

『专题 8 机械振动 机械波』

考点 32 简谐运动分析

- 1. D** 【解析】由题意可知, $t=0$ 时刻振子的位移为 $x_1 = -0.1 \text{ m}$, $t=1 \text{ s}$ 时刻振子的位移为 $x_2 = 0.1 \text{ m}$, 则 $\left(n + \frac{1}{2}\right)T = 1 \text{ s} (n=1, 2, \dots)$, 解得 $T = \frac{2}{2n+1} \text{ s} (n=0, 1, 2, \dots)$, 当 $n=0$ 时, $T=2 \text{ s}$, 当 $n=1$ 时, $T = \frac{2}{3} \text{ s}$, 当 $n=3$ 时, $T = \frac{2}{T} \text{ s}$, 随着 n 的增大, 周期变小, D 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. C** 【解析】以竖直向上为正方向, $t=1 \text{ s}$ 到 $t=2 \text{ s}$ 小球从最低点向平衡位置振动, 偏离平衡位置的位移方向为负, 大小正在减小, 由 $F_{\text{回}} = -kx$ 知, 所受的回复力减小, 方向沿 x 轴正方向, A 错误; $t=2 \text{ s}$ 到 $t=3 \text{ s}$ 小球从平衡位置向最高点振动, 可能会经过弹簧的原长, 则弹簧的弹性势能可能先减小后增大, B 错误; 若圆盘以 30 r/min 匀速转动, 其周期为 $T_{\text{驱}} = \frac{1}{n} = \frac{1}{30} \text{ min} = 2 \text{ s}$, 小球振动达到稳定时其振动的周期等于驱动力的周期, 为 2 s , C 正确; 由图乙知, 小球振动的固有周期为 $T_{\text{固}} = 4 \text{ s}$, 若圆盘正以 30 r/min 匀速转动时, $T_{\text{驱}} < T_{\text{固}}$, 欲使小球振幅增加则要适当增大驱动力的周期, 故可适当减小圆盘转速, D 错误.
- 4. D** 【解析】($t_1 + 0.25$) s 至 ($t_1 + 0.5$) s 的时间内, 物体 A 由负的最大位移向平衡位置运动, 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 $1.25 \text{ s} = 1\frac{1}{4}T$ 内, 质点通过的路程等于 50 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, 且大小等于 $1.5g$, 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. A** 【解析】因为 $L \gg h$, 故小球沿光滑圆弧面 ABD 运动可等效为单摆, 其运动到底端的时间相当于摆长为 R 的单摆周期的 $\frac{1}{4}$, 设

该圆弧对应的半径为 R , 则 $t = \frac{1}{4} \times 2\pi \sqrt{\frac{R}{g}} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{R}{g}}$, 设小球沿光滑斜面 ACD 滑到 D 的时间为 t' , 根据等时圆原理得 $t' = 2\sqrt{\frac{R}{g}}$, 故 $t' = \frac{4}{\pi} t = 4 \text{ s}$, A 正确.

- 6. 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 , 如果不考虑水的粘滞阻力, 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 $F = mg - F' = -\rho g S x = -kx$ (关键点: 回复力随位移的变化而变化), 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 $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{\rho g S}}$, $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{2m}{\rho g S}}$, $T_3 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{2\rho g S}}$, $T_4 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{0.8\rho g S}}$, 进行比较可得 $T_2 > T_4 > T_1 > T_3$, 故选 D.

- 7. BCD** 【解析】摆球经过最低点时拉力最大, 相邻两次经过最低点的时间间隔为半个周期, 由题图乙可知 $\frac{1}{2}T = 0.9 \text{ s} - 0.1 \text{ s} = 0.8 \text{ s}$, 则 $T = 1.6 \text{ s}$, 故 A 错误; 由单摆周期公式 $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$, 可知 $L = \frac{gT^2}{4\pi^2} = \frac{9.8 \times 1.6^2}{4 \times 9.8} \text{ m} = 0.64 \text{ m}$, 故 B 正确; 由 $F-t$ 图像可得, 摆球运动到平衡位置时摆线的拉力 $F_{\max} = 1.02 \text{ N}$, 由牛顿第二定律得 $F_{\max} - mg = m \frac{v^2}{L}$, 整个运动过程机械能守恒, 从最高点到平衡位置由机械能守恒定律得 $mgL(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2}mv^2 - 0$, 拉力最小值 $F_{\min} = mg \cos \theta = \frac{3mg - F_{\max}}{2} = \frac{3 \times 100 \times 10^{-3} \times 9.8 - 1.02}{2} \text{ N} = 0.96 \text{ N}$, 故 C 正确; 单摆的周期与质量无关, 所以周期不变, 故 D 正确.

- 8. B** 【解析】 O 点为平衡位置, 沿斜面向上拉动 15 cm 后, 小球受到的合力大小为 $F_{\text{合}} = kx_{OP} = 3 \text{ N}$, 则小球在 P 点的回复力为 -3 N , 故 A 错误; 由简谐运动的对称性可知, 小球在 P' 点的合力大小也为 3 N , 有 $k\Delta x - mg \sin 30^\circ = 3 \text{ N}$, 解得 $\Delta x = 25 \text{ cm}$, 故 B 正确; 小球经平衡位置 O 时, 速度最大, 前四分之一周期内运动的路程要大于 15 cm , 后二分之一周期内运动的路程为 30 cm , 总路程大于 45 cm , 故 C 错误; 根据简谐运动的对称性可知, 小球在 M 、 N 两点速度大小相等, 由系统机械能守恒定律可知, 小球在 N 点时弹簧的弹性势能大于小球在 M 点时弹簧的弹性势能, 故 D 错误.

考点 33 波的传播

- 1. A** 【解析】由题图知, 经过 0.2 s , 波传播了半个波长, 则波的周期为 $T = 0.4 \text{ s}$, 波在传播过程中各质点的起振方向都与波源的起振方向相同, 即 $t = 0$ 时刻 A 点的起振方向向上, 振幅为 0.4 m , 故 A 正确.
- 2. AB** 【解析】在 $t = \frac{T}{4}$ 时, 质点 c 运动到平衡位置, 加速度为零, A 正确; 在 $t = \frac{T}{4}$ 时, 质点 d 运动到正的最大位移处, 位移为 5 cm , B

正确;由波传播的特点知,质点 a 只能在平衡位置附近上下振动,不能随波迁移,C 错误;波沿 x 轴正方向传播,在 $t = \frac{T}{4}$ 时,质点 b 向下振动到负方向最大位移处,速度为零,D 错误.

- 3. C** 【解析】因为质点 P 比质点 Q 振动超前 0.2 s ,可知振动先传到 P 点后传到 Q 点,波沿 x 轴正向传播,故 A 错误;波的传播速度为 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{4.5-1.5}{0.2}\text{ m/s} = 15\text{ m/s}$,故 B 错误; P 、 Q 两质点的平衡位置相距 $\frac{\lambda}{4}$,由 $\frac{1}{4}T = 0.2\text{ s}$,解得 $T = 0.8\text{ s}$,故 C 正确;波向 x 轴正方向传播 1.5 m 时,质点 P 处于平衡位置,质点 Q 处于波峰,故 D 错误.

- 4. AD** 【解析】质点 P 连续两次过平衡位置的时间间隔为 0.2 s ,则 $\frac{1}{2}T = 0.2\text{ s}$,解得 $T = 0.4\text{ s}$,由图像知,波长为 $\lambda = 4\text{ m}$,则波的传播速度为 $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{4}{0.4}\text{ m/s} = 10\text{ m/s}$,A 正确;在波的传播过程中,质点不随波迁移,质点 P 在平衡位置附近上下振动,不会运动到 Q 的位置,B 错误; $t = 0$ 时刻,波传播到 P 点,传播到 Q 点需要的时间为 $t = \frac{\Delta x}{v} = \frac{1}{10}\text{ s} = 0.1\text{ s}$, $t = 0.1\text{ s}$ 时,质点 Q 在平衡位置开始向上振动, $t = 0.2\text{ s}$ 时振动了 $\frac{1}{4}T$,质点 Q 第一次到达波峰位置,C 错误;当质点 Q 从开始振动到第一次到达波谷位置,经过的时间为 $\frac{3}{4}T = 0.3\text{ s}$,质点 P 振动的时间为一个周期,通过的路程为 $4A = 20\text{ cm}$,D 正确.

- 5. B** 【解析】右手抖动的频率是 0.5 Hz ,故波传播的频率 $f = 0.5\text{ Hz}$,由题图乙知,振幅 $A = 20\text{ cm}$,波长为 $\lambda = 8\text{ m}$,波向右传播,由同侧法知,该时刻 P 质点振动方向沿 y 轴负方向, Q 质点的振动方向沿 y 轴正方向,从该时刻开始计时 P 质点的振动方程为 $y = 20\sin\left(\pi t + \frac{3\pi}{4}\right)\text{ cm}$, $t = 0$ 时 P 质点的位移为 $y = 10\sqrt{2}\text{ cm}$,当 $t = 0.25\text{ s}$ 时 P 质点的位移为零, P 质点到达平衡位置,A、C 错误,B 正确;从该时刻开始计时, Q 质点从平衡位置向上振动,故 Q 质点的振动方程为 $y = 20\sin(\pi t)\text{ cm}$,D 错误.

- 6. CD** 【解析】由于波沿 $-x$ 方向传播,所以 $x = 1\text{ m}$ 处的质点的起振方向沿 $-y$ 方向,则波源的起振方向沿 $-y$ 方向,故 A 错误;从波形图来看,波源向上和向下的振幅相同 ($A = 5\text{ cm}$),但在 x 轴下方的振动与在 x 轴上方的振动快慢是不一样的,即圆频率不同,其振动方程应分段来写,而 $y = 5\sin\left(\frac{\pi}{2}t\right)\text{ (cm)}$,只是质点以恒定圆频率 $\omega = \frac{\pi}{2}\text{ rad/s}$ 振动的方程,不能代表波源 P 的全部振动情况,故 B 错误;由题图可以看出,波长 $\lambda = 4\text{ m}$,由题还知道周期 $T = T_{\text{下}} + T_{\text{上}} = 1\text{ s} + 3\text{ s} = 4\text{ s}$,所以波速 $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{4}{4}\text{ m/s} = 1\text{ m/s}$,故 C 正确;波传到 Q ($x = -1.5\text{ m}$) 的时间 $t_1 = \frac{\Delta x}{v} = \left| \frac{-1.5-1}{1} \right|\text{ s} = 2.5\text{ s}$,而 $t = 5\text{ s} = t_1 + T_{\text{下}} + t_{\text{上}}$,所以 $t_{\text{上}} = 1.5\text{ s} = \frac{1}{2}T_{\text{上}}$,即 $t = 5\text{ s}$ 时, Q 质点恰振动到波峰处,所以 Q 的总路程 $s = 2A + A = 2 \times 5\text{ cm} + 5\text{ cm} = 15\text{ cm}$,故 D 正确.

7. AB 【解析】简谐横波 a 和 b 在同一均匀介质中, 则 $v_a = v_b = 2 \text{ m/s}$, 再由题图可知 $\lambda_a = \lambda_b = 0.4 \text{ m}$, 则根据 $v = \frac{\lambda}{T}$, 得 $T_a = T_b = 0.2 \text{ s}$, 故 A 正确; 由于 $\lambda_a = \lambda_b = 0.4 \text{ m}$, 且由题图可看出 $t=0$ 时 A 质点距 a 波最近, 则 a 波先传播到质点 A , 由同侧法可知 A 质点开始振动时沿 y 轴负方向运动, 故 B 正确; 由于质点 B 距离 a 波和 b 波均为 0.2 m , 则经过 0.1 s 质点 B 开始振动, 则 $t=0.25 \text{ s}$ 时, 质点 B 振动了 0.15 s 即 $\frac{3}{4}T$, 由于 B 质点的起振方向向下, 则 $\frac{3}{4}T$ 时, B 质点运动到波峰, 即最大位移处, 故 C 错误; $t=0.125 \text{ s}$ 时, 两列波传播的距离均为 $\Delta x = v_a t = 2 \times 0.125 \text{ m} = 0.25 \text{ m}$, 即 $t=0$ 时 $x=0.4 \text{ m}$ 和 $x=0.9 \text{ m}$ 处质点的振动状态传到了 $x=0.65 \text{ m}$ 处的质点, 故 $x=0.65 \text{ m}$ 处的质点的位移为 -2 cm , 故 D 错误。

8. AC 【解析】由题图乙可知, 乙的周期为 1 s , 在同一介质中, 甲、乙的传播速度大小相同, 所以 $v_{\text{乙}} = v_{\text{甲}} = 2 \text{ m/s}$, 因此 $\lambda_{\text{乙}} = v_{\text{乙}} \cdot T_{\text{乙}} = 2 \text{ m}$, 故 A 正确; 在 $t = \frac{8-5}{2} \text{ s} = 1.5 \text{ s}$ 时, 乙波到达 $x=5 \text{ m}$ 处, 质点 P 开始振动, 故 B 错误; 甲波的周期 $T_{\text{甲}} = \frac{\lambda_{\text{甲}}}{v_{\text{甲}}} = 1 \text{ s} = T_{\text{乙}}$, 对于甲波, 需要 2 s 到达 $x=5 \text{ m}$ 处, 则 $t=2 \text{ s}$ 时, 甲波带动 P 质点由平衡位置且向 y 轴负方向振动, 对于乙波, 需要 1.5 s 到达 P 点, 由题图乙可知, 乙波的起振方向为 y 轴正方向, 则 $t=2 \text{ s}$ 时, 乙波带动 P 质点由平衡位置且向 y 轴负方向振动, 则 P 质点为振动加强点, 因此振幅为 $3 \text{ cm} + 4 \text{ cm} = 7 \text{ cm}$, 故 C 正确; $0 \sim 4.5 \text{ s}$ 的时间内, 对于甲波, 需要 2 s 到达 $x=5 \text{ m}$ 处, 之后 P 质点振动两个周期后再经过 $\frac{1}{2}T$, 此时 P 点处于平衡位置且向 y 轴正方向振动, 对于乙波, 需要 1.5 s 到达 $x=5 \text{ m}$ 处, 之后 P 质点振动 3 个周期, 此时 P 质点应处于平衡位置向 y 轴正方向振动, 综合甲、乙两波的情况, 在 $t=4.5 \text{ s}$ 时, 质点 P 处于平衡位置且向 y 轴正方向振动, 故 D 错误。

9. CD 【解析】 S_1 和 S_2 是两个振幅相同、振动频率相同、相位相同的波源, 所以到两波源的波程差为半波长偶数倍的点为振动加强点, 为半波长奇数倍的点为振动减弱点, C 点到两波源的波程差为 $0, 0 = \frac{\lambda}{2}n$, 则 $n=0$, 则可得 C 为振动加强点, A 点到两波源的波程差为 4λ , 则 $4\lambda = \frac{\lambda}{2}n$, 解得 $n=8$, 可得 A 为振动加强点, 相邻加强点之间有一个减弱点, 即当 n 等于 $1, 3, 5, 7$ 时为振动减弱点, 所以线段 AC 上有 4 个减弱点, 故 A 错误; A, B 连线的中垂线上的点到两波源波程差为 0 , 均为振动加强点, 振幅并不为 0 , 故 B 错误; 机械振动在介质中传播的速度仅由介质决定, 两波源的周期均变为原来的 6 倍, 则波长变为原来的 6 倍, 线段 AC 上的点的波程差最大为 4λ , 最小为 0 , 存在一点的波程差为 3λ , 为一倍的半波长, 此点为振动减弱点, 故 C 正确; 减小波源的频率, 即增大周期, 波长增大, 线段 AB 上相邻加强点之间的距离增大, 故 D 正确。

考点 34 波的图像与振动图像综合问题

1. BD 【解析】在 $t=0.10 \text{ s}$ 时, 由题图乙知质点 Q 正向下运动, 根据“上下坡法”可知该波沿 x 轴负方向传播, 故 A 错误; 由题图甲

知波长 $\lambda = 8 \text{ m}$, 由题图乙知该波的周期是 $T = 0.20 \text{ s}$, 则波速为 $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{8}{0.20} \text{ m/s} = 40 \text{ m/s}$, 故 B 正确; 质点 P 沿垂直波的传播方向振动, 因此 P 不沿 x 轴方向运动, 故 C 错误; 因为 $\lambda = 8 \text{ m}$, 所以沿 x 轴正方向与 P 相距 10 m 处的质点的振动情况相当于沿 x 轴正方向与 P 相距 2 m 处的质点振动情况, 由题图甲可知在 $t = 0.10 \text{ s}$ 时, 该质点与 P 点的振动方向相反, 故 D 正确。

2. D 【解析】 由题图甲可知简谐横波的波长 $\lambda = 8 \text{ m}$, 由题图乙可知, 周期为 $T = 4 \text{ s}$, 该波的波速为 $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{8}{4} \text{ m/s} = 2 \text{ m/s}$, 故 A 错误; 由题图乙可知, $t = 0$ 时刻, 质点 P 向 y 轴正方向运动, 结合题图甲, 由波形平移法知该波的传播方向沿 x 轴负方向, 故 B 错误; 质点 P 并不沿波传播的方向运动, 而只是在平衡位置附近上下振动, 故 C 错误; $0 \sim 2 \text{ s}$ 时间内, 即经过半个周期, 质点 P 回到初始位置, 它的位移为零, 运动的路程为 $s = 2A = 2 \times 2.5 \text{ cm} = 5 \text{ cm}$, 故 D 正确。

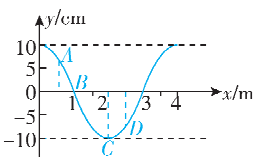
3. B 【解析】 根据图乙可知, $t = 4 \text{ s}$ 时位于 $x = 0.5 \text{ m}$ 的质点 P 向 y 轴正方向振动, 根据波形平移法可知, 波的传播方向向左, 故 A 错误; 根据图乙可知, 周期为 4 s , 则 $t = 9 \text{ s}$ 时, 相当于 $t = 1 \text{ s}$ 时, P 恰好在波峰, 故 B 正确; 质点只会在平衡位置上下振动, 并不会随波的传播方向迁移, 故 C 错误; $4 \sim 5.5 \text{ s}$ 内, 有 $\Delta t = 1.5 \text{ s} = \frac{3}{8}T = \frac{1}{4}T + \frac{1}{8}T$, 由于 $t = 4 \text{ s}$ 质点 P 位于平衡位置向 y 轴正方向振动, 则质点 P 振动 $\frac{1}{4}T$ 到达波峰位置, 接着从波峰位置向下振动 $\frac{1}{8}T$, 由于越接近波峰位置振动速度越小, 则该段时间内 P 运动的路程满足 $s < A + \frac{1}{2}A = \frac{3}{2}A = 6 \text{ cm}$, 故 D 错误。

4. D 【解析】 由图乙可知, 在 $t = 0.5 \text{ s}$ 时 $x = 0 \text{ m}$ 处的质点的速度方向指向平衡位置, 结合图甲, 根据“同侧法”可知该波沿 x 轴正方向传播, A 错误; 由图乙可知, 在 $t = 0.5 \text{ s}$ 时 $x = 0 \text{ m}$ 处的质点向平衡位置运动, 质点的速度逐渐增大, 做加速运动, 故速度与加速度方向相同, B 错误; 由图乙可知, 从 $t = 0.5 \text{ s}$ 开始 $x = 0 \text{ m}$ 处的质点向平衡位置运动, 在 0.3 s 内质点的速度先增大后减小, 平均速度大于 $0 \sim 0.3 \text{ s}$ 时间内的平均速度, 故在 0.3 s 内的路程大于振幅 5 cm , C 错误; 由图甲可知 $\frac{\lambda}{4} + \frac{\lambda}{4} \times \frac{2}{3} = \frac{10}{3} \text{ m}$, 解得 $\lambda = 8 \text{ m}$, 由图乙可知 $T = 1.2 \text{ s}$, 故波速大小为 $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{8}{1.2} \text{ m/s} = \frac{20}{3} \text{ m/s}$, D 正确。

5. BC 【解析】 $t = 0$ 时, 平衡位置在 $x = 3 \text{ m}$ 处的质点由平衡位置沿 y 轴正方向振动, 由同侧法知, 简谐横波沿 x 轴正方向传播, 所以质点 b 比质点 a 晚起振, A 错误; 在 $0.10 \sim 0.25 \text{ s}$ 内, 简谐横波沿 x 轴正方向传播了 $\frac{3}{4}\lambda$ (关键点: 波在一个周期内传播的距离为一个波长), 即传播了 4.5 m , B 正确; 质点由最大位移处向平衡位置运动时, 速度越来越大, 由“同侧法”知, $t = 0$ 时刻质点 a 沿 y 轴正方向振动, $t = 0.10 \text{ s}$ 时质点 a 沿 y 轴负方向振动, 在 $0.10 \sim 0.25 \text{ s}$ 内, 质点 a 通过的路程大于 $3A$, 即大于 30 cm (易错点: 质点在 $\frac{3}{4}T$ 内

通过的路程可能大于 $3A$ 、可能等于 $3A$ 、可能小于 $3A$), C 正确; $t = 0.25 \text{ s}$ 时, 质点 b 处于平衡位置向下振动, 加速度最小, D 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】由图乙知, 质点 b 的振动周期为 $T = 0.4 \text{ s}$, A 错误; 设波长为 λ , 波速为 v , 则有 $\frac{3T}{4} + \frac{L_1}{v} = t_1$, 解得 $v = 0.75 \text{ m/s}$, 该波的波长为 $\lambda = vT = 0.75 \times 0.4 \text{ m} = 0.3 \text{ m}$, B 错误, C 正确; 波传播到质点 c 所用时间为 $t_2 = \frac{L_2}{v} = 0.8 \text{ s}$, 质点 c 振动时间为 $t_3 = 2 \text{ s} - 0.8 \text{ s} = 1.2 \text{ s}$, 则质点 c 通过的路程为 $x = \frac{t_3}{T} \times 4A = \frac{1.2}{0.4} \times 4 \times 0.1 \text{ m} = 1.2 \text{ m}$, D 错误.

- 8. D** 【解析】由图乙可知, $t = 1.0 \text{ s}$ 时, $x = 3.0 \text{ m}$ 处的质点的速度方向沿 y 轴正方向, 根据同侧法可知, 图甲中波沿 x 轴的负方向传播, 故 A 错误; 由图甲知, 波长为 $\lambda = 4 \text{ m}$, 由图乙知, 周期为 $T = 2 \text{ s}$, 则波速为 $v = \frac{\lambda}{T} = 2 \text{ m/s}$, B 错误; 质点 a 位于 0.5 m 处, 由图甲可知, 在 $t = 1.0 \text{ s}$ 时 a 不在平衡位置, 也不在最大位移处, 而从 $t = 1.0 \text{ s}$ 到 $t = 1.5 \text{ s}$, 质点 a 所经历的时间为 $\Delta t = 0.5 \text{ s} = \frac{1}{4}T$, 因此质点 a 通过的路程不是一个振幅 A , 即不等于 10 cm , 故 C 错误; 由 C 项分析可知, 经 $\frac{1}{4}T$, $t = 1.5 \text{ s}$ 时 a 质点正沿 y 轴向下振动, 因此其速度方向沿 y 轴负方向, 故 D 正确.

- 9. B** 【解析】由“同侧法”可知, 质点 b 此时沿 y 轴负方向运动, 故 A 错误; 题图乙中, 经 $\Delta t = \frac{1}{3} \times 10^{-5} \text{ s}$ 时间, 波形向 x 轴负方向平移的距离 $\Delta x = v\Delta t$, 代入数据解得 $\Delta x = 5 \text{ mm}$, 质点 b 恰好处于波谷, 故 B 正确; 由题图乙可知, 波长为 $\lambda = 12 \times 10^{-3} \text{ m}$, 周期 $T = \frac{\lambda}{v}$, 代入数据解得 $T = 8.0 \times 10^{-6} \text{ s}$, 故 C 错误; 质点 a 只在其平衡位置附近上下振动, 不随波迁移, 所以在 0.1 s 时间内运动的路程为 $s = 4A \times \frac{t}{T}$, 代入数据解得 $s = 200 \text{ m}$, 故 D 错误.

考点 35 波的多解问题

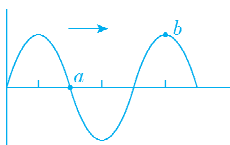
- 1. BD** 【解析】根据题意有 $(t + 0.4) - t = \left(\frac{1}{2} + n\right)T$ ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$), 解得 $T = \frac{0.8}{1+2n} \text{ s}$ ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$), 当 $n = 0$ 时, $T = 0.8 \text{ s}$, A

错误;由题图知,该地震波的波长为 $\lambda = 4 \text{ km}$,根据波速与波长的关系可知周期取最大时,有最小波速,为 $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{4}{0.8} \text{ km/s} = 5 \text{ km/s}$,B 正确;根据“同侧法”知, t 时刻位于 $x = 1 \text{ km}$ 的质点沿 y 轴负向振动,C 错误;地震横波沿 x 轴正方向传播,从 t 时刻开始计时, $x = 2.5 \text{ km}$ 处的质点向上振动, $x = 2 \text{ km}$ 处的质点位于波峰,故 $x = 2 \text{ km}$ 处的质点比 $x = 2.5 \text{ km}$ 处的质点先回到平衡位置,D 正确。

2. BC 【解析】根据频率与周期的关系知

$$T = \frac{1}{f} = 0.2 \text{ s}, \text{质点 } a \text{ 具有向上的最大速度,}$$

则质点 a 在平衡位置,波向右传播,质点 b 恰好处于波峰位置,则质点 a 、 b 的位置关系可能如图所示,



由于波传播的周期性,故质点 a 、 b 间的距离 $x_{ab} = \left(n + \frac{3}{4}\right) \lambda$ ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$),解得 $\lambda = \frac{20}{4n+3} \text{ m}$ ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$),因此波速 $v =$

$$\frac{\lambda}{T} = \frac{100}{4n+3} \text{ m/s} \text{ } (n = 0, 1, 2, 3, \dots), n = 0 \text{ 时, } v = \frac{100}{3} \text{ m/s}, n = 3 \text{ 时,}$$

$$v = \frac{20}{3} \text{ m/s}; \text{则 B、C 正确, A、D 错误.}$$

3. ACD 【解析】由图知,波长 $\lambda = 8 \text{ m}$,则这列波的传播速度为 $v =$

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

传播方向,B 错误;若波沿 x 轴正向传播,传播距离为 $1 \text{ m} = \frac{1}{8} \lambda$,

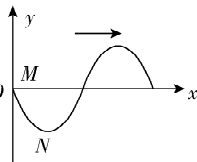
$$\Delta t = \frac{1}{8} T + nT \text{ } (n = 0, 1, 2, 3, \dots), \text{即 } \Delta t = 0.05 \text{ s} + 0.4n, \text{当 } n = 3 \text{ 时,}$$

$\Delta t = 1.25 \text{ s}$;当 $n = 4$ 时, $\Delta t = 1.65 \text{ s}$;若波沿 x 轴负方向传播,则传播

$$\text{距离为 } 7 \text{ m} = \frac{7}{8} \lambda, \Delta t = \frac{7}{8} T + nT \text{ } (n = 0, 1, 2, 3, \dots), \text{即 } \Delta t = 0.35 \text{ s} +$$

$0.4n$, Δt 取值为 $0.35 \text{ s}, 0.75 \text{ s}, 1.15 \text{ s}, 1.55 \text{ s}, \dots$, C、D 正确。

4. BD 【解析】以向右为正方向, M 点向右回到平衡位置时,在波的图像上正处于平衡位置向正方向运动, N 点正处于负向最大位移处, MN 之间小于一个波长的图像如图



所示. 所以有 $\left(n + \frac{1}{4}\right) \lambda = 0.6 \text{ m}$ ($n = 0, 1, 2, \dots$),解得 $\lambda = \frac{2.4}{4n+1} \text{ m}$

($n = 0, 1, 2, \dots$),由 0.25 s 后 N 点向右回到平衡位置,有 $\left(m +$

$$\frac{1}{4}\right) T = 0.25 \text{ s} \text{ } (m = 0, 1, 2, \dots), \text{由于周期 } T > 0.25 \text{ s}, \text{所以 } m = 0, \text{解}$$

$$\text{得周期 } T = 1 \text{ s}, \text{波速 } v = \frac{\lambda}{T} = \frac{2.4}{4n+1} \text{ m/s} \text{ } (n = 0, 1, 2, \dots), \text{易知 } n = 0$$

时, $v_1 = 2.4 \text{ m/s}$, $n = 1$ 时, $v_1 = 0.48 \text{ m/s}$,故选 B、D。

5. C 【解析】因为没有说明 t_1 时刻是哪个时刻,假设 $t_1 = 0$,根据题图乙可知,质点 Q 在 t_1 时刻正在沿 y 轴正方向振动,则波向 x

轴正方向传播,可得 $t_2 - t_1 = nT + \frac{T}{4}$ ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$),假设 $t_1 =$

0.1 s ,根据题图乙可知,质点 Q 在 t_1 时刻正在沿 y 轴负方向振

动,则波向 x 轴负方向传播,同理可得 $t_2 - t_1 = nT + \frac{3T}{4}$ ($n = 0, 1, 2,$

$3, \cdots)$, 由题图乙知 $T=0.2\text{ s}$, 故 A 错误; 由 A 项分析可知, 无论是哪种情况, t_2 时刻质点 Q 都在波峰, 振动速度等于零, 最小, 故 B 错误; 由题图甲知波长为 $\lambda=8\text{ m}$, 则波速为 $v=\frac{\lambda}{T}=40\text{ m/s}$, 故 C 正确; t_1 到 t_2 时间内, Q 运动的路程可能是 $s=4nA+A$ ($n=0, 1, 2, \cdots$) 或 $s=4nA+3A$ ($n=0, 1, 2, \cdots$), 如果 $t_1=0$, 在第一个 $\frac{T}{4}$ 时间内, P 沿 y 轴负方向运动, 该时间内的路程 y_1 大于振幅 A , 则 t_1 到 t_2 内的路程 $s'=4nA+y_1$, 同理如果 $t_1=0.1\text{ s}$, 在第一个 $\frac{T}{4}$ 时间内, P 沿 y 轴正方向运动到波峰, 又沿 y 轴负方向返回原位置, 该时间内的路程 y_2 小于振幅 A , 则 t_1 到 t_2 内的路程 $s'=4nA+2A+y_2$, 可知 P 、 Q 运动的路程不相等, 故 D 错误.