



## 机械波的产生和描述

日期: \_\_\_\_\_ 时间: \_\_\_\_\_ 姓名: \_\_\_\_\_  
Date: \_\_\_\_\_ Time: \_\_\_\_\_ Name: \_\_\_\_\_



### 初露锋芒

在生活中，我们是否见过此现象——向一滴水滴入平静的水面，会看到水面上荡起圈圈涟漪，起伏不平的波纹向四周传播出去，形成水波。足球比赛中，当进球后球迷此起彼伏所形成的波浪



上述现象，都是我们平时所见到的波的情形，那么，波是什么以及通过何种方式描述波，是我们这节课学习的内容

<b>学习目标</b>  <b>&amp;</b>  <b>重难点</b>	1、理解机械波的形成和描述机械波的物理量 2、理解机械波的图像，能从图像上找出机械波的相关物理量
	1、会计算波长、波速、周期等描述机械波的物理量



## 根深蒂固

### 知识点一：机械波的形成和传播

#### 一、机械波的形成和传播

1、机械波的形成实质是介质质点间存在相互作用，前面的质点带动后面的质点振动，同时将振动形式与能量向外传播。每一个质点都由前面的质点带动做受迫振动。**机械振动在介质中由近及远的传播就形成了机械波。**



#### 2、机械波产生和传播的条件

波源：波源是产生机械振动的物体。

介质：介质是传播机械振动的物质。

#### 3、波的特点：

- (1) 若不计能量损失，各质点**振幅相同**；
- (2) 各质点**振动周期与波源的振动周期相同**；
- (3) 离波源越远，质点振动越滞后，各质点只在各自的平衡位置附近振动，**并不随波迁移**。

#### 二、机械波的分类

横波：介质中质点的振动方向与波的传播方向垂直，传播过程中会形成波峰与波谷；

纵波：介质中质点的振动方向与波的传播方向平行，传播过程中会形成疏部与密部。

#### 三、波长、波速与频率的关系

波长 $\lambda$ ：表示在波的传播方向上**相邻的两个位移总相同**的介质质点之间的距离。

波速 $v$ ：表示在单位时间内沿波的传播方向传播的距离，对同一性质的波，波速由**介质**决定。一般波从一种介质进入另一种介质，波速会发生变化。

频率 $f$ 、周期 $T$ ：就是波源的振动频率和周期，**由波源决定**，与介质无关，波由一种介质进入另一种介质，频率和周期都不变。

波速 $v$ 、波长 $\lambda$ 、周期 $T$ 、频率 $f$ 之间的关系： $v = \lambda f = \lambda / T$

【例 1】关于振动和波的关系，下列说法中不正确的是（ ）

- A. 振动是波的成因，波是振动的传播
- B. 振动是单个质点呈现的运动现象，波是许多质点联合起来呈现的运动现象
- C. 波的传播速度就是质点振动的速度
- D. 波源停止振动时，波不会立即停止传播

【例 2】关于机械波的形成，下列说法中正确的是（ ）（多选）

- A. 物体做机械振动，一定产生机械波
- B. 后振动的质点总是跟着先振动的质点重复振动，只是时间落后一步
- C. 参与振动的质点群有相同的频率
- D. 机械波是介质随波迁移，也是振动能量的传递

【例 3】如图，是以质点  $P$  为波源的机械波沿着一条一端固定的轻绳传播到质点  $Q$  的波形图，则质点  $P$  刚开始振动时的方向为 （ ）

- A. 向上  
C. 向左

- B. 向下  
D. 向右



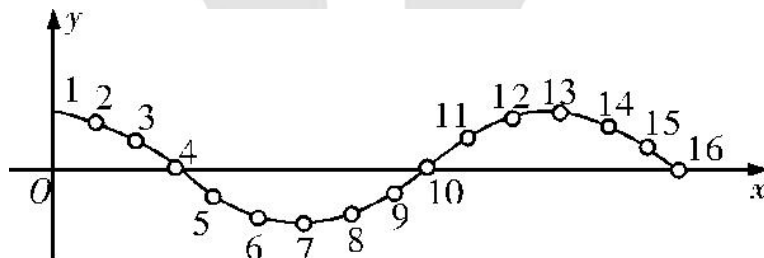
## 知识点二：波动图像

### 一、起振方向

介质中最先振动的质点是波源，所以介质中所有质点在起振时都与波源的起振方向一致，即波源开始时向哪一方向振动，其他质点开始振动时也向该方向振动。

### 二、图象的建立

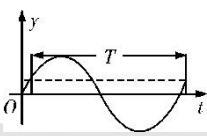
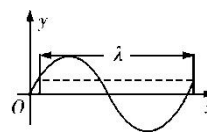
用横坐标  $x$  表示在波的传播方向上介质各质点的平衡位置，纵坐标  $y$  表示某一时刻各个质点偏离平衡位置的位移，并规定横波中位移方向向某一个方向时为正值，位移向相反的方向时为负值。在  $xOy$  平面上，画出各个质点平衡位置  $x$  与各质点偏离平衡位置的位移  $y$  组成的各点  $(x, y)$ ，用平滑的曲线把各点连接起来就得到了横波的波形图象（如图所示）。



### 三、图象的特点

- 1、横波的图象形状与波在传播过程中介质中各质点某时刻的分布相似，波形中的波峰即为图象中的位移正向的最大值，波谷即为图象中位移负向的最大值，波形中通过平衡位置的质点在图象中也恰处于平衡位置。
- 2、图象的物理意义：波动图象描述的是在同一时刻，沿波的传播方向上的各个质点离开平衡位置的位移。
- 3、由波的图象可以获得的信息：
  - (1) 从图象上可直接读出波长和振幅。
  - (2) 可确定任一质点在该时刻的位移。
  - (3) 因加速度方向和位移方向相反，可确定任一质点在该时刻的加速度方向。
  - (4) 若已知波的传播方向，可确定各质点在该时刻的振动方向，并判断位移、加速度、速度的变化。

#### 四、振动和波动的比较

特点		振动图象	波动图象
相同点	纵坐标 $y$	不同时刻某一质点的位移	某一时刻介质中所有质点的位移
	纵坐标最大值	振幅	振幅
不同点	描述对象	某一个振动质点	一群质点 ( $x$ 轴上各个质点)
	物理意义	振动位移 $y$ 随时间 $t$ 的变化关系	$x$ 轴上所有质点在某一时刻的位移 $y$
	横坐标	表示时间 $t$	表示介质中各点的平衡位置离原点的距离 $x$
	横轴上相邻两个振动情况总一致的点之间距离的含义		
	图随时间变化情况	图线随时间延伸, 原有部分图形不变	整个波形沿波的传播方向平移, 不同时刻波形不同

#### 五、质点振动方向与波的传播方向的关系和应用

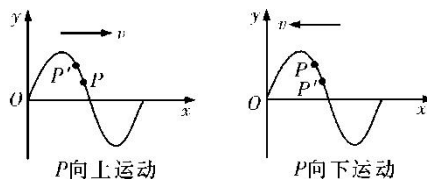
质点振动方向与波的传播方向存在着必然的联系, 若已知波的传播方向, 便可知波源的方位, 任给一质点, 我们均可判定它跟随哪些质点振动, 便可知道它的振动方向。若已知波的传播方向, 可确定各质点在该时刻的振动方向,

常用的方法:

##### 1、带动法

原理: 先振动的质点带动邻近的后振动的质点。

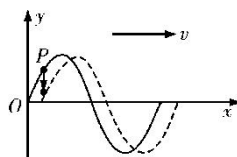
方法: 如图所示, 在质点  $P$  靠近波源一方附近的图象另找一点  $P'$ , 若  $P'$  在  $P$  上方, 则  $P$  向  $y$  轴正方向运动, 若  $P'$  在  $P$  下方, 则  $P$  向  $y$  轴负方向运动。



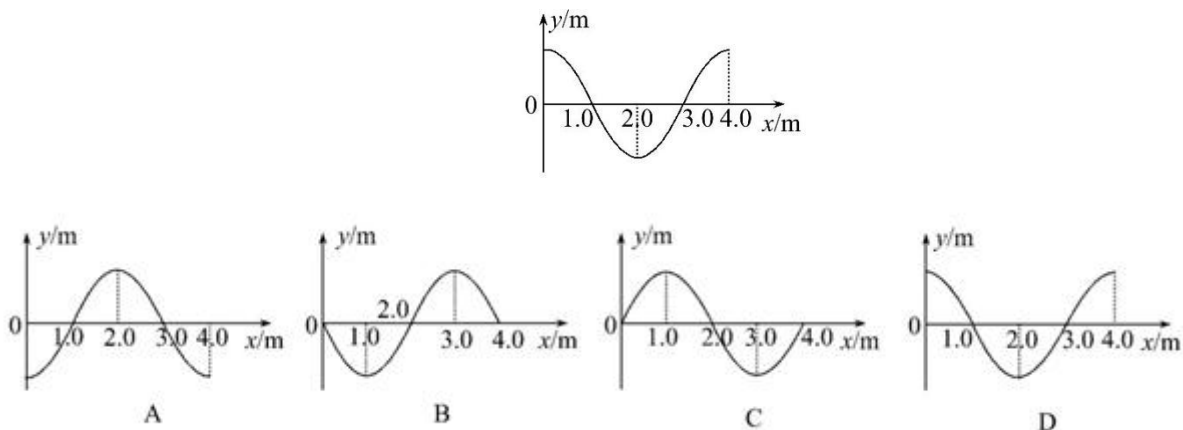
##### 2、微平移法

原理: 波向前传播, 波形也向前平移。

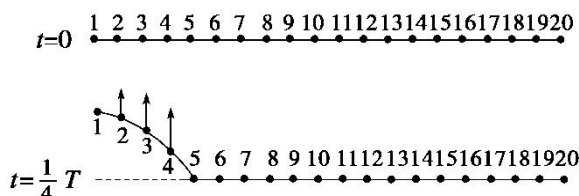
方法: 作出经微小时间  $\Delta t$  后的波形图, 如图虚线所示, 就知道了各质点经过  $\Delta t$  时间到达的位置, 此刻质点振动方向也就知道了, 图中  $P$  点振动方向向  $y$  轴负方向。



【例 1】一列简谐波沿  $x$  轴正方向传播，在  $t=0$  时波形如图所示，已知波速为  $10\text{m/s}$ 。则  $t=0.1\text{s}$  时正确的波形应是图中的 ( )



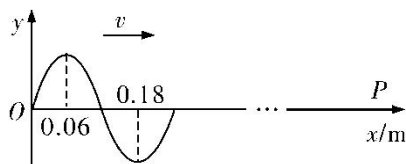
【例 2】如图是某绳波形成过程的示意图。质点 1 在外力作用下沿竖直方向做简谐运动，带动 2, 3, 4, ... 各个质点依次上下振动，把振动从绳的左端传到右端。已知  $t=0$  时，质点 1 开始向上运动； $t=\frac{T}{4}$  时，质点 1 到达最上方，质点 5 开始向上运动。问：



- (1)  $t=\frac{T}{2}$  时，质点 9、13、17 的运动状态（是否运动、运动方向）如何？
- (2)  $t=\frac{3T}{4}$  时，质点 9、13、17 的运动状态如何？
- (3)  $t=T$  时，质点 9、13、17 的运动状态如何？

【例 3】如图所示，一列向右传播的简谐横波，速度大小为  $0.6\text{m/s}$ ， $P$  质点横坐标  $x=0.96\text{m}$ ，从图中状态开始计时，求：

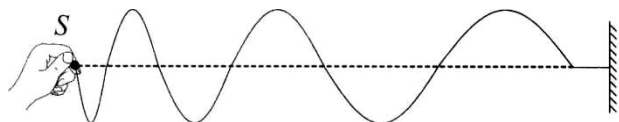
- (1) 经过多长时间， $P$  质点第一次到达波谷？
- (2) 经过多长时间， $P$  质点第二次到达波峰？
- (3)  $P$  质点刚开始振动时，运动方向如何？



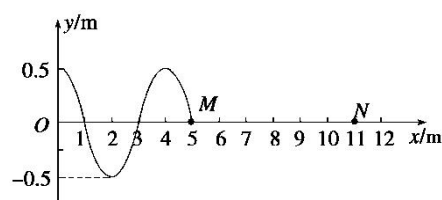


## 枝繁叶茂

- 关于机械振动和机械波的关系是 ( ) (多选)
  - 有振动必有波
  - 有波必有振动
  - 有振动不一定有波
  - 有波不一定有振动
- 关于横波和纵波, 下列说法中正确的是 ( )
  - 横波和纵波都存在波峰和波谷
  - 横波和纵波的质点振动方向不同, 因此, 这两种波不可能沿同一方向传播
  - 地震中形成的波, 既有横波, 也有纵波
  - 横波与纵波都能在固体、液体、气体中传播
- 波在传播的过程中, 正确的说法是 ( ) (多选)
  - 介质中的质点是随波迁移
  - 波源的振动能量随波迁移
  - 波源的能量靠振动质点的迁移随波传递
  - 介质的质点每完成一次全振动, 波向前传播一个波长的距离
- 下列说法中, 正确的是 ( )
  - 打开香水瓶盖, 较远处的人也能闻到香水味, 是由于香水随声波传播的原因
  - 掉到池塘中心的皮球, 不能通过搅动水来使它靠岸
  - 地震波中有横波, 也有纵波, 是一段时间只有横波, 另一段时间只有纵波
  - 纵波中的疏部和密部是介质中的质点原来就分布好的, 是固定不动的
- 一根粗细均匀的绳子, 右侧固定, 使左侧的  $S$  点上下振动, 产生一列向右传播的机械波, 某时刻的波形如图所示。下列说法中正确的是 ( )
  - 该波的频率逐渐减小
  - 该波的频率逐渐增大
  - 该波的波速逐渐增大
  - 该波的波速逐渐减小
- 声波在空气中的波速为  $340\text{m/s}$ , 在铁轨中的波速为  $5000\text{m/s}$ 。那么在空气中波长为  $1\text{m}$  的声波, 在铁轨中传播的波长为 \_\_\_\_\_  $\text{m}$ 。



- 一列简谐横波沿  $x$  轴正向传播, 传到  $M$  点时波形如图所示, 再经  $0.6\text{s}$ ,  $N$  点开始振动, 则该波的振幅  $A$  和频率  $f$  为 ( )

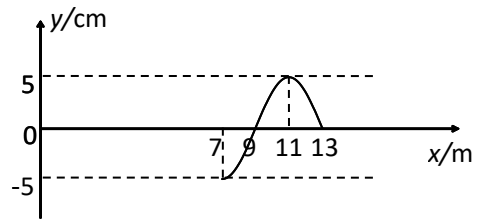


- $A=1\text{ m}$ 、 $f=5\text{ Hz}$
- $A=0.5\text{ m}$ 、 $f=5\text{ Hz}$
- $A=1\text{ m}$ 、 $f=2.5\text{ Hz}$
- $A=0.5\text{ m}$ 、 $f=2.5\text{ Hz}$



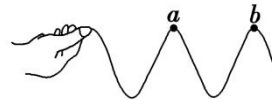
8、图为一列沿  $x$  轴正方向传播的简谐横波的部分波形图。若该波波速  $v=40\text{m/s}$ ，在  $t=0$  时刻刚好传播到  $x=13\text{m}$  处，则  $t=0.45\text{s}$  时 ( ) (多选)

- A. 该波  $x=9\text{m}$  处的质点的位移为  $-5\text{cm}$
- B. 该波  $x=11\text{m}$  处的质点的位移为  $5\text{cm}$
- C. 该波刚好传播到  $x=18\text{m}$  处
- D. 该波刚好传播到  $x=31\text{m}$  处

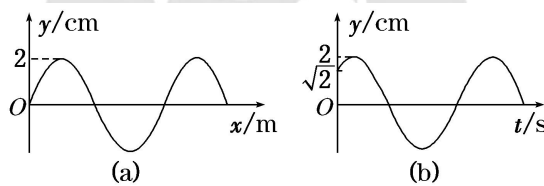


9、用手握住较长软绳的一端连续上下抖动，形成一列简谐横波。某一时刻的波形如图所示。绳上  $a$ 、 $b$  两质点均处于波峰位置。下列说法正确的是 ( )

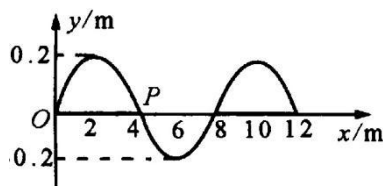
- A.  $a$ 、 $b$  两点之间的距离为半个波长
- B.  $a$ 、 $b$  两点振动开始时刻相差半个周期
- C.  $b$  点完成全振动次数比  $a$  点多一次
- D.  $b$  点完成全振动次数比  $a$  点少一次



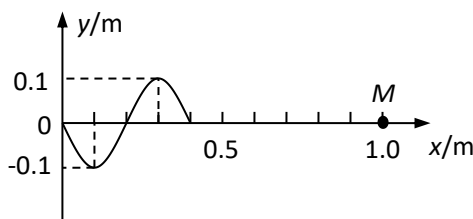
10、一简谐横波沿  $x$  轴正向传播， $t=0$  时刻的波形如图 (a) 所示， $x=0.30\text{m}$  处的质点的振动图线如图 (b) 所示，该质点在  $t=0$  时刻的运动方向沿  $y$  轴\_\_\_\_\_ (填“正向”或“负向”)。已知该波的波长大于  $0.30\text{m}$ ，则该波的波长为\_\_\_\_\_m。



11、如图所示为一列沿  $x$  轴正向传播的简谐横波在某时刻的波形图。这列波的振幅为\_\_\_\_\_m，波长为\_\_\_\_\_m；若波速为  $2.4\text{m/s}$ ，则波在传播过程中，质点  $P$  做简谐振动的频率为\_\_\_\_\_,  $P$  点在  $10\text{s}$  内通过的路程为\_\_\_\_\_m。



12、一列简谐波沿  $x$  轴向右传播，在  $x=1.0\text{m}$  处有一质点  $M$ 。已知  $x=0$  处质点振动周期为  $0.4\text{s}$ ， $t=0$  时刻波形如图所示。则  $t=_____$ s 时质点  $M$  第二次到达波峰，在  $t=0.5\text{s}$  至  $t=0.9\text{s}$  的一个周期内，质点  $M$  的路程为\_\_\_\_\_m。

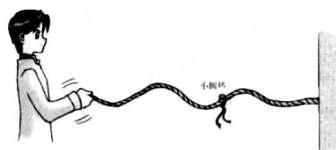




## 瓜熟蒂落

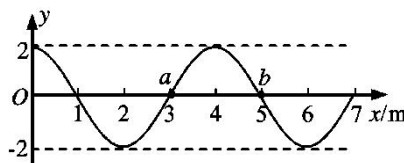
- 关于机械波的概念，下列说法正确的是 ( )
  - 横波中质点的振动方向为竖直方向，纵波中质点的振动方向为水平方向
  - 简谐横波在长绳中传播，绳上相距半个波长的两振动质点位移大小始终相等
  - 任一质点每经过一个周期沿波的传播方向移动一个波长
  - 如果振源停止振动，在介质中传播的波也就立即停止

- 一位同学激发一列绳波，如图所示，当手的振动频率增加时，这列绳波的 ( )
  - 速度增大
  - 波长减小
  - 速度减小
  - 周期增大

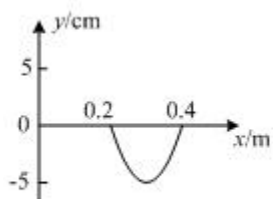


- 一列沿  $x$  轴正方向传播的简谐横波，周期为  $0.50\text{ s}$ 。某一时刻，离开平衡位置的位移都相等的各质点依次为  $P_1, P_2, P_3, \dots$ 。已知  $P_1$  和  $P_2$  之间的距离为  $20\text{ cm}$ ， $P_2$  和  $P_3$  之间的距离为  $80\text{ cm}$ ，则  $P_1$  的振动传到  $P_2$  所需的时间为 ( )
  - $0.50\text{ s}$
  - $0.13\text{ s}$
  - $0.10\text{ s}$
  - $0.20\text{ s}$

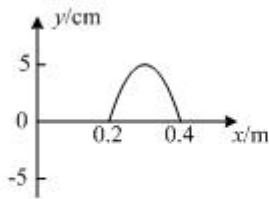
- 一列简谐横波沿  $x$  轴传播， $t=0$  时刻的波形如图所示。则从图中可以看出 ( )
  - 这列波的波长为  $5\text{ m}$
  - 波中的每个质点的振动周期为  $4\text{ s}$
  - 若已知波沿  $x$  轴正向传播，则此时质点  $a$  向下振动
  - 若已知质点  $b$  此时向上振动，则波是沿  $x$  轴负向传播的



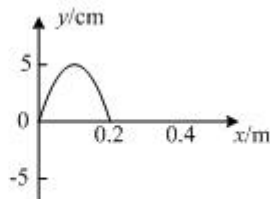
- 一质点以坐标原点  $O$  为平衡位置在  $y$  轴上振动，其振幅为  $5\text{ cm}$ ，周期为  $0.4\text{ s}$ ，振动在介质中产生的简谐波沿  $x$  轴的正方向传播，其速度为  $1.0\text{ m/s}$ 。计时开始该质点（刚开始起振）在坐标原点  $O$ ，速度方向为  $y$  轴正方向， $0.2\text{ s}$  后此质点立即停止运动，则再经过  $0.2\text{ s}$  后的波形是图中的 ( )



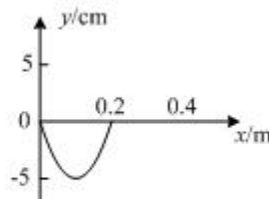
A



B



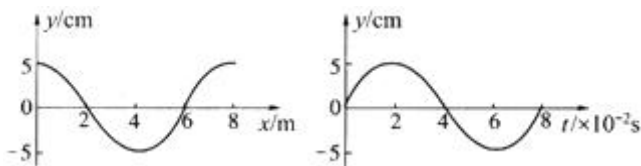
C



D

- 如图所示，分别为一列横波在某一时刻的波形图象和在  $x=6\text{ m}$  处的质点从该时刻开始计时的振动图象，则这列波 ( ) (多选)

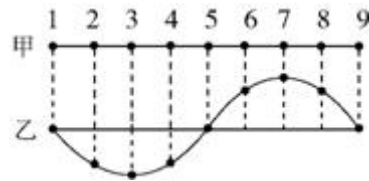
- 沿  $x$  轴的正方向传播
- 沿  $x$  轴的负方向传播
- 波速为  $100\text{ m/s}$
- 波速为  $2.5\text{ m/s}$





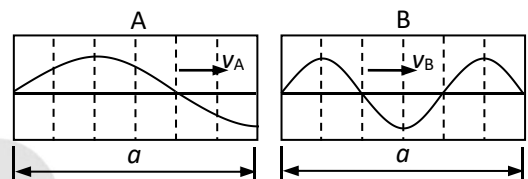
7、在均匀介质中选取平衡位置在同一直线上的 9 个质点，相邻两质点的距离均为  $L$ ，如图甲所示。一列横波沿该直线向右传播， $t=0$  时到达质点 1，质点 1 开始向下运动，经过时间  $\Delta t$  第一次出现如图乙所示的波形。则该波的 ( ) (多选)

- A. 周期为  $\Delta t$ ，波长为  $8L$
- B. 周期为  $\frac{2}{3}\Delta t$ ，波长为  $8L$
- C. 周期为  $\frac{2}{3}\Delta t$ ，波速为  $\frac{12L}{\Delta t}$
- D. 周期为  $\Delta t$ ，波速为  $\frac{8L}{\Delta t}$



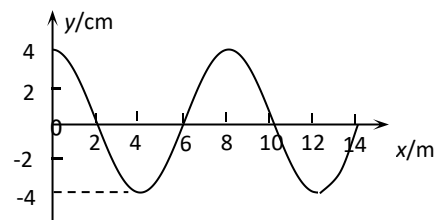
8、简谐波 A 与 B 在某时刻的波形如右图所示，经过  $t=T_B$  时间 ( $T_B$  为波 B 的周期)，两波仍出现如此波形，则两波的波速之比  $v_A:v_B$  可能是 ( ) (多选)

- A. 1:1
- B. 2:1
- C. 2:3
- D. 4:1



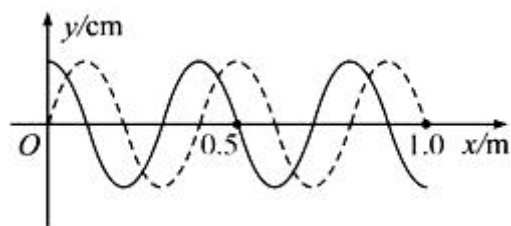
9、从波源质点 O 起振开始计时，经时间  $t=0.7s$ ，x 轴上距波源 14m 处的质点开始振动，此时波形如图所示，则 ( ) (多选)

- A. 此列波的波速为 20m/s
- B. 此列波的周期一定是 0.4s
- C.  $t=0.5s$  时，x 轴上 5m 处质点位移大于 2cm，且向 +y 方向振动
- D.  $t=0.5s$  时，x 轴上 8m 处质点位移为零，且向 -y 方向振动



10、一列横波在某时刻的波形图如图中实线所示，经 0.02s 后波形如图中虚线所示，则该波的波速  $v$  和频率  $f$  可能是 ( ) (多选)

- A.  $v=5m/s$
- B.  $v=45m/s$
- C.  $f=50Hz$
- D.  $f=37.5Hz$



11、如图所示，在光滑水平面内的弹簧振子连接一根长软绳，以平衡位置 O 点为原点沿绳方向取 x 轴。振子从 O 以某一初速度向 A 端开始运动，振动频率  $f=10Hz$ 。当振子从 O 点出发，第五次经过 O 点时， $x=20cm$  处的质点只经过一次波峰并恰好向下运动到平衡位置，则  $x=15cm$  处的质点经过\_\_\_\_\_次波峰，绳上产生的波的传播速度为\_\_\_\_\_m/s。

