

第30讲 振动与波动 光 电磁波(选修3-4)

常考内容	学法指导
<ul style="list-style-type: none">• 高考对本部分内容考查重点和热点有：①简谐运动和受迫振动；②振动图像；③波产生和传输规律；④波图像；⑤波长、波速和频率及其相互关系；⑥光折射及全反射；⑦光干涉、衍射及双缝干涉试验；⑧电磁波相关性质；⑨相对论介绍。	<ul style="list-style-type: none">• 复习选修3-4内容时，应加强对基本概念和规律了解，抓住波传输和图像、光折射和全反射这两条根本，强化训练，提升对经典问题分析能力。

一、机械振动（基础保分类考点）

[全练题点]

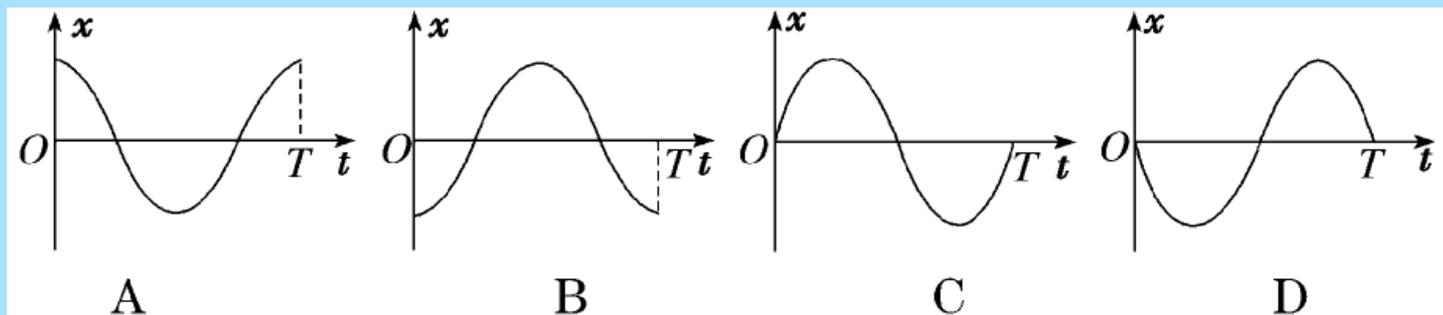
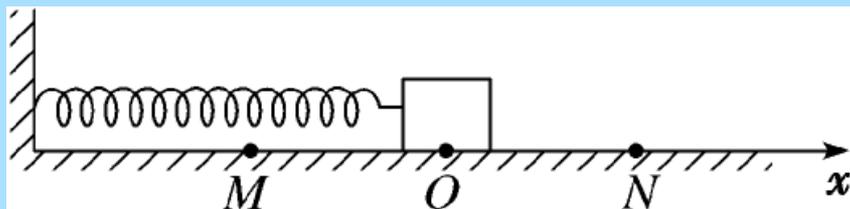
1. (2016·海南高考)下列说法正确的是 ()
- A. 在同一地点，单摆做简谐振动的周期的平方与其摆长成正比
 - B. 弹簧振子做简谐振动时，振动系统的势能与动能之和保持不变
 - C. 在同一地点，当摆长不变时，摆球质量越大，单摆做简谐振动的周期越小
 - D. 系统做稳定的受迫振动时，系统振动的频率等于周期性驱动力的频率
 - E. 已知弹簧振子初始时刻的位置及其振动周期，就可知振子在任意时刻运动速度的方向

解析：在同一地点，重力加速度 g 为定值，根据单摆周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 可知，周期的平方与摆长成正比，故选项 **A** 正确；弹簧振子做简谐振动时，只有动能和势能参与转化，根据机械能守恒条件可知，振动系统的势能与动能之和保持不变，故选项 **B** 正确；根据单摆周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 可知，单摆的周期与质量无关，故选项 **C** 错误；当系统做稳定的受迫振动时，系统振动的频率等于周期性驱动力的频率，故选项 **D** 正确；若弹簧振子初始时刻在波峰或波谷位置，知道周期后，可以确定任意时刻运动速度的方向，若弹簧振子初始时刻不在波峰或波谷位置，则无法确定任意时刻运动的方向，故选项 **E** 错误。

答案： ABD

2. (2016·北京高考)如图所示,弹簧振子在 M 、 N 之间做简谐运动。

以平衡位置 O 为原点,建立 Ox 轴,向右为 x 轴正方向。若振子位于 N 点时开始计时,则其振动图像为 ()

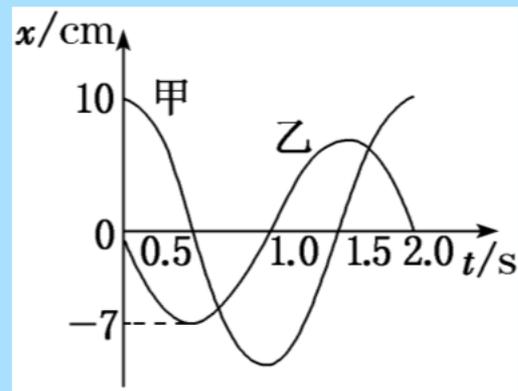


解析: 从振子位于 N 点开始计时,则在 0 时刻,振子位于正向最大位移处,分析振动图像可知选项 **A** 正确。

答案: **A**



3. (2017·西安交大附中模拟)如图所示为同一地点的两单摆甲、乙的振动图像,下列说法中正确的是 ()



- A. 甲、乙两单摆的摆长相等
- B. 甲摆的振幅比乙摆的大
- C. 甲摆的机械能比乙摆的大
- D. 在 $t=0.5\text{ s}$ 时有正向最大加速度的是乙摆
- E. 由图像可以求出当地的重力加速度



解析：由题图看出，两单摆的周期相同，同一地点 g 相同，由单摆的周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 得知，甲、乙两单摆的摆长 L 相等，故 **A** 正确。甲摆的振幅为 10 cm ，乙摆的振幅为 7 cm ，则甲摆的振幅比乙摆的大，故 **B** 正确。尽管甲摆的振幅比乙摆的大，两摆的摆长也相等，但由于两摆的质量未知，无法比较机械能的大小，故 **C** 错误。在 $t=0.5\text{ s}$ 时，甲摆经过平衡位置，振动的加速度为零，而乙摆的位移为负的最大，则乙摆具有正向最大加速度，故 **D** 正确。由单摆的周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 得 $g=\frac{4\pi^2L}{T^2}$ ，由于单摆的摆长不知道，所以不能求得重力加速度，故 **E** 错误。

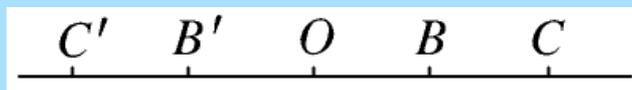
答案： ABD



[全能备考]

1. 简谐运动的对称性

振动质点在关于平衡位置对称的两点， x 、 F 、 a 、 v 、 E_k 、 E_p 的大小均相等，其中回复力 F 、加速度 a 与位移 x 的方向相反，而 v 与 x 的方向可能相同，也可能相反。振动质点来回通过相同的两点间的时间相等，即 $t_{BC}=t_{CB}$ 。振动质点通过关于平衡位置对称的等长的两线段的时间相等，即 $t_{BC}=t_{B'C'}$ 。如图所示。



2. 简谐运动的周期性

做简谐运动的物体，其位移、回复力、加速度、速度都随时间按“正弦”或“余弦”规律变化，它们的周期均相同。其位移随时间变化的表达式为： $x=A\sin(\omega t+\varphi)$ 或 $x=A\cos(\omega t+\varphi)$ 。

3. 简谐运动中物理量的变化

分析简谐运动中各物理量的变化情况时，一定要以位移为桥梁，位移增大时，振动质点的回复力、加速度、势能均增大，速度、动能均减小；反之，则产生相反的变化。另外，各矢量均在其值为零时改变方向。

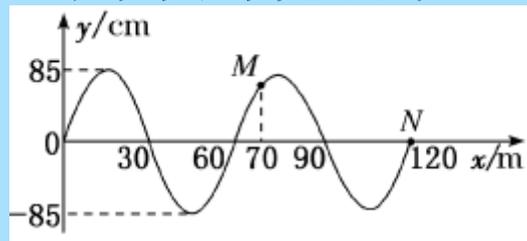


二、机械波（多维探究类考点）

题点(一) 波动图像的分析及应用

1. 波动图像描述的是在同一时刻，沿波的传播方向上的各个质点偏离平衡位置的位移，在时间上具有周期性，空间上具有重复性和双向性的特点。
2. 深刻理解波动中的质点振动。质点振动的周期(频率)=波源的周期(频率)=波的传播周期(频率)。
3. 要画好、用好振动图像，并正确地与实际情景相对应。要能正确画出波形图，准确写出波形平移距离、质点振动时间与波长、周期的单一解或多解表达式。

[例 1] 2016 年 2 月 6 日，台湾高雄市发生 6.7 级地震，震源深度为 15 km。如果该地震中的简谐横波在地球中匀速传播的速度大小为 4 km/s，已知波沿 x 轴正方向传播，某时刻刚好传到 N 处，如图所示，则下列说法中正确的是 ()



- A. 从波源开始振动到波源迁移到地面需要经过 3.75 s
- B. 从波传到 N 处开始计时，经过 $t=0.03$ s 位于 $x=240$ m 处的质点加速度最小
- C. 波的周期为 0.015 s
- D. 波动图像上 M 点此时速度方向沿 y 轴负方向，经过一段极短的时间后动能减小
- E. 从波传到 N 处开始，经过 0.012 5 s， M 点的波动状态传播到 N 点

[解析] 波上所有质点并不随波迁移，选项 A 错误；由题意可知该波的周期为 $T=0.015\text{ s}$ ，从波传到 $x=120\text{ m}$ 处开始计时，经过 $t=0.03\text{ s}$ ，波向前传播了 2 个周期，位于 $x=240\text{ m}$ 处的质点在平衡位置，加速度最小，选项 B、C 正确；由“上下坡法”可得 M 点的速度方向沿 y 轴负方向，正在往平衡位置运动，速度增大，动能增大，选项 D 错误； M 、 N 点之间相距 50 m ，波从 M 点传到 N 点所需时间 $t_1 = \frac{50}{4 \times 10^3}\text{ s} = 0.0125\text{ s}$ ，选项 E 正确。

[答案] BCE



题点(二) 波的多解问题

1. 波的传播规律

(1)沿波的传播方向上各质点的起振方向与波源的起振方向一致。

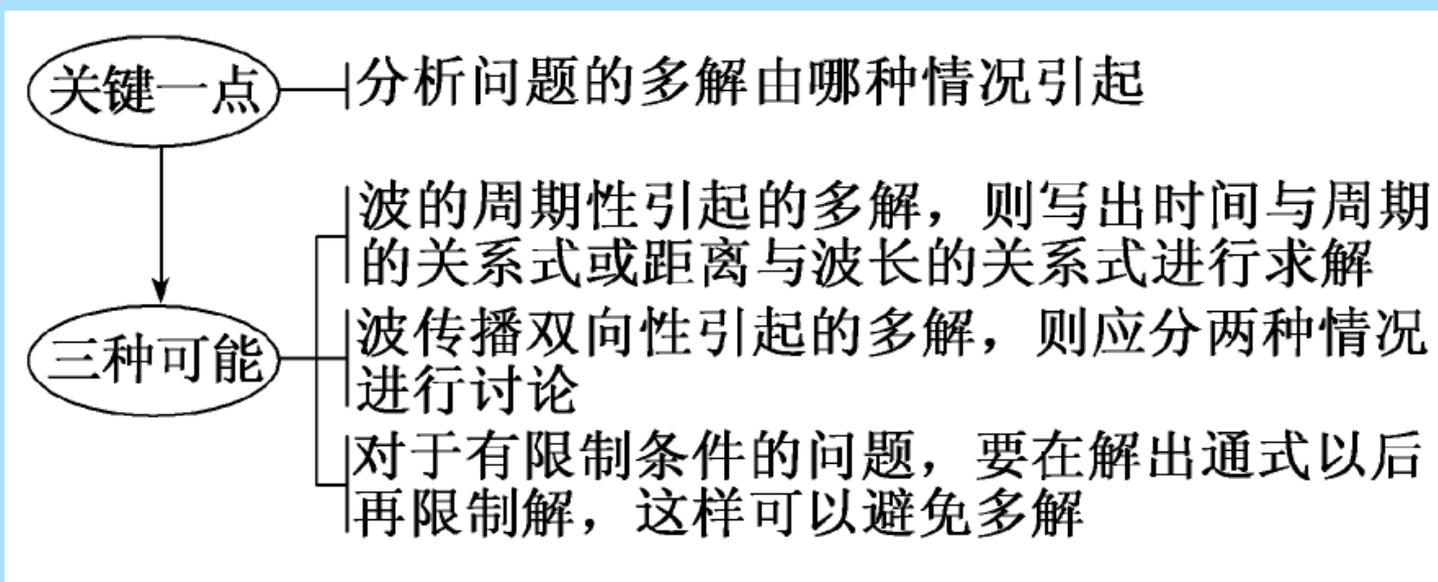
(2)介质中各质点随波振动，但并不随波迁移。

(3)沿波的传播方向上波每个周期传播一个波长的距离。

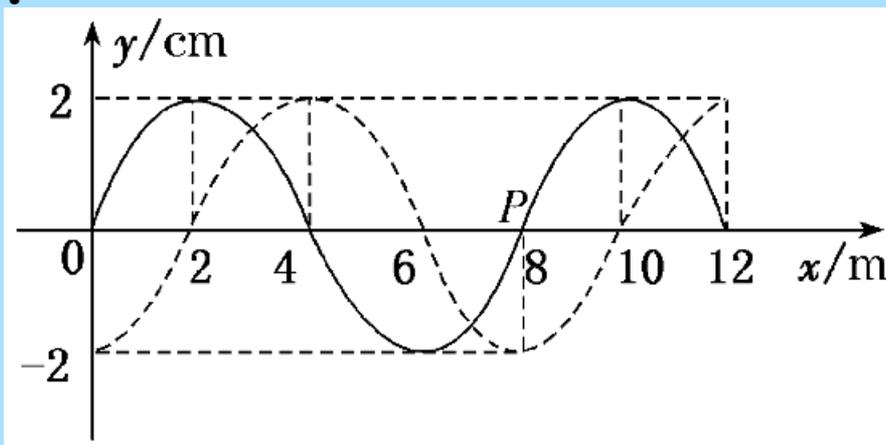
(4)在波的传播过程中，同一时刻如果一个质点处于波峰，而另一质点处于波谷，则这两个质点一定是反相点。



2. 波的多解问题的分析思路



[例 2] (2018 届高三·江西名校联考) 一列简谐横波在 x 轴上传播, 在 $t_1=0$ 和 $t_2=0.05$ s 时, 其波形图分别用如图所示的实线和虚线表示, 求:



(1) 这列波可能具有的波速;

(2) 当波速为 280 m/s 时, 波的传播方向如何? 以此波速传播时, $x=8$ m 处的质点 P 从平衡位置运动至波谷所需的最短时间是多少?

[解析] (1)若波沿 x 轴正向传播, 则

$$\Delta x = \left(n\lambda + \frac{1}{4}\lambda \right) = (2 + 8n)\text{m} (n=0,1,2,3, \dots)$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{2 + 8n}{0.05} \text{ m/s} = (40 + 160n)\text{m/s}$$

若波沿 x 轴负向传播, 则

$$\Delta x' = \left(n\lambda + \frac{3}{4}\lambda \right) = (6 + 8n)\text{m} (n=0,1,2,3, \dots)$$

$$v' = \frac{\Delta x'}{\Delta t} = \frac{6 + 8n}{0.05} \text{ m/s} = (120 + 160n)\text{m/s}。$$



(2)当波速为 280 m/s 时, 有 $280=(120+160n)$, $n=1$,
所以波沿 x 轴负向传播。

所以质点 P 第一次达到波谷所需最短时间为

$$t=\frac{3}{4}T=\frac{3}{4}\times\frac{\lambda}{v}=\frac{3}{4}\times\frac{8}{280}\text{ s}\approx 2.1\times 10^{-2}\text{ s}。$$

[答案] (1)(40 + 160*n*)m/s 或 (120 + 160*n*)m/s(*n* = 0,1,2,3, …) (2)沿 x 轴负向传播 $2.1\times 10^{-2}\text{ s}$

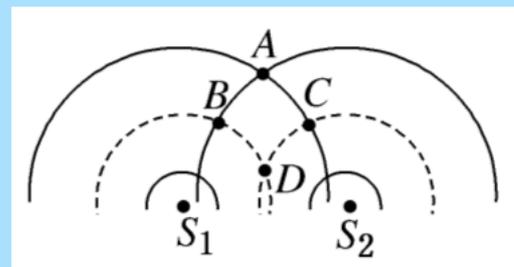


题点(三) 波的叠加问题

1. 两个振动情况相同的波源形成的波，在空间某点振动加强的条件为 $\Delta x = n\lambda$ ，振动减弱的条件为 $\Delta x = n\lambda + \frac{\lambda}{2}$ 。两个振动情况相反的波源形成的波，在空间某点振动加强的条件为 $\Delta x = n\lambda + \frac{\lambda}{2}$ ，振动减弱的条件为 $\Delta x = n\lambda$ 。
2. 振动加强点的位移随时间而改变，振幅最大。



[例 3] 如图是水面上两列频率相同的波在某时刻的叠加情况，以波源 S_1 、 S_2 为圆心的两组同心圆弧分别表示同一时刻两列波的波峰(实线)和波谷(虚线)， S_1 的振幅 $A_1=4\text{ cm}$ ， S_2 的振幅 $A_2=3\text{ cm}$ ，则下列说法正确的是 ()



- A. 质点 D 是振动减弱点
- B. 质点 A 、 D 在该时刻的高度差为 14 cm
- C. 再过半个周期，质点 B 、 C 是振动加强点
- D. 质点 C 的振幅为 1 cm
- E. 质点 C 此刻以后将向下振动



[解析] 由图像可知, D 点为两波谷相遇是加强点, 选项 A 错误; 此时 A 点在加强后的最高点, D 点在加强后的最低点, 由合成叠加关系可知 A 、 D 的高度差为 14 cm , 选项 B 正确; 由于两波的频率相等, 叠加后会形成稳定的干涉图像, 所以 A 、 D 点始终是加强点, B 、 C 点始终是减弱点, 选项 C 错误; 质点 C 为减弱点, 振幅为两振幅之差, 为 1 cm , 选项 D 正确; 由题意可知此时质点 C 将向下振动, 选项 E 正确。

[答案] BDE



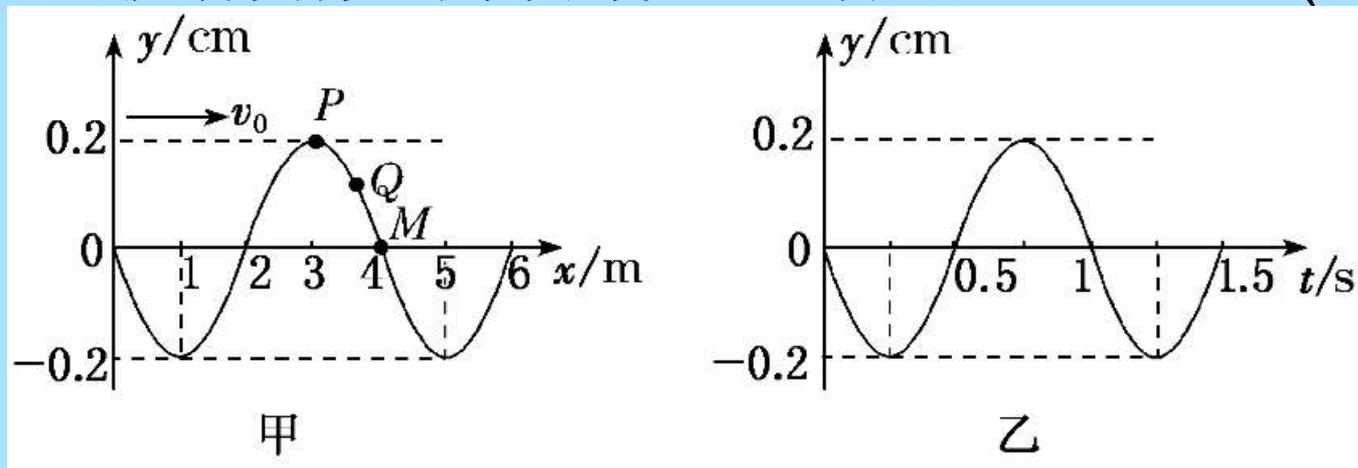
题点(四) 振动图像与波动图像的综合分析

“一分、一看、二找”巧解振动图像与波动图像的综合问题

- (1)分清振动图像与波动图像。只要看清横坐标即可，横坐标为 x 则为波动图像，横坐标为 t 则为振动图像。
- (2)看清横、纵坐标的单位，尤其要注意单位前的数量级。
- (3)找准波动图像对应的时刻。
- (4)找准振动图像对应的质点。



[例 4] (2018 届高三·周口调研)图甲为某一列沿 x 轴正向传播的简谐横波在 $t=1.0\text{ s}$ 时刻的波形图, 图乙为参与波动的某一质点的振动图像, 则下列说法正确的是 ()



- A. 该简谐横波的传播速度为 4 m/s
- B. 从此时刻起, 经过 2 s , P 质点运动了 8 m 的路程
- C. 从此时刻起, P 质点比 Q 质点先回到平衡位置
- D. 乙图可能是甲图 $x=2\text{ m}$ 处质点的振动图像
- E. 此时刻 M 质点的振动速度小于 Q 质点的振动速度

[解析] 由甲图可得 $\lambda=4\text{ m}$ ，由乙图可得 $T=1.0\text{ s}$ ，所以该简谐横波的传播速度为 $v=\frac{\lambda}{T}=4\text{ m/s}$ ，选项 A 正确。 $t=2\text{ s}=2T$ ，则从此刻起，经过 2 s ， P 质点运动的路程为 $s=8A=8\times 0.2\text{ cm}=1.6\text{ cm}$ ，选项 B 错误。简谐横波沿 x 轴正向传播，此时刻 Q 质点向上运动，而 P 质点直接向下运动，所以 P 质点比 Q 质点先回到平衡位置，选项 C 正确。由乙图知 $t=0$ 时刻质点的位移为 0 ，振动方向沿 y 轴负方向，与甲图 $x=2\text{ m}$ 处 $t=0$ 时刻的状态相同，所以乙图可能是甲图 $x=2\text{ m}$ 处质点的振动图像，选项 D 正确。质点越靠近平衡位置速度越大，则此时刻 M 质点的振动速度大于 Q 质点的振动速度，选项 E 错误。 **[答案]** ACD

[集训冲关]

1. (2016·全国卷III)由波源 S 形成的简谐横波在均匀介质中向左、右传播。波源振动的频率为 20 Hz ，波速为 16 m/s 。已知介质中 P 、 Q 两质点位于波源 S 的两侧，且 P 、 Q 和 S 的平衡位置在一条直线上， P 、 Q 的平衡位置到 S 的平衡位置之间的距离分别为 15.8 m 、 14.6 m 。 P 、 Q 开始振动后，下列判断正确的是()
- A. P 、 Q 两质点运动的方向始终相同
 - B. P 、 Q 两质点运动的方向始终相反
 - C. 当 S 恰好通过平衡位置时， P 、 Q 两点也正好通过平衡位置
 - D. 当 S 恰好通过平衡位置向上运动时， P 在波峰
 - E. 当 S 恰好通过平衡位置向下运动时， Q 在波峰



解析：简谐横波的波长 $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{16}{20} \text{ m} = 0.8 \text{ m}$ 。 P 、 Q 两质点

距离波源 S 的距离 $PS = 15.8 \text{ m} = 19\lambda + \frac{3}{4}\lambda$, $SQ = 14.6 \text{ m} = 18\lambda$

$+\frac{1}{4}\lambda$ 。因此 P 、 Q 两质点运动的方向始终相反，**A 错误，B**

正确。当 S 恰好通过平衡位置向上运动时， P 在波峰的位置，

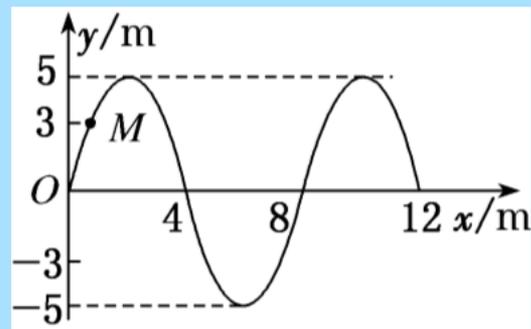
Q 在波谷的位置。当 S 恰好通过平衡位置向下运动时， P 在

波谷的位置， Q 在波峰的位置。**C 错误，D、E 正确。**

答案：BDE



2. [多选](2016·天津高考)在均匀介质中坐标原点 O 处有一波源做简谐运动, 其表达式为 $y=5\sin\left(\frac{\pi}{2}t\right)$, 它在介质中形成的简谐



横波沿 x 轴正方向传播, 某时刻波刚好传播到 $x=12\text{ m}$ 处, 波形图像如图所示, 则 ()

- A. 此后再经 6 s 该波传播到 $x=24\text{ m}$ 处
- B. M 点在此后第 3 s 末的振动方向沿 y 轴正方向
- C. 波源开始振动时的运动方向沿 y 轴负方向
- D. 此后 M 点第一次到达 $y=-3\text{ m}$ 处所需时间是 2 s

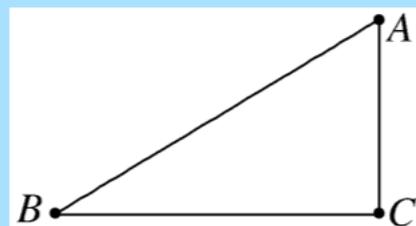


解析：根据表达式 $y=5\sin\left(\frac{\pi}{2}t\right)$ ，得 $\omega=\frac{\pi}{2}$ ，因此波的周期 $T=\frac{2\pi}{\omega}=4\text{ s}$ 。由波形图像可得波长 $\lambda=8\text{ m}$ 。从 $x=12\text{ m}$ 的位置到 $x=24\text{ m}$ 的位置为 1.5λ ，所用的时间为 $1.5T=6\text{ s}$ ，选项 A 正确。
 M 点经过 $\frac{3}{4}T$ 时振动方向沿 y 轴正方向，选项 B 正确。波刚好传到 12 m 处时，起振方向沿 y 轴正方向，则波源开始振动的方向也沿 y 轴正方向，选项 C 错误。 M 点从此位置第一次到达 $y=-3\text{ m}$ 处所需的时间小于 $\frac{T}{2}=2\text{ s}$ ，选项 D 错误。

答案： AB



3. 如图所示，空间同一平面内有 A 、 B 、 C 三点， $AB=5\text{ m}$ ， $BC=4\text{ m}$ ， $AC=3\text{ m}$ 。 A 、 C 两点处有完全相同的两波源做简谐运动，振动频率为 $1\ 360\text{ Hz}$ ，波速为 340 m/s 。下列说法正确的是()



- A. B 点的位移总是最大
- B. 两列波的波长均为 0.25 m
- C. A 、 B 间有 12 个振动加强点
- D. B 、 C 间有 8 个振动减弱点
- E. 振动减弱点的位移总是为零



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/467160065066006063>