

课时作业 40 机械波

基础达标练

1. [2024·1月九省联考安徽卷·3] “水袖功”是中国古典舞中用于表达情感的常用技巧，舞者通过手把有规律的抖动传导至袖子上，营造出一种“行云流水”的美感。这一过程其实就是机械波的传播。下列关于机械波中横波的说法正确的是（ ）

- A. 介质中质点沿波的传播方向移动
- B. 介质中质点的振动速度等于波速
- C. 横波是传递能量的一种方式
- D. 横波由一种介质进入另一种介质时频率发生变化

【答案】C

【解析】介质中质点不会沿波的传播方向移动，只在自己平衡位置附近振动；介质中质点的振动速度不等于波速，波速与介质有关，振动的速度与距平衡位置的远近有关；横波和纵波都能传递能量，故横波是传递能量的一种方式；频率由波源决定，与介质无关，故横波由一种介质进入另一种介质时频率不发生变化。故选C。

2. [2024·江苏卷·7, 4分] 如图所示，水面上有 O 、 A 、 B 三点共线， $OA = 2AB$ ，零时刻在 O 点的水面给一个扰动， t_1 时刻 A 开始振动，则 B 开始振动的时刻为（ ）



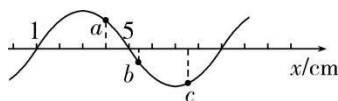
- A. t_1
- B. $\frac{3t_1}{2}$
- C. $2t_1$
- D. $\frac{5t_1}{2}$

【答案】B

【解析】机械波的波速 v 不变，设 $OA = 2AB = 2L$ ，可得 $t_1 = \frac{2L}{v}$ ， $t_{AB} = \frac{L}{v} = \frac{1}{2}t_1$ ，

所以 B 开始振动的时刻 $t = t_1 + t_{AB} = \frac{3}{2}t_1$ ，故选B。

3. 一列简谐横波沿 x 轴传播，某时刻的波形图如图所示， a 、 b 、 c 为三个质点， a 正向下运动。由此可知 ()



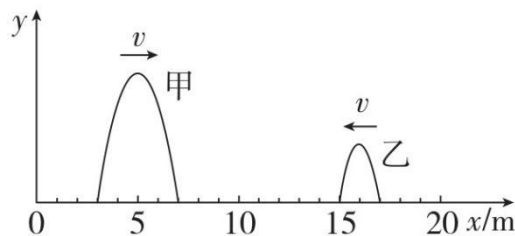
- ①该波沿 x 轴正方向传播;
- ② c 正向上运动;
- ③该时刻以后, b 比 c 先到达平衡位置;
- ④该时刻以后, b 比 c 先到达离平衡位置最远处;
- ⑤由波形图可以确定该波的波长;
- ⑥由波形图可以确定该波的周期。

A. ①④⑤ B. ①③⑥ C. ②④⑤ D. ②③⑥

【答案】C

【解析】 a 正向下运动, 由“上下坡法”可知, 波向 x 轴负方向传播, c 正向上运动, ①错误, ②正确; b 向下运动, c 向上运动, c 比 b 先到达平衡位置, b 比 c 先到达离平衡位置最远处, ③错误, ④正确; 由题图可知波长为 8cm , ⑤正确; 波速未知, 无法计算周期, ⑥错误, 故选 C。

4. [2024·安徽卷·3, 4分]某仪器发射甲、乙两列横波, 在同一均匀介质中相向传播, 波速 v 大小相等。某时刻的波形图如图所示, 则这两列横波 ()

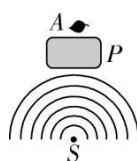


- A. 在 $x = 9.0\text{m}$ 处开始相遇
- B. 在 $x = 10.0\text{m}$ 处开始相遇
- C. 波峰在 $x = 10.5\text{m}$ 处相遇
- D. 波峰在 $x = 11.5\text{m}$ 处相遇

【答案】C

【解析】由题意可知两列波的波速相同，所以相同时间内传播的距离相同，故两列横波在 $x = 11.0\text{m}$ 处开始相遇；题图中，甲波峰的横坐标为 $x_1 = 5\text{m}$ ，乙波峰的横坐标为 $x_2 = 16\text{m}$ ，由于两列波的波速相同，所以波峰在 $x' = 5\text{m} + \frac{16-5}{2}\text{m} = 10.5\text{m}$ 处相遇。故选 C。

5. 如图， P 为桥墩， A 为靠近桥墩浮在水面的叶片，波源 S 连续振动，形成水波，此时叶片 A 静止不动。为使水波能带动叶片振动，可用的方法是 ()

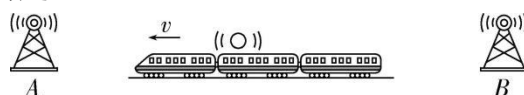


- A. 增大波源振幅
- B. 降低波源频率
- C. 减小波源距桥墩的距离
- D. 增大波源频率

【答案】B

【解析】叶片 A 静止不动，是由于桥墩尺寸与水波波长相比太大，没有发生明显衍射现象，为使水波能带动叶片振动，可增大波长，根据 $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$ ，波速由介质决定，介质一定，波速一定，当降低波源频率时，其波长增大。故选 B。

6. 我国研制的“复兴号动车组”实现了 350km/h 的自动驾驶，此时多普勒效应会影响无线通信系统稳定，这要求通信基站能分析误差并及时校正。如图，一辆行驶的动车组发出一频率为 f_0 、持续时间为 Δt_0 的通信信号，与动车组行驶方向在同一直线上的通信基站 A 、 B 接收到信号的频率和持续时间分别为 f_A 、 Δt_A 和 f_B 、 Δt_B ，下列判断正确的是 ()



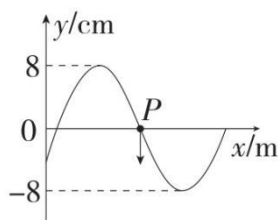
- A. $f_A > f_0$, $\Delta t_A < \Delta t_0$
- B. $f_A < f_0$, $\Delta t_A > \Delta t_0$
- C. $f_B > f_0$, $\Delta t_B > \Delta t_0$
- D. $f_B < f_0$, $\Delta t_B < \Delta t_0$

【答案】A

【解析】根据多普勒效应可知，远离波源的接收者接收到的频率变小，接近波源的接收者接收到的频率变大，则 $f_A > f_0$ ， $f_B < f_0$ ，故 $T_A < T_0$ ， $T_B > T_0$ ，所以 $\Delta t_A < \Delta t_0$ ， $\Delta t_B > \Delta t_0$ ，故选 A。

能力强化练

7. [2025·1月八省联考河南卷·9] 多选 某简谐横波在 $t=0$ 时刻的波形图如图所示， $x=0$ 处质点的位移为 $y=-4\text{cm}$ ， $x=0.7\text{m}$ 处的质点 P 位于平衡位置且振动方向向下。已知该波的周期为 1.2s ，则 ()



- A. 该波的波长为 1.2m
- B. 该波的波速为 2m/s
- C. 该波沿 x 轴正方向传播
- D. $t=0.1\text{s}$ 时刻， $x=0$ 处的质点位于平衡位置

【答案】AD

【解析】设该简谐横波的波动方程为 $y = A\sin(\frac{2\pi}{\lambda}x + \varphi)$ ，由图可知， $A = 8\text{cm}$ ，代入 $(0, -4\text{cm})$ 解得 $\varphi = -\frac{\pi}{6}$ ，所以该简谐横波的波动方程为

$y = 8\sin(\frac{2\pi}{\lambda}x - \frac{\pi}{6})\text{cm}$ ，当 $x = 0.7\text{m}$ 时有 $\frac{2\pi}{\lambda} \times 0.7\text{m} - \frac{\pi}{6} = \pi$ ，解得该波的波长为

$\lambda = 1.2\text{m}$ ，A 正确；由 $v = \frac{\lambda}{T}$ 可得该波的波速为 $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{1.2}{1.2}\text{m/s} = 1\text{m/s}$ ，B 错误；

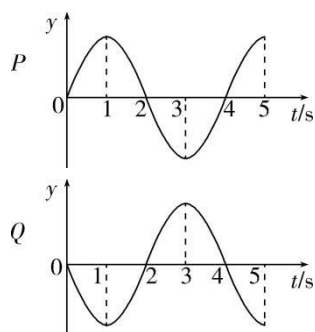
已知质点 P 位于平衡位置且振动方向向下，由同侧法可知，该波沿 x 轴负方向传

播，**C** 错误；“位于平衡位置”这种状态传至 $x = 0$ 处的最短时间

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{v} = \frac{x_P - \frac{\lambda}{2}}{v} = \frac{0.7 - 0.6}{1} \text{ s} = 0.1 \text{ s}, \text{ 故 } t = 0.1 \text{ s} \text{ 时刻, } x = 0 \text{ 处的质点位于平衡位置,}$$

D 正确。

8. [2023 · 海南卷 · 4, 3 分] 如图所示分别是一列机械波在传播方向上相距 6m 的两个质点 P 、 Q 的振动图像，下列说法正确的是 ()



A. 该波的周期是 5s

B. 该波的波速是 3m/s

C. 4s 时 P 质点向上振动

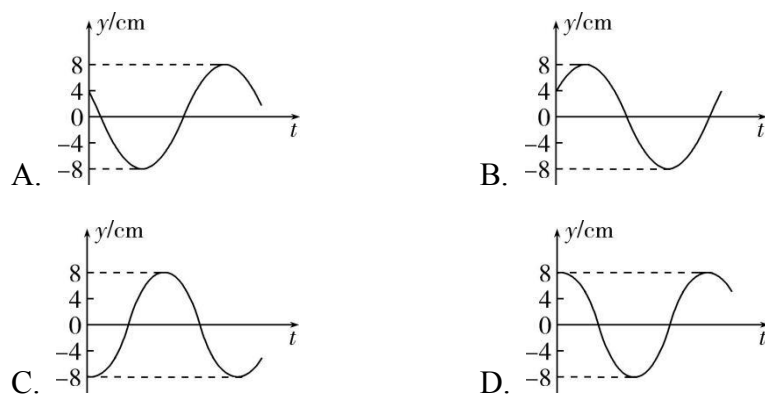
D. 4s 时 Q 质点向上振动

【答案】C

【解析】 由振动图像可看出该波的周期是 4s ，**A** 错误；由于 Q 、 P 两个质点振动反相，则可知 $(n + \frac{1}{2})\lambda = 6\text{m} (n = 0, 1, 2, \dots)$ ， $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{3}{2n+1} \text{ m/s} (n = 0, 1, 2, \dots)$ ，**B** 错误；由 P 质点的振动图像可看出，在 4s 时 P 质点在平衡位置且向上振动，**C** 正确；由 Q 质点的振动图像可看出，在 4s 时 Q 质点在平衡位置且向下振动，**D** 错误。

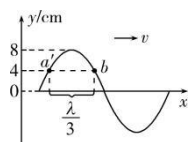
9. [2023 · 湖北卷 · 7, 4 分] 一列简谐横波沿 x 轴正向传播，波长为 100cm ，振幅为 8cm 。介质中有 a 、 b 两个质点，其平衡位置分别位于 $x = -\frac{40}{3}\text{cm}$ 和 $x = 120\text{cm}$

处。某时刻 b 质点的位移为 $y = 4\text{cm}$ ，且向 y 轴正方向运动。从该时刻开始计时， a 质点的振动图像为 ()

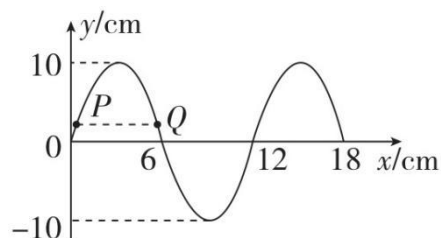


【答案】A

【解析】 a 和 b 两质点平衡位置相距 $\Delta x = (120 + \frac{40}{3})\text{cm} = \frac{4}{3}\lambda$ ，根据机械波的周期性， a 的振动情况与距离 a 为 λ 、距离 b 为 $\frac{\lambda}{3}$ 的 a' 相同，分析 a' 即可，如图所示，某时刻 b 的位移为 $y = 4\text{cm}$ 且向 y 轴正方向运动时， a' 的位移为 $y = 4\text{cm}$ ，由“同侧法”可知此时 a' 向 y 轴负方向运动，A 正确。



10. [2024·云南曲靖模拟] 多选 如图所示为一列沿 x 轴正方向传播的简谐横波在 $t = 0$ 时刻的波形，从此时刻开始，介质中的质点 P 、 Q (P 、 Q 连线平行 x 轴) 回到平衡位置的最短时间分别为 0.1s 、 0.4s ，下列说法正确的是 ()



- A. 该波的周期为 $T = 1\text{s}$
- B. $0 \sim 0.75\text{s}$ 内质点 Q 运动的路程为 30cm

C. $0 \sim 0.75\text{s}$ 内波传播的距离为 9cm

D. $t = 0.75\text{s}$ 时刻质点 Q 加速度最大

【答案】AC

【解析】该波沿 x 轴正方向传播，根据波的平移可知，质点 P 向下振动，质点 Q 向上振动，且回到平衡位置的最短时间分别为 0.1s 、 0.4s ，故 $t_P + t_Q = \frac{T}{2}$ ，解得 $T = 1\text{s}$ ，故 A 正确；由于在 $t = 0$ 时刻，质点 Q 不是在平衡位置或最大位移处，因此在

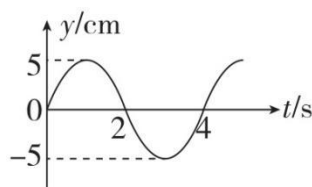
$0 \sim 0.75\text{s}$ 内，即从 $t = 0$ 时刻开始 $\frac{3T}{4}$ 内，其路程不等于 $3A$ ，即不等于 30cm ，故 B 错

误；由题图可知 $\lambda = 12\text{cm}$ ，波速 $v = \frac{\lambda}{T} = 12\text{cm/s}$ ， $0 \sim 0.75\text{s}$ 内波传播的距离

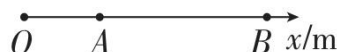
$x = vt = 9\text{cm}$ ，故 C 正确；由于在 $t = 0$ 时刻，质点 Q 不是在平衡位置处，因此

$t = 0.75\text{s}$ ，即 $t = \frac{3T}{4}$ 时刻，质点 Q 不在位移最大处，其加速度不是最大，故 D 错误。

11. 多选 一列沿 x 轴正方向传播的简谐横波， O 点是波源，其振动图像如图甲所示。 x 轴上 A 、 B 两点的坐标分别为 $x_A = 0.5\text{m}$ 、 $x_B = 1.5\text{m}$ ，如图乙所示。质点 B 比 A 晚起振 $\frac{2}{3}\text{s}$ ，则下列说法正确的是（ ）



甲



乙

A. 该波的波长为 4m

B. 该波的波速为 1.5m/s

C. $t = \frac{11}{3}\text{s}$, A 、 B 两质点的位移相同

D. $t = \frac{14}{3}\text{s}$, A 、 B 两质点的速度相同

【答案】BCD

【解析】根据 $v = \frac{x}{t}$, 波从 A 点传至 B 点用时 $\frac{2}{3}\text{s}$, 则 $v = \frac{x_B - x_A}{t} = 1.5\text{m/s}$, B 正确;

波长 $\lambda = vT = 1.5 \times 4\text{m} = 6\text{m}$, A 错误; A 、 B 间距 $1\text{m} < \lambda$, 当 AB 中点处于波峰

或波谷时, A 、 B 两质点的位移相同, 波传播至 AB 中点的时间 $t_1 = \frac{1\text{m}}{v} = \frac{2}{3}\text{s}$, 再经

$\frac{1}{4}T = 1\text{s}$ 至波峰, 之后每半周期中点经过波谷或波峰, 故

$t = t_1 + 1\text{s} + \frac{1}{2}nT = (\frac{5}{3} + 2n)\text{s} (n = 0, 1, 2, \dots)$, 当 $n = 1$ 时 $t = \frac{11}{3}\text{s}$, A 、 B 两质点的

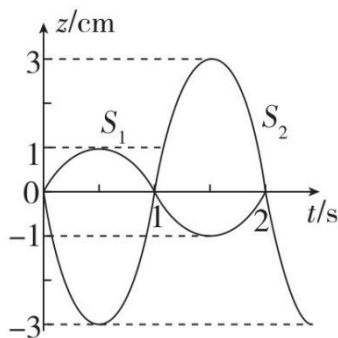
位移相同, C 正确; 当 AB 中点处于平衡位置时, A 、 B 两质点的速度相同,

$t = t_1 + \frac{1}{2}nT = (\frac{2}{3} + 2n)\text{s} (n = 0, 1, 2, \dots)$, 当 $n = 2$ 时, $t = \frac{14}{3}\text{s}$, A 、 B 两质点的速

度相同, 故 D 正确。

素养综合练

12. [2024·广西贵港模拟] 多选 均匀介质中有两个点波源 S_1 、 S_2 位于 xOy 平面内, 位置坐标分别为 $(-3\text{m}, 0)$ 和 $(7\text{m}, 0)$ 。 $t = 0$ 时刻起两波源开始沿垂直坐标平面 xOy 方向做简谐运动, 振动图像如图所示。已知波源 S_1 的振动传播到坐标原点 O 处比 S_2 早 2s , 下列说法正确的是 ()



- A. 两列波在介质中的波长均为 2m
- B. $0 \sim 5\text{s}$ 内, 位置坐标为 $(1\text{m}, 0)$ 处质点运动的路程为 10cm
- C. xOy 平面内在直线 $x = 3\text{m}$ 上的质点不一定是振动加强点
- D. x 轴上 $0 < x < 7\text{m}$ 的范围内有 3 个振动减弱点

【答案】CD

【解析】两机械波在同一介质中传播, 传播速度相同, 设为 v , 由题意有波速

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{7-3}{2} \text{ m/s} = 2 \text{ m/s}, \text{ 波长 } \lambda = vT = 4 \text{ m}, \text{ A 错误; 位置坐标为 } (1\text{m}, 0) \text{ 处的}$$

质点为振动加强点, 从 $t = 0$ 时刻起, 经 2s 时间 S_1 的振动传到该处质点, 经 3s 时

间 S_2 的振动传到该处质点, 所以 $0 \sim 5\text{s}$ 内该处质点运动的路程为

$$s = 2 \times 1\text{cm} + 4 \times (3 + 1)\text{cm} = 18\text{cm}, \text{ B 错误; } x \text{ 轴上坐标为 } (3\text{m}, 0) \text{ 的质点一定}$$

是振动加强点, 但 xOy 平面内 $x = 3\text{m}$ 直线上的质点不一定是振动加强点, C 正确;

由于两波源的起振方向相反, 所以振动减弱点满足 $\Delta x = n\lambda (n = 0, 1, 2, \dots)$, 两波

源间的连线上有 5 个振动减弱点, x 轴坐标分别为 -2m , 0 , 2m , 4m , 6m , 故 x

轴上 $0 < x < 7\text{m}$ 的范围内有 3 个振动减弱点, D 正确。