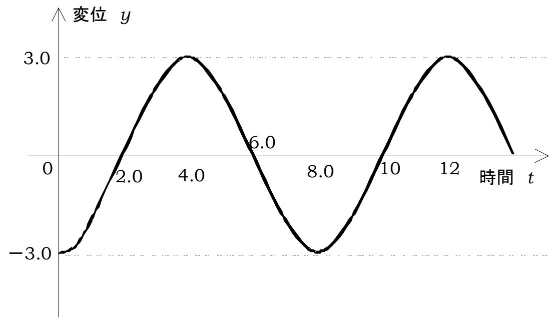
波動⑤ 基礎演習　　　　　　　　　　　　（　）組（　）番 氏名（　　　　　）

波の方程式 1　位置P点で右に示すような波が観測された。波は進行速度 0.50[m/s]で右に進んでいることがわかった。



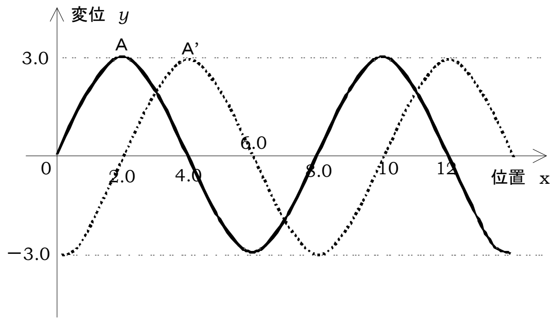
(1) この波の周期はいくらであるか。

(2) この波の波長はいくらであるか。

(3) この波の振幅はいくらであるか。

(4) P点から右に x [m]離れたQ点での t [s]における波の変位を表す式（波の方程式）を作りなさい。ただし、P点を原点とし、右向きを x 軸正の向きとしなさい。

波の方程式 2　右に示すグラフは時刻 t = 0[s]における波のようすを実線で、t = 3.0[s]のようすを破線で示している。図に示すA点がA’点に動いている。

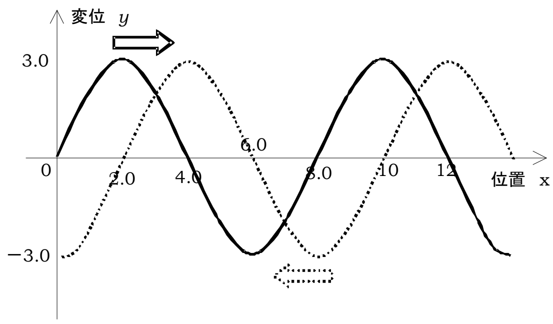


(1) 波の振幅、波長、周期、振動数、波の速さを求めなさい。

(2) 原点における波の変位を表すグラフを示しなさい。

(3) 時刻 t [s]における位置 x[m]での変位を表す方程式（波の方程式）を示しなさい。

波の重ね合わせ　右のグラフに示すような波長、振幅、周期、波の速さが 20[m/s]で、進行方向が逆向きの二つの波がある。



(1) この二つの波が重なって出来る波を何というか。

(2) 原点での波の変位を式で示しなさい。

(3) 節、腹の位置を求めなさい。

波動⑤ 基礎演習（解説） （　　）組（　　）番 氏名（　　　　　　　　）

波の方程式１　公式 $vT=\lambda$ または、$f\lambda = v$ を使う。 波の方程式を決めるとき t=0 のときの状態が必要だ。

(1) 横軸時間のグラフの山から山が周期だから 8.0[s]

(2) 公式 $vT=\lambda$ より、$\lambda = 0.50\times 8.0 = 4.0$ [m/s]

(3) グラフより振幅は 3.0[m]

(4) 波の一般的な方程式 $y = A\sin\left\langle 2\pi\left(\frac{t}{T}\pm\frac{x}{\lambda}\right)+\delta\right\rangle$ より、原点をP点とし、P点から右向きに x 軸正とすると、

振幅 A=3.0、周期 T=8.0、波長 λ=4.0 より

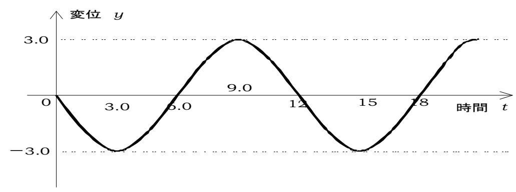
$y = 3\sin\left\langle 2\pi\left(\frac{t}{8}-\frac{x}{4}\right)+\delta\right\rangle$。時刻 t=0 で x=0 での変位が y=-3 だから、$-3 = 3\sin\left\langle 2\pi\left(\frac{0}{8}-\frac{0}{4}\right)+\delta\right\rangle$ であるから、

$\delta = -\frac{\pi}{2}$ だ。よって、$y = 3\sin\left\langle 2\pi\left(\frac{t}{8}-\frac{x}{4}\right)-\frac{\pi}{2}\right\rangle$ だから、波の変位を示す式は $y = -3\cos 2\pi\left(\frac{t}{8}-\frac{x}{4}\right)$ である。

波の方程式２　３秒間で 2[m]進んでいることに注目する。

(1) 波の振幅は 3.0[m]、波長は 8.0[m]、周期 12[s]、振動数 $\frac{1}{12}$ [Hz]、波の速さ $\frac{2}{3}$ [m/s]。

(2) 原点における波の変位を表すグラフ(右グラフ)



(3) 時刻 t [s]における位置 x[m]での変位を表す方程式（波の方程式）は $y = 3\sin\left\langle 2\pi\left(\frac{t}{12}-\frac{x}{8}\right)+\delta\right\rangle$ である。

x=0 、t=0 では変位 y=0 、変位の速度は負方向だから、$0 = 3\sin\left\langle 2\pi\left(\frac{0}{12}-\frac{0}{8}\right)+\delta\right\rangle$ より、$\delta = \pi$ より、

$y = -3\sin 2\pi\left(\frac{t}{12}-\frac{x}{8}\right)$ である。

波の重ね合わせ　振幅 3.0[m]、波長 8.0[m]、波の速さ 20[m/s]だから、周期は $vT=\lambda$ だから、T=0.40[s]である。

(1) 定常波

(2) 波の方程式 $y = A\sin\left\langle 2\pi\left(\frac{t}{T}\pm\frac{x}{\lambda}\right)+\delta\right\rangle$、実線のの波は $y_1 = 3\sin\left\langle 2\pi\left(\frac{t}{0.4}-\frac{x}{8}\right)+\pi\right\rangle = -3\sin 2\pi\left(\frac{t}{0.4}-\frac{x}{8}\right)$ 破線の波は $y_2 = 3\sin\left\langle 2\pi\left(\frac{t}{0.4}+\frac{x}{8}\right)+\frac{3\pi}{2}\right\rangle = -3\cos 2\pi\left(\frac{t}{0.4}+\frac{x}{8}\right)$ である。したがって、原点で重なった波は $y = y_1 + y_2$ より、

$$y = y_1 + y_2 = -3\left\{\sin 2\pi\left(\frac{t}{0.4}-\frac{0}{8}\right)+\cos 2\pi\left(\frac{t}{0.4}+\frac{0}{8}\right)\right\} = -3\sqrt{2}\sin\left(\frac{2\pi t}{0.4}+\frac{\pi}{4}\right)$$ である。

(3) 節の位置は時間にかかわらずゼロであるので、$y = y_1 + y_2 = -3\left\{\sin 2\pi\left(\frac{t}{0.4}-\frac{x}{8}\right)+\cos 2\pi\left(\frac{t}{0.4}+\frac{x}{8}\right)\right\} = 0$ を数学的に解けば良いが、数学力が必要になる。「波の重ね合わせの原理」を使えば数学力は要らない。

グラフから変位がゼロになる位置を見つければ良い。節の位置は 1.0[m]、5.0[m]、9.0[m]、13[m]… 節と節の中間が腹だから、3.0[m]、7.0[m]、11[m]である.