

选择1、2——

按照狭义相对论的时空观，判断下列说法中正确的是（ ）。

- (A) 在一个惯性系同一位置先后发生的两个事件，在另一个惯性系中也一定按该顺序先后发生；
- (B) 在一个惯性系同一位置先后发生的两个事件，在另一个惯性系中也一定在同一位置发生；
- (C) 在一个惯性系同一位置发生的两个因果关联事件，在另一个惯性系中因果关系可能会颠倒；
- (D) 在一个惯性系同时发生的两个事件，在另一个惯性系中也一定同时发生。

A

在地面参考系中测到两个飞船分别以 $0.5c$ (c 为光速) 的速度向相反方向飞行，则一飞船相对于另一飞船的速度大小为（ ）。

- (A) c
- (B) $0.8c$
- (B) $0.75c$
- (D) $0.5c$

B

选择3、4——

下列几种说法：(1) 所有惯性系对物理基本规律都是等价的；(2) 在真空中，光的速率与光的频率、光源的运动状态无关；(3) 在任何惯性系中，光在真空中沿任何方向的传播速度都相同。其中说法正确的是（ ）。

(A) (1)、(2)； (B) (1)、(3)； (C) (2)、(3)； (D) (1)、(2)、(3)。

(1) 对某观测者来说，发生在某惯性系中同一位置、同一时刻的两个事件，对于相对该惯性系做匀速直线运动的其它惯性系中的观测者来说，它们是否同时发生？(2) 在某惯性系中同一时刻、不同位置的两个事件，它们在其它惯性系中是否同时发生？

按照狭义相对论的时空观，上述两个问题的正确答案是（ ）。

(A) (1) 同时、(2) 不同时； (B) (1) 不同时、(2) 同时；
(C) (1) 同时、(2) 同时； (D) (1) 不同时、(2) 不同时。

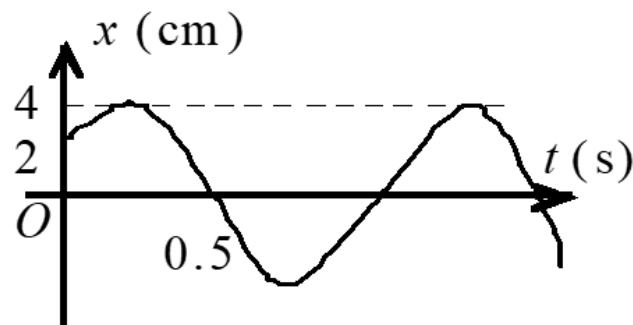
D

A

选择5、6——

一简谐运动曲线如图所示，则振动频率 f 是 []

- (A) 0.5Hz (B) 0.83Hz
(C) 1.0Hz (D) 1.2Hz



B

一个摆钟从甲地拿到乙地，它的钟摆摆动变慢了，则下列对此现象的分析及调准方法的叙述中正确的是[]

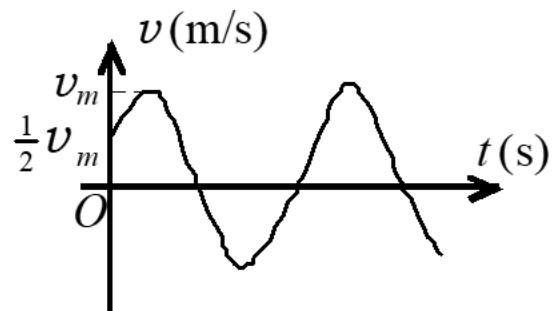
- (A) $g_{\text{甲}} > g_{\text{乙}}$ ，将摆长适当增长 (B) $g_{\text{甲}} > g_{\text{乙}}$ ，将摆长适当缩短
(C) $g_{\text{甲}} < g_{\text{乙}}$ ，将摆长适当增长 (D) $g_{\text{甲}} < g_{\text{乙}}$ ，将摆长适当缩短

B

选择7、8——

一质点作简谐运动，其运动速度与时间的曲线如图所示。若质点的加速度用余弦函数表示，则其初相应为 []

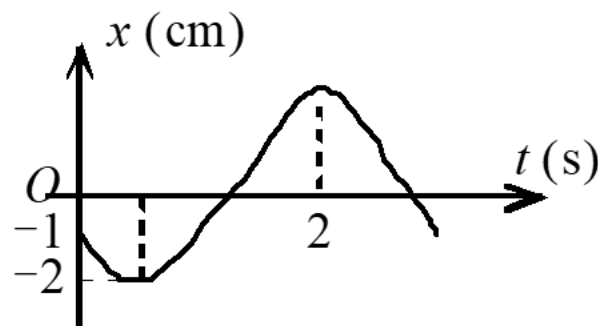
- (A) $\pi/6$ (B) $5\pi/6$ (C) $-5\pi/6$ (D) $-\pi/6$



A

某简谐振动的振动曲线如图所示，位移单位为厘米，时间单位为秒。则此简谐振动振动方程为

- (A) $x = 2\cos(\frac{2}{3}\pi t + \frac{2}{3}\pi)$ (B) $x = 2\cos(\frac{2}{3}\pi t - \frac{2}{3}\pi)$
 (C) $x = 2\cos(\frac{4}{3}\pi t + \frac{2}{3}\pi)$ (D) $x = 2\cos(\frac{4}{3}\pi t - \frac{2}{3}\pi)$



A

选择9、10——

把单摆摆球从平衡位置向位移正方向拉开，使摆线与竖直方向成一微小角度 θ ，然后由静止放手任其 **C**
振动，从放手时开始计时。若用余弦函数表示其运动方程，则该单摆振动的初相为 []

- (A) π (B) $\pi/2$ (C) 0 (D) θ □□□□

一弹簧振子作简谐振动，当位移为振幅的一半时，其动能为总能量的[]

- (A) 1/4 (B) 1/2 (C) $1/\sqrt{2}$ (D) 3/4

D

选择11、12——

一个弹簧振子和一个单摆（只考虑小幅度摆动），在地面上的固有振动周期分别为 T_1 和 T_2 。将它们拿到月球上去，相应的周期分别为 T'_1 和 T'_2 。则有 []

D

- (A) $T'_1 > T_1$ 且 $T'_2 > T_2$; (B) $T'_1 < T_1$ 且 $T'_2 < T_2$; (C) $T'_1 = T_1$ 且 $T'_2 = T_2$; (D) $T'_1 = T_1$ 且 $T'_2 > T_2$

一机车汽笛频率为 750 Hz，机车以时速 90 公里远离静止的观察者。观察者听到的声音的频率是（设空气中声速为 340 m/s）。 []

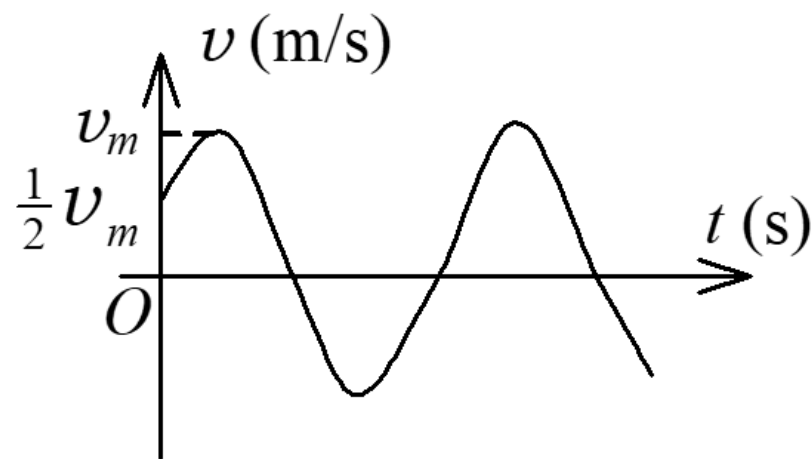
B

- (A) 810 Hz (B) 699 Hz (C) 805 Hz (D) 695 Hz

选择13、14——

一质点作简谐振动。其运动速度与时间的曲线如图所示。若质点的位移振动规律 $x(t)$ 用余弦函数描述，则其初相应为[]。

- (A) $\pi/6$; (B) $5\pi/6$; (C) $-5\pi/6$; (D) $-\pi/6$ 。



A or C?

在波长为 λ 的驻波中，两个相邻波腹之间的距离为 []

- (A) $\lambda/4$ (B) $\lambda/2$ (C) $3\lambda/4$ (D) λ

B

选择15、16——

下面关于简谐运动的说法不正确的是 ()。

- (A) 加速度大小和偏离平衡位置的位移大小成正比，而且与位移的方向相反；
- (B) 方程 $x = \sin \omega t + \cos \omega t$ 描述的运动不是简谐运动；
- (C) 在同一时刻，加速度和速度的相位差为 $\pi/2$ ；
- (D) 广义上来说，如果一个物理量按余弦三角函数随时间变化，那么这个物理量的变化就是简谐的。

B

一弹簧振子作简谐振动，当其偏离平衡位置的位移的大小为振幅的 $1/3$ 时，其动能为振动总能量的 ()。

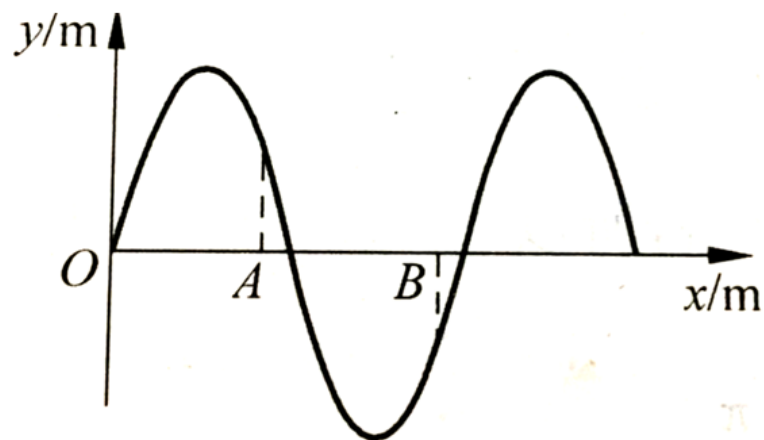
D

- (A) $4/9$ (B) $5/9$ (C) $7/9$ (D) $8/9$

选择17、18——

下图为一个平面简谐波在 t 时刻的波形曲线，若此时 A 点处介质质元的振动动能在增加，则（ ）。

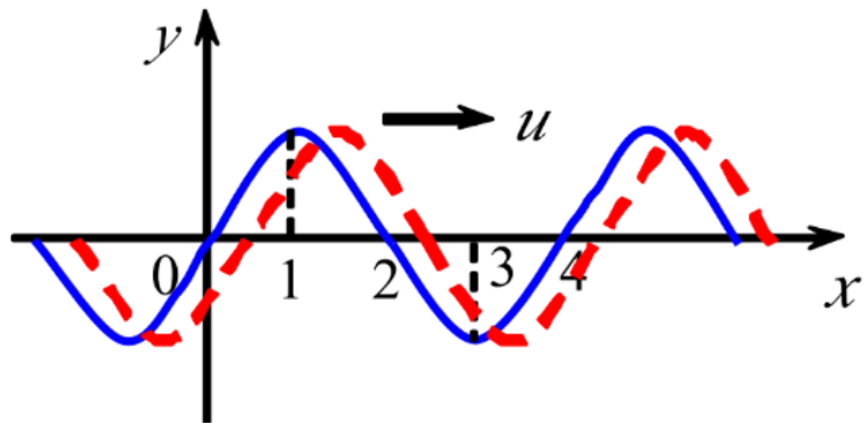
- (A) A 点处介质质元的弹性势能在减小；
- (B) 波沿 x 轴正方向传播；
- (C) B 点处介质质元的振动动能在增大；
- (D) 各点的波的能量密度都不随时间变化。



C

如图为一沿 x 轴正向传播的平面简谐波在 $t=0$ 时刻的波形。振动以余弦函数表示，且此题各点振动初相取 $-\pi$ 到 π 之间的值，则（ ）。

- (A) 0 点的初位相为 0；
- (B) 1 点的初位相为 0；
- (C) 2 点的初位相为 0；
- (D) 3 点的初位相为 0。



B

选择19、20——

关于共振，下列说法正确的是（ ）。

- (A) 共振总是有害的，因此需要尽量避免；
- (B) 共振时，驱动力和振动速度反相；
- (C) 共振时，由于驱动力和振动速度同相，因此振动系统不断地向外界输出能量；
- (D) 当驱动力的频率与振动系统的固有频率相等时，振动系统会出现共振现象。

D

下面关于机械波的说法中，正确的是（ ）。

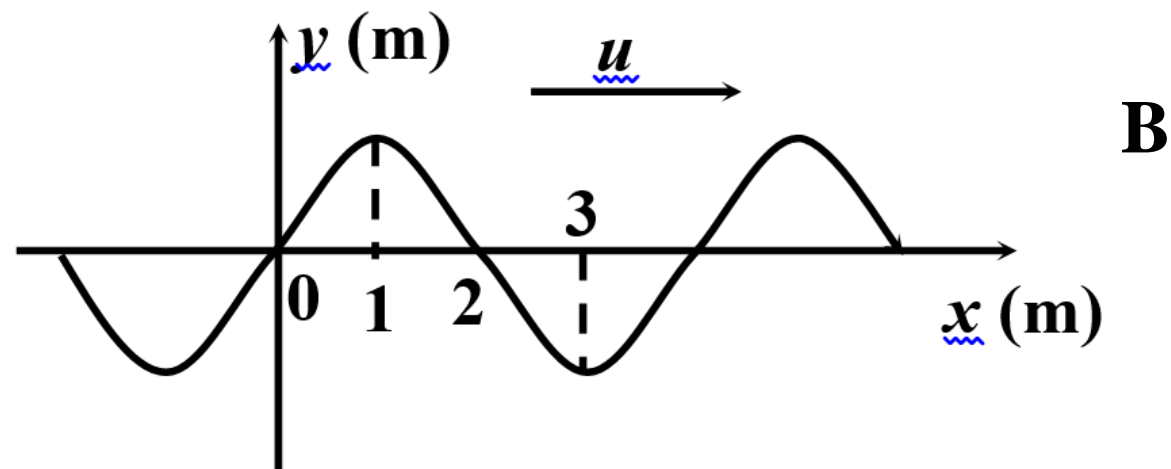
- (A) 驻波各媒介质元之间无能量传输；
- (B) 行波各媒介质元的动能和势能之和保持不变；
- (C) 行波携带媒介质元进行远距离传播；
- (D) 驻波相邻波节和波腹之间有能量交换。

D

选择21——

如图为一沿 x 轴正向传播的平面简谐波在 $t=0$ 时刻的波形。振动以余弦函数表示，且此题各点振动初相取 $-\pi$ 到 π 之间的值，则 ()。

- (A) 0 点的初位相为 0; (B) 1 点的初位相为 0;
(C) 2 点的初位相为 0; (D) 3 点的初位相为 0。



填空1、2、3——

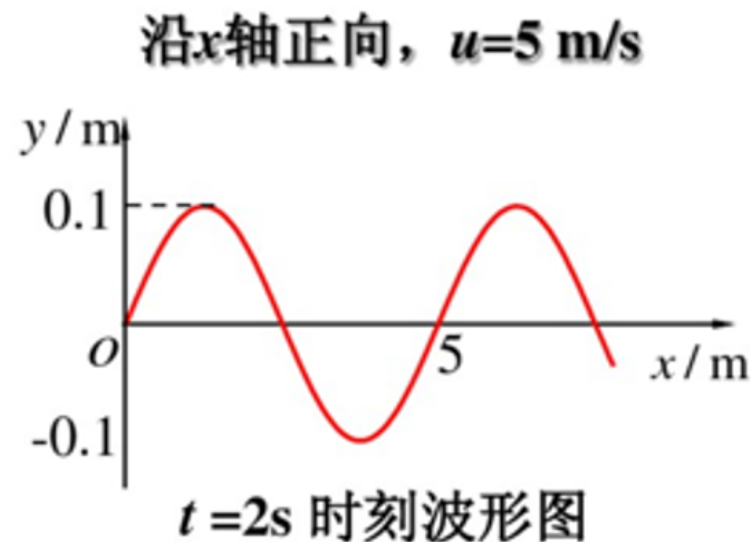
答案：5

$$y = 0.1 \cos[2\pi(t - \frac{x}{5}) + \frac{\pi}{2}]$$

$$v' = 100 * (340 + 25) / (340 - 20) = 114 \text{ Hz}$$

在同一条直线上，有两个振幅都为 A 的简谐运动。其中一个的角频率为 $\omega_1 = 30\pi \text{ rad/s}$ ，另一个角频率为 $\omega_2 = 20\pi \text{ rad/s}$ ，则这两个简谐运动合运动的拍频是_____Hz。

一平面简谐波在 $t = 2 \text{ s}$ 时的波形曲线如图所示，则此平面简谐波的波动方程（即波函数）为_____。



火车 A 以 20 m/s 的速度行驶，另一列火车 B 以 25 m/s 的速度行驶，若火车 A 的司机听到自己火车的汽笛的频率为 100 Hz ，则当两车相向而行时，B 车的司机听到 A 车的汽笛的频率是_____Hz。空气中声速为 340 m/s 。

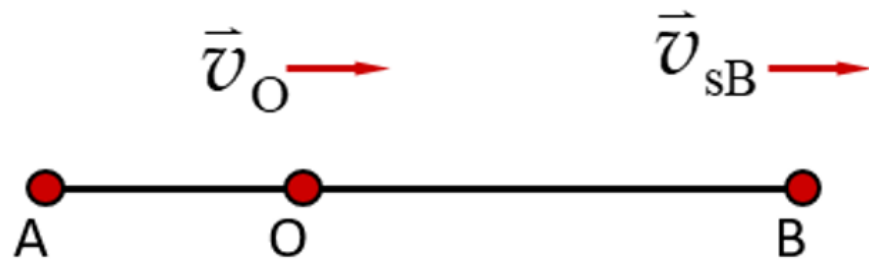
填空4、5——

$$x = 0.02 \cos(4t - \frac{\pi}{2})$$

答案：545.5 568.4

一弹簧振子，弹簧的劲度系数为 **0.32 N/m**，重物的质量为 **0.02 kg**，振幅为 **2.0 cm**，若令速度具有正最大值的那一时刻为 $t=0$ ，则振动表达式（即振动方程）为_____。

A、B 为两个汽笛，其频率皆为 **600 Hz**，**A** 静止，**B** 以 **50 m/s** 的速率向右运动。在两个汽笛之间有一观察者 **O**，以 **30 m/s** 的速度也向右运动。已知空气中的声速为 **330 m/s**，则观察者 **O** 听到来自汽笛 **A** 的频率为_____Hz；观察者 **O** 听到来自汽笛 **B** 的频率为_____Hz。（计算结果小数点后保留一位有效数字）

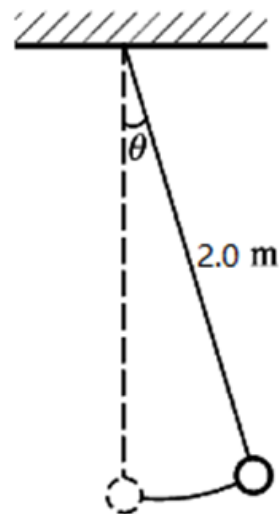


计算1——

有一细长绳挂一小球形成一单摆，绳长为 2.0m，最大摆角为 4° ，如图所示。

(1) 设开始时摆角最大，试写出此单摆的运动方程；

(2) 摆角为 3° 时的角速度和摆球的线速度各为多少？



(1) 单摆角频率及周期分别为

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} = 2.21 \text{ s}^{-1}, \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 2.84 \text{ s}$$

由 $t = 0$ 时 $\theta = \theta_{\max} = 4^\circ$

可得振动初相 $\varphi = 0$ ，

则以角量表示的简谐运动方程为

$$\theta = \frac{\pi}{45} \cos 2.21t$$

(2) 摆角为 3° 时，有

$$\cos(\omega t + \varphi) = \theta / \theta_{\max} = 0.75,$$

则这时质点的角速度的大小为

$$|d\theta/dt| = |-\theta_{\max} \omega \sin(\omega t + \varphi)| = \theta_{\max} \omega \sqrt{1 - \cos^2(\omega t + \varphi)} = 0.102 \text{ rad/s}$$

线速度的大小为

$$v = l |d\theta/dt| = 0.204 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

计算2——

已知波长为 λ 的平面简谐波沿 x 轴负方向传播。 $x = \lambda/4$ 处质点的振动方程为 $y = A \cos \frac{2\pi}{\lambda} \cdot ut$ (SI),

(1) 写出该平面简谐波的表达式; (2) 画出 $t = T$ 时刻的波形图。

解: (1) 如图 A, 取波线上任一点 P , 其坐标设为 x , 由波的传播特性, P 点的振动落后于 $\lambda/4$ 处质点

的振动, 该波的表达式为:

$$y = A \cos \left[\frac{2\pi ut}{\lambda} - \frac{2\pi}{\lambda} \left(\frac{\lambda}{4} - x \right) \right]$$

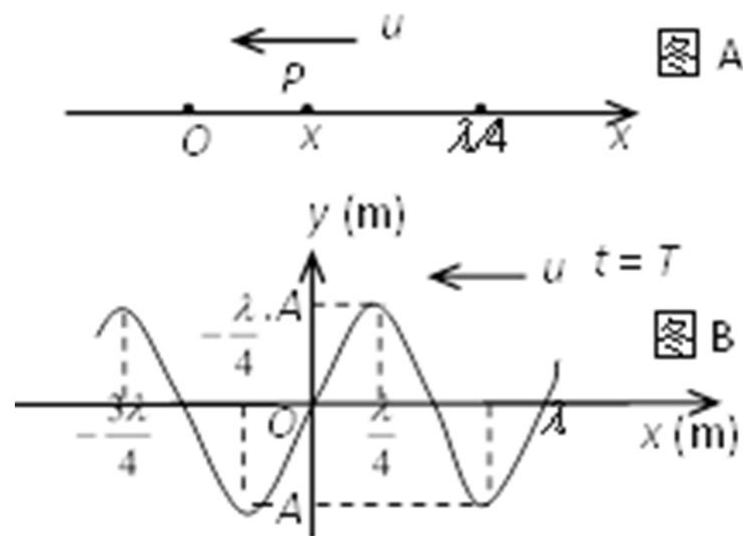
$$= A \cos \left(\frac{2\pi ut}{\lambda} - \frac{\pi}{2} + \frac{2\pi}{\lambda} x \right)$$

(2) $t = T$ 时的波形和 $t = 0$ 时波形一样。 $t = 0$ 时

$$y = A \cos \left(-\frac{\pi}{2} + \frac{2\pi}{\lambda} x \right)$$

$$= A \cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} x - \frac{\pi}{2} \right)$$

按上述方程画的波形图见图 B



计算3——

一质量 $m=0.25\text{ kg}$ 的物体,在弹簧的力作用下沿 x 轴运动,平衡位置在 origin, 弹簧的弹性系数 $k=25\text{ N/m}$.

求:

- (1) 求振动的周期 T 和角频率 ω ;
- (2) 如果振幅 $A=15\text{ cm}$, $t=0$ 时物体位于 $x=7.5\text{ cm}$ 处, 且物体沿 x 轴反向运动, 求初速度 v_0 及初相 φ_0 ;
- (3) 写出振动方程表达式。

解：（1）根据题意，有： $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{25 \text{ N/m}}{0.25 \text{ kg}}} = 10 \text{ rad/s}$

$$\therefore T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{10 \text{ rad/s}} = \frac{\pi}{5} \text{ s}$$

（2）根据题意及（1），可得该弹簧振子的运动方程为：

$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0) = 0.15 \cos(10t + \varphi_0) \text{ m}$$

$$v = -A\omega \sin(\omega t + \varphi_0) = -1.5 \sin(10t + \varphi_0) \text{ m/s}$$

当 $t=0$ 时， $x=15 \cos\varphi_0=7.5 \text{ cm}$ ，且沿 x 轴反向运动，即：

$$\varphi_0 = \frac{\pi}{3}$$

$$\text{故， } v_0 = -1.5 \sin \varphi_0 = -1.5 \sin \left(\frac{\pi}{3} \right) = -\frac{3\sqrt{3}}{4} \text{ m/s}$$

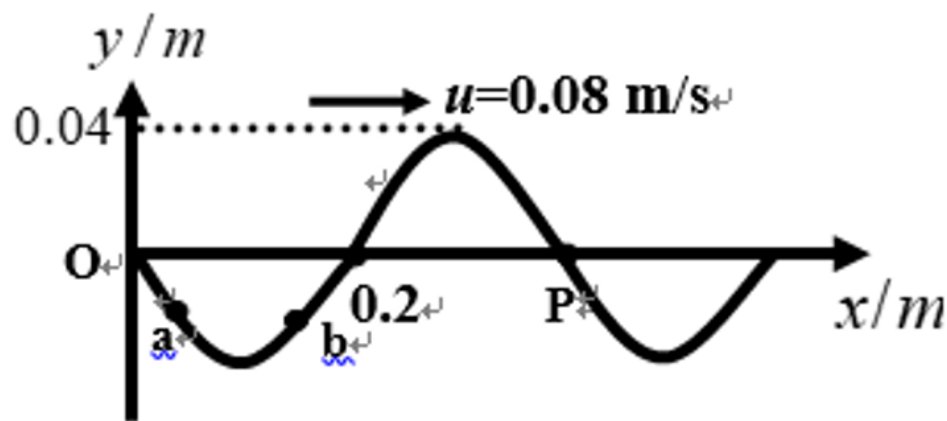
（3）根据（1）（2），可得该弹簧振子的运动方程为：

$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0) = 0.15 \cos \left(10t + \frac{\pi}{3} \right) \text{ m}$$

计算4——

一平面余弦波，如图所示为 $t=0$ 时刻的波形图，求：

- (1) O 处质点的振动方程；
- (2) 该平面波的波动方程；
- (3) P 处质点的振动方程及 a、b 两处质点的运动方向。



解：（1）由波形图可得： $A=0.04\text{ m}$ ， $\lambda=0.4\text{ m}$ ， $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\lambda/u} = \frac{2\pi}{5}$

在 $t=0$ 时， 0 处质点的位移 $y_o(0)=0$ ， 速度 $v_o(0)>0$ ， 故 $\varphi_0 = -\frac{\pi}{2}$

则 0 处质点的振动方程为： $y_o = 0.04 \cos(\frac{2}{5}\pi t - \frac{\pi}{2})$

（2）该平面波的波动方程为： $y_o = 0.04 \cos[\frac{2}{5}\pi(t - \frac{x}{0.08}) - \frac{\pi}{2}]$

（3） P 处质点的振动方程为：

$$\begin{aligned} y_p &= 0.04 \cos[\frac{2}{5}\pi(t - \frac{x_p}{0.08}) - \frac{\pi}{2}] = 0.04 \cos[\frac{2}{5}\pi(t - \frac{0.4}{0.08}) - \frac{\pi}{2}] \\ &= 0.04 \cos(\frac{2}{5}\pi t - \frac{5\pi}{2}) = 0.04 \cos(\frac{2}{5}\pi t - \frac{\pi}{2}) \end{aligned}$$

a 处质点的运动方向向上， b 处质点的运动方向向下。