班级________ 姓名 徐丽[illegible] 学号________ 13826427576

捡到请电.谢!

练习 7 波动力学

选择题3 选择题16 填空题5 计算题3

一、选择题：将符合题意的答案前的字母填入下表中相应题号的空格内，并在题后空白处写出解题过程。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
答案	D	C	A	A	C	B	D	B	C	D	D	A	C	C	D

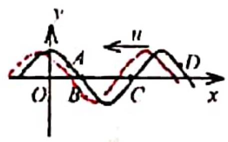
1．横波以波速 u 沿 x 轴负方向传播。t 时刻波形曲线如图。则该时刻

(A) A 点振动速度大于零

(B) B 点静止不动

(C) C 点向下运动

(D) D 点振动速度小于零 [D]



2．若一平面简谐波的表达式为 $y = A\cos(Bt - Cx)$，式中 A、B、C 为正值常量，则：

A. B. D 量纲不对.

(A) 波速为 C (B) 周期为 $1/B$ (C) 波长为 $2\pi/C$ (D) 角频率为 $2\pi/B$

[C] $y = A\cos(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}x)$

3．下列函数 $f(x,t)$ 可表示弹性介质中的一维波动，式中 A、a 和 b 是正的常量。其中哪个函数表示沿 x 轴负向传播的行波？

(A) $f(x,t) = A\cos(ax + bt)$ (B) $f(x,t) = A\cos(ax - bt)$

(C) $f(x,t) = A\cos ax \cdot \cos bt$ (D) $f(x,t) = A\sin ax \cdot \sin bt$

[A] $f(x,t) = A\cos(bt + ax)$

4．在简谐波传播过程中，沿传播方向相距为 $\frac{1}{2}\lambda$（λ 为波长）的两点的振动速度必定

(A) 大小相同，而方向相反 (B) 大小和方向均相同

(C) 大小不同，方向相同 (D) 大小不同，而方向相反

[A] 相距 $\frac{1}{2}\lambda$，相位差 π. 波形上

班级__________ 姓名__________ 学号__________

5．一简谐横波沿 Ox 轴传播。若 Ox 轴上 P_1 和 P_2 两点相距 $\lambda/8$（其中 λ 为该波的波长），则在波的传播过程中，这两点振动速度的

(A) 方向总是相同　　(B) 方向总是相反

(C) 方向有时相同，有时相反　　(D) 大小总是不相等

[C]　P_1、P_2 两点在波列上位置不确定，只是距离确定。

6．把一根十分长的绳子拉成水平，用手握其一端。维持拉力恒定，使绳端在垂直于绳子的方向上作简谐振动，则

(A) 振动频率越高，波长越长

(B) 振动频率越低，波长越长

(C) 振动频率越高，波速越大

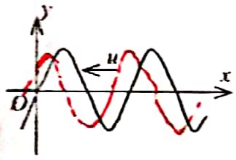
(D) 振动频率越低，波速越大　[B]

$u=\lambda\nu$

波长与频率成反比

7．图为沿 x 轴负方向传播的平面简谐波在 t = 0 时刻的波形。若波的表达式以余弦函数表示，则 O 点处质点振动的初相为：D

(A) 0　(B) $\frac{1}{2}\pi$　(C) π　(D) $\frac{3}{2}\pi$



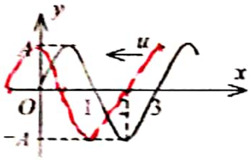
7 图

下一时刻速度的最大

8．一横波沿 x 轴负方向传播，若 t 时刻波形曲线如图所示，则在 $t+T/4$ 时刻 x 轴上的 1、2、3 三点的振动位移分别是：

(A) A，0，$-A$　(B) $-A$，0，A　(C) 0，A，0　(D) 0，$-A$，0.

[B]



9．频率为 100 Hz，传播速度为 300 m/s 的平面简谐波，波线上距离小于波长的两点振动的相位差为 $\frac{1}{3}\pi$，则此两点相距

$\nu=100Hz$　$T=\frac{1}{\nu}=0.01s$

$u=300m/s$　$\lambda=3m$

(A) 2.86 m　(B) 2.19 m　(C) 0.5 m　(D) 0.25 m

[C]

$\frac{x}{3}=\frac{\frac{1}{3}\pi}{2\pi}$　$x=0.5m$

10．已知一平面简谐波的表达式为 $y=A\cos(at-bx)$ （a、b 为正值常量），则

$T=\frac{2\pi}{a}$

$a=\omega=2\pi\nu$　$\nu=\frac{a}{2\pi}$

$b=\frac{2\pi}{\lambda}$　$\lambda=\frac{2\pi}{b}$

(A) 波的频率为 a　(B) 波的传播速度为 b/a

(C) 波长为 π/b　(D) 波的周期为 $2\pi/a$　[D]

(A) 波的频率 $\nu=\frac{a}{2\pi}$　(B) 波的传播速度 $u=\lambda\nu=\frac{2\pi}{b}\frac{a}{2\pi}=\frac{a}{b}$

(C) 波长 $\lambda=\frac{2\pi}{b}$

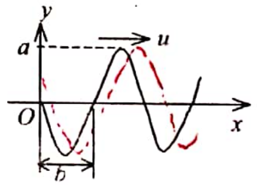
11．一平面简谐波以速度 u 沿 x 轴正方向传播，在 $t=t'$ 时波形曲线如图所示。则坐标原点 O 的振动方程为：(D)

(A) $y=a\cos[\frac{u}{b}(t-t')+\frac{\pi}{2}]$

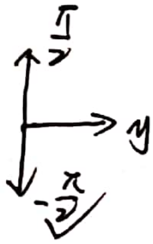
(B) $y=a\cos[2\pi\frac{u}{b}(t-t')-\frac{\pi}{2}]$

(C) $y=a\cos[\pi\frac{u}{b}(t+t')+\frac{\pi}{2}]$

(D) $y=a\cos[\pi\frac{u}{b}(t-t')-\frac{\pi}{2}]$



O点..



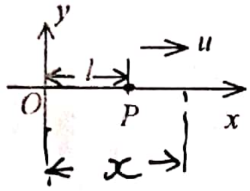
先写出O点的振动方程　$\varphi=-\frac{\pi}{2}$

$A=a$　$\lambda=2b$　$T=\frac{\lambda}{u}=\frac{2b}{u}$　$\omega=\frac{2\pi}{T}=\pi\frac{u}{b}$

$y_0=a\cos(\pi\frac{u}{b}t-\frac{\pi}{2})$　$y=a\cos[\pi\frac{u}{b}(t-t')-\frac{\pi}{2}]$

12．如图所示，一平面简谐波沿 x 轴正向传播，已知 P 点的振动方程为

$$y=A\cos(\omega t+\phi_0)$$



则波的表达式为

(A) $y=A\cos\{\omega[t-(x-l)/u]+\phi_0\}$

(B) $y=A\cos\{\omega[t-(x/u)]+\phi_0\}$

(C) $y=A\cos\omega(t-x/u)$

(D) $y=A\cos\{\omega[t+(x-l)/u]+\phi_0\}$　[A]

振动比P点落后 $\frac{x-l}{u}$

$y=A\cos[\omega(t-\frac{x-l}{u})+\varphi_0]$

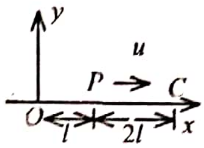
13．如图，一平面简谐波以波速 u 沿 x 轴正方向传播，O 为坐标原点。已知 P 点的振动方程为 $y = A\cos\omega t$，则：

(A) O 点的振动方程为 $y = A\cos\omega(t - l/u)$

(B) 波的表达式为 $y = A\cos\omega[t - (l/u) - (l/u)]$

(C) 波的表达式为 $y = A\cos\omega[t + (l/u) - (x/u)]$

(D) C 点的振动方程为 $y = A\cos\omega(t - 3l/u)$



[C] O点的振动方程 $y = A\cos\omega\left(t + \frac{l}{u}\right)$

波的表达式为 $y = A\cos\omega\left(t - \frac{x-l}{u}\right)$

C点的振动方程为 $y = A\cos\omega\left(t - \frac{2l}{u}\right)$

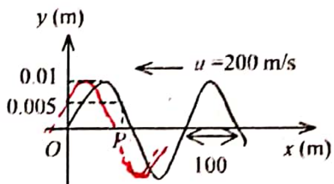
14．图中画出一平面简谐波在 $t = 2$ s 时刻的波形图，则平衡位置在 P 点的质点的振动方程是

(A) $y_P = 0.01\cos[\pi(t-2) + \frac{1}{3}\pi]$ (SI)

(B) $y_P = 0.01\cos[\pi(t+2) + \frac{1}{3}\pi]$ (SI)

(C) $y_P = 0.01\cos[2\pi(t-2) + \frac{1}{3}\pi]$ (SI)

(D) $y_P = 0.01\cos[2\pi(t-2) - \frac{1}{3}\pi]$ (SI)



$A = 0.01$ m　$\lambda = 200$ m　$u = 200$ m/s

$T = 1$ s　$\omega = 2\pi$ rad/s

[C] 平衡位置在P点的质点在 t=2s时刻的初相为 $\varphi = \frac{\pi}{3}$ 或 $-\frac{\pi}{3}$，由旋转矢量法知 $\varphi = \frac{\pi}{3}$ t=2s振动方程为 $y = 0.01\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$

t=0时的振动方程为 $y = 0.01\cos\left[2\pi(t-2) + \frac{\pi}{3}\right]$ (SI)

15．图示一简谐波在 $t = 0$ 时刻的波形图，波速 $u = 200$ m/s，则图中 O 点的振动加速度的表达式为

$A = 0.1$ m　$\lambda = 200$ m　$u = 200$ m/s

$T = 1$ s　$\omega = 2\pi$ rad/s

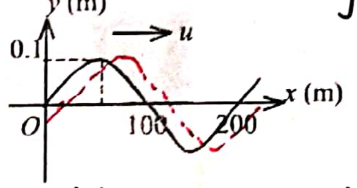
O点初相为 $\frac{\pi}{2}$ 或 $-\frac{\pi}{2}$，由旋转矢量法知 $\varphi = \frac{\pi}{2}$

(A) $a = 0.4\pi^2\cos(\pi t - \frac{1}{2}\pi)$ (SI)

(B) $a = 0.4\pi^2\cos(\pi t - \frac{3}{2}\pi)$ (SI)

(C) $a = -0.4\pi^2\cos(2\pi t - \pi)$ (SI)

(D) $a = -0.4\pi^2\cos(2\pi t + \frac{1}{2}\pi)$ (SI)



[D]

O点振动方程 $y = 0.1\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$

$v = -0.2\pi\sin\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$

$a = -0.4\pi^2\cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (SI)

$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \varphi_2 - \frac{\ }{2} = \frac{\ }{10}\pi \qquad \varphi_2 = \frac{\ }{10}\pi$ 或 ...

二、填空题：将正确答案填入空格处，并在题后空白处写出计算过程。

1、一空气正弦波沿一圆柱形管行进，波的强度为 $12\times10^{-3}\ \mathrm{J\cdot s^{-1}\cdot m^{-2}}$，频率为 300Hz，波速为 300m/s，波的平均能量密度为 $4\times10^{-5}\ \mathrm{J/m^3}$，最大能量密度为 $8\times10^{-5}\ \mathrm{J/m^3}$

平均能量密度 $\bar{w} = \dfrac{I}{u} = \dfrac{12\times10^{-3}}{300} = 4\times10^{-5}\ \mathrm{J/m^3}$

最大能量密度 $w_m = \rho A^2\omega^2 = 2\bar{w} = 8\times10^{-5}\ \mathrm{J/m^3}$

$w(x,t) = \rho A^2\omega^2 \sin^2\left(\omega t - \frac{x}{u}\right) \qquad w_m = \rho A^2\omega^2 \qquad \bar{w} = \frac{1}{2}\rho A^2\omega^2$

2、一列余弦横波以速度u沿x轴正方向传播，t时刻波形曲线如图，试分别指出图中 A、B、C 各质点在该时刻的运动方向：A__向下__；B__向上__；C__向上__。

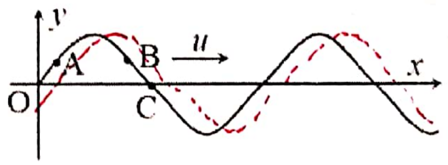


图 4-1

3、如图所示为一平面简谐波在$t=0$时刻的波形图，该波的波速$u=200\,m/s$,画出 P 处质点的振动曲线

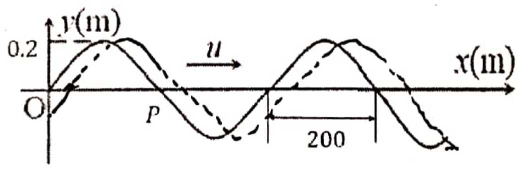
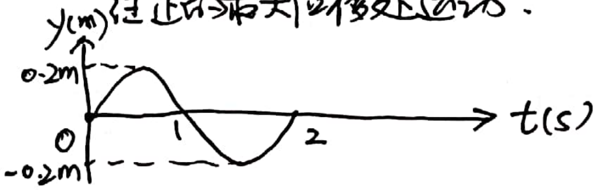


图 4-2

$A=0.2s$ $u=200m/s$ $\lambda=400m$ $T=\frac{\lambda}{u}=2s$ $\omega=\pi\ rad/s$

$t=0$时 P在平衡位置 初相 $\varphi=\frac{\pi}{2}$ 或$-\frac{\pi}{2}$，由旋转矢量法 知 $\varphi=-\frac{\pi}{2}$ 往正的最大位移处运动.



4、一简谐波的频率为$3\times10^{4}Hz$,波速为$1.5\times10^{3}m/s$,在传播路径上相距$0.02m$的两点之间的振动相位差为__$\frac{4}{5}\pi$__。

$\nu=3\times10^{4}Hz$ $T=\frac{1}{3}\times10^{-4}s$ $u=1.5\times10^{3}m/s$ $\lambda=uT=0.05m$

$\Delta\varphi=2\pi\frac{\Delta x}{\lambda}=2\pi\frac{0.02}{0.05}=\frac{4}{5}\pi\ (rad)$

5、设平面简谐波沿x轴传播时在$x=0$处发生发射，反射波的表达式为$y_2=A\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{T}-\right.\right.$ 反

班级__________ 姓名__________ 学号__________

$\frac{x}{\lambda})+\frac{\pi}{5}]$，已知反射点为一自由端，则由入射波和反射波形成驻波波节的位置坐标为 $\pm(2k+1)\frac{\lambda}{4}$ $(k=0,1,2\cdots)$。

入射波的波动方程为 $y_1=A\cos[2\pi(\frac{t}{T}+\frac{x}{\lambda})+\frac{\pi}{5}]$

反射点 $x=0$ 处振动方程为 $y_{20}=A\cos(2\pi\frac{t}{T}+\frac{\pi}{5})$

合成驻波方程 $y=y_1+y_2=2A\cos(\frac{2\pi}{\lambda}x)\cos(2\pi\frac{t}{T}+\frac{\pi}{5})$

波节即 $|\cos 2\pi\frac{x}{\lambda}|=0$ 的位置 $\quad 2\pi\frac{x}{\lambda}=\pm(2k+1)\frac{\pi}{2} \quad x=\pm(2k+1)\frac{\lambda}{4}$

$k=0,1,2\cdots$

6、一驻波方程为$y=0.04\cos 20x\cos 500t\ (SI)$，形成此驻波的两列行波的振幅为 0.02，波速为 25m/s。

三、计算题：要规范答题，写出必要的文字说明，方程和演算步骤。

1、两列波在一根很长的细绳上传播，其波动方程为：$y_1 = 0.04\cos(\pi x - 6t)\ m$，$y_2 = 0.04\cos(\pi x + 6t)\ m$，

(1) 证明细绳上的振动为驻波式振动；

(2) 求波节和波腹的位置；

(3) 波腹处的振幅有多大？在 x=1.2m 处的振幅是多少？

解：(1) $y = y_1 + y_2 = 0.04\cos(\pi x - 6t) + 0.04\cos(\pi x + 6t)$

$= 2\times 0.04\cos\frac{\pi x - 6t + \pi x + 6t}{2}\cos\frac{\pi x - 6t - \pi x - 6t}{2} = 0.08\cos\pi x\cos 6t\ (m)$

故合振动为驻波式振动.

(2) 波节 $\cos\pi x = 0$ $\quad \pi x = \pm(2k+1)\frac{\pi}{2}$ $\quad x = \pm\frac{1}{2}(2k+1)\ (m)\ (k=0,1,2,\cdots)$

波腹 $|\cos\pi x| = 1$ $\quad \pi x = \pm \cancel{k\pi}$ $\quad x = \pm k\ (m)\quad (k=0,1,2,\cdots)$

(3) 波腹处的振幅为 0.08 m

$x=1.2$m 处的振幅为 $0.08|\cos\pi x| = 0.08|\cos 1.2\pi| = 0.065\ (m)$

2、一平面简谐波的波函数为 $y = A\cos\pi(5x - 4t)$，x、y 的单位是 m，t 的单位是 s。

(1) 求该波的波长、频率和波速；

(2) 写出 t=3.2s 时刻各波峰位置的坐标表达式，并求出此时离坐标原点最近的那个波峰的位置；

(3) 求 t=3.2s 时，离坐标原点最近的那个波峰通过坐标原点的时刻。

解：(1) 平面简谐波的方程为 $y = A\cos[\omega(t - \frac{x}{u}) + \varphi]$

$= A\cos[2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}) + \varphi]$

$y = A\cos\pi(5x - 4t) = A\cos(4\pi t - 5\pi x)$

$= A\cos[4\pi(t - \frac{5}{4}x)]$

$\omega = 4\pi\ rad/s$ $\quad \nu = 2\ Hz$ $\quad T = 0.5\ S$ $\quad u = \frac{4}{5} = 0.8\ (m/s)$

$\lambda = uT = 0.4\ m$

(2) 波峰位置即振幅 $y = A$ 的位置. $\quad A = A\cos(5\pi x - 4\pi t)$

$\cos(5\pi x - 4\pi t) = 0$ $\quad 5\pi x - 4\pi t = 2k\pi\ (k=0,\pm1,\pm2)$ $\quad x = \frac{2}{5}k + \frac{4}{5}t$

当 $t = 3.2S$ 时 $\quad x = (\frac{2}{5}k + 2.56)\ m$ $\quad k = 0,\pm1,\pm2,\cdots$

$\frac{2}{5}k + 2.56 = 0$ $\quad k = 6.4$ $\quad$ 当 $k=6$ 时 $\quad x = 0.16\ (m)$ 是离原点最近的波峰.

(3) 由该波峰由原点传至 $x = 0.16m$ 处所需时间为 $\Delta t = \frac{x}{u} = \frac{0.16}{0.8} = 0.2\ (S)$

那么该波峰经过原点的时刻 $t' = 3.2 - \Delta t = 3.0\ (S)$

班级__________ 姓名__________ 学号__________

3、一平面简谐波在空气中以速度$u = 20\ m/s$自左向右传播。已知波线上一点 A 的振动表达式为$x_A = 4\cos(2\pi t - \pi)(SI)$，B 点在 A 点右方$8\ m$处。

y_A

(1) 若取x轴方向向右，并以 A 为坐标原点，试写出波函数，并写出 B 点的振动表达式；

(2) 若取x轴方向向左，以 A 点左方$3\ m$处的 O 点为原点，写出波函数及 B 点的振动表达式。

解：(1) 波函数为 $y = A\cos\left[2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) + \varphi_0\right]$

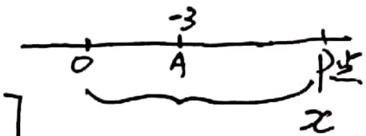
由 $y_A = 4\cos(2\pi t - \pi)$ 可知 $T = 1s$ $u = 20m/s$ $\lambda = 20m$

$y = 4\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{10}x - \pi\right)$ (SI)

$x = 8m$ 代入即为 B 点振动方程 $y_B = 4\cos\left(2\pi t - \frac{8}{10}\pi - \pi\right)$

$y_B = 4\cos\left(2\pi t - \frac{9}{5}\pi\right)$ (SI)

(2) A 点振动方程为 $y_A = 4\cos(2\pi t - \pi)$



~~任意点 P 的~~波函数为

$y = 4\cos\left[2\pi\left(t - \frac{-x-3}{u}\right) - \pi\right]$

$= 4\cos\left(2\pi t + \frac{\pi x}{10} + \frac{3}{10}\pi - \pi\right)$

$= 4\cos\left(2\pi t + \frac{\pi x}{10} - \frac{7}{10}\pi\right)$

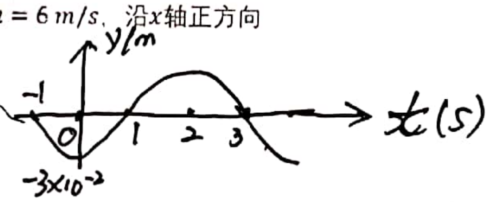
$x = -11m$ $y_B = 4\cos\left(2\pi t - \frac{9}{5}\pi\right)$ (SI)

4、设波源位于x坐标的原点O，波源的振动曲线如图所示，波速$u = 6\ m/s$，沿x轴正方向传播。

(1) 画出距波源 30m 处的质点的振动曲线；

(2) 画出$t = 4s$时的波形曲线。

(1)



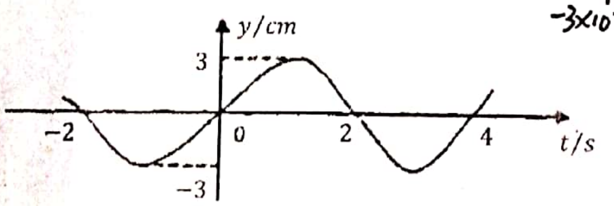


图 4-5

解：(1) $A = 3\times10^{-2}m$ $T = 4s$ $\lambda = uT = 6\times4 = 24m$ $\omega = \frac{\pi}{2}$

$t = 0$ $\varphi_0 = \frac{\pi}{2}$ 或 $-\frac{\pi}{2}$ 由旋转矢量法知 $\varphi_0 = -\frac{\pi}{2}$

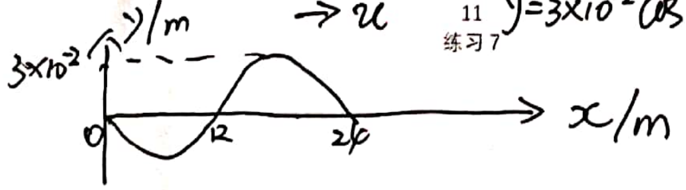
O 点的振动方程为 $y_O = 3\times10^{-2}\cos\left(\frac{\pi}{2}t - \frac{\pi}{2}\right)$ (SI)

以 O 为振源的波函数为 $y = 3\times10^{-2}\cos\left[\frac{\pi}{2}\left(t - \frac{x}{6}\right) - \frac{\pi}{2}\right]$

$x = 30m$ 处质点的振动曲线 $y_x = 3\times10^{-2}\cos\left(\frac{\pi}{2}t - 3\pi\right)$ (SI)

(2) $t = 4s$ 时 波函数为 $y = 3\times10^{-2}\cos\left[\frac{\pi}{2}\left(4 - \frac{x}{6}\right) - \frac{\pi}{2}\right]$

$y = 3\times10^{-2}\cos\left(\frac{3}{2}\pi - \frac{\pi}{12}x\right)$ (SI)



将特殊点代入
如 $x = 0$，如 12, 24
可得图形。

班级____________ 姓名____________ 学号____________

5、设一简谐波在水管中传播，其表达式为$y_1 = 8cos4\pi\left(\frac{t}{10}+\frac{x}{5}\right)$，在水管一固定端发生发射，反射点的坐标为$x=0$，求

(1) 反射波的表达式；

(2) 合成波即驻波的表达式；

(3) 波腹和波节的位置。

解：(1) 反射端应为波节，且反向，反相。

反射波函数为 $y_2 = 8\cos\left[4\pi\left(\frac{t}{10}-\frac{x}{5}\right)+\pi\right]$

(2) $y = y_1 + y_2$

$= 8\cos 4\pi\left(\frac{t}{10}+\frac{x}{5}\right) + 8\cos\left[4\pi\left(\frac{t}{10}-\frac{x}{5}\right)+\pi\right]$

$= 16\cos\left(4\pi\frac{x}{5}+\frac{\pi}{2}\right)\cos\left(4\pi\frac{t}{10}-\frac{\pi}{2}\right)$

(3) 波腹位置 $4\pi\frac{x}{5}+\frac{\pi}{2} = k\pi$ $k=0,\pm1,\pm2$，$x=\left(k-\frac{1}{2}\right)\frac{5}{4}$

波节位置 $4\pi\frac{x}{5}+\frac{\pi}{2} = (2k+1)\frac{\pi}{2}$ $k=0,\pm1,\pm2$. $x=\frac{5}{4}k$

6、一弹性波在介质中传播的速度$v = 10^3\ m/s$，振幅$A = 1.5\times10^{-3}m$，频率$\nu =$