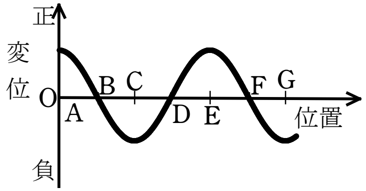
1．

右の図は左から右へ進む縦波のある瞬間の変位を，右向きを正として横波のように表示したものである。



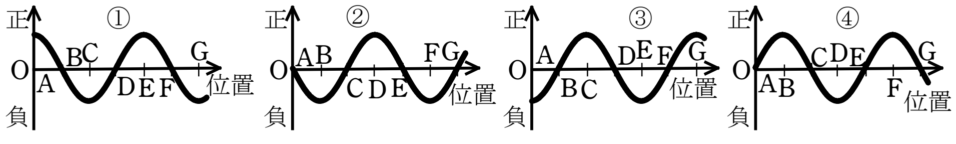
(1)　この縦波の振動数を f，AB 間の距離を d とすると，波の速さはどのように表されるか。

(2)　A～G の中で密度が最大の点をすべてあげよ。

(3)　A～G の中で右向きの速さが最大の点をすべてあげよ。

(4)　媒質の速度の状態は，下の図の ①～④ のどれか。

(5)　密なところを正，疎なところを負で表すと，媒質の疎密の状態は下の図の ①～④ のどれか。



ヒント　(3)，(4)　波を少し右に進ませて，各点の動きを見る。単振動では変位 0 のとき速度最大になる。

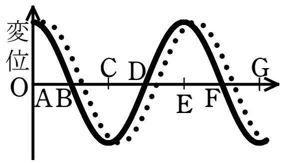
解答　(1)　$4df$　　(2)　B と F　　(3)　B と F　　(4)　④　　(5)　④

解説

(1)　波長は $\lambda=4d$　ゆえに　$v=f\lambda=4df$

(2)　y 変位を x 変位にかえて調べると，波の形が $+y$ から $-y$ へ x 軸を横切る点が密であることがわかる。B と F

(3)　図の次の瞬間 (少し右へずらす)，$+y$ の方向に移動する点が右向きの速さをもつ。単振動は中心で速さが最大だから x 軸上の点となる。B と F



(4)　(3) から B，F での速度が + 方向で最大，つまり波の山になっている図をみつければよい。④

(5)　(2) から B，F で密度最大すなわち波の山になっている。④

2．

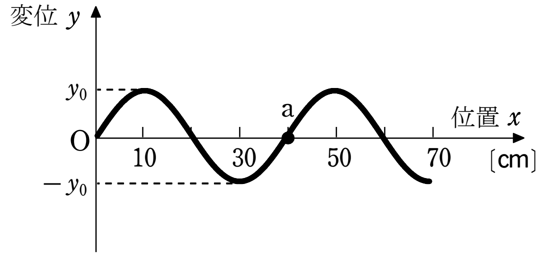
［A］　図は横波を表したものであり，y 軸はその媒質の変位に，x 軸の正の向きが波の進む向きにそれぞれ対応している。波の形は振幅が y_0 の正弦曲線であり，x 軸上の目盛りは 10 cm 間隔である。横波の速さは 1.0×10^3 cm/s とする。

(1)　波長は何 cm か。

(2)　周期は何 s か。

(3)　振動数は何 Hz か。

(4)　この波が進むにつれて，x 軸上の点 a の媒質の変位 y は時間 t とともにどのように変わるか。図の状態の時刻を 0 s として $t=0$～7×10^{-2} s のようすを図示せよ。



(5)　図の状態より 0.45 s 後の波形を $x=0$～70 cm の範囲にわたり図示せよ。

［B］　図の，$x=60$ cm のところに壁がある場合を考える。壁が自由端であるとき，入射波と反射波でできる合成波の振幅が最大となる位置を $x\geqq0$ の範囲ですべて答えよ。

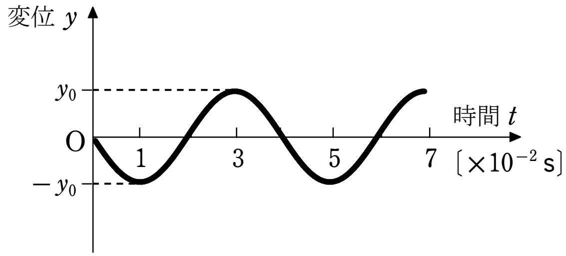
［C］　次に，図が，x 軸の正の向きに進行する正弦波の縦波のある時刻における変位を表しているものとする。ある瞬間における媒質の各点の平均位置からの変位が x 軸の正の向きにずれた場合を y 軸の正の向きにとってある。

(1)　図の状態のとき，密部の中心にある位置を $0\leqq x<40$ の範囲ですべて答えよ。

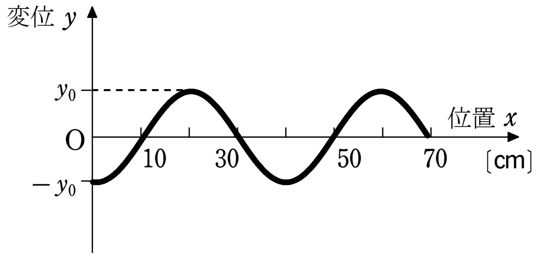
(2)　媒質の振動の速さが右向きに最大となる位置を $0\leqq x<40$ の範囲ですべて答えよ。

解答　［A］　(1)　40 cm　　(2)　4.0×10^{-2} s　　(3)　25 Hz

(4)



(5)



〔B〕 0, 20, 40, 60 cm

〔C〕 (1) 20 cm (2) 20 cm

(解説)

(ヒント) 〔A〕 (1) (波長)=(隣りあう山と山の間隔)

(2), (3) 波の基本式「$v=f\lambda$」, 「$f=\dfrac{1}{T}$」 を用いる。

(4) グラフを少し右に平行移動させたときの，点 a の変位を調べる。

(5) (波が進む距離)−(波長の整数倍) だけ問題文のグラフを移動させればよい。

〔B〕 『壁が自由端』$\Longrightarrow$ 壁の位置が腹，(腹と腹の間隔)=(半波長)

〔C〕 (1) (密部)=(媒質が集まってくる点)

(2) 『速さが右向きに最大』$\Longrightarrow$ 横波表示では上向きに最大

〔A〕 (1) グラフの 1 つの山 ($x=10$ cm) から隣の山 ($x=50$ cm) までの距離が波長 λ なので※A←

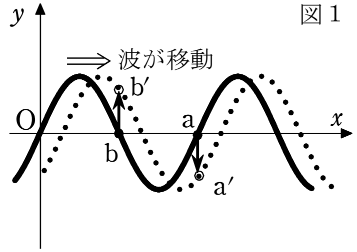
$$\lambda=50-10=40\ (\text{cm})$$

(2) 波の速さ v，振動数 f，波長 λ の間には $v=f\lambda$ の関係，f と周期 T の間には $f=\dfrac{1}{T}$ の関係があるので

$$v=f\lambda=\frac{1}{T}\lambda$$

よって $T=\dfrac{\lambda}{v}$ ※B← $=\dfrac{40}{1.0\times10^3}=4.0\times10^{-2}\ (\text{s})$

(3) (2) より $f=\dfrac{1}{T}=\dfrac{1}{4.0\times10^{-2}}=25\ (\text{Hz})$



(4) 波のグラフを少し右へ平行移動すると，時刻 0 秒の次の瞬間の波形 (図 1 の破線) になる。このとき，点 a にあった媒質は点 a′ に移動する※C←。したがって，点 a は $y=0$ から y 軸の負の向きに変位していき，振幅 y_0，周期 $T=4.0\times10^{-2}$ s の単振動をする。以上から点 a の変位 y と時間 t の関係をかく (図 2)。

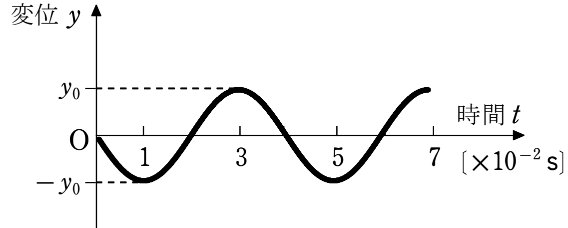


図 2

(5) 0.45 s の間に波が進む距離 x は

$$x=vt=1.0\times10^3\times0.45=450\ (\text{cm})=440\ (\text{cm})+10\ (\text{cm})=11\lambda+10\ (\text{cm})$$

となる。波が 1 波長進むごとに波形のグラフは問題図と全く同じになるから，答えは問題図のグラフを右へ 10 cm 移動した図になる (図 3)※D←。

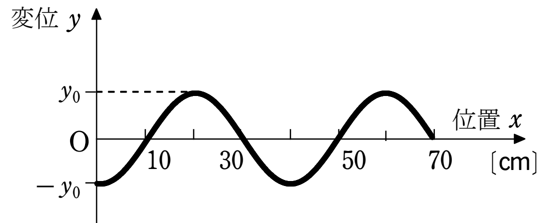


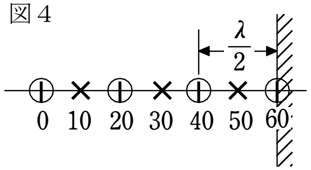
図 3

〔B〕 自由端では位相を変えずに反射するので，入射波を壁の点で線対称に折りかえすと反射波がかける。しかし，実際に目で見えるのは入射波と反射波の合成波である定常

波※E←である。

自由端反射では，壁の位置に腹(最大変位になる点)ができる※F←。腹と隣の腹は $\frac{1}{2}$ 波長(＝20 cm)離れているので，腹は図 4 の○印，節は×印の位置にできる。よって，最大変位の位置は　**0，20，40，60 cm**。

図 4



〔C〕 (1)　縦波の横波表示では，グラフ上で $y>0$ の部分の媒質は右へ，$y<0$ の部分の媒質は左へずれているから，媒質の x 方向の変化を矢印で示すと図 5 のようになる。左右から媒質が集まってくる点が密となる。$0 \leqq x < 40$ の範囲では，**20 cm** の点が密である。

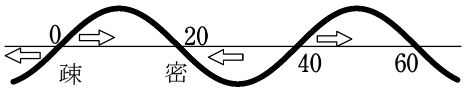
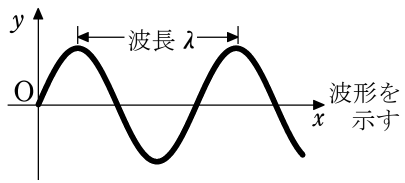
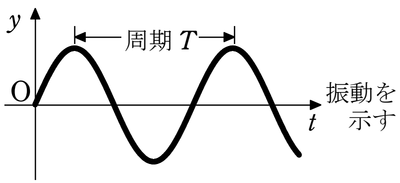


図 5

(2)　媒質の振動の速さが右向きに最大となる位置では，横波表示にすると速さは上向きに最大となる。これは，グラフを波の進む向きに少しだけ平行移動したとき上向きの変位が最大となる点であり，図 1 では点 b のような位置である。$0 \leqq x < 40$ の範囲では **20 cm**の点である。

←※A　横軸が位置 x なのか時刻 t なのかでグラフの見方が異なる。





←※B　波は 1 周期の時間のうちに 1 波長の距離を移動するので，等速直線運動の式「$x=vt$」より

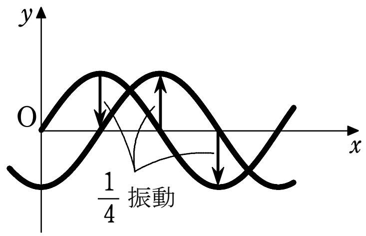
$\lambda = vT$　　よって　$T=\frac{\lambda}{v}$

←※C　横軸が x の波形のグラフでは，点 a の動きを見るのに，与えられたグラフを右へたどってはいけない。

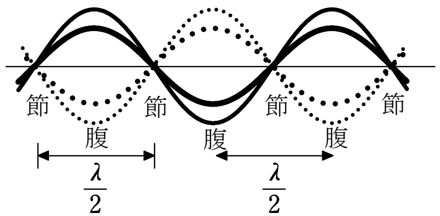
←※D　0.45 s を周期 $T=4\times10^{-2}$ s で割る。

$0.45 \div (4\times10^{-2}) = 11$
　　　　あまり　0.01 s

0.01 s は $\frac{1}{4}T$ に当たるから，答えは問題図のグラフを $\frac{1}{4}$ 振動させた図となる。



←※E　定常波は下図のように左右どちらにも進行せず上下だけに振動する波である。

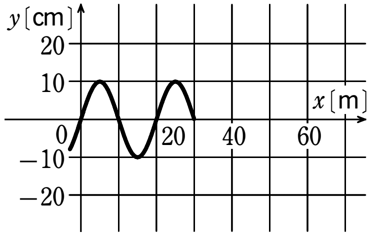


←※F　反射したとき

$\begin{cases} \text{自由端} \cdots\cdots \text{腹} \\ \text{固定端} \cdots\cdots \text{節} \end{cases}$

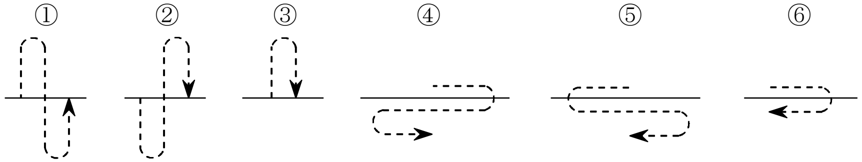
3．

図は，媒質の変位を y として，x 軸の正の方向に 5 m/s の速さで進む正弦波の時刻 $t=0$ s における横波の先頭部分の波形である。次の問いに答えよ。



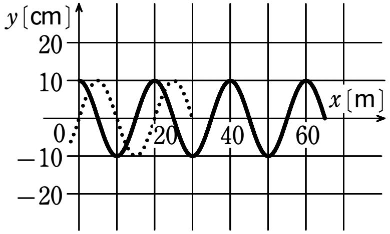
(1)　図の時刻から 7 s 後の波形を示せ。

(2)　$x=40$ m の位置にある媒質の，$t=0$ s から $t=4$ s の間の振動のようすはおおよそどのようになるか。次の中から該当するものを選びその番号を記せ。



(3)　この波の振幅，波長，振動数はいくらか。

解答　(1)



(2)　③　　(3)　振幅：10 cm，波長：20 m，振動数：0.25 Hz

解説

与えられた波の速さと時間から，波の進む距離を求める。問題の図から波長を読みとり，これと速さから周期や振動数を求める。

(1)　$t=0\,(\mathrm{s})$ に $x_0=30\,(\mathrm{m})$ にあった波の最先端は $x=x_0+vt$ より，$t=7\,(\mathrm{s})$ には $x=30+5\times7=65\,(\mathrm{m})$ に達する（図 a）。

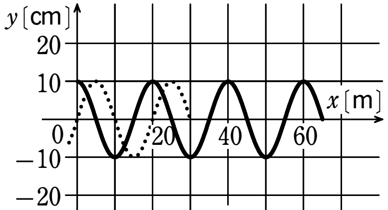


図 a

(2)　横波だから振動は進行方向に垂直で，④ ～ ⑥ は正答でない。

波の最先端が $x=40\,(\mathrm{m})$ に達する時刻は

$$\frac{40-30}{5}=2\,(\mathrm{s})$$

問題の図より，波長 $\lambda=20\,(\mathrm{m})$

ゆえに，周期は $v=\dfrac{\lambda}{T}$ より

$$T=\frac{\lambda}{v}=\frac{20}{5}=4\,(\mathrm{s})\qquad\cdots\cdots[\mathrm{a}]$$

以上より，$t=0$ ～ $2\,(\mathrm{s})$ では振動しないで，$t=2$ ～ $4\,(\mathrm{s})$ では半周期分の振動をする。

……③

(3)　振幅は問題の図より　**10 cm**

波長は (2) で求めたように　**20 m**

振動数は周期の逆数だから，〔a〕式より

$$\frac{1}{T}=\frac{1}{4}=\mathbf{0.25}\ (\mathbf{Hz})$$