



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

学习目标 & 重难点	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 λ ：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 λ 、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

【难度】★

【答案】C

【解析】机械波的产生条件是有波源和介质。由于介质中的质点依次带动由近及远传播而形成波，所以选项 A 和 B 正确。波的传播速度是波形由波源向外伸展的速度，在均匀介质中其速度大小不变；而质点振动的速度和方向都随时间周期性地发生变化。选项 C 错误。波源一旦将振动传给了介质，振动就会在介质中向远处传播；当波源停止振动时，介质仍然继续传播波源振动的运动形式，不会随波源停止振动而停止传播，即波不会停止传播。选项 D 正确。

【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

【难度】★

【答案】BC

【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
- B. 向下
- C. 向左
- D. 向右



【难度】★★

【答案】A

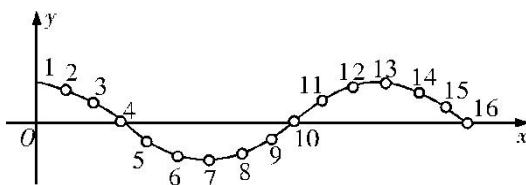
知识点二：波动图像

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

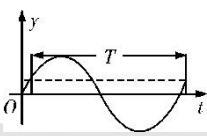
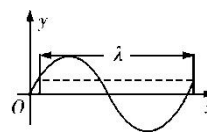
用横坐标 x 表示在波的传播方向上介质各质点的平衡位置，纵坐标 y 表示某一时刻各个质点偏离平衡位置的位移，并规定横波中位移方向向某一个方向时为正值，位移向相反的方向时为负值。在 xOy 平面上，画出各个质点平衡位置 x 与各质点偏离平衡位置的位移 y 组成的各点 (x, y) ，用平滑的曲线把各点连接起来就得到了横波的波形图象（如图所示）。



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

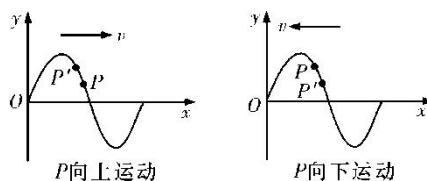
质点振动方向与波的传播方向存在着必然的联系, 若已知波的传播方向, 便可知波源的方位, 任给一质点, 我们均可判定它跟随哪些质点振动, 便可知道它的振动方向。若已知波的传播方向, 可确定各质点在该时刻的振动方向,

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。

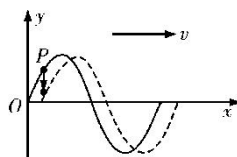
方法: 如图所示, 在质点 P 靠近波源一方附近的图象另找一点 P' , 若 P' 在 P 上方, 则 P 向 y 轴正方向运动, 若 P' 在 P 下方, 则 P 向 y 轴负方向运动。



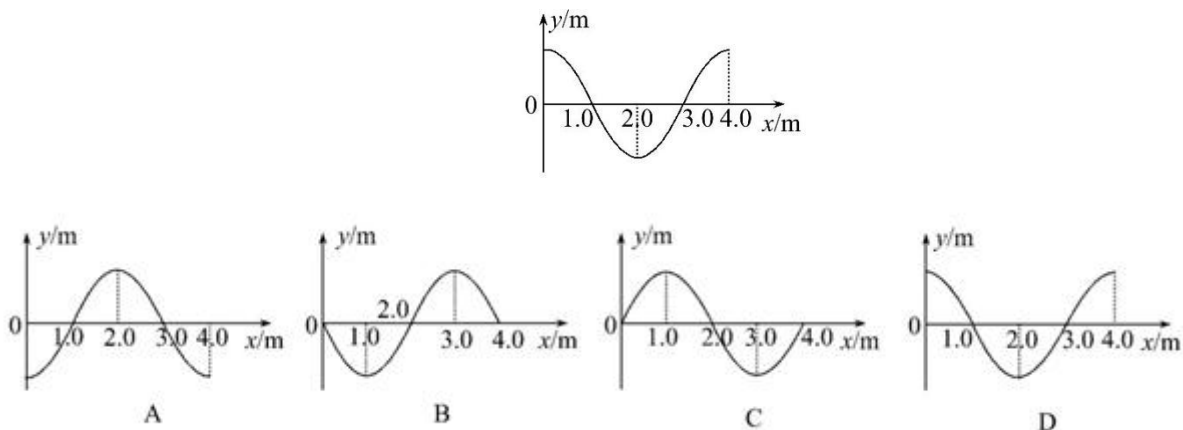
2、微平移法

原理: 波向前传播, 波形也向前平移。

方法: 作出经微小时间 Δt 后的波形图, 如图虚线所示, 就知道了各质点经过 Δt 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。



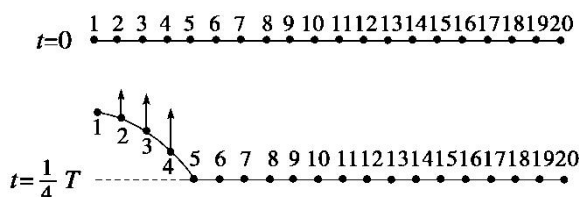
【例 1】一列简谐波沿 x 轴正方向传播，在 $t=0$ 时波形如图所示，已知波速为 10m/s 。则 $t=0.1\text{s}$ 时正确的波形应是图中的 ()



【难度】★【答案】C

【解析】由 $t=0$ 时刻的波形图可知该列波的波长为 4.0m ，所以波的传播周期为 $=0.4\text{s}$ ，所以由于波沿 x 轴正方向传播，所以从 $t=0$ 时刻的波形沿 x 轴正方向移动四分之一波长，故 C 正确。

【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？

【难度】★★【答案】(1) $t=\frac{T}{2}$ 时，质点 9 开始向上运动，质点 13、17 没有运动。

(2) $t=\frac{3T}{4}$ 时，质点 9 到达最上方，质点 13 开始向上运动，质点 17 没有运动。

(3) $t=T$ 时，质点 9 向下运动，质点 13 到达最上方，质点 17 开始向上运动。

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

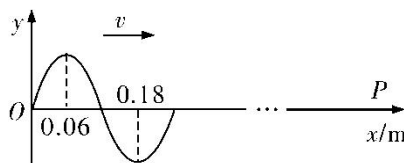
(1) 经过多长时间， P 质点第一次到达波谷？

(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？

【难度】★★

【答案】(1) 1.3s (2) 1.9s (3) 沿 y 轴负方向



【解析】(1) P 质点第一次到达波谷的时间，就是初始时刻 x 坐标为 0.18 m 处的质点的振动状态传到 P 点所需要的时间，则 $t_1 = \frac{\Delta x_1}{v}$ ，又 $\Delta x_1 = 0.96 - 0.18 = 0.78\text{ m}$ ，所以 $t_1 = 1.3\text{ s}$

(2) P 质点第二次到达波峰的时间等于初始时刻 x 坐标为 0.06 m 处质点的振动状态传到 P 质点所需要的时间与一个周期的和，则 $t_2 = \frac{\Delta x_2 + \lambda}{v}$ ，又 $\Delta x_2 = 0.96 - 0.06 = 0.9\text{ m}$ ， $\lambda = 0.24\text{ m}$ ，所以 $t_2 = 1.9\text{ s}$

(3) P 质点刚开始的振动方向就是初始时刻 x 坐标为 0.24 m 处质点的振动方向。因为横波沿 x 轴正向传播，所以 x 坐标为 0.24 m 处质点初始时刻振动方向沿 y 轴负方向，故 P 质点刚开始振动的方向也沿 y 轴负方向。



枝繁叶茂

- 1、关于机械振动和机械波的关系是 () (多选)
- A. 有振动必有波
 - B. 有波必有振动
 - C. 有振动不一定有波
 - D. 有波不一定有振动

【难度】★

【答案】BC

- 2、关于横波和纵波，下列说法中正确的是 ()
- A. 横波和纵波都存在波峰和波谷
 - B. 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
 - C. 地震中形成的波，既有横波，也有纵波
 - D. 横波与纵波都能在固体、液体、气体中传播

【难度】★

【答案】C

- 3、波在传播的过程中，正确的说法是 () (多选)
- A. 介质中的质点是随波迁移
 - B. 波源的振动能量随波迁移
 - C. 波源的能量靠振动质点的迁移随波传递
 - D. 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

【难度】★

【答案】BD

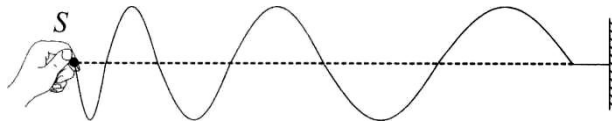
- 4、下列说法中，正确的是 ()
- A. 打开香水瓶盖，较远处的人也能闻到香水味，是由于香水随声波传播的原因
 - B. 掉到池塘中心的皮球，不能通过搅动水来使它靠岸
 - C. 地震波中有横波，也有纵波，是一段时间只有横波，另一段时间只有纵波
 - D. 纵波中的疏部和密部是介质中的质点原来就分布好的，是固定不动的

【难度】★

【答案】B

5、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 ()

- A. 该波的频率逐渐减小
- B. 该波的频率逐渐增大
- C. 该波的波速逐渐增大
- D. 该波的波速逐渐减小



【难度】★

【答案】B

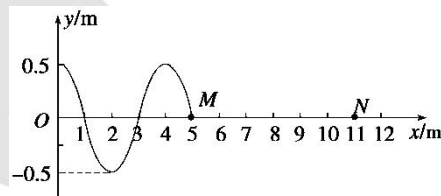
6、声波在空气中的波速为 340m/s ，在铁轨中的波速为 5000m/s 。那么在空气中波长为 1m 的声波，在铁轨中传播的波长为____ m 。

【难度】★★

【答案】14.7

7、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 0.6s ， N 点开始振动，则该波的振幅 A 和频率 f 为 ()

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

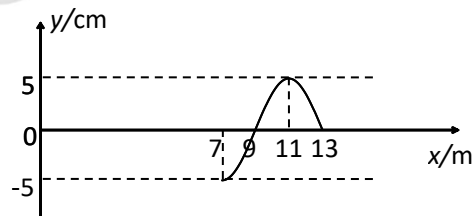


【难度】★

【答案】D

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 -5cm
- B. 该波 $x=11\text{m}$ 处的质点的位移为 5cm
- 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



【难度】★★

【答案】AD

【解析】由图可知波长为 8m ，可知周期为 0.2s ， $t=0.45\text{s}$ 后， $x=9\text{m}$ 处质点恰在波谷，波又传播了 18m 到达 $x=31\text{m}$ 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

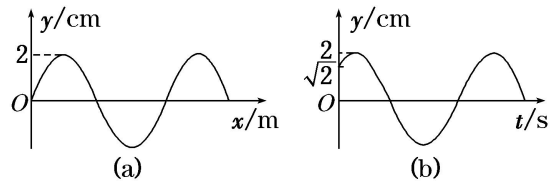


【难度】★★

【答案】D

【解析】由题图知 a 、 b 两点之间的距离为一个波长， a 、 b 两点振动开始时刻相差一个周期，知选项 A、B 错误；由波是向右传播的，质点 b 开始振动的时刻比质点 a 晚一个周期，因此质点 b 完成全振动的次数比质点 a 少一次，可知选项 C 错误，D 正确。

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 m ，则该波的波长为_____m。



【难度】★★

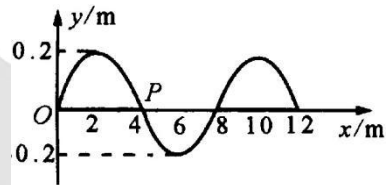
【答案】正向；0.8

【解析】由题图 (b) 可知， $t=0$ 时刻题给质点正在向上振动，故其振动方向沿着 y 轴正向，且正好在八分之一周期的位置。考虑到波长大于 0.3 m ，因此在图 (a) 中处于 $\frac{3}{8}\lambda$ 处， $0.3\text{ m} = \frac{3}{8}\lambda$ ，解得 $\lambda = 0.8\text{ m}$ 。

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 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 s 内通过的路程为_____m。

【难度】★★

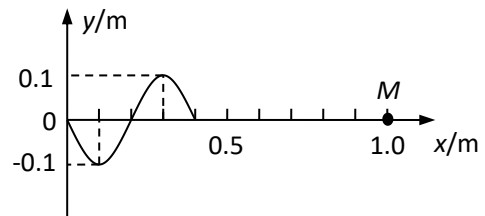
【答案】0.2；8；0.3Hz；2.4



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 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。

【难度】★★

【答案】1.1；0.3



瓜熟蒂落

1、关于机械波的概念，下列说法正确的是（ ）

- A. 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
- B. 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
- C. 任一质点每经过一个周期沿波的传播方向移动一个波长
- D. 如果振源停止振动，在介质中传播的波也就立即停止

【难度】★

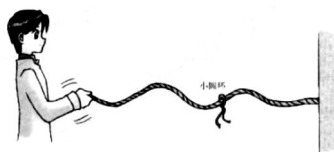
【答案】B

2、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 （ ）

- A. 速度增大
B. 波长减小
C. 速度减小
D. 周期增大

【难度】★

【答案】B



3、一列沿 x 轴正方向传播的简谐横波，周期为 0.50 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 cm ， P_2 和 P_3 之间的距离为 80 cm ，则 P_1 的振动传到 P_2 所需的时间为 （ ）

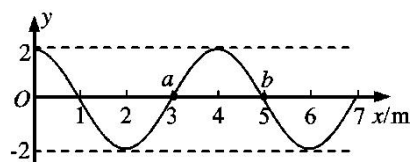
- A. 0.50 s B. 0.13 s C. 0.10 s D. 0.20 s

【难度】★

【答案】C

4、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 （ ）

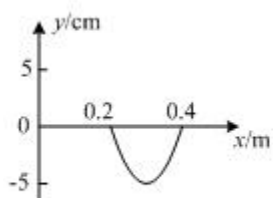
- A. 这列波的波长为 5 m
B. 波中的每个质点的振动周期为 4 s
C. 若已知波沿 x 轴正向传播，则此时质点 a 向下振动
D. 若已知质点 b 此时向上振动，则波是沿 x 轴负向传播的



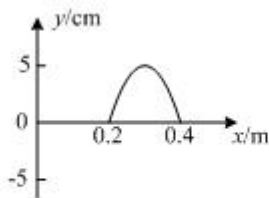
【难度】★★

【答案】C

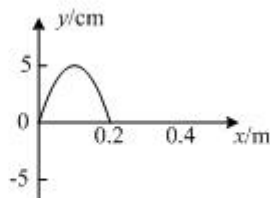
5、一质点以坐标原点 O 为平衡位置在 y 轴上振动，其振幅为 5 cm ，周期为 0.4 s ，振动在介质中产生的简谐波沿 x 轴的正方向传播，其速度为 1.0 m/s 。计时开始该质点（刚开始起振）在坐标原点 O ，速度方向为 y 轴正方向， 0.2 s 后此质点立即停止运动，则再经过 0.2 s 后的波形是图中的 （ ）



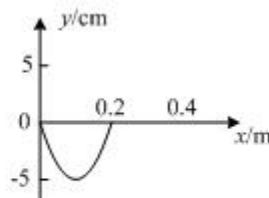
A



B



C



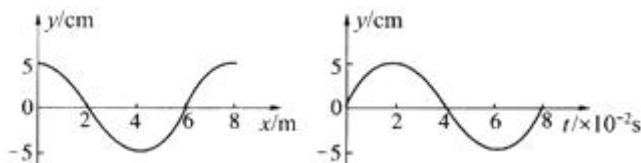
D

【难度】★★

【答案】B

6、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）

- A. 沿 x 轴的正方向传播
B. 沿 x 轴的负方向传播
C. 波速为 100 m/s
D. 波速为 2.5 m/s

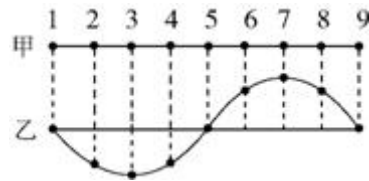


【难度】★★

【答案】BC

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 Δt 第一次出现如图乙所示的波形。则该波的 () (多选)

- A. 周期为 Δt ，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 Δt ，波速为 $\frac{8L}{\Delta t}$

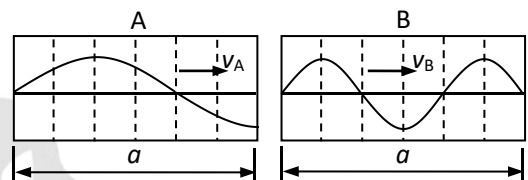


【难度】★★【答案】BC

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

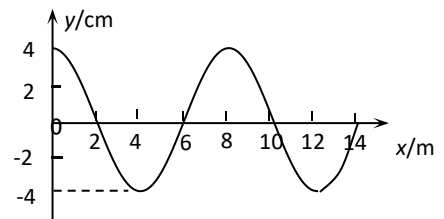
【难度】★★【答案】BD



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 2 cm，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

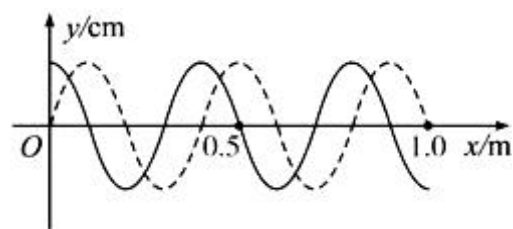
【难度】★★【答案】ABC



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. $f=37.5Hz$

【难度】★★【答案】ABD



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。

【难度】★★

【答案】1; 1

