

第八单元 机械波



考点基础巩固卷

1. D 必刷知识 ▶ 波的干涉图样

【深度解析】题图中 a 点是波谷与波谷相遇的点, b 点是波峰与波峰相遇的点, 两点的振动均加强, 故 **A 错误**; 题图中 a 、 b 连线上的点均为振动加强点, 故 **B 错误**; 相干波叠加产生的干涉是稳定的, 不会随时间变化, 题图中 c 点的振动一直减弱, 故 **C 错误**; 两列波在 b 点的振动位移始终相同, 叠加后的振幅为 $2A$, 在 c 点的振动位移始终相反, 叠加后的振幅为零, 故 **D 正确**。

2. A 必刷模型 ▶ 波双向传播求波长、周期、波速

【深度解析】 $t=6\text{ s}$ 时, 质点 c 刚开始振动, 说明该波 6 s 传播了 6 m , 故波速为 $v=1\text{ m/s}$, 则波传播到 a 点所需时间 $t_a=\frac{3}{1}\text{ s}=3\text{ s}$, $t=6\text{ s}$ 时, 质点 a 第一次到达最高点, 说明 a 振动 $\frac{1}{4}$ 个周期用时 3 s , 即 $\frac{T}{4}=3\text{ s}$, 故 $T=12\text{ s}$, **A 正确**, **B 错误**; 波传播到 b 点所需时间 $t_b=\frac{4}{1}\text{ s}=4\text{ s}$, 则 $t=4\text{ s}$ 时, b 处的质点开始向上振动, 再经 3 s 时间, b 处的质点第一次振动到最高点, 故 $t=6\text{ s}$ 时, b 处的质点正在向上运动, **C 错误**; 根据波的传播特点知, 波源停止振动, 波仍然在传播, 其他质点依旧在振动, 而不是立即停止振动, **D 错误**。

3. A 必刷知识 ▶ 波的图像+多解问题

【深度解析】在 0.9 s 时间内, 若振源起振方向沿 y 轴正方向, 则波传播距离为 18 m , 波速 $v_1=\frac{x_1}{t}=\frac{18}{0.9}\text{ m/s}=20\text{ m/s}$, 若振源起振方向沿 y 轴负方向, 则波传播距离为 14 m , 波速 $v_2=\frac{x_2}{t}=\frac{14}{0.9}\text{ m/s}=\frac{140}{9}\text{ m/s}$, 则该波的波速可能是 $\frac{140}{9}\text{ m/s}$, 故 **A 正确**; 由题图可知 $t=0.9\text{ s}$ 时, x 轴上 2 m 处的质点振动方向沿 y 轴正方向, 故 **B 错误**; 由题图可知波长 $\lambda=8\text{ m}$, 波的周期 $T=\frac{\lambda}{v}$, 当波速为 v_1 、 v_2 时对应的周期分别为 $T_1=\frac{\lambda}{v_1}=\frac{8}{20}\text{ s}=0.4\text{ s}$, $T_2=\frac{\lambda}{v_2}=\frac{8}{\frac{140}{9}}\text{ s}=\frac{18}{35}\text{ s}$, 故 **C 错误**; 题图中 $x=12\text{ m}$ 处的质点可能振动了 $\frac{1}{4}$ 周期, 也可能振动了 $\frac{3}{4}$ 周期, 故 **D 错误**。

4. D 必刷题型 ▶ 振动图像+振动方程

选项	分析	正误
A	由题图可知, 质点振动的周期为 8 s	×

B	1 s 末前后质点受到的回复力都沿 y 轴负方向	×
C	由 $x-t$ 图像的斜率表示速度可知, 3 s 时与 7 s 时质点速度大小相同, 方向相反	×
D	$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{4} \text{ rad/s}$, 设质点振动方程为 $y = 2\sin(\omega t + \varphi) \text{ (cm)}$, 将 $t = 3 \text{ s}$ 时 $y = 0$, 代入解得 $\varphi = \frac{\pi}{4}$, 可得 $y = 2\sin\left(\frac{\pi}{4}t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ (cm)}$	✓

5. D 必刷知识 ▶ 波动+多解

【深度解析】设质点 b 的振动方程为 $y_b = 2\sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_b\right)$, $t = 0$

时刻 $y_b = \sqrt{3} \text{ cm}$, 且质点 b 沿 y 轴正方向运动, 解得 $\varphi_b = \frac{\pi}{3}$,

在 $t = \frac{T}{3}$ 时刻, 质点 b 的位移为 $y_b = 2\sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{3} + \frac{\pi}{3}\right) \text{ cm} = 0$,

可知质点 b 刚好位于平衡位置, 速度最大, **A 正确**; $t = 0$ 时刻,

质点 a 、 b 的位移相同, 但运动方向相反, 则质点 a 的振动方

程为 $y_a = 2\sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \frac{2\pi}{3}\right)$, 则 a 、 b 两个质点的振动时间差为

$$\Delta t = nT + \frac{\frac{2}{3}\pi - \frac{1}{3}\pi}{\omega} = \left(n + \frac{1}{6}\right)T \quad (n = 0, 1, 2, \dots),$$

a 、 b 两个质点的距离为 $\Delta x = v\Delta t = \left(n + \frac{1}{6}\right)vT = \left(n + \frac{1}{6}\right)\lambda = 50 \text{ cm} \quad (n = 0, 1,$

$2, \dots)$, 可得波长为 $\lambda = \frac{300}{6n+1} \text{ cm} \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$, 当 $n = 4$ 时,

可得 $\lambda = 12 \text{ cm}$, **B 正确**; 当 a 、 b 两质点分别位于平衡位置的

上、下方且离平衡位置距离相等时, 两质点的速度相同, **C 正**

确; 因为 a 、 b 两个质点的振动时间差为 $\Delta t = \left(n + \frac{1}{6}\right)T \quad (n = 0,$

$1, 2, \dots)$, 当质点 b 的位移为 $+2 \text{ cm}$, 即质点 b 位于波峰时, 质

点 a 的位移为正值, **D 错误**。本题选择不正确的, 故选 **D**。

6. C 必刷题型 ▶ 振动图像+波的传播

【深度解析】由题图甲可知, 两种振动的周期分别为 $T_1 = 1 \text{ s}$,

$T_2 = 0.5 \text{ s}$, 对应的波长分别为 $\lambda_1 = vT_1 = 4 \text{ m}$, $\lambda_2 = vT_2 = 2 \text{ m}$, 已

知 $SP = 8 \text{ m}$, 波源的振动情况经过 2 s 传到 P 点, 4 s 后波源 S

停止振动, 所以 $t = 6.0 \text{ s}$ 时, 质点 P 恰好停止振动, 故 **A 错**

误。波传到质点 P 经过 2 s , 波传到质点 Q 经过 2.5 s , 在 $t =$

3.5 s 时, 质点 P 振动了 1.5 s , 质点 Q 振动了 1 s , 由题图甲

中波源在 $t = 1 \text{ s}$ 和 $t = 1.5 \text{ s}$ 时的振动方向可知, 此时质点 P 、

Q 振动方向相同, 故 **B 错误**。波传到质点 P 经过 2 s , 结合题

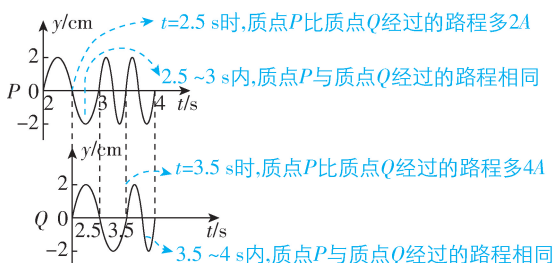
图甲可知, 在前 4 s 内, 质点 P 完成了 1 个周期为 T_1 的全振

动和 2 个周期为 T_2 的全振动, 路程为 $s = 3 \times 4 \times 2 \text{ cm} = 24 \text{ cm}$,

故 **C 正确**。波传到质点 P 经过 2 s , 波传到质点 Q 经过

2.5 s , 如图所示, $3.5 \text{ s} \leq t \leq 4.0 \text{ s}$ 时, P 、 Q 经过的路程相差最

大, 为 $4A$, 故 **D 错误**。



7. D 必刷知识 ▶ 弹簧振子的受迫振动

【深度解析】摇把匀速转动的频率 $f = \frac{240}{60} \text{ Hz} = 4 \text{ Hz}$, 周期 $T =$

$\frac{1}{f} = 0.25 \text{ s}$, 当振子稳定振动时, 它的振动周期及频率均与驱动力的周期及频率相等, **A、B 错误**; 当摇把的转速减小时, 其频率将更接近振子的固有频率 2 Hz , 弹簧振子的振幅将增大, 反之振幅将减小, **C 错误**; 外界对弹簧振子做正功, 系统机械能增大, 振子的振幅增大, **D 正确**。

8. C 必刷题型 ▶ 振动图像+波的图像

【深度解析】质点 K 只能沿 y 轴振动, 不能沿 x 轴移动, 故 **A 错误**。由题图乙可知, 该波的周期为 $T = 2 \text{ s}$, 假如波沿 x 轴负方向传播, 再经过 0.5 s 即 $\frac{T}{4}$, 质点 K 到达 y 轴负方向最大位移处, 此时, 质点 K 的加速度为正方向最大; 假如波沿 x 轴正方向传播, 质点 K 再经过 0.5 s 到达正方向最大位移处, 此时, 质点 K 的加速度为负方向最大, 故 **B 错误**。如果题图乙为质点 K 的振动图像, 由题图乙可知, 质点 K 在 $t = 1 \text{ s}$ 时沿 y 轴负方向振动, 结合 B 项分析可知, 波沿 x 轴负方向传播, 故 **C 正确**。如果题图乙为质点 L 的振动图像, 由题图乙可知, 质点 L 在 $t = 1 \text{ s}$ 时沿 y 轴负方向振动, 结合题图甲可知, 波沿 x 轴正方向传播, 故 **D 错误**。

9. B 必刷模型 ▶ 简谐运动+竖直弹簧振子模型

【深度解析】由题意可知, 挂上总质量为 0.5 kg 的 M 、 N 两物体时弹簧伸长 5 cm , 则挂上质量为 0.2 kg 的物体 N 时弹簧伸长 2 cm , 剪断细线后, 根据简谐运动特征可知物体 M 的振幅 $A = 2 \text{ cm}$, $\omega = \frac{2\pi}{T} = 10\pi$, 由于规定竖直向上为正方向, 则物体 M 的初相位为 -0.5π , 物体 M 的振动方程为 $x = 2\sin(10\pi t - 0.5\pi) \text{ cm}$, **A 错误**; M 由最低点运动到最高点动能增加量为零, 弹簧弹力做功等于物体 M 重力势能增加量, 即 $W_{\text{弹}} = m_M g \cdot 2A = 0.12 \text{ J}$, **B 正确**; 剪断细线瞬间, M 受到的合力大小等于 $m_N g$ (关键点: 此时 M 在最低点, 受到的合力即回复力), 根据简谐运动的对称性, M 运动到最高点的合力大小也等于 $m_N g$, 故加速度大小为 $a = \frac{m_N g}{m_M} = \frac{20}{3} \text{ m/s}^2$, **C 错误**; M 在最低点时弹簧长度为 15 cm , 上升 $2A$ 到最高点, 故 M 在最高点时弹簧长度为 11 cm , **D 错误**。

10. C 必刷题型 ▶ 波的图像+波的干涉

【深度解析】从 $t=0$ 时刻 $x=-2\text{ m}$ 处的质点和 $x=4\text{ m}$ 处的质点的振动方向来判断,甲、乙两波开始振动的方向分别是 y 轴正方向和 y 轴负方向, **A 错误**;因甲、乙两波同时到达原点 O ,而甲波的传播距离是乙波的一半,可知甲波传播速度是乙波的一半,又由题图可知甲波的波长也是乙波的一半,所以甲、乙两波的频率相同,能形成稳定的干涉图样, **B 错误**; $0\sim\frac{5}{12}\text{ s}$ 时间内,质点 P 经过的路程为 6 cm ,则质点 P 先到达波峰后回到平衡位置,又 $t=0$ 时质点 P 位于 $y=2\text{ cm}$ 处,可得其平衡位置坐标 $x=-\frac{7}{3}\text{ m}$,所以 $0\sim\frac{5}{12}\text{ s}$ 时间内,甲波传播的距离为 $-\frac{7}{3}\text{ m}-(-4\text{ m})=\frac{5}{3}\text{ m}$,则甲波传播速度为 4 m/s ,乙波传播速度为 8 m/s ,计算可得两列波恰好在 $t=0.5\text{ s}$ 时到达原点 O 处, **C 正确**; $t=0.5\text{ s}$ 时,甲、乙两波均传播到 O 点,且甲、乙两波的起振方向分别是 y 轴正方向和 y 轴负方向,所以 O 点为振动减弱点,即甲、乙两波均传播到 O 点后,两列波在 O 点产生的位移等大反向, O 点不振动,则 $t=0$ 时刻开始 1 s 内, O 点运动的路程为零, **D 错误**。

11. (1) D (2) 9.7 C

必刷知识 ▶ 用单摆测量重力加速度的大小

【深度解析】(1) 为了减小空气阻力的影响,摆球应该选择质量大、体积小,即密度大的球体;为了避免摆动过程摆线的长度发生改变,摆线应该选择细小且弹性小的线;为了确保悬点固定,应该用夹子将细线上端夹住。 **故选 D**。

(2) 单摆周期为 $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$,可得 $T^2=\frac{4\pi^2}{g}\cdot L$,结合计算机拟合得到的单摆周期 T 与摆长 L 的关系方程有 $\frac{4\pi^2}{g}=4.08$,解得 $g\approx 9.7\text{ m/s}^2$ 。由方程可知当 L 为零时,周期 T 并不等于零,表明实验中摆长的测量值偏小,即计算摆长时,可能少加了小球的半径, **故选 C**。

12. (1) 1.85 (2) $\frac{4\pi^2}{g}L$ 9.9 (3) 偏大

必刷知识 ▶ 用单摆测量重力加速度

【深度解析】(1) 游标卡尺主尺的示数为 $1.8\text{ cm}=18\text{ mm}$,游标尺示数为 $5\times 0.1\text{ mm}$,则摆球的直径为 $18.5\text{ mm}=1.85\text{ cm}$ 。

(2) 根据 $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 得 $T^2=\frac{4\pi^2}{g}L$,图像斜率 $k=\frac{4\pi^2}{g}=4.0\text{ s}^2/\text{m}$,则 $g\approx 9.9\text{ m/s}^2$ 。

(3) 对圆锥摆, 根据牛顿第二定律有 $mg \tan \theta = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$, 其中

$$r = L \sin \theta, \text{ 解得 } T = 2\pi \sqrt{\frac{L \cos \theta}{g}} < 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}, \text{ 根据 } g = \frac{4\pi^2}{T^2} L \text{ 可}$$

知, T 偏小, 所以 g 偏大。

13. (1) 沿 x 轴负方向传播 10 m/s (2) 0.525 s

必刷题型 ▶ 波的图像

【深度解析】(1) 由题图可知, 波长 $\lambda = 3$ m, 振幅 $A = 0.1$ m,

在 t_1 到 t_2 时间内, $0.2 \text{ m} < s < 0.4 \text{ m}$, 可知 $2A < s < 4A$, 故 $\frac{1}{2}T <$

$\Delta t < T$, 设 Δt 时间内波传播的距离为 Δx , 则 $\frac{1}{2}\lambda < \Delta x < \lambda$, 即

$$\frac{3}{2} \text{ m} < \Delta x < 3 \text{ m},$$

由题图可知, 若波沿 x 轴正方向传播, 则 $\Delta x_1 = n\lambda + 1 \text{ m}$ ($n = 0, 1, 2, \dots$), n 无解,

若波沿 x 轴负方向传播, 则 $\Delta x_2 = n\lambda + 2 \text{ m}$ ($n = 0, 1, 2, \dots$), $n = 0$ 时符合,

由上述可知, 这列波一定沿 x 轴负方向传播且 $\Delta x_2 = 2 \text{ m}$,

又 $\Delta t = t_2 - t_1 = 0.2 \text{ s}$,

由 $\Delta x_2 = v \cdot \Delta t$, 得 $v = 10 \text{ m/s}$ 。

(2) $t_1 = 0.2 \text{ s}$ 时, 距离质点 P 最近的波谷位于 $x = \frac{3}{4}\lambda =$

2.25 m ,

则质点 P 第二次出现波谷时, 波向 x 轴负方向传播的距离

$$\Delta x' = (x - x_P) + \lambda = 3.25 \text{ m},$$

由 $\Delta x' = v \cdot \Delta t'$ 得 $\Delta t' = 0.325 \text{ s}$,

故质点 P 第二次出现波谷的时刻为 $t = t_1 + \Delta t' = 0.525 \text{ s}$ 。

14. (1) $\frac{1}{2}$ (2) $\frac{2\Delta t}{2n+1}$ ($n = 0, 1, 2, \dots$)

必刷知识 ▶ 质点振动

【深度解析】(1) 根据向左、向右传播的波同时传到 A 、 B 两

点, 结合 $v = \frac{s}{t}$ 可知 $\frac{v_{\text{左}}}{v_{\text{右}}} = \frac{\overline{OA}}{\overline{OB}} = \frac{1}{2}$, 波向左、向右传播的周期

相同, 根据 $\lambda = vT$ 可得 $\frac{\lambda_{\text{左}}}{\lambda_{\text{右}}} = \frac{v_{\text{左}}}{v_{\text{右}}} = \frac{1}{2}$ 。

(2) 因 A 、 B 两点起振后振动方向始终相反, 则 A 、 B 两点到波源 O 的距离之差为半波长的奇数倍, 即

$$\Delta x = v\Delta t = (2n+1) \frac{\lambda}{2} \quad (n = 0, 1, 2, \dots), \quad T = \frac{\lambda}{v},$$

解得 $T = \frac{2\Delta t}{2n+1}$ ($n = 0, 1, 2, \dots$)。



单元综合提升卷

1. A 必刷知识 ▶ 干涉+衍射+多普勒效应

选项	分析	正误
A	只有频率相同的波才会发生干涉现象	✓
B	波的传播速度由介质决定,与频率无关	×
C	只有二者间的相对距离变化时,才会出现多普勒效应,若观察者以波源为中心转动则不会发生多普勒效应	×
D	任何波都可以发生衍射现象,而当缝、孔或障碍物的尺寸跟波长差不多,或者比波长更小时,才会发生明显的衍射现象	×

2. D 必刷知识 ▶ 单摆周期公式

【深度解析】一个摆动周期内,以 L 为摆长时,小球的运动时间

为 $t_1 = \frac{1}{2} \times 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$, 以 $\frac{1}{2}L$ 为摆长时,小球的运动时间为

$t_2 = \frac{1}{2} \times 2\pi \sqrt{\frac{\frac{1}{2}L}{g}}$, 则小球摆动的周期为 $T = t_1 + t_2 =$

$(\sqrt{2}+1)\pi\sqrt{\frac{L}{2g}}$, 故 **D** 正确。

易错警示

对单摆周期公式不理解导致错误。不同的摆长对应不同的周期,小球从 A 点出发再次回到 A 点时所用的时间为一个周期,其中包括以 L 为摆长做简谐运动的半个周期和以 $\frac{1}{2}L$ 为摆长做简谐运动的半个周期。

3. B 必刷题型 ▶ 共振+波的图像

【深度解析】当驱动力频率等于物体的固有频率时产生共振,

振幅最大,驱动力周期变大时,物体的固有频率不变,则共振

曲线的峰不变, **A** 错误;由题图乙得波长 $\lambda = 8 \text{ m}$ 质点 P 此时

沿 y 轴负方向振动,由题图甲得周期 $T = 2 \text{ s}$, $t = 2.5 \text{ s}$ 即经过

$1\frac{1}{4}T$, 质点 P 的位移为负值,故加速度方向沿 y 轴正方向, **B**

正确;设质点 Q 的振动方程为 $y = A\sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right)$, $t = 0$ 时 Q 位

于平衡位置并沿 y 轴正方向运动,故 $\varphi_0 = 0$,由题图乙得 $A =$

10 cm , 又 $T = 2 \text{ s}$, 故 $y = 10\sin \pi t (\text{cm})$, **C** 错误; $t = 1 \text{ s} = \frac{1}{2}T$ 时质

点 P 的位置与 $t = 0$ 时关于原点 O 对称, P 从 $t = 1 \text{ s}$ 到 $t = 2.5 \text{ s}$ 经

过时间 $\Delta t = 1.5 \text{ s} = \frac{3}{4}T$, 通过的路程不是 $3A = 30 \text{ cm}$, **D** 错误。

4. D 必刷知识 ▶ 振动图像

【深度解析】波的传播速度 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{55-40}{1.5} \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$, 由题

图可知,周期 $T = 2.0 \text{ s}$, 由 $\lambda = vT$ 得波长 $\lambda = 20 \text{ m}$, **A** 错误;波

源在 $t=1.0\text{ s}$ 时刻之后,位移为负,表明波源在 $t=1.0\text{ s}$ 时的运动方向沿 y 轴负方向, **B 错误**; A 、 B 两点间距 $\Delta x = \frac{55-40}{20}\lambda = \frac{3}{4}\lambda$, 又由于波由 A 向 B 方向传播,结合“同侧法”,可知当 A 点在某一时刻经平衡位置沿 y 轴正方向运动时, B 点处于波峰位置, **C 错误, D 正确**。

5. D 必刷题型 ▶ 振动图像+波的图像

选项	分析	正误
A	由题图甲可知,波长为 8 m ,由题图乙可知,周期为 0.2 s ,故该波的传播速度为 $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{8}{0.2}\text{ m/s} = 40\text{ m/s}$	×
B	由题图乙可知, $t=0.1\text{ s}$ 之后,质点 Q 的位移为负, $t=0.1\text{ s}$ 时,质点 Q 的速度方向沿 y 轴负方向	×
C	根据 $t=0.1\text{ s}$ 时质点 Q 的振动方向和题图甲,由“同侧法”得,波沿 x 轴负方向传播	×
D	从 $t=0.1\text{ s}$ 到 $t=0.2\text{ s}$,经过半个周期,故质点 Q 通过的路程为 2 个振幅,即 8 cm	✓

6. D 必刷题型 ▶ 简谐运动+振动图像

【深度解析】 $x-t$ 图像的斜率表示速度,由题图乙可知, B 点对应的速度为零,物块处于最低点位置, C 点对应的速度为零,物块处于与薄板粘连后的最高点;根据简谐运动的对称性可知,最高点的加速度和最低点的加速度大小相等,即 $a_B = a_C$,由于 C 点对应物块处于最高点,此时弹簧处于伸长状态,根据牛顿第二定律可得 $a_B = a_C = \frac{mg+F_{\text{弹}}}{m} > g$, **A、B 错误**;由题图乙可知,物块从最低点 B 到最高点 C 所用时间为 $t_{BC} = 0.7\text{ s} - 0.4\text{ s} = 0.3\text{ s}$,该物块与薄板粘连后振动的周期为 $T = 2t_{BC} = 0.6\text{ s}$, **C 错误**; $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{10\pi}{3}\text{ rad/s}$,振幅为 $A = \frac{50-10}{2}\text{ cm} = 0.2\text{ m}$, $t=0.2\text{ s}$ 后物块坐标位置随时间变化关系为 $x = 0.3 + 0.2\sin\left[\frac{10\pi}{3}(t-0.2\text{ s}) + \varphi_0\right]\text{ (m)}$,当 $t=0.4\text{ s}$ 时, $x=0.5\text{ m}$,代入上式得 $\varphi_0 = -\frac{\pi}{6}$,故 $x = 0.3 + 0.2\sin\left[\frac{10\pi}{3}(t-0.2\text{ s}) - \frac{\pi}{6}\right]\text{ (m)}$, **D 正确**。

7. D 必刷知识 ▶ 振动图像+干涉

【深度解析】两列波传播到 A 点的路程差为 $\Delta s = \sqrt{6^2+8^2}\text{ m} - 8\text{ m} = 2\text{ m}$,两列波的波速均为 $v=0.5\text{ m/s}$,由振动图像可得周期均为 $T=4\text{ s}$,所以波长均为 $\lambda = vT = 0.5 \times 4\text{ m} = 2\text{ m}$, $\Delta s = \lambda$,根据题图乙和题图丙可知,两列波的起振是反向的,所以质点 A 位于振动减弱区,故 **A 错误**;两波源的振动频率相等,则质点 A 与质点 B 振动快慢相同,故 **B 错误**;发生干涉的区域,介质中的质点仍在不停地振动着,其位移的大小和方向都随

时间做周期性变化,0至4 s内,质点A的最小位移为零(易错点:位移的正负号只表示方向,不表示大小),故C错误;两列波传播到B点的路程差为零,B点为振动减弱点,则B点的振幅为 $A=A_2-A_1=4\text{ m}-2\text{ m}=2\text{ m}$,0至4 s内,质点B的最大位移为2 m,故D正确。

8. C 必刷题型 ▶ 波的图像+多解问题

【深度解析】由题图可知,波长 $\lambda=8\text{ m}$;若该波沿x轴正方向传播,则 $t_2-t_1=0.2\text{ s}=\left(n+\frac{3}{4}\right)T$,则波速 $v=\frac{\lambda}{T}=10(4n+3)\text{ m/s}$ ($n=0,1,2,\dots$),当 $n=0$ 时 $v=30\text{ m/s}$;若该波沿x轴负方向传播,则 $t_2-t_1=0.2\text{ s}=\left(n+\frac{1}{4}\right)T$,则波速 $v=\frac{\lambda}{T}=10(4n+1)\text{ m/s}$ ($n=0,1,2,\dots$),无合适选项,故选C。

9. D 必刷知识 ▶ 两列波的叠加

【深度解析】实线波的频率 $f_1=2\text{ Hz}$,波长 $\lambda_1=4\text{ cm}$,则实线波的波速为 $v=\lambda_1 f_1=4\times 2\text{ cm/s}=8\text{ cm/s}$,由于两列波传播速度大小相等,则虚线波的频率 $f_2=\frac{v}{\lambda_2}=\frac{8}{6}\text{ Hz}=\frac{4}{3}\text{ Hz}$,故A错误;由于两列波的频率不相等,所以不能形成稳定的干涉图样,故没有始终是振动加强的点,故B错误;结合波传播方向与振动方向的关系知,此时平衡位置为 $x=6\text{ cm}$ 的质点速度方向向上,故C错误;从图示时刻起再经过0.25 s,实线波在 $x=2\text{ cm}$ 处质点的振动和虚线波在 $x=6\text{ cm}$ 处质点的振动分别传播到 $x=4\text{ cm}$ 处,此时 $x=4\text{ cm}$ 处的质点的合位移为零,故D正确。

10. B 必刷题型 ▶ 波的图像+干涉

【深度解析】由“上下坡法”可知,波1的起振方向向上,波2的起振方向向下(易错点:波源的起振方向和一个刚要起振的质点的起振方向相同),两波源的起振方向相反,A错误。 $t=0$ 时,质点P向上运动,因 $t=0$ 到 $t=0.2\text{ s}$ 时间内P点经过的路程为2 cm,则 $t=0.2\text{ s}$ 时,P点位于波峰,波沿x轴正方向传播了 $\frac{4}{3}\text{ m}$,则波1的波速为 $v_1=\frac{20}{3}\text{ m/s}$,频率 $f=\frac{v_1}{\lambda_1}=\frac{5}{6}\text{ Hz}$,两列波频率相同,波2沿x轴负方向的传播速度 $v_2=\lambda_2 f=\frac{10}{3}\text{ m/s}$,D错误。 $T=\frac{1}{f}=1.2\text{ s}$, $t=1.2\text{ s}$ 恰好是一个周期,两列波都向前传播一个波长,分别进入另外一种介质半个波长;波1进入y轴右侧后波长变为4 m,波2进入y轴左侧后波长变为8 m,则在y轴右侧两列波的波峰均在 $x=1\text{ m}$ 的位置,此位置叠加后的位移为8 cm;在y轴左侧两列波的波谷均在 $x=-2\text{ m}$ 的位置,此位置叠加后的位移为-8 cm,则波形恰好如题图乙所示,B正确。由 $t=\frac{x}{v}$ 可知波1、波2同时传到O点,两波起振方向相反,故O点是振动减弱点,又因为两列波的振幅相同,所以两波相遇过程中坐标原点O不会振动,C错误。

必刷知识 ▶ 单摆+匀变速直线运动实验

【深度解析】(1) 因为单摆做简谐运动, 到纸带中线即平衡位置时速度最大, 而远离中线最大位移即波峰、波谷处时速度为零。因为细沙均匀流出, 所以波峰、波谷处最厚, 平衡位置最薄。故**选 A**。

(2) 秒表小表盘指针处在 1~2 的后半程, 故大表盘在 30~60 s 内读数, 秒表读数为 $t = 60 \text{ s} + 40.2 \text{ s} = 100.2 \text{ s}$ 。

(3) 因为从最低点开始计时后单摆又经过最低点 102 次, 对应全振动的次数为 $n = \frac{102}{2} = 51$, 所以单摆摆动周期为 $T =$

$\frac{t}{51} \approx 1.96 \text{ s}$, 由题图乙知 $t_{AC} = t_{CE} = T$, 所以经过 B 点时, 滑块

的瞬时速度为 $v_B = \frac{AC}{T} = \frac{AB+BC}{T} = \frac{24.1+27.9}{1.96} \times 10^{-2} \text{ m/s} \approx$

0.27 m/s , 滑块的加速度为 $a = \frac{x_{CE} - x_{AC}}{T^2} \approx 0.040 \text{ m/s}^2$ 。

- 12.** (1) 20.1 (2) BD (3) 测摆长时没有加上小钢球半径
(4) 9.87 (5) 见解析

必刷知识 ▶ 用单摆测量重力加速度

【深度解析】(1) 小钢球直径为 $d = 20 \text{ mm} + 1 \times 0.1 \text{ mm} = 20.1 \text{ mm}$ 。

(2) 摆线要选择较细(尽可能减小空气阻力对实验的影响)、伸缩性较小(确保摆球摆动时摆长几乎不变)且尽可能长一些的(减小摆长测量的相对误差), **A 错误**; 为了尽可能减小空气阻力对实验的影响, 摆球尽量选择质量较大、体积较小的, **B 正确**; 只有摆线相对平衡位置的偏角在很小的情况下(通常小于 5°), 单摆才做简谐运动, 进而才能根据周期公式测量重力加速度, **C 错误**; 为了减小偶然误差, 可以记下摆球做 50 次全振动所用的时间 Δt , 则单摆周期 $T = \frac{\Delta t}{50}$, **D 正确**。

(3) 根据单摆周期公式 $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ 变形可得 $T^2 = \frac{4\pi^2 L}{g}$, 所以理论上 T^2-L 图像是一条过坐标原点的直线, 题图丙与理论图像相比, 在相同周期下, 所测摆长与实际值相比偏小, 则原因可能是测摆长时没有加上小钢球半径。

(4) 根据单摆周期公式可得 $T = 2\pi \sqrt{\frac{L+r}{g}}$, 整理得 $T^2 = \frac{4\pi^2}{g} \cdot L + \frac{4\pi^2 r}{g}$, 图线斜率为 $\frac{4\pi^2}{g} = \frac{4.0}{0.99 - (-0.01)} \text{ s}^2/\text{m} = 4 \text{ s}^2/\text{m}$, 解得 $g = 9.87 \text{ m/s}^2$ 。

(5) 不同意。虽然测摆长时漏加了小钢球半径, 造成图线不过原点, 但根据(4)中所求 T^2 关于 L 的表达式可知该过失不影响所作图线的斜率, 所以由斜率计算出的重力加速度值相比实际值并不会存在较大的偏差。

- 13.** (1) $y = 0.4 \sin 50\pi t (\text{m})$ (2) 0.09 s

必刷知识 ▶ 波的图像+振动方程

【深度解析】(1) 由“上下坡法”可知质点 P 此时沿 y 轴负方

向运动,且 $y_P = \frac{A}{2}$,则再过 $\frac{T}{4} + \frac{T}{12} = \frac{T}{3}$,质点 P 第一次到达

波谷,即 $\frac{T}{3} = \frac{4}{3} \times 10^{-2} \text{ s}$,

解得 $T = 0.04 \text{ s}$,

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 50\pi \text{ rad/s},$$

$t = 0$ 时刻,平衡位置在 $x = 0$ 处的质点位移与 $t = 0.04 \text{ s} = T$ 时相同,均位于平衡位置,且沿 y 轴正方向运动,振幅 $A = 0.4 \text{ m}$,则平衡位置在 $x = 0$ 处的质点的振动方程为

$$y = 0.4 \sin 50\pi t (\text{m}).$$

(2) 设波由 $x = 4 \text{ m}$ 传播到 $x = 7 \text{ m}$ 所用的时间为 t_1 ,

由题图知波长 $\lambda = 4 \text{ m}$,

$$\text{波速 } v = \frac{\lambda}{T} = 100 \text{ m/s},$$

$$\text{则 } t_1 = \frac{\Delta x}{v} = \frac{7-4}{100} \text{ s} = 0.03 \text{ s},$$

波传播到 $x = 7 \text{ m}$ 时,质点 Q 第一次经过平衡位置且沿 y 轴正方向运动,设又经过时间 t_2 ,质点 Q 第一次经过平衡位置

向 y 轴负方向运动,则有 $t_2 = \frac{1}{2}T = 0.02 \text{ s}$,

故质点 Q 第二次经过平衡位置向 y 轴负方向运动的时间为 $t = 0.04 \text{ s} + t_1 + t_2 = 0.09 \text{ s}$ 。

14. (1) 200 m/s (2) 11.9 s

必刷知识 ▶ $v = \frac{\lambda}{T}$

【深度解析】(1) 依题意,海啸的波长远大于水的深度,为浅

水区,有 $T_1 = \sqrt{\frac{\lambda_1^2}{gh}}$,

$$v_1 = \frac{\lambda_1}{T_1} = \sqrt{gh} = 200 \text{ m/s}。$$

(2) 依题意,两船出海作业时视为在深水区,周期为

$$T_2 = \sqrt{\frac{2\pi\lambda_2}{g}},$$

$$\text{波速为 } v_2 = \frac{\lambda_2}{T_2} = \sqrt{\frac{g\lambda_2}{2\pi}} \approx 12.6 \text{ m/s},$$

两个小船先后到达波峰的最小时间间隔为 $t = \frac{s}{v} \approx 11.9 \text{ s}$ 。