text{s}$$

15-1 【基础】 【正确答案】 (1) 4m/s

(2) 0.45m

(3) 60N, 方向竖直向上

【试题解析】【详解】(1) 物块 B 由 D 点抛出后做平抛运动, 设落到 P 点时其竖直分速度为 v_y , 则有

$$v_y^2 = 2gR$$

$$\text{解得 } v_y = 4\text{m/s}$$

物块 B 由 P 点沿圆轨道切线落入圆轨道, 则有

$$\frac{v_y}{v_D} = \tan 45^\circ$$

$$\text{解得物块 B 离开 D 点时的速度大小为 } v_D = 4\text{m/s}$$

(2) 物块 A 与物块 B 发生弹性碰撞, 碰撞过程根据动量守恒和机械能守恒可得 $Mv_0 = Mv_1 + mv_D$,

$$\frac{1}{2}Mv_0^2 = \frac{1}{2}Mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_D^2$$

$$\text{联立解得碰撞前瞬间 A 的速度大小为 } v_0 = 3\text{m/s}$$

物块 A 从 S 到 Q 过程, 根据动能定理可得

$$Mgh = \frac{1}{2}Mv_0^2$$

$$\text{解得 } h = 0.45\text{m}$$

(3) 物块 A 经过 Q 点时, 根据牛顿第二定律可得

$$N - Mg = M \frac{v_0^2}{h}$$

$$\text{解得轨道对 A 的支持力大小为 } N = 60\text{N}$$

方向竖直向上。

15-2 【巩固】 **【正确答案】** (1) $h = \frac{v_0^2}{2g}$

$$(2) L = \frac{2v_0^2}{9\mu g}$$

$$(3) \frac{1}{3}m < M < m$$

【试题解析】【详解】(1) 小球滑到 O 点的过程, 由动能定理得 $\frac{1}{2}mgh = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}mv_0^2 - 0$

$$\text{解得 } h = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$\text{解得 } h = \frac{v_0^2}{2g}$$

(2) 小球滑到 O 点时与物块发生弹性碰撞, 设碰后小球和物块的速度分别为 v_1 和 v_2 , 根据动量守恒和机械能守恒有 $\frac{1}{2}mv_0 = \frac{1}{2}mv_1 + mv_2$,

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$\text{联立解得 } v_1 = -\frac{1}{3}v_0, v_2 = \frac{2}{3}v_0$$

当长木板锁定时, 物块由 A 点滑到 B 点的过程, 由

$$\text{动能定理得 } -\mu \cdot \frac{1}{2}mgL = 0 - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$\text{解得 } L = \frac{2v_0^2}{9\mu g}$$

(3) 设长木板的质量为 M , 物块相对于长木板的位移大小为 $x_{\text{相}}$, 解除长木板的锁定, 要使物块最终停

在 P 点左侧, 但越过 AP 的中点, 则 $\frac{1}{4}L < x_{\text{相}} < \frac{1}{2}L$

根据动量守恒和能量守恒有 $mv_2 = (M + m)v_{\text{共}}$,

$$\frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}(M + m)v_{\text{共}}^2 + \mu mgx_{\text{相}}$$

$$\text{联立解得 } \frac{1}{3}m < M < m$$

15-3 【提升】 **【正确答案】** (1) 4m/s

(2) 0.9J

(3) 0.2m

(4) 3N

【试题解析】【详解】(1) 滑块从 P 点到 B 点由动能定

$$\text{理 } mgL \sin 30^\circ = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{解得到达 B 点的速度 } v = 4\text{m/s}$$

(2) 物块滑上传送带后做加速运动直到与传送带共

$$\text{速, 摩擦力对其做的功 } W_f = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv^2 = 0.9\text{J}$$

(3) 物块在传送带上加速运动的加速度为

$$a = \mu g = 2.5\text{m/s}^2$$

$$\text{加速到共速时用时间 } t = \frac{v_0 - v}{a} = \frac{5 - 4}{2.5}\text{s} = 0.4\text{s}$$

在传送带上滑动过程中产生的滑痕长度

$$\Delta x = v_0 t - \frac{v_0 + v}{2} t = 0.2\text{m}$$

(4) 从滑块开始进入圆弧槽到到达圆弧槽最高点由

水平方向动量守恒和能量关系可知 $mv_0 = mv_1 + Mv_2$,

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2 + 2mgR$$

$$\text{联立解得 } v_1 = -2.2\text{m/s}, v_2 = 0.8\text{m/s}$$

(另一组 $v_1 = 3.2\text{m/s}, v_2 = 0.2\text{m/s}$, 因不合实际舍

掉)

对滑块在最高点时由牛顿第二定律

$$F + mg = m \frac{(v_2 - v_1)^2}{R}$$

解得 $F=3\text{N}$