

第八章

机械振动 机械波

第21讲 机械波



栏目导航

知识梳理·易错辨析

核心考点·重点突破



高考

2025^版
轮总复习

知识梳理 · 易错辨析



知识梳理

一、机械波

1. 机械波的形成条件

- (1)有发生机械振动的波源。
- (2)有传播介质，如空气、水等。



2. 机械波的分类

(1)横波：质点的振动方向与波的传播方向相互垂直的波，有波峰(凸部)和波谷(凹部)。

(2)纵波：质点的振动方向与波的传播方向在同一直线上的波，有密部和疏部。

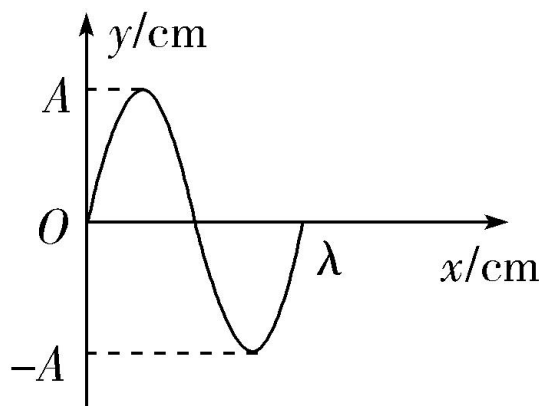
二、横波的图像

1. 横波的图像

(1)坐标轴：横轴表示各质点的平衡位置，纵轴表示该时刻各质点的位移。

(2)意义：表示在波的传播方向上，某时刻各质点离开平衡位置的位移。

(3)图像



(4)应用

- ①直接读取 振幅 A 和 波长 λ ，以及该时刻各质点的 位移。
- ②确定某时刻各质点加速度 方向，并能比较大小。
- ③结合波的传播方向可确定各质点的 振动方向 或由各质点的振动方向确定波的 传播方向。



2. 波长、波速、频率及其关系

(1) 波长 λ : 在波动中, 振动相位总是相同的两个相邻质点间的距离。

(2) 波速 v : 波在介质中的传播速度, 由介质本身的性质决定。

(3) 频率 f : 由波源决定, 等于波源的振动频率。

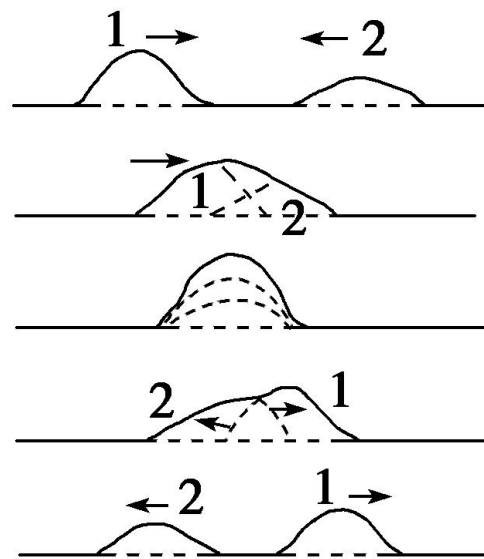
(4) 波长、波速和频率的关系

$$\textcircled{1} v = \lambda f; \quad \textcircled{2} v = \frac{\lambda}{T}.$$

三、波特有的现象

1. 波的叠加

观察两列波的叠加过程可知：几列波相遇时，每列波都能够保持各自的状态继续传播而不互相干扰，只是在重叠的区域里，质点同时参与这几列波引起的振动，质点的位移等于这几列波单独传播时引起的位移的矢量和。



2. 波的干涉和衍射

	波的干涉	波的衍射
条件	两列波的频率必须 <u>相同</u>	明显条件：障碍物或孔的 <u>尺寸</u> 比波长小或相差不多
现象	形成加强区和减弱区相互隔开的稳定的 <u>干涉图样</u>	波能够 <u>绕过障碍物</u> 或孔继续向前传播

3. 多普勒效应

(1)定义：由于波源和观察者之间有相对运动，使观察者感受到波的频率发生变化的现象。

(2)实质：波源频率不变，观察者接收到的频率发生变化。

(3)规律

①波源与观察者如果相互靠近，观察者接收到的频率增大；

②波源与观察者如果相互远离，观察者接收到的频率减小；

③波源和观察者如果相对静止，观察者接收到的频率等于波源的频率。



易错辨析

1. 在水平方向传播的波为横波。(×)
2. 在机械波中各质点不随波的传播而迁移。(✓)
3. 通过波的图像可以找出任一质点在任意时刻的位移。(×)
4. 机械波在传播过程中, 各质点振动的周期、起振方向都相同。(✓)
5. 机械波在一个周期内传播的距离就是振幅的4倍。(×)
6. 波速表示介质中质点振动的快慢。(×)
7. 两列波在介质中叠加, 一定产生干涉现象。(×)
8. 一切波都能发生衍射现象。(✓)
9. 多普勒效应说明波源的频率发生变化。(×)

高考

2025^版
轮总复习

核心考点 · 重点突破

考点 1

机械波的传播与图像

(能力考点·深度研析)

1. 波在传播过程中的特点

(1) 介质中各质点并不随波迁移，只是传递振动形式，并伴随着能量和信息的传播。

(2) 波从一种介质进入另一种介质，频率不变，波速和波长改变。

(3) 振源经过一个周期 T 完成一次全振动，波恰好向前传播一个波长

的距离，所以有 $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$ 。

(4)波源质点的起振方向决定了它后面的质点的起振方向，各质点的起振方向与波源的起振方向相同。

(5)后面质点的振动状态落后于先振动的质点，每隔一个波长，振动落后一个周期。



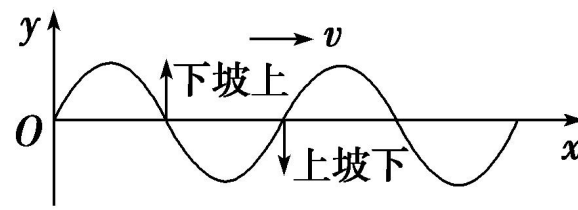
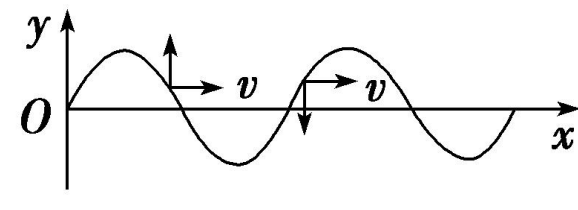
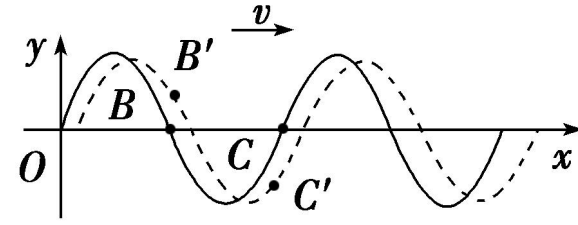
2. 波的图像特点

(1)质点振动 nT (波传播 $n\lambda$)时，波形不变。

(2)在波的传播方向上，当两质点平衡位置间的距离为 $n\lambda$ 时($n=1, 2, 3\cdots$)，它们的振动步调总相同；当两质点平衡位置间的距离为 $(2n+1)\frac{\lambda}{2}$ ($n=0, 1, 2, 3\cdots$)时，它们的振动步调总相反。



3. 波的传播方向与质点的振动方向的判断方法

	内容	图像
上下坡法	沿波的传播方向，上坡时质点向下振动，下坡时质点向上振动	
同侧法	波形图上某点表示传播方向和振动方向的箭头在图线同侧	
微平移法	将波形图沿传播方向进行微小平移，再由x轴上某一位置的两波形曲线上的点来判定	

►考向1 机械波的形成与传播规律

例^① (2021·全国甲卷)均匀介质中质点 A 、 B 的平衡位置位于 x 轴上,坐标分别为0和 $x_B=16\text{ cm}$ 。某简谐横波沿 x 轴正方向传播,波速为 $v=20\text{ cm/s}$,波长大于 20 cm ,振幅为 $y=1\text{ cm}$,且传播时无衰减。 $t=0$ 时刻 A 、 B 偏离平衡位置的位移大小相等、方向相同,运动方向相反,此后每隔 $\Delta t=0.6\text{ s}$ 两者偏离平衡位置的位移大小相等、方向相同。已知在 t_1 时刻($t_1>0$),质点 A 位于波峰。求:

- (1)从 t_1 时刻开始,质点 B 最少要经过多长时间位于波峰;
- (2) t_1 时刻质点 B 偏离平衡位置的位移。

[解析] (1) t_1 时刻质点 A 位于波峰, 波长 $\lambda > 20\text{ cm}$, $x_{AB} < \lambda$, 则 t_1 时刻后质点 B 第一次到达波峰时, 波传播的距离为 $x_{AB} = 16\text{ cm}$,

经历的时间 $t = \frac{x_{AB}}{v}$,

解得 $t = 0.8\text{ s}$ 。

(2)由题意知, 该波的传播周期 $T=2\Delta t=1.2\text{ s}$,

则波长 $\lambda=vT$,

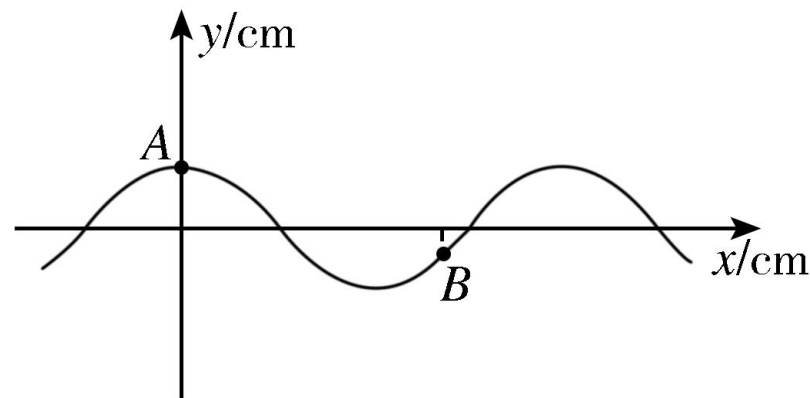
可得 $\lambda=24\text{ cm}$,

质点 B 位于 $x=16\text{ cm}$ 处,

t_1 时刻的波形图如图所示,

则 $x=16\text{ cm}$ 处,

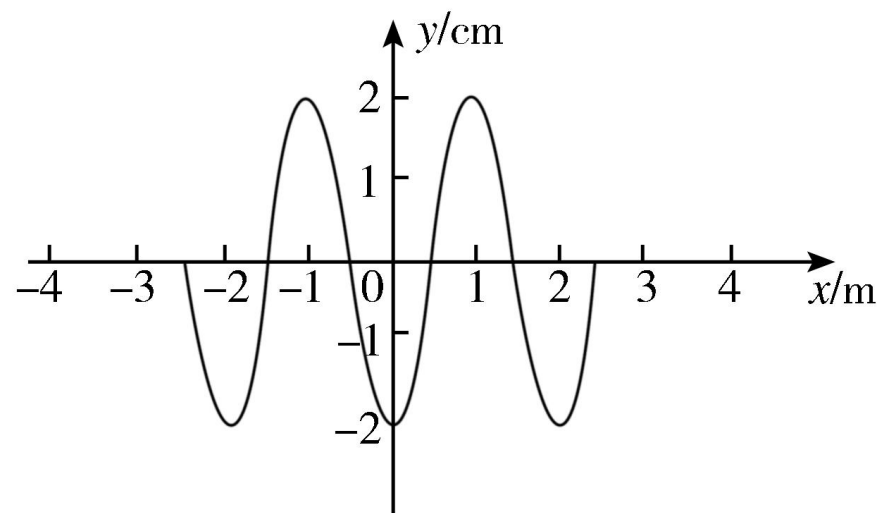
$$y=A\cos \frac{4\pi}{3}=-0.5\text{ cm}.$$



[答案] (1)0.8 s (2)-0.5 cm

►考向2 波动图像

例^② (多选)(2023·天津卷) 一列机械波的波源是坐标轴原点，从 $t=0$ 时波源开始振动， $t=0.5$ s时波形如图，则下列说法正确的有(**BC**)



- A. 在这种介质中波速 $v=4$ m/s
- B. $x=1$ m处质点在 $t=0.3$ s时位于波谷
- C. 波源振动方程 $y=0.02\sin(5\pi t+\pi)$ m
- D. $x=-1$ m处质点半个周期内向左平移半个波长

【解析】 由图中可知 $t=0.5\text{ s}$ 时，波传播的距离为 $x=2.5\text{ m}$ ，故波的速度为 $v=\frac{x}{t}=\frac{2.5}{0.5}\text{ m/s}=5\text{ m/s}$ ，故 A 错误；由图可知该波的波长为 $\lambda=2\text{ m}$ ，所以波的周期为 $T=\frac{\lambda}{v}=\frac{2}{5}\text{ s}=0.4\text{ s}$ ，波传播到 $x=1\text{ m}$ 需要的时间 $t_1=\frac{x_1}{v}=\frac{1}{5}\text{ s}=0.2\text{ s}$ ，由图可知该波的起振方向向下， $t=0.3\text{ s}$ 该波振动了 0.1 s ，即 $\frac{1}{4}T$ ，所以位于波谷，故 B 正确；根据图像可知该波的振动方程为 $y=A\sin\left(\frac{2\pi}{T}t+\varphi\right)=-0.02\sin(5\pi t)\text{ m}=0.02\sin(5\pi t+\pi)\text{ m}$ ，故 C 正确；质点只是上下振动，不随波左右移动，故 D 错误。故选 BC。

【跟踪训练】

(波的图像)(多选)B超成像的基本原理是探头向人体发射一组超声波，遇到人体组织会产生不同程度的反射。探头接收到的超声波信号形成B超图像。如图为血管探头沿 x 轴正方向发送的简谐超声波图像， $t=0$ 时刻波恰好传到质点 M 。已知此超声波的频率为 $1 \times 10^7 \text{ Hz}$ ，下列说法正确的是(**ACD**)



图1

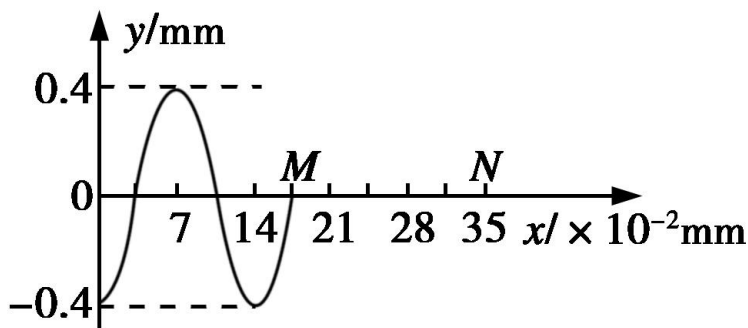
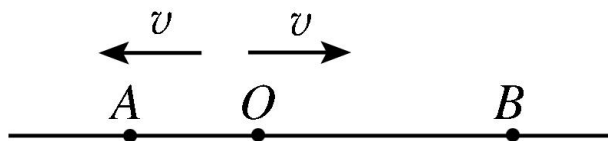


图2

【解析】 波的周期为 $T = \frac{1}{f} = 1 \times 10^{-7} \text{ s}$ ，易知 $1.25 \times 10^{-7} \text{ s} = 1.25 T$ ，则质点 M 运动的路程为 $s = 1.25 \times 4A = 2 \text{ mm}$ ，A 正确；由波形图及波的传播方向为 x 轴正方向，可知质点 M 开始振动的方向沿 y 轴负方向，则质点 M 的振动方程为 $y = -0.4 \sin (2\pi \times 10^7 t) (\text{mm})$ ，则当质点 M 第一次位移为 0.2 mm 时， $t = \frac{7}{12} \times 10^{-7} \text{ s}$ ，B 错误；根据图像读出波长为 $\lambda = 14 \times 10^{-2} \text{ mm} = 1.4 \times 10^{-4} \text{ m}$ ，由 $v = \lambda f$ ，解得 $v = 1.4 \times 10^3 \text{ m/s}$ ，C 正确；由图可知， M 左侧的波谷与 N 之间的距离为 $x = (35 - 14) \times 10^{-2} \text{ mm} = 21 \times 10^{-2} \text{ mm} = 2.1 \times 10^{-4} \text{ m}$ ，则传播到 N 点的时间 $t = \frac{x}{v} = 1.5 \times 10^{-7} \text{ s}$ ，可知在 $1.5 \times 10^{-7} \text{ s}$ 时质点 N 恰好处于波谷，D 正确。



(波的传播)(多选)如图所示, 波源 O 从平衡位置开始竖直向上振动, 产生的简谐波向左、右两个方向传播, 波速均为 $v=50\text{ m/s}$ 。经过一段时间后, A 、 B 两点开始振动, 已知 $OA=1.5\text{ m}$, $OB=3.25\text{ m}$, 波的振动频率为 $f=50\text{ Hz}$, 则下列说法正确的是(**BC**)



- A. 波的周期为 0.01 s
- B. 波的波长为 1 m
- C. A 、 B 两点的起振方向均竖直向上
- D. 当质点 B 开始振动时, 质点 A 已振动了2个周期



【解析】 波的周期为 $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} \text{ s} = 0.02 \text{ s}$, A 项错误; 波的波长为 $\lambda = vT = 50 \times 0.02 \text{ m} = 1 \text{ m}$, B 项正确; 由于波源 O 的起振方向竖直向上, 故 A 、 B 两点的起振方向均竖直向上, C 项正确; 从 O 传到 B 的时间为 $t_B = \frac{OB}{v} = \frac{3.25}{50} \text{ s} = 0.065 \text{ s}$, 从 O 传到 A 的时间为 $t_A = \frac{OA}{v} = \frac{1.5}{50} \text{ s} = 0.03 \text{ s}$, 则有 $\Delta t = t_B - t_A = 0.035 \text{ s} = 1\frac{3}{4}T$, 当质点 B 开始振动时, 质点 A 已振动了 $1\frac{3}{4}$ 个周期, D 项错误。故选 BC 项。

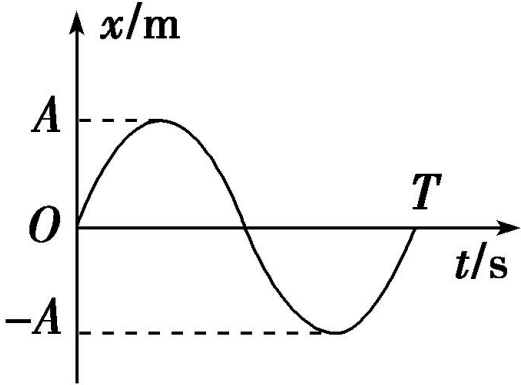
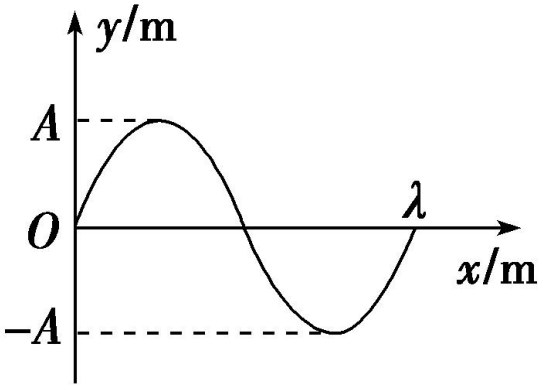
考点 2

波动图像与振动图像综合

(能力考点·深度研析)

两种图像的比较

图像类型	振动图像	波的图像
研究对象	某一振动质点	沿波传播方向上的所有质点
研究内容	某一质点的位移随时间变化规律	某时刻所有质点的空间分布规律

图像类型	振动图像	波的图像
图像		
物理意义	表示某质点各个时刻的位移	表示某时刻各质点的位移

图像类型	振动图像	波的图像
图像信息	(1)质点振动周期 (2)质点振幅 (3)各时刻质点位移 (4)各时刻速度、加速度方向	(1)波长、振幅 (2)任意一质点在该时刻的位移 (3)任意一质点在该时刻加速度方向 (4)传播方向、振动方向的互判



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/146032104224011012>