

速度—位移公式有 $v_0^2 - v^2 = -2\mu g x_0$, 解得 $x_0 = 16 \text{ m} < L$, 则小物块 a 与传送带共速后以速度 v_0 向左做匀速直线运动, 直到与小物块 b 发生碰撞, 根据动量守恒定律有 $mv_0 = mv_a + Mv_b$, 根据机械能守恒定律有 $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_a^2 + \frac{1}{2}Mv_b^2$, 解得 $v_a = -3 \text{ m/s}$, 负号表明第一次碰后 a 的速度方向水平向右。

(3) 小物块 a 与 b 第一次碰撞后, 小物块 a 向右做匀减速直线运动, 减速至 0 的位移 $x_1 = \frac{v_a^2}{2\mu g} = 2.25 \text{ m} < L$, 随后以相同加速度向左做匀加速直线运动至 M 点, 小物块 a 再返回到 M 点的速度为 $v_{a1} = 3 \text{ m/s}$, 所用时间 $t_1 = \frac{2|v_a|}{\mu g} = 3 \text{ s}$, 之后再次与小物块 b 发生碰

撞, 由(2)中两式解得 $v_{a2} = \frac{(m-M)v_0}{M+m} = -\frac{v_0}{2}$, 由此可知, 以后每次 a 、 b 碰后, 小物块 a 的速度大小都为碰前的 $\frac{1}{2}$, 再次往返时间 t_n 均为上一次往返的时间 t_{n-1} 的 $\frac{1}{2}$, 即有 $t_2 = \frac{3}{2} \text{ s}$ 、 $t_3 = \frac{3}{4} \text{ s}$ 、 $t_4 = \frac{3}{8} \text{ s}$ 、 \dots , 则小物块 a 与 b 第一次碰撞后, a 运动的总时间为 $t_{\text{总}} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$, 根据等比数列的规律有 $t_{\text{总}} = \frac{t_1 \left[1 - \left(\frac{1}{2} \right)^n \right]}{1 - \frac{1}{2}}$, 当 n 趋近于无穷大时, 解得 $t_{\text{总}} = 6 \text{ s}$ 。

专题 8 机械振动 机械波

考向 28 简谐运动分析

1. B 【解析】分情况讨论, 若振子回到 a 时速度方向水平向左, 则有 $nT + \frac{T}{2} = 1.2 \text{ s} (n=0, 1, 2, \dots)$, 根据周期与频率的关系, 可得 $f = \frac{2n+1}{2.4} \text{ Hz} (n=0, 1, 2, \dots)$, 当 $n=1$ 时, 则有 $f = 1.25 \text{ Hz}$; 若振子回到 a 时速度方向水平向右, 则有 $nT = 1.2 \text{ s} + 0.2 \text{ s} (n=0, 1, 2, \dots)$, 可得 $f = \frac{n}{1.4} \text{ Hz} (n=0, 1, 2, \dots)$, 可知, 振子的振动频率不可能为 1 Hz 、 2 Hz 、 2.5 Hz 。B 正确。

2. D 【解析】在最大位移处, 对整体进行受力分析, 由牛顿第二定律得 $kA = \left(m + \frac{m}{2}\right)a$, 对上面木块进行受力分析, 两木块间的最大静摩擦力 $f = \frac{m}{2}a$, 联立解得最大振幅 $A = \frac{3f}{k}$ 。D 正确。

3. BD 【解析】根据单摆周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$, 可得 $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}}$, 由于月球表面的重力加速度小于地球表面的重力加速度, 故 $f_1 < f_2$, 所以该单摆在月球上的共振频率为 f_1 , 故 A 错误; 设月球表面的重力加速度为 $g_{\text{月}}$, 则有 $f_1 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g_{\text{月}}}{L}}$, $f_2 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}}$, 解得月球表面的重力加速度为 $g_{\text{月}} = \frac{f_1^2}{f_2^2}g$, 故 B 正确; 质量为 m 的物体在月球表面上, 有 $\frac{GM_{\text{月}}m}{r^2} = mg_{\text{月}}$, 解得月球质量为 $M_{\text{月}} = \frac{f_1^2 r^2 g}{Gf_2^2}$, 根据 $M_{\text{月}} = \rho_{\text{月}} \cdot \frac{4}{3}\pi r^3$, 可得月球的密度为 $\rho_{\text{月}} = \frac{3gf_1^2}{4\pi Gf_2^2}$, 故 C 错误, D 正确。

4. D 【解析】($t_1 + 0.25$) s 至 ($t_1 + 0.5$) s 时间内, 物体 A 由负的最大位移处向平衡位置运动, 回复力指向平衡位置, 即物体 A 的速度与加速度方向均沿 y 轴正方向, 故 A 错误; 物体 A 由特殊位置 (平衡位置或最大位移处) 开始计时, 在任意一个 $1.25 \text{ s} = \frac{1}{4}T$

内, 质点通过的路程等于 $\frac{5}{4}T \times 4A = 50 \text{ cm}$, 除此外在 1.25 s 的时间内通过的路程不等于 50 cm , 故 B 错误; 由题图乙可知振幅为 $A = 10 \text{ cm}$, 周期为 $T = 1.0 \text{ s}$, 角速度为 $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \text{ rad/s}$, 规定向上为正方向, $t=0$ 时刻的位移为 0.05 m , 表示振子由平衡位置上方 0.05 m 处开始运动, 所以初相位为 $\varphi_0 = \frac{\pi}{6}$, 则振子的振动方程为 $y = A \sin(\omega t + \varphi_0) = 0.1 \sin\left(2\pi t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ m}$, 故 C 错误; 物体 A 在最高点时, 物体 B 与水平面间的作用力刚好为零, 此时弹簧的拉力为 $F = mg$, 对于物体 A 有 $2mg + F = 2ma$, 解得 $a = 1.5g$, 当物体 A 运动到最低点时, 物体 B 对水平面的压力最大, 由简谐运动的对称性可知, 物体 A 在最低点时加速度方向向上, 大小等于 $1.5g$, 由牛顿第二定律得 $F' - 2mg = 2ma$, 解得 $F' = 5mg$, 由物体 B 的受力结合牛顿第三定律可知, 物体 B 对水平面的最大压力为 $F_N = F' + mg = 6mg$, 故 D 正确。

5. B 【解析】小球平衡时, 对小球受力分析, 由几何关系可知 DB 与竖直方向的夹角为 60° , AD 与竖直方向的夹角为 30° , 设 AD 杆中拉力为 F_1 , BD 杆中拉力为 F_2 , 则有 $F_1 \sin 30^\circ = F_2 \sin 60^\circ$, $F_1 \cos 30^\circ + F_2 \cos 60^\circ = mg$, 可知两轻杆的拉力大小不同, 故 A 错误; 两轻杆的拉力的合力和重力等大反向, 且小球受到微扰时等效于悬挂点位于小球重垂线与 AB 交点的单摆, 根据几何关系可知小球等效摆长为 $l = h$, 故 B 正确; 根据单摆的周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, 可知周期与质量无关, 故 C 错误; 小球摆动周期为 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{h}{g}}$, 故 D 错误。

6. B 【解析】根据几何关系可知 A 端细线与竖直方向的夹角为 30° , 等效摆长 $L_{\text{效}} = \frac{AB \tan 30^\circ}{\cos 30^\circ} = 1 \text{ m}$, 根据单摆的周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 可知, 小球摆动周期 $T \approx 2 \text{ s}$, 摆角变小, 小球摆动周期不变, A 错误, B 正确; 小球平衡时, 根据共点力平衡有 $2F_T \cos 30^\circ =$

mg , 可得细线的拉力 $F_T = \frac{\sqrt{3}}{3} N$, 由于 A 端与 B 端在同一根细线上, 所以 A 端拉力等于 B 端拉力, **C、D 错误**.

- 7. D 【解析】** 设水的密度为 ρ , 木棒的横截面积为 S , 静止时浸入水中的深度为 h_0 , 则有 $mg = \rho g S h_0$, 把木棒静止时的位置看作平衡位置, 设木棒离开平衡位置的位移为 x , 规定向下为正方向, 则木棒所受的浮力 $F' = \rho g S (x + h_0)$, 木棒受到的合力 $F = mg - F' = -\rho g S x = -kx$, 则 $k = \rho g S$, 木棒的振动周期为 $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{\rho g S}}$, 根据题

关键点: 回复力随位移的变化而变化

目中的已知条件, 代入数据可得 $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{\rho g S}}$, $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{2m}{\rho g S}}$, $T_3 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{2\rho g S}}$, $T_4 = 2\pi \sqrt{\frac{5m}{4\rho g S}}$, 进行比较可得 $T_2 > T_4 > T_1 > T_3$, **D 正确**.

- 8. C 【解析】** 当弹簧伸长量 $x = x_0$ 时, $a = 0$, 对小球受力分析, 有 $mg \sin 30^\circ = kx_0$, 解得弹簧的劲度系数为 $k = \frac{mg}{2x_0}$, **B 错误**; 小球的速度为零时速度最大, 动能最大, 由 $a-x$ 图像可得到 $ma-x$ 图像, $ma-x$ 图像与 x 轴所围成的面积为合外力所做的功, 当弹簧处于原长, 即 $x = 0$ 时, $a_0 = \frac{mg \sin 30^\circ}{m} = g \sin 30^\circ$, 当弹簧伸长量 $x = x_0$ 时, 合外力做的功最多, 为 $W_{\text{合}} = \frac{1}{2} m a_0 \cdot x_0 = \frac{1}{2} m g \sin 30^\circ \cdot x_0 = \frac{m g x_0}{4}$, 由动能定理知, 小球沿管壁向下运动过程中动能最大值 $E_{\text{km}} = \frac{m g x_0}{4}$, **C 正确**; 根据系统机械能守恒可知, 弹簧伸长量为 x_0 时, 弹性势能 $E_p = m g x_0 \sin 30^\circ - E_{\text{km}} = \frac{1}{4} m g x_0$, **D 错误**; 由于玻璃管内壁光滑, 小球的运动可视为简谐运动, 小球从开始运动到速度最大, 弹簧伸长量为 x_0 , 由对称性可知, 小球从速度最大到速度为零, 也运动了 x_0 , 即弹簧最大伸长量为 $2x_0$, 小球运动到最低点时, 所受弹簧弹力大小为 $F = 2kx_0 = mg$, **A 错误**.

一题多解

根据弹簧弹性势能公式 $E_p = \frac{1}{2} k x^2$ 可知弹簧伸长量为 x_0 时, 弹簧弹性势能为 $E_p = \frac{1}{2} \cdot \frac{mg}{2x_0} \cdot x_0^2 = \frac{1}{4} m g x_0$, **D 错误**; 设小球运动到最低点时弹簧伸长量为 x , 根据系统机械能守恒有 $m g \sin 30^\circ \cdot x = \frac{1}{2} k x^2$, 可得弹簧伸长量为 $x = \frac{m g}{k}$, 所受弹簧弹力大小为 $F = kx = mg$, **A 错误**.

考向 29 波的传播

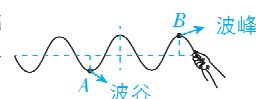
- 1. BC 【解析】** 绸带上的点的振动方向与波的传播方向 (x 轴正方向) 垂直, 不随波迁移, **A 错误**; 根据同侧法可知, B 点的振动方向垂直于 x 轴向上, **B 正确**; A 点在波峰, 所以回复力方向垂直于 x 轴向下指向平衡位置, 则加速度方向垂直于 x 轴向下, **C 正确**;

关键点: 机械振动中的质点无论在什么位置, 回复力方向都指向平衡位置

A 点在波峰, 所以 A 点速度为零, **D 错误**.

- 2. D 【解析】** 根据已知条件有 $\frac{10 \text{ m}}{v} + \frac{1}{4} T = 3 \text{ s}$, $\frac{20 \text{ m}}{v} + \frac{3}{4} T = 7 \text{ s}$, 解得 $v = 5 \text{ m/s}$, $T = 4 \text{ s}$, $\lambda = vT = 20 \text{ m}$, **A、B 错误**; 波传到 P 点所需时间 $t_1 = \frac{10 \text{ m}}{5 \text{ m/s}} = 2 \text{ s}$, 则 $0 \sim 10 \text{ s}$ 内, 质点 P 的振动时间为 $8 \text{ s} = 2T$, 质点 P 通过的路程为 $8A = 32 \text{ cm}$, **C 错误**; 波传到 Q 点所需时间 $t_2 = \frac{20 \text{ m}}{5 \text{ m/s}} = 4 \text{ s}$, 则 $0 \sim 10 \text{ s}$ 内, 质点 Q 的振动时间为 $6 \text{ s} = \frac{3}{2} T$, 质点 Q 通过的路程为 $6A = 24 \text{ cm}$, **D 正确**.

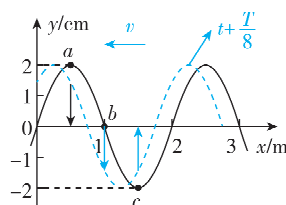
- 3. D 【解析】** 由题意作出 A 、 B 的位置如图示, 则 A 、 B 的平衡位置之间的距离 $x = \frac{3}{2} \lambda = 6 \text{ m}$, 解得 $\lambda = 4 \text{ m}$, **A 错误**; 波



源的振动频率为 $f = \frac{60}{60} \text{ Hz} = 1 \text{ Hz}$, 则波速 $v = \lambda f = 4 \text{ m/s}$, **B 错误**; 质点的振动周期 $T = 1 \text{ s}$, $0.25 \text{ s} = \frac{T}{4}$, B 点在 $t_0 + 0.25 \text{ s}$ 时刻运动至平衡位置, 位移为 0 , 速度最大, **C 错误**; $0.50 \text{ s} = \frac{T}{2}$, A 点在 $t_0 + 0.50 \text{ s}$ 时刻运动至波峰, 位移最大, 速度为 0 , **D 正确**.

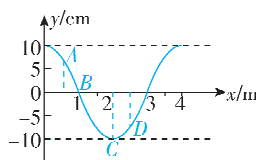
- 4. ACD 【解析】** 由题中已知条件可得波的周期 $T = \frac{1}{f} = 0.02 \text{ s}$, **A 正确**; 由题图知该波的波长 $\lambda = 60 \text{ m}$, 波速 $v = \frac{\lambda}{T} = 3000 \text{ m/s}$, **B 错误**, **C 正确**; $0.5 \text{ s} = 25T$, 则质点 M 在该段时间内运动的路程 $s = 4A \times 25 = 4 \text{ m}$, **D 正确**.

- 5. ACD 【解析】** 由题图知, 该波的波长 $\lambda = 2 \text{ m}$, 则波速 $v = \frac{\lambda}{T} = 1.0 \text{ m/s}$, **A 正确**; b 处质点的振动方向向下, 由“同侧法”可知, 波沿 x 轴的负方向传播, **B 错误**; $0.25 \text{ s} = \frac{T}{8}$, 将波形



沿传播方向平移 $\Delta x = \frac{T}{8} v = 0.25 \text{ m}$, 如图所示, a 、 c 处的质点振动方向分别是向下和向上, 运动方向相反, **C 正确**; $0.5 \text{ s} = \frac{T}{4}$, 质点 a 从波峰振动到平衡位置, 速度方向向下, 即向 y 轴负方向运动, **D 正确**; $1.5 \text{ s} = \frac{3}{4} T$, 质点 b 运动至波峰位置, 速率为 0 , **E 错误**.

- 6. AC 【解析】** 简谐横波沿 x 轴正方向传播, 由题图知, 波长为 4 m , 平衡位置位于 $x = 4 \text{ m}$ 处的质点由图示位置到第 1 次到达波峰所用的时间为 3 s , 则周期为 $T = 4 \text{ s}$, 则简谐横波在 $t = 0$ 时的波形图如图所示, 根据“上下坡”法知, 在 $t = 0$ 时 A 点向上运动, 运动到最高点后, 向下运动, 周期为 $T = 4 \text{ s}$, **A 正确**; 根据“上下坡”法知, 在 $t = 0$ 时 B 点在平衡位置, 且向上运动, 周期为 $T = 4 \text{ s}$, **B 错误**; 根据“上下坡”法知, 在 $t = 0$ 时 C 点在负向最大位移处, 此时加速度最大, 速度为



0,此后C点向上运动,速度增大,周期为 $T=4\text{ s}$,**C正确**;根据“上下坡”法知,在 $t=0$ 时D点向下运动,速度方向沿y轴负方向,速度减小,周期为 $T=4\text{ s}$,**D错误**。

7. C 【解析】水波的传播速度 $v=\frac{x}{t}=\frac{8}{0.2}\text{ cm/s}=40\text{ cm/s}$,水槽中

形成的水波波长为 $\lambda=\frac{v}{f}=\frac{40}{20}\text{ cm}=2\text{ cm}$,**A错误**;两个振动片同时停止击打水面,振动仍可沿水面传播,即水面上的水波不会立即消失,**B错误**;由几何关系可知Q点到 S_2 的距离为10 cm,则Q点到两个振源的距离之差为2 cm,是波长的1倍,则Q点的振动始终加强,**C正确**;垂直 QS_1 在水槽中放置宽4 cm的障碍物,因障碍物的尺寸大于水波的波长,衍射现象不明显,可知在障碍物后面不可以观察到明显的水波干涉图样,**D错误**。

方法总结 当两波源振动步调一致时,若某点到两相干波源的距离之差 $\Delta r=n\lambda$ ($n=0,1,2,\dots$),则该点振动加强;若 $\Delta r=(2n+1)\frac{\lambda}{2}$ ($n=0,1,2,\dots$),则该点振动减弱。

8. AD 【解析】由振动图像可知波的周期为 $T=2\text{ s}$,两振动传到坐标原点的时间差为2 s,有 $\frac{5\text{ m}}{v}-\frac{3\text{ m}}{v}=2\text{ s}$,解得 $v=1\text{ m/s}$,波长 $\lambda=vT=2\text{ m}$,**A正确**;由振动图像可知两波源的振动情况相反,由几何关系可知, xOy 平面内(1 m,3 m)位置与两波源的距离之差为 $\Delta r_0=0$,则该点为振动减弱点,**B错误**;两波源振动情况相反,则振

易错点: 两波源振动情况相反时,路程差为波长整数倍的质点为振动减弱点,路程差为半波长奇数倍的质点为振动加强点。

动加强点到两波源的路程差 $\Delta r=(2n-1)\cdot\frac{\lambda}{2}$, $n=\pm1,\pm2,\dots$,由几何关系可知 $\Delta r<8\text{ m}$,解得 $n=\pm1,\pm2,\pm3,\pm4$,因此两波源间连线上的振动加强点有8处,**C错误**;坐标原点与两波源距离差为 $\Delta r_1=2\text{ m}=\lambda$,为振动减弱点,当两波源振动都传到坐标原点后,其振幅为 $A=(3-1)\text{ cm}=2\text{ cm}$,振动从 S_1 传到坐标原点时间为 $t_1=3\text{ s}$,振动从 S_2 传到坐标原点时间为 $t_2=5\text{ s}$,在 $\Delta t_1=2\text{ s}$ 时间内原点处质点振动振幅为1 cm,振动路程为 $s_1=4\text{ cm}$, S_2 振动传到坐标原点后,继续振动时间 $\Delta t_2=(7-5)\text{ s}=2\text{ s}$,振幅为2 cm,振动路程为 $s_2=8\text{ cm}$,则0~7 s内坐标原点处质点振动路程为12 cm,**D正确**。

关键点拨 0~7 s分三个时间段,一是振动在传到坐标原点前质点静止,二是 S_1 的振动传到坐标原点、 S_2 的振动没有传到坐标原点,质点振幅为 A_1 ,三是 S_2 的振动传到坐标原点后,质点振幅为 A_2-A_1 。

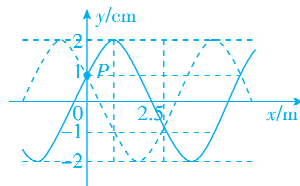
9. BD 【解析】直线 $y=x$ 上的所有点到两波源的距离相等,由题可知,直线 $y=x$ 上的所有点均为振动减弱点,所以两列波的起振方向相反,故**A错误**;由题意可知,P点的坐标为 $(\frac{4}{5}\text{ m},\frac{3}{5}\text{ m})$,所以距离坐标原点O最近的加强点P到两波源的距离差为 $\Delta r=x_P-y_P=\frac{4}{5}\text{ m}-\frac{3}{5}\text{ m}=0.2\text{ m}=\frac{\lambda}{2}$,可知两列相干线性平面波的波

长为 $\lambda=0.4\text{ m}$,所以波速为 $v=\frac{\lambda}{T}=\frac{0.4}{0.5}\text{ m/s}=0.8\text{ m/s}$,故**B正确**;振动减弱点到两波源的距离差为 $\Delta r_1=n\lambda$ ($n=1,2,3,\dots$),设直线 $y=\frac{3}{4}x$ 上振动减弱点的横坐标为 x ,则 $\Delta r_1=n\lambda=x-y=\frac{1}{4}x$ ($n=1,2,3,\dots$),解得 $x=1.6n$ ($n=1,2,3,\dots$),所以直线 $y=\frac{3}{4}x$ 上减弱点的横坐标均匀分布,即直线 $y=\frac{3}{4}x$ 上减弱点距离O点均匀分布,故**C错误**;振动加强点到两波源的距离差为 $\Delta r_2=n\lambda+\frac{\lambda}{2}$ ($n=0,1,2,3,\dots$),设以O点为圆心、 5λ 为半径的圆周上加强点坐标为 (x,y) ,则 $x^2+y^2=(5\lambda)^2$, $\Delta r_2=|x-y|$,联立可知当 $n\geq5$ 时无解,则 $n<5$,所以 $n=0,1,2,3,4$,每个 n 值对应两个加强点坐标,所以,加强点共10个,故**D正确**。

重难专项9 波的多解问题

1. AC 【解析】由题图2可知 $t=0$ 时刻质点N向下振动,结合题图1由同侧法可知该简谐横波沿x轴负方向传播,故**A正确**,**B错误**;由题意,0时刻M点向下振动,根据振动规律可知,经过 $\frac{1}{6}T$ 质点M到达波谷,再过 $\frac{1}{2}T$ 到达波峰,考虑波的周期性有 $\frac{1}{6}T+\frac{1}{2}T+nT=0.4\text{ s}$ ($n=0,1,2,\dots$),得 $T=\frac{1.2}{2+3n}\text{ s}$ ($n=0,1,2,\dots$),当 $n=1$ 时, $T=0.24\text{ s}$,故**C正确**;根据 $v=\frac{\lambda}{T}=\frac{10(2+3n)}{1.2}\text{ m/s}$ ($n=0,1,2,\dots$),可知当 $v=\frac{25}{3}\text{ m/s}$ 时, n 的取值不满足条件,故**D错误**。

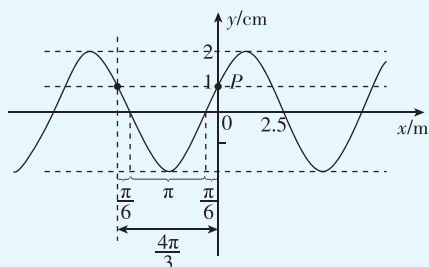
2. A 【解析】设质点P的振动方程为 $y=A\sin(\omega t+\varphi)$,将 $t=0$ 时, $y=1\text{ cm}$,代入振动方程得 $\sin\varphi=\frac{1}{2}$,则 $\varphi=\frac{\pi}{6}$ 或 $\varphi=\frac{5\pi}{6}$,若 $t=0$ 时质点P向上振动($\varphi=\frac{\pi}{6}$),则有 $(\frac{T}{4}-\frac{T}{12})\times2+nT=1\text{ s}$ ($n=0,1,2,\dots$),结合 $1\text{ s}<T<3\text{ s}$ 可知不符合题意,则可判断出 $t=0$ 时质点P向下振动, $\varphi=\frac{5\pi}{6}$,则有 $(\frac{T}{4}+\frac{T}{12})\times2+nT=1\text{ s}$ ($n=0,1,2,\dots$),解得 $T=\frac{3}{2+3n}\text{ s}$ ($n=0,1,2,\dots$),结合 $1\text{ s}<T<3\text{ s}$ 可知 $n=0$ 时 $T=1.5\text{ s}$,则 $\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{4}{3}\pi\text{ rad/s}$,则振动方程为 $y=2\sin(\frac{4\pi}{3}t+\frac{5\pi}{6})\text{ cm}$,**A正确**。



一题多解 “比例法”求解周期T

质点P在 $t=0$ 时刻向下振动,由同侧法可知,波的传播方向为沿x轴正方向,根据 $t=1\text{ s}$ 时刻的虚线波形,可在实线上找出符合题意的“即将传播到虚线波形的位置”,并仅对实线进行分析,波进行一个周期的传播,则相位变化 2π ,波的传播距离为波长 λ ,可知若波仅传播 Δt 的时间,相位变化

$\Delta\varphi$ 、波的位移 Δx 应满足比例关系式 $\frac{\Delta\varphi}{2\pi} = \frac{\Delta x}{\lambda} = \frac{\Delta t}{T}$. 如图, 实线上两位置之间相位差为 $\frac{4\pi}{3}$, 根据比例关系可知时间 $\Delta t = \frac{2T}{3}$, 有 $\frac{2T}{3} = 1$ s, 解得 $T = 1.5$ s.



3. BCD 【解析】由题图知波长 $\lambda = 4$ m, 波向右传播, 0.2 s 时间内,

波向右传播的距离为 $\Delta x = \frac{3\lambda}{4} + n\lambda$ ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$), 波速为 $v =$

易错点: 波的传播具有周期性

$\frac{\Delta x}{\Delta t} = (20n + 15)$ m/s ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$), A 错误; 由 $v = \frac{\lambda}{T}$ 得周期

$T = \frac{4}{20n + 15}$ s ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$), B 正确; 由 $v = \frac{\lambda}{T}$ 得, 当 $v = 35$ m/s

时, 波的周期 $T_1 = \frac{4}{35}$ s, 频率为 $f = \frac{1}{T_1} = \frac{35}{4}$ Hz, C 正确; $v = 35$ m/s

时 $T_1 = \frac{4}{35}$ s, 则坐标原点处的质点的振动方程为 $y = A \sin \frac{2\pi t}{T_1} = 40 \sin(17.5\pi t)$ cm, D 正确.

方法总结 造成波的多解的原因之一是波的传播在空间内具有周期性, 解决此类问题, 可以先由振动图像确定同一时刻两质点的坐标, 在一个波长范围内确定两质点平衡位置的距离与波长关系, 然后扩展为 n 个波长, 写出距离与波长关系, 再根据波长限制条件确定 n 的取值, 即可计算出波振动了 n 个完整的周期.

4. BC 【解析】由振动图像可知, 该波的

周期为 0.4 s, 故 A 错误; 若波从 A 向

B 传播, 波长大于 0.6 m, A、B 间波形

图如图①所示, 则 $\frac{3}{4}\lambda_1 = 0.6$ m, 解得

$\lambda_1 = 0.8$ m, 故 B 正确; 若波从 B 向 A 传播, 波长大于 0.6 m, A、B

间波形图如图②所示, 则 $\frac{1}{4}\lambda_2 = 0.6$ m, 解得 $\lambda_2 = 2.4$ m, 波速为

$v = \frac{\lambda_2}{T} = 6$ m/s, 故 C 正确; 由题图甲可知 $y = -20 \sin \frac{2\pi}{T} t$ (cm) =

$-20 \sin 5\pi t$ (cm), 0.25 s 时 A 偏离平衡位置的位移为 $y = 10\sqrt{2}$ cm, 故 D 错误.

5. ACD 【解析】由题图知, 波长 $\lambda = 8$ m, 则这列波的传播速度为

$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f = 8 \times 2.5$ m/s = 20 m/s, A 正确; 由已知条件无法判断波

的传播方向, B 错误; 若波沿 x 轴正向传播, 传播距离为 1 m =

$\frac{1}{8}\lambda$, $\Delta t = \frac{1}{8}T + nT$ ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$), 即 $\Delta t = (0.05 + 0.4n)$ s ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$), 当 $n = 3$ 时, $\Delta t = 1.25$ s; 当 $n = 4$ 时, $\Delta t = 1.65$ s; 若波沿 x 轴负方向传播, 则传播距离为 7 m = $\frac{7}{8}\lambda$, $\Delta t = \frac{7}{8}T + nT$ ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$), 即 $\Delta t = (0.35 + 0.4n)$ s ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$), Δt 取值为 0.35 s, 0.75 s, 1.15 s, 1.55 s, \dots , C、D 正确.

6. BD 【解析】若该波沿 x 轴正方向传播, 则由题图可知 $t =$

$(n + \frac{1}{4})T$ ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$), 解得周期为 $T = \frac{1.2}{4n + 1}$ s ($n = 0, 1, 2,$

$3, \dots$), 当 $n = 0$ 时, $T = 1.2$ s, 因此它的周期可能为 1.2 s, A 错误;

由题图可知, 波长 $\lambda = 4$ m, 若该波沿 x 轴正方向传播, 则波速 $v =$

$\frac{\lambda}{T} = \frac{4}{1.2} = \frac{10(4n + 1)}{3}$ m/s ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$), 当 $n = 2$ 时, $v =$

30 m/s, B 正确; 若该波沿 x 轴负方向传播, 则由题图可知 $t =$

$(n + \frac{3}{4})T$ ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$), 解得周期为 $T = \frac{1.2}{4n + 3}$ s ($n = 0, 1, 2,$

$3, \dots$), 当 $n = 0$ 时, $T = 0.4$ s, 因此它的周期可能为 0.4 s, 也可能

小于 0.4 s, C 错误; 若该波沿 x 轴负方向传播, 则波速 $v = \frac{\lambda}{T} =$

$\frac{4}{1.2} = \frac{10(4n + 3)}{3}$ m/s ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$), 当 $n = 0$ 时, $v =$

10 m/s, 周期 $T = 0.4$ s, 因 $t = 0$ 时刻, $x = 1$ m 处质点的位移是 0,

则 $t = 0.4$ s 时刻, $x = 1$ m 处质点的位移也是 0, D 正确.

一题多解 若该波沿 x 轴正方向传播, 由题图可知 0.3 s 波

传播的路程为 $x = n\lambda + \frac{1}{4}\lambda = (4n + 1)$ m ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$), 则

波速 $v = \frac{x}{t} = \frac{10(4n + 1)}{3}$ m/s ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$), 当 $n = 2$ 时,

$v = 30$ m/s. B 正确.

7. AB 【解析】设质点由平衡位置振动到位移为振幅一半的位置

时所用时间为 t_1 , 则由 $\frac{1}{2}A = A \sin \frac{2\pi}{T} t_1$, 解得 $t_1 = \frac{T}{12}$, 设质点由位

移为振幅一半的位置振动到最大位移处所用时间为 t_2 , $t_2 = \frac{T}{4} -$

$\frac{T}{12} = \frac{T}{6}$, 质点 b 回到平衡位置的最短时间为 $t_{\min} = \frac{1}{6}T + \frac{1}{4}T =$

$\frac{5}{12}T = 2.5$ s, A 正确; 由题意可知, a、b 两质点的振动状态恰好相

反, a 处振动状态传播到 b 处经历的时间为 $t = (n + \frac{1}{2})T$ ($n = 0, 1,$

$2, \dots$), 则 a、b 之间的距离 $x_{ab} = 9$ m = $(n + \frac{1}{2})\lambda$ ($n = 0, 1, 2, \dots$),

关键点: 周期性分析方法, 先由两质点的振动情况确定一个周期内或一个波形内的时间或距离关系, 然后拓展为 n 个周期内的关系

解得 $\lambda = \frac{18}{2n + 1}$ m ($n = 0, 1, 2, \dots$), 若平衡位置在 $x = 9$ m 处的质点

此刻也正沿 y 轴负方向运动且经过 $y = -3$ cm 处, 则该点与 a 点

的振动情况相同, 两者平衡位置间的距离为波长的 k ($k = 1, 2,$