

物理答案

1. C

【详解】A. 由题图可知，乙由静止释放时距地面的高度与甲上升到最高点时距地面的高度相等，由竖直上抛运动对称性可知，甲的初速度与乙落地时的速度大小相等，故 A 错误；

B. 乙由静止释放时距离地面的高度与甲上升到最高的时距离地面的高度是相等的，由运动的对称性可知，甲、乙相遇时速度大小相等，但方向相反，故 B 错误；

C. 由图可知，从 $t=0$ 时刻到相遇过程中，甲的位移大小大于乙的位移大小，所以甲的平均速度大小比乙的平均速度大小大，故 C 正确；

D. 位置变化率表示速度，由图可知整个运动过程甲的速度先减小后增大，即甲的位置变化率先减小后增大，故 D 错误。

故选 C。

2.B

【详解】A. 由离心运动的原理，可知 B 端应在外侧，更靠近气嘴，A 端应在内侧，由 $v=\omega r$ 可知，装置 A 端的线速度比 B 端的小，故 A 错误；

B. 自行车匀速行驶时，装置转动到最下端时，根据 $kx - mg = m\omega^2 r$

可知 $kx = mg + m\omega^2 r$

即弹簧弹力更大，弹簧将被拉得更长，两触点更容易接触，因此比最上端更容易发光，故 B 正确；

CD. 根据 $kx = mg + m\omega^2 r$ 可知，要使 LED 灯被点亮，则弹簧必须伸长到一定长度，则当转速较低时，可以更换劲度系数更小的弹簧或增加重物的质量，从而使 M 点更容易与 N 点接触点亮 LED 灯，故 CD 错误。

故选 B。

3. 【答案】C

【详解】设球与球拍接触时的速度大小为 v ，则 $v \sin 37^\circ = gt$ ， $vt \cos 37^\circ = \frac{1}{2}L$

解得 $v = \sqrt{10} \text{m/s} \approx 3.2 \text{m/s}$

故选 C。

4. 【答案】A

【详解】对小球受力分析，小球受重力和水平方向绳子的拉力，由于小车沿斜面下滑，则小

球的合力沿斜面向下，根据几何关系可知，小球的合力为 $F'_{\text{合}} = \frac{mg}{\sin 30^\circ} = 2mg$

则小球的加速度为 $a = \frac{F'_{\text{合}}}{m} = 2g$

对小车和小球整体受力分析，根据牛顿第二定律可得 $F + 3mg \sin 30^\circ = 3ma$

解得 $F = 4.5mg$

故选 A。

5. 【答案】 B

【详解】 A. 由图乙可知，在 $t = 4\text{s}$ 时质点 a 向上振动，根据上下坡法可知，该波沿 x 轴正方向传播，故 A 错误；

B. 由甲图可知波长为 16m ，由图乙可知周期为 4s ，则该波的传播速度大小为

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{16}{4} \text{m/s} = 4\text{m/s}，\text{故 B 正确；}$$

C. 由题知，振幅为 $A = 10\text{cm}$ ，在 $4\sim 10\text{s}$ 内的时间间隔为 $\Delta t = 10\text{s} - 4\text{s} = 6\text{s} = T + \frac{T}{2}$

故 $4\sim 10\text{s}$ 内质点 a 通过的路程为 $s = 6A = 60\text{cm}$ ，故 C 错误；

D. 设质点 a 的振动方程为 $y = A \sin \omega t$ (cm)

$$\text{其中 } A = 10\text{cm}, \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{2} \text{rad/s}$$

$$\text{则有 } y = 10 \sin \frac{\pi}{2} t \text{ (cm)}$$

当 $t = 4.5\text{s}$ 时，质点 a 的位移为 $y = 10 \sin \left(\frac{\pi}{2} \times 4.5 \right) \text{ (cm)} = 5\sqrt{2}\text{cm}$ ，故 D 错误。

故选 B。

6. C

【详解】 A. 根据动能定理 $W = \Delta E_k = F_{\text{合}} x$ 可知，图线的斜率等于冰壶所受的合外力，冰壶的最大动能对应撤去水平推力的时刻，撤去推力后两图线的斜率相同，即摩擦力相同，撤去推力前第一次图线的斜率小，可知 F_1 小于 F_2 ，由两次运动的整个过程动能变化量均为零，可知合外力做功为零，即 F_1 、 F_2 做的功等于整个过程克服摩擦力做的功，而摩擦力大小及冰壶的位移均相同，故 F_1 、 F_2 做的功相等，A 项正确；

B. 由图乙可知撤去 F_1 时冰壶的动能小，即最大速度小，加速过程的平均速度小，由平均功率 $\bar{P} = F\bar{v}$ 可知， F_1 的平均功率小于 F_2 的平均功率，B 项错误；

CD. 两次冰壶的整个运动过程动量变化量为零，即合外力冲量等于零，所以 F_1 、 F_2 的冲量大小等于摩擦力的冲量大小，因两次运动的位移相同，而第一次撤去外力时冰壶的速度小，

可知第一次运动的时间大于第二次运动的时间,故第一次运动中摩擦力的冲量大于第二次运动中摩擦力的冲量,即 F_1 的冲量大于 F_2 的冲量, C 项正确, D 项错误。

故选 AC。

7.B 【详解】A. 设 a 的质量为 m_a , 以水平向右的方向为正方向, 由动量守恒定律可得

$$m_a v_0 = (m_a + m) \left[\frac{2}{3} v_0 \right]$$

解得 $m_a = 2m$, 故 A 正确;

B. 根据图乙可知, t_1 时刻之前 a 的速度大于 b 的速度, t_1 时刻 a 的速度等于 b 的速度, 则 t_1 时刻弹簧被压缩最短, 此时 a 、 b 间的距离最小, 接着弹簧逐渐恢复原长, 在 t_2 时刻 a 的速度最小、 b 的速度最大, 此时弹簧恢复原长, 故 t_2 时刻 a 、 b 间的距离并非最大, 接着弹簧继续伸长, a 的速度增大、 b 的速度减小, 在 t_3 时刻两者共速, 此时两物块相距最远, 因此 t_3 时刻 a 、 b 间的距离最大, 故 B 错误;

C. $0 \sim t_3$ 时间内, 以水平向右的方向为正方向, 对 b 由动量定理可得 $I = m \left[\frac{2}{3} v_0 \right] = \frac{2}{3} m v_0$, 故

C 正确;

D. 图中阴影部分的面积为弹簧的最大压缩量 x_{\max} , 根据能量守恒定律可得

$$\frac{1}{2} \left[2 m v_0^2 \right] = \frac{1}{2} (m + 2m) \left[\left(\frac{2}{3} v_0 \right)^2 \right] + \frac{1}{2} k x_{\max}^2$$

$$\text{解得 } x_{\max} = \sqrt{\frac{2 m v_0^2}{3 k}}$$

即图乙中阴影部分的面积为 $\sqrt{\frac{2 m v_0^2}{3 k}}$, 故 D 正确。

故选 B。

二、多选题

8. AC

【详解】AB. 根据动量守恒有 $(5m + m)v = 5m v_1 + m v_2$

又 $v_1 - v_2 = u$

解得 $v_1 = \frac{25v}{24}$, $v_2 = \frac{19v}{24}$, 故 A 正确, B 错误;

C. 在远地点分离后卫星做匀速圆周运动轨道半径大于椭圆半长轴, 根据开普勒第三定律,

可知 T_1 大于 T ，故 C 正确；

D. 卫星围绕地球做匀速圆周运动，根据万有引力提供向心力有 $\frac{GM 5m}{r^2} = 5m \left(\frac{2\pi}{T_1} \right)^2 r$

$$\text{解得 } T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$$

因 $T < T_1$ ，则有 $T < 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ ，故 D 错误。

故选 AC。

9. ACD

【详解】AB. 由图像可知两波源周期均为 $T = 2\text{s}$

两列波的波长均为 $\lambda = vT = 4\text{m}$

P 传播到 $x=8\text{m}$ 处需时 $t_1 = \frac{x}{v} = 4\text{s}$

Q 传播到 $x=8\text{m}$ 处需时 $t_2 = \frac{20-x}{v} = 6\text{s}$

$t=4.5\text{s}$ 时， P 在 $x=8\text{m}$ 处质点振动时间为 0.5s ，此时位移为 5cm

$t=4.5\text{s}$ 时， Q 没有传播到 $x=8\text{m}$ 处。

故 $t=4.5\text{s}$ 时， $x=8\text{m}$ 处质点的位移为 5cm ，故 A 正确；

$t=8.5\text{s}$ 时， P 在 $x=8\text{m}$ 处质点振动时间为 4.5s ，此时位移为 5cm

$t=8.5\text{s}$ 时， Q 在 $x=8\text{m}$ 处质点振动时间为 2.5s ，此时位移为 -3cm

故 $t=8.5\text{s}$ 时， $x=8\text{m}$ 处质点的位移为 2cm ，故 B 错误；

CD. 经过足够长时间， x 轴上某质点到两波源的路程差为 $\Delta x = |x - (20 - x)|$

两波源的起振方向相反，若为加强点应有 $\Delta x = |x - (20 - x)| = \frac{2n+1}{2} \lambda$ ($n=0.1.2.3\dots$)

且 $0 < x < 20$

解得 n 有 10 个值，故 D 正确；

若为减弱点应有 $\Delta x = |x - (20 - x)| = n\lambda$ ($n=0.1.2.3\dots$)

$x=10\text{m}$ 代入满足减弱条件，故 C 正确。

故选 ACD。

10.BD【详解】A. 当挡板 B 与物块 A 分离时, A、B 间的作用力为零, 则此时 A 的加速度为 $a_1 = 0.4g$ 。对物块 A 受力分析由牛顿第二定律得 $mg - kx_1 = ma_1$

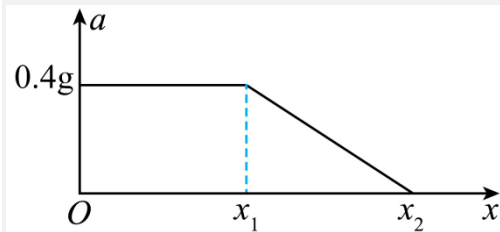
解得挡板 B 与物块 A 分离时, 弹簧的伸长量为 $x_1 = \frac{3mg}{5k}$, 选项 A 错误;

B. 当物块 A 达到最大速度 v_m 时, 加速度为零, 则对物块 A 有 $mg = kx_2$

解得物块 A 达到最大速度 v_m 时, 弹簧的伸长量为 $x_2 = \frac{mg}{k}$, 选项 B 正确;

C. 若没有挡板 B, 物块 A 从弹簧原长处单独静止释放, 物块 A 在竖直方向上做简谐运动, 由对称性可知, 物块 A 下降的高度为 $\frac{2mg}{k}$ 。当物块 A 与挡板 B 一起运动, 分离前, 挡板 B 对物块 A 做负功, 物块 A 下降的高度较小, 弹簧的最大伸长量较小, 小于 $\frac{2mg}{k}$, 选项 C 错误;

D. 当物块 A 与挡板 B 分离前, 物块 A 的加速度始终为 $a_1 = 0.4g$, 由于最开始弹簧处于自由状态, 则当物块 A 与挡板 B 分离后, 对物块 A 由牛顿第二定律得 $mg - kx = ma$ 随着弹簧的伸长量 x 的增大, 加速度 a 逐渐减小。所以物块 A 从静止到第一次达到最大速度 v_m 的过程中, 其加速度 a 随坐标 x 变化的图像如图所示



由 $v^2 = 2ax$ 可知, 通过 $a-x$ 图像与 x 轴围成的面积求解, 由 $a-x$ 图像得

$$v_m^2 = 2a_1x_1 + 2 \frac{x_2 - x_1}{2} \cdot a_1 = \frac{16mg^2}{25k}$$

解得物块 A 的最大速度为 $v_m = \frac{4g}{5} \sqrt{\frac{m}{k}}$, 选项 D 正确。

故选 BD。

11. 【答案】(1)AC (2)BC (3) $\frac{4\pi^2(L_B - L_A)}{T_B^2 - T_A^2}$

【详解】(1) 组装单摆时, 在摆线上端的悬点处, 用一块开有狭缝的橡皮夹紧, 这样做的目的是保证摆动过程中摆长不变, 且需要改变摆长时便于调节。故选 AC。

(2) 根据单摆的周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 可得 $g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$

- A. 开始计时时，秒表过迟按下，则周期测量值偏小，则 g 测量值偏大，故 A 错误；
- B. 摆线上端未牢固地系于悬点，振动中出现松动，使摆线长度增加了，使周期测量值变大了，则 g 测量值偏小，故 B 正确；
- C. 将摆线长当成了摆长，则摆长测量值偏小，则 g 测量值偏小，故 C 正确；
- D. 摆动次数多记了一次，则 T 偏小，则 g 测量值偏大，故 D 错误。

故选 BC。

(3) 根据单摆的周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 整理可得 $L = \frac{g}{4\pi^2} \cdot T^2$

则 $L-T^2$ 图线的斜率为 $k = \frac{g}{4\pi^2} = \frac{L_B - L_A}{T_B^2 - T_A^2}$ 可得 $g = \frac{4\pi^2(L_B - L_A)}{T_B^2 - T_A^2}$

12. 【答案】(1) 1.196/1.195/1.197 > $\frac{m_A}{\Delta t_1} = \frac{m_A}{\Delta t_3} + \frac{m_B}{\Delta t_2}$

(2) AD $OB = OC - OA$

【详解】(1) [1]螺旋测微器的精确值为 0.01mm，由图可知遮光条的宽度为

$$d = 1\text{mm} + 19.6 \times 0.01\text{mm} = 1.196\text{mm}$$

[2]由题意可知碰撞后滑块 A 没有反弹，所以 $m_A > m_B$

[3]碰撞前 A 的速度大小为 $v_A = \frac{d}{\Delta t_1}$ ，碰撞后 A、B 的速度大小分别为 $v'_A = \frac{d}{\Delta t_3}$ ， $v_B = \frac{d}{\Delta t_2}$ ，

碰撞中若满足动量守恒则 $m_A v_A = m_A v'_A + m_B v_B$ 即 $\frac{m_A}{\Delta t_1} = \frac{m_A}{\Delta t_3} + \frac{m_B}{\Delta t_2}$

(2) [1]A. 为了保证两球发生对心正碰，两球相碰时，两球心必须在同一水平面上，且碰后 a 球不反弹，要求两小球半径相等，小球 a 的质量大于小球 b 的质量，故 A 正确；

B. 因为两小球做平抛运动下落高度相同，所用时间相同，所以可以用小球的水平位移代替抛出时的初速度，则不需要用秒表测时间，故 B 错误；

C. 为了保证小球抛出时的速度处于水平方向，安装轨道时，轨道末端必须水平但不需要光滑，故 C 错误；

D. 为了保证入射小球每次碰撞前瞬间的速度相同，在同一组实验的不同碰撞中，每次入射球必须从同一高度由静止释放，故 D 正确。

故选 AD。

[2] 设入射小球碰撞前瞬间的速度为 v_0 ，碰撞后瞬间入射小球和被碰小球的速度分别为 v_1 、 v_2 ；根据动量守恒可得 $m_1v_0 = m_1v_1 + m_2v_2$

若两球发生弹性碰撞，根据能量守恒可得 $\frac{1}{2}m_1v_0^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$ 联立可得 $v_0 + v_1 = v_2$

由于两小球做平抛运动下落高度相同，所用时间相同，则有 $v_0t + v_1t = v_2t$

可得 $OB + OA = OC$ 或 $OB = OC - OA$ 。

13. (1)40N, 30N(2)0.45

【详解】(1) 水泥圆筒恰匀速下滑，则从右侧视角分析，在沿斜坡方向上根据平衡条件可知

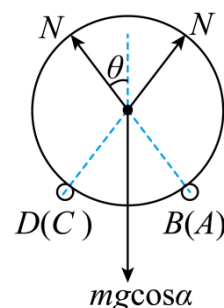
$$f_{\text{合}} = mg \sin \alpha = 30\text{N} \quad (2 \text{分}) \quad \text{垂直于斜坡方向有 } F_{\text{弹合}} = mg \cos \alpha = 40\text{N} \quad (2 \text{分})$$

(2) 从 $BD \rightarrow AC$ 视角分析，受力示意图如图，图中 $\sin \theta = \frac{\frac{d}{2}}{R} = \frac{4}{5}$ (1分)

可得 $\theta = 53^\circ$ (1分)

$$\text{由 } 2N \cos \theta = mg \cos \alpha \quad (2 \text{分})$$

$$\text{可得 } N = \frac{100}{3} \text{N} \quad (1 \text{分}) \quad \text{动摩擦因数 } \mu = \frac{\frac{1}{2}f_{\text{合}}}{N} = \frac{\frac{1}{2} \times 30}{\frac{100}{3}} = 0.45 \quad (1 \text{分})$$



14. 【答案】(1)0.9m (2) $3\sqrt{6}\text{m/s}$ (3) $0 \leq R \leq 1.08\text{m}$

【详解】(1) 小球开始时做平抛运动，到 A 点时速度方向沿 AB 方向(与水平方向夹角 $\theta = 60^\circ$)。

设到达 A 点时竖直速度为 v_y ，水平速度始终为 $v_0 = \sqrt{6}\text{m/s}$ 。

$$\text{由速度方向关系可得 } \tan 60^\circ = \frac{v_y}{v_x}, \quad v_y = 3\sqrt{2}\text{m/s} \quad (1 \text{分})$$

竖直方向是自由下落，得 $v_y^2 = 2gh$ (1分)

解得 $h = 0.9\text{m}$ (1分)

(2) 从水平抛出到 C 点的过程中，由动能定理得

$$mg(h + L_1 \sin \theta) - \mu mg L_1 \cos \theta - \mu mg L_2 = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \quad (1 \text{分})$$

代入数据解得 $v_C = 3\sqrt{6}\text{m/s}$ (1分)

(3) 小球刚刚过最高点时，重力提供向心力，则 $mg = \frac{mv^2}{R_1}$ (1分)

根据动能定理有 $\frac{1}{2}mv_C^2 = 2mgR_1 + \frac{1}{2}mv^2$ (1分)

代入数据解得 $R_1 = 1.08\text{m}$ (1分)

当小球刚能到达与圆心等高处时 $\frac{1}{2}mv_C^2 = mgR_2$ (1分)

代入数据解得 $R_2 = 2.7\text{m}$ (1分)

当圆轨道与 AB 相切时 $R_3 = BC \cdot \tan 60^\circ = 1.5\text{m}$ (1分)

即圆轨道的半径不能超过 1.5m 。

综上所述：要使小球不离开轨道， R 应该满足的条件是 $0 \leq R \leq 1.08\text{m}$ 。(1分)

15. (1)48N (2) $\frac{4}{13}\text{m}$ (3)不相碰

【详解】(1) 物块 C 沿圆弧轨道下滑过程中，由动能定理有 $m_C g R \sin 53^\circ = \frac{1}{2} m_C v_0^2$ (1分)

到达圆弧轨道最低点 $F_N - m_C g \cos 37^\circ = m_C \frac{v_0^2}{R}$ (1分)

联立解得 $v_0 = 3\text{m/s}$, $F_N = 48\text{N}$ (1分)

(2) C 与 A 发生弹性碰撞，以沿斜面向下为正方向，由动量守恒定律得 $m_C v_0 = m_C v_1 + m_A v_A$ (1分)

由能量守恒定律得 $\frac{1}{2} m_C v_0^2 = \frac{1}{2} m_C v_1^2 + \frac{1}{2} m_A v_A^2$ (1分)

联立解二次方程得 $v_1 = 1\text{m/s}$, $v_A = 4\text{m/s}$ (1分)

此后 A 向下做匀减速运动，加速度大小为 a_1 ，B 向下做匀加速运动，加速度大小为 a_2

对 A 有 $\mu_1 (m_A + m_B) g \cos 37^\circ + \mu_2 m_B g \cos 37^\circ - m_A g \sin 37^\circ = m_A a_1$ (1分)

对 B 有 $m_B g \sin 37^\circ + \mu_2 m_B g \cos 37^\circ = m_B a_2$ (1分)

联立解得 $a_1 = 13\text{m/s}^2$, $a_2 = 13\text{m/s}^2$ (1分)

经 t_1 后 AB 共速有 $v_A - a_1 t_1 = a_2 t_1 = v_{\text{共}}$ (1分)

解得 $t_1 = \frac{2}{13}\text{s}$, $v_{\text{共}} = 2\text{m/s}$

划痕长度 $\Delta x = \frac{v_A + v_{\text{共}}}{2} t_1 - \frac{v_{\text{共}}}{2} t_1 = \frac{4}{13}\text{m}$ (1分)

(3) 从 C 与 A 碰撞到 AB 达到共同速度的 t_1 时间内 $x_A = \frac{v_A + v_{\text{共}}}{2} t_1$

代入数据解得 $x_A = \frac{6}{13}\text{m} = s$ (1分)

A 恰好与 P 相碰，然后 A 以加速度 a'_1 向上匀减速运动，根据牛顿第二定律有 $\mu_1 (m_A + m_B)$

$$g\cos 37^{\circ} + \mu_2 m_B g \cos 37^{\circ} + m_A g \sin 37^{\circ} = m_A a'_1 \quad (1 \text{ 分})$$

B 向下以加速度 a'_2 匀减速运动，同理有 $\mu_2 m_B g \cos 37^{\circ} - m_B g \sin 37^{\circ} = m_B a'_2 \quad (1 \text{ 分})$

解得： $a'_1 = 25 \text{ m/s}^2$ ， $a'_2 = 1 \text{ m/s}^2$ (1 分)

A 与挡板碰后反向弹回，速度大小仍为 $v_{共}$ ，再经时间 t_2 ，A 速度减为零，则 $v_{共} = a'_1 t_2$

解得 $t_2 = \frac{2}{25} \text{ s}$

A 上滑最大位移 $x_{A1} = \frac{v_{共1}}{2} t_2 = \frac{2}{25} \text{ m}$ (1 分)

因 $m_C g \sin 37^{\circ} = \mu_1 m_C g \cos 37^{\circ}$ ，可知碰后 C 匀速下滑，则此过程中 C 物块的位移 $x_0 = v_1(t_1 + t_2)$

代入数据解得 $x_0 = \frac{76}{325} \text{ m}$ (1 分)

$x_{A1} + x_C < s$ 所以 C 与 A 未相撞。(1 分)