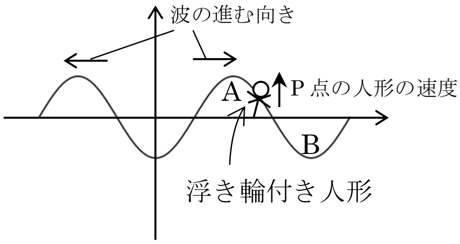
§B:概念理解問題

1 解答 ア

解説

媒質を浮き輪付き人形と考えて、速度を分析してみよう。



人形はいまから山(A 点の山)を迎えうつ。少し前は点 B の谷におそわれていた。そんなイメージである。
つまり、人形は下から上に上がっている途中なのだ。
よって点 P の媒質は、正の速度を持っている。

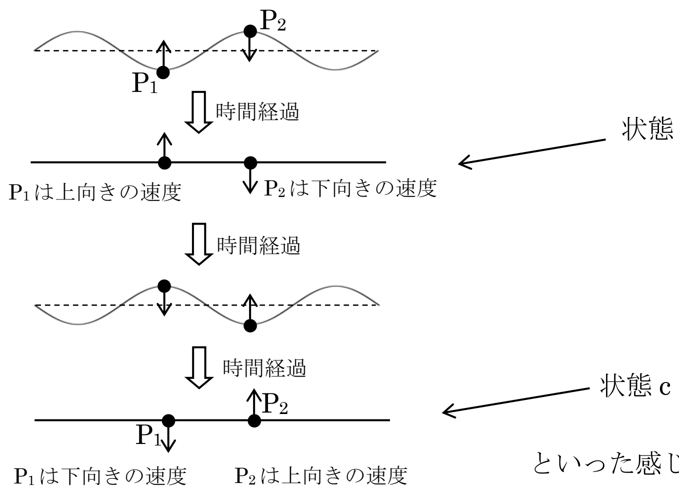
2 解答 エ

解説

定常波のイメージをつかもう。

定常波が a や、b のときは、ちょうどすべての媒質が止まっている瞬間である。媒質の折り返しが起きているのだ。

状態 c の状態は、タイミングと場所により媒質の速度が異なる。定常波の動きを検証すると、



といった感じ。定常波の動きを頭の中で動画再生できるようになってほしい。

3 解答 イ

解説

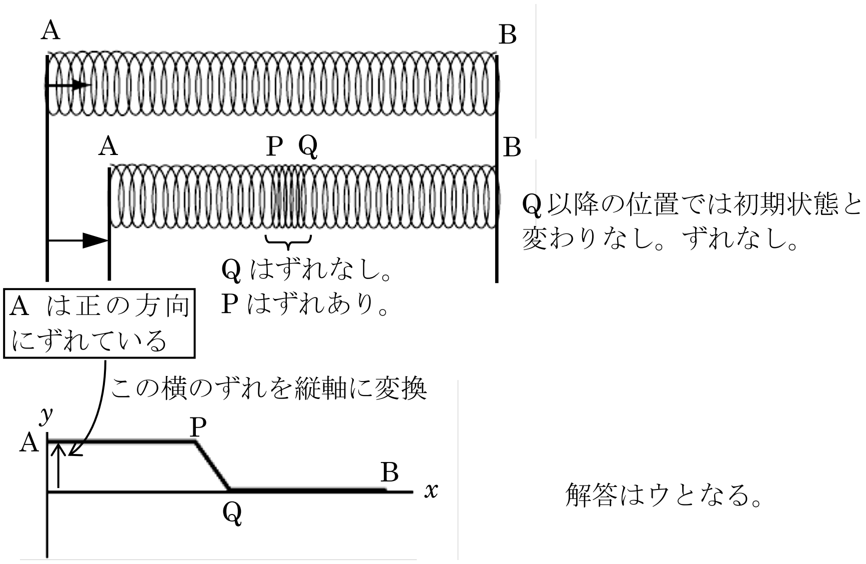
このプリントの最初導入の、『$y-x-t$ 立体グラフ』を考えられるようになろう。

まず縦軸が t のグラフはあり得ない。同じ時刻に、媒質の位置がいくつもあることになってしまう。すると、イかエが選択肢に残るが、$y-x-t$ 立体グラフを想像すると、今から人形には緩やかな波がおそいかかるので、最初に緩やかに変化するイのグラフが正しいことがわかる。

$\boxed{4}$ 解答 ウ

解説

縦波の横波表示は、平常時からのずれの量が、横波表示の際の変位となる。



解答はウとなる。

$\boxed{5}$ 解答 エ

解説

弦を伝わる波の速度は $\sqrt{\dfrac{S}{\rho}}$ で計算できる。S は張力、 ρ は線密度(1m あたりの質量)である。

今回の場合、張力 S は v_1 の弦も v_2 の弦も同じく mg である。線密度 ρ は、半径が 4 倍⇒体積が 16 倍⇒同じ長さの質量が 16 倍⇒線密度 ρ が 16 倍、といえる。張力 S が同じで、線密度が 16 倍だと、波の進む速度は1/4 となる。よって解答はエ。

$\boxed{6}$ 解答 ←高い　B > A = E > D > C > F　低い→

解説

波の式 $v = f\lambda$ を用いて計算しよう。

弦の種類（つまり弦の太さ、線密度）がどれも同じで、張力も同じであるなら、弦を伝わる波の速さ v はすべて同じになる。$v = f\lambda$ の式を変形し f を計算する形にすると、

$$f = \frac{v}{\lambda}$$ となるが、

ここで v が一定なので、λ が小さいほど f が大きい、という関係だといえる。

λ の大きさを図から求めて、小さい順に並べれば、周波数 f が高い順番になるので、

解答は、

←高い　B > A = E > D > C > F　低い→

（λ は A:10 cm　B:8 cm　C: 18 cm　D:14 cm　E:10 cm　F:20 cm）

§C:実践問題

1 解答 **(1)** A = 10 cm、λ = 40 cm、T = 10 s、v = 4.0 m/s
(2) 負の向き **(3)** 2.5 s (4) 0≦ x ＜10 、30＜ x ≦40
(5) 解説参照 **(6)** 解説参照

解説

波の式 $v = f\lambda$ を活用しよう。
媒質の動きを考えるときは人形を置こう。

(1) 問題の図から

振幅 A = 10 cm、波長 λ= 40 cm

周期 T は、任意の点の媒質がちょうど 1 回振動する時間であり、この問題では原点 O が 1 回振動するのにちょうど 10 秒かかっている。よって T = 10 s

(周期 T は、波がちょうど 1 波長の長さだけ進む時間ともいえる。)

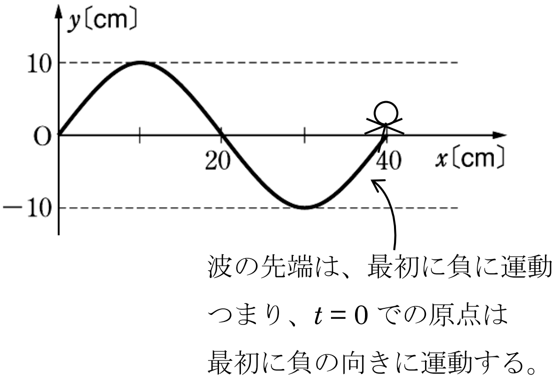
波の式 $v = f\lambda$ と、$f = \dfrac{1}{T}$ の関係より、$v = \dfrac{\lambda}{T}$

これに代入すると、

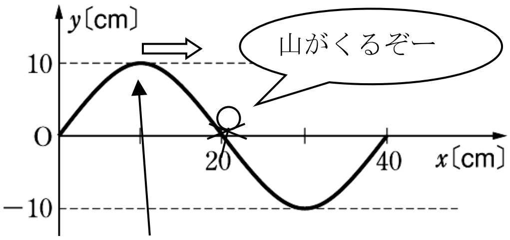
$v = \dfrac{40}{10} = 4.0$ (cm/s)

(原点で発生した波が、10 s で 40 cm 進んでいるので、$v = \dfrac{40}{10} = 4.0$ (cm/s)とも計算できる)

(2)



(3) 媒質 20 cm の地点に人形を置いて考える。

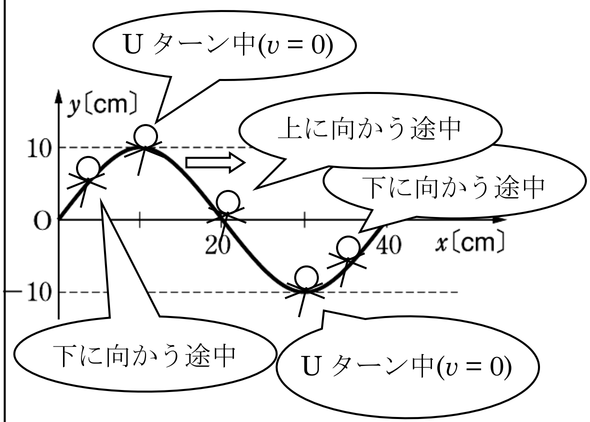


この山が人形まで到達したとき、人形の変位が最大になる。

ここから 10 cm 波が移動したとき、山が人形に到達するので、速さで割って、

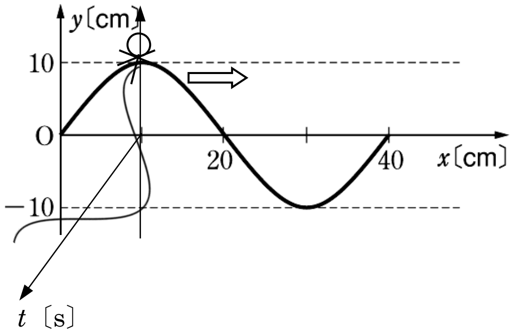
$t = \dfrac{10}{40} = 0.25$ s

(4) 各所に人形をイメージして考えよう。



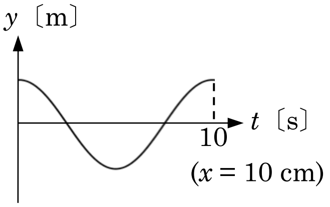
上図のように考えられ、
速度を負の向きに持っているのは、
0≦ x ＜10 、30＜ x ≦40
の座標の人形とわかる。

(5) $x=10$ の位置に人形を置き、$y-x-t$ 立体グラフを考えると、



媒質 10 cm の点の人形は、$t=0$ では山の位置で、最初に下向きに変位する動きだとわかる。

10 秒はちょうど 1 周期なので、人形が 1 往復するまでの範囲でグラフを書くと、



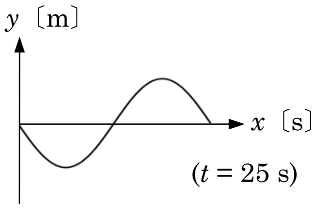
となる。

(6) 25 秒で波は

$25\ \text{s} \times 4.0\ \text{cm/s} = 100\ \text{cm}$　進む。

100 cm は $2\lambda + \dfrac{1}{2}\lambda$ なので、グラフは $\dfrac{1}{2}\lambda$ 進めたグラフにすればよい。

よって、



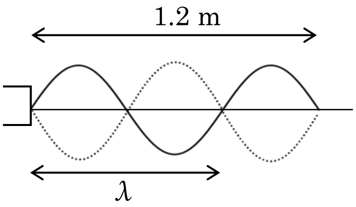
となる。

2 解答 **(1)** 0.80 m　(2) 96 m/s　(3) 1.6 $\times 10^2$ Hz　(4) 0.80 m

解説

問題ごとに、『音の何が変化しているか』をしっかり見極め、$v = f\lambda$ の式を活用しよう。
また、弦に発生する定常波の波形を必ず自分で作図して考えよう。

(1) 弦の様子は右図のようになる。



よって、$\lambda = 0.80$ m

(2) 波の式　$v = f\lambda$　より、

$v = (1.2\times10^2)\times0.80$

$= 96$ m/s

(3) 何が変化しているかをしっかり整理しよう。
見極めるは主に以下の 4 項目。

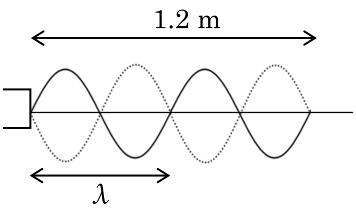
①弦の長さ：変化なし。

② v : おもりを変えていないので、変化なし。

③ f : 振動子の振動数を変えているので振動数は変わる。

④ λ : 腹の数が増えているので、λ は変化する。
（v が変わらず f が変わっているので、$v = f\lambda$ の式より、λ は変化する、と考えることもできる。）

さて、腹が 4 個の弦の状態を書いてみる。



(3) 続き

λ が 0.60 m になっていることがわかる。
あとは $v = f\lambda$ より、

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

$$f = \frac{96}{0.60} = 1.6\times10^2\ \mathrm{Hz}$$

(4) (3)と同じく、何が変化しているかをしっかり整理する。

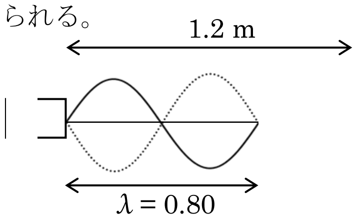
① 弦の長さ：変えていく。変化あり。

② v : おもりを変えていないので、変化なし。

③ f : 振動子の振動数をもどしているので振動数は最初と同じ、1.2×10^2Hz。

④ λ : 問題文に明記されていないが、**v と f がかわっていないので、最初と同じ**とわかる。0.80 m

λ が(1)の状況と同じなので、弦を短くしていくと下図のような定常波ができると考えられる。



よって、弦が 0.80 m のとき。