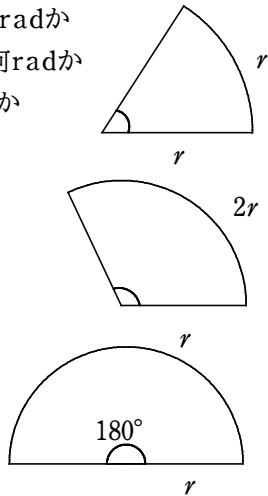


# 正弦波

## 75. 弧度法

半径と同じ弧の長さを持つ扇形の中心角を1radとする角度を測る方法を弧度法という。弧度法に関して以下の問いに答えよ。

- ① 半径 $r$ 、弧の長さが $r$ の扇形の中心角は弧度法で何radか
- ② 半径 $r$ 、弧の長さが $2r$ の扇形の中心角は弧度法で何radか
- ③ 半径 $r$ 、中心角が3radの扇形の弧の長さはいくらか
- ④ 半径 $r$ 、中心角が $\theta$ の扇形の弧の長さはいくらか
- ・ 半径 $r$ の半円を考える。（中心角 $180^\circ$ の扇形）
- ⑤ 弧の長さを $r$ であらわせ。
- ⑥ 中心角は何radか
- ⑦  $\pi$ radは何度か
- ⑧ 1周（ $360^\circ$ ）は何radか



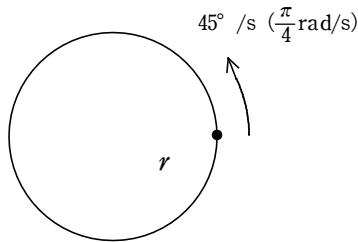
## 76. 等速円運動

(1) 右図のように半径 $r$ [m]の円周上を角速度 $45^\circ/\text{s}$

( $\frac{\pi}{4}\text{rad/s}$ =1秒間に $45^\circ$ ずつ回転する)で回転

している物体がある。以下の問いに答えよ。

- ① 1秒間に回転する角度は何radか
- ② この物体が1秒間に移動する弧の長さは何mか
- ③ この物体の速さは何[m/s]か
- ④ この物体は何秒で1周するか
- ⑤ この物体の周期はいくらか
- ⑥ この物体は1秒間に何回転するか
- ⑦ この物体の回転数はいくらか



(2) 半径 $r$ の円周上を角速度 $\omega$ [rad/s]で回転している物体がある。以下の問いに答えよ。

- ① 1秒間に回転する角度は何radか
- ② この物体が1秒間に移動する弧の長さは何mか
- ③ この物体の速さは何[m/s]か
- ④ この物体は何秒で1周するか
- ⑤ この物体の周期 $T$ はいくらか
- ⑥ この物体は1秒間に何回転するか
- ⑦ この物体の回転数 $f$ はいくらか
- ⑧ ⑤と⑦を比較して $T$ と $f$ の間に成り立つ関係式を求めよ。

解説

- ① 1rad ② 2rad ③  $3r$  ④  $r\theta$  ⑤  $\pi r$  ⑥  $\pi$ rad ⑦  $180^\circ$  ⑧  $2\pi$ rad

解説

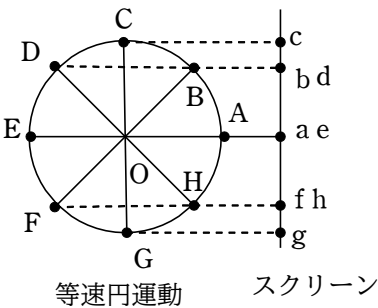
- (1) ①  $\frac{\pi}{4}\text{rad}$  ② 弧長= $r\theta$ より、 $\frac{\pi}{4}r$ [m]  
③ 速さは1秒間に移動する距離  $\frac{\pi}{4}r$ [m/s]  
④ 1秒間に $45^\circ$ 回転するので、 $360^\circ$ 回転するのに $\frac{360}{45}=8$ 秒かかる  
⑤ 周期とは1周する時間なので 8秒  
⑥ 8秒で1周するので、1秒間に $\frac{1}{8}$ 回転  
⑦ 1秒の回転数が回転数なので、回転数 $\frac{1}{8}=0.125\text{Hz}$   
(2) ①  $\omega$ [rad] ②  $r\omega$ [m] ③  $r\omega$ [m/s]  
④ 1周 $2\pi$ [rad]である。1秒間に $\omega$ rad回転するので、 $2\pi$ rad回転するには $\frac{2\pi}{\omega}$ 秒かかる。  
⑤  $T=\frac{2\pi}{\omega}$   
⑥  $2\pi$ [rad]回転すると1周なので、1秒の回転角度 $\omega$ radは $\frac{\omega}{2\pi}$ 回転となる。  
⑦  $f=\frac{\omega}{2\pi}$   
⑧  $T=\frac{2\pi}{\omega}$ と $f=\frac{\omega}{2\pi}$ より、 $T$ と $f$ は逆数であることが分かる。よって、 $T=\frac{1}{f}$

正弦波

77. 単振動

(1) 右図は半径2mで等速円運動している物体に

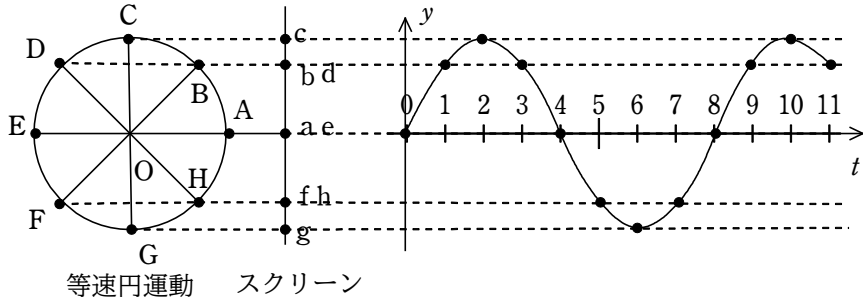
左側から平行な光を当て右側のスクリーン  
に移った影の動きを観察したときの  
ものである。円上の黒点はAを時刻0  
に出発した物体の1秒ごとの位置を  
示している。Bは1秒後、Cは2秒後である。  
スクリーン上の黒点はその時刻における  
影の位置を表しており、Aの影がa、Bの影がb  
という具合に小文字で表している。これについて  
以下の問いに答えよ。



- ① この等速円運動の角速度はいくらか  
② この等速円運動の周期はいくらか  
③ 3秒後、5秒後、10秒後の位置を記号で表せ。  
④ Aからの角度を位相という。次の位置の位相を答えよ。  
A B C D E F G H  
⑤ Bと逆位相なのはどの位置か  
・スクリーン上の黒点の動きを単振動という。  
⑥ この単振動の周期はいくらか  
⑦ 単振動の振動数は等速円運動の回転数のことである。この単振動の振動数はいくらか  
⑧ aからの距離（上向きを正）を変位という。次の位置の変位はいくらか  
a b c d e f g h  
⑨ 変位の最大値を振幅という。振幅を示す位置はA～H、a～hのうちのどの位置に来たときか、また、振幅はいくらか  
⑩ 単振動の位相は円運動と考えたときのAからの角度である。次の位置の位相はいくらか  
a b c d e f g h  
⑪ 次の位置の速度は上向きか下向きか静止か  
a b c d e f g h  
⑫ bとd、aとe、fとhはそれぞれ同じ変位であるが位相は異なる。どのようにして区別すればよいか  
⑬ 各時刻における変位のグラフを0～11秒の範囲で描け

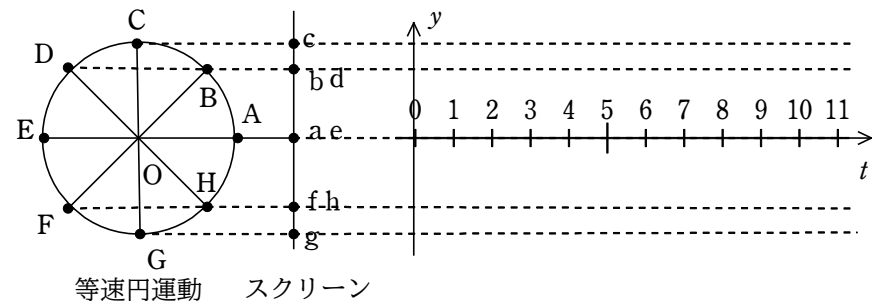
解説

- (1) ① 1秒間に45°回転しているので  $45^\circ/\text{s}$  ( $\frac{\pi}{4}\text{rad/s}$ )  
② 8秒 ③ 3秒後=D 5秒後=F 10秒後=C  
④ A 0 B  $\frac{\pi}{4}$  C  $\frac{\pi}{2}$  D  $\frac{3}{4}\pi$  E  $\pi$  F  $\frac{5}{4}\pi$  G  $\frac{3}{2}\pi$  H  $\frac{7}{4}\pi$   
⑤ F (反対の位置)  
⑥ 8秒 (円運動の周期と同じ) ⑦  $\frac{1}{8}=0.125\text{Hz}$  (円運動の回転数と同じ)  
⑧ a 0 b  $\sqrt{2}\text{m}$  c 2m d  $\sqrt{2}\text{m}$  e 0 f  $-\sqrt{2}\text{m}$  g  $-2\text{m}$   
h  $-\sqrt{2}\text{m}$   
⑨ C、c 2m  
⑩ a 0 b  $\frac{\pi}{4}$  c  $\frac{\pi}{2}$  d  $\frac{3}{4}\pi$  e  $\pi$  f  $\frac{5}{4}\pi$  g  $\frac{3}{2}\pi$  h  $\frac{7}{4}\pi$   
⑪ a 上 b 上 c 0 d 下 e 下 f 下 g 0 h 上  
⑫ 速度が上か下かで判断する  
⑬

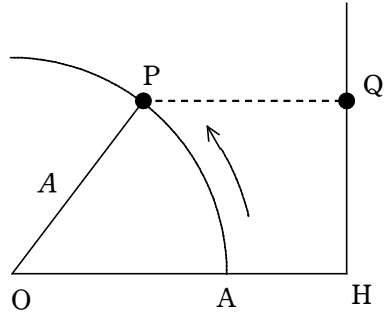


- (2) ① 角速度 $\omega$ でt秒間回転しているので位相は $\omega t$   
② 単振動の位相は円運動の位相と同じ  $\omega t$   
③ Pから垂線を下ろし  
その足をBとすると、  
 $PB = A \sin \omega t$   
これが単振動の変位QH  
と等しい。  
よって、  
 $A \sin \omega t$   
④ 振幅は変位の最大値である。よって、A  
⑤ 角速度 $\omega$ は1秒間に $\omega\text{rad}$ 回転するという意味である。 $2\pi\text{rad}$ 回転すると、1周するので、周期 $T = \frac{2\pi}{\omega}$  円運動の周期と単振動の周期は同じである。よって、  
$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

正弦波



(2) 右図は(1)と同じような等速円運動している点Pとその影Qを表わしている。円の半径はAで、角速度は $\omega$ である。図の瞬間はPがA点を出発後t秒立った瞬間である。以下の問いに答えよ。



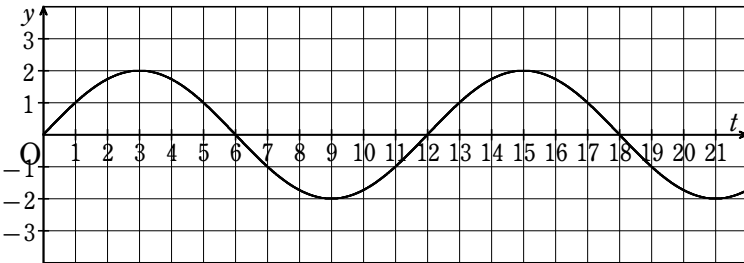
- ① 点Pの位相を答えよ
- ② 点Qの位相を答えよ。
- ③ 点Qの変位を答えよ。
- ④ この単振動の振幅はいくらか
- ⑤ この単振動の周期はいくらか
- ⑥ この単振動の振動数はいくらか

78. 正弦波時間グラフ

右のグラフはある媒質の各時刻(秒)における変位を示したものである。

y軸はm単位、  
t軸はs単位である。

以下の問いに答えよ。



- (1) 振幅はいくらか
- (2) 周期はいくらか
- (3) 次の各時刻の変位はいくらか  
0 (    ) , 1 (    ) , 3 (    ) , 5 (    )  
6 (    ) , 7 (    ) , 9 (    ) , 11 (    ) , 12 (    )
- (4) 次の各時刻における位相はいくらか  
0 (    ) , 1 (    ) , 3 (    ) , 5 (    )  
6 (    ) , 7 (    ) , 9 (    ) , 11 (    ) , 12 (    )
- (5) 振動数はいくらか

⑥ 円運動の回転数は $f = \frac{\omega}{2\pi}$ なので、単振動の振動数は $f = \frac{\omega}{2\pi}$ である。  
円運動の回転数は単振動の振動数である。

解説

- (1) 振幅は山の高さ(最大変位) 2m
- (2) 周期は媒質が元の位置に戻るまでの時間 12秒
- (3) 変位はy座標である  
0 (0m) , 1 (1m) , 3 (2m) , 5 (1m)  
6 (0m) , 7 (-1m) , 9 (-2m) , 11 (-1m) , 12 (0m)
- (4) 位相は媒質の動きを円運動と考えたときの角度である。  
12秒で1周しているので、1秒当たり $\frac{360^\circ}{12} = 30^\circ$ 回転している。よって、1秒ごとに位相は $30^\circ$ ずつ増えている。  
0 ( $0^\circ$ ) , 1 ( $30^\circ$ ) , 3 ( $90^\circ$ ) , 5 ( $150^\circ$ )  
6 ( $180^\circ$ ) , 7 ( $210^\circ$ ) , 9 ( $270^\circ$ ) , 11 ( $330^\circ$ ) , 12 ( $360^\circ$ )
- (5) 周期が12秒であるので1秒間の振動回数は $\frac{1}{12}$ である。

# 正弦波

## 79. 媒質集団の動き

(1) 右図は上下に振幅2m、周期8秒で単振動する

媒質が1m間隔で9個並んでいる。現在すべての

媒質が静止状態にある。時刻0に左端の0番の

媒質が上向きに動き始めた。

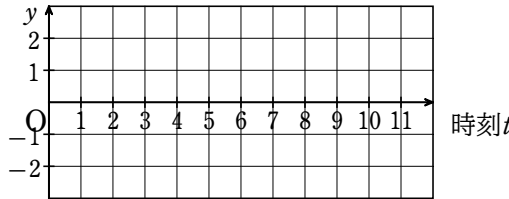
これらの媒質はある媒質が動き始めるとその

1秒後に右隣の媒質が動き始めるようになっている。

これに関して以下の問いに答えよ。

① 2番、5番、8番の媒質が動き始める時刻はいくらか。

② 3番の媒質の各時刻における変位をグラフに描け



③ 各媒質が1秒間に進む位相（角度）は何度か。

④ 時刻6秒において、以下の各媒質は動き始めてから何秒たっているか

0番 1番 2番 3番 4番 5番

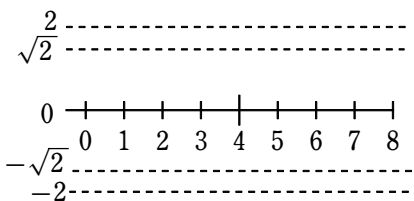
⑤ 時刻6秒において、以下の媒質の位相はいくらか

0番 1番 2番 3番 4番 5番

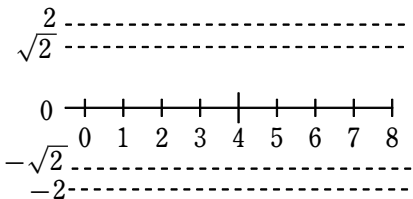
⑥ 時刻6秒において、以下の媒質の変位はいくらか

0番 1番 2番 3番 4番 5番

⑦ 時刻6秒の0番から8番までの媒質の変位（位置）を黒点で図示せよ。



⑧ 時刻7秒の0番から8番までの媒質の変位を黒点で図示せよ。



⑨ ⑦⑧に比べて時刻6秒から7秒の間に波の左端は右方向に何m動いているか

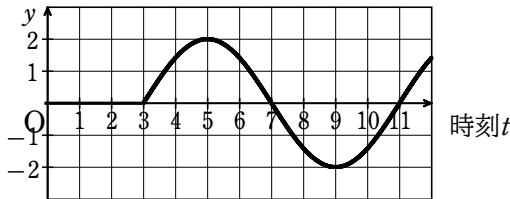
⑩ 波の速さは何m/sか

⑪ 各媒質は8秒で1回振動する。時刻8秒には媒質0番がちょうど一回振動している。こ

解説

(1) ① 2番=2秒後、 5番=5秒後、 8番=8秒後

②



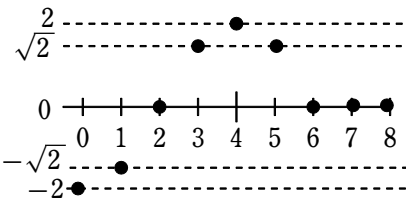
③ 周期8秒であるので8秒で1周（360°）回転する。1秒で45°回転しているので1秒間に進む位相は45°

④ 0番=6秒 1番=5秒 2番=4秒 3番=3秒 4番=2秒 5番=1秒

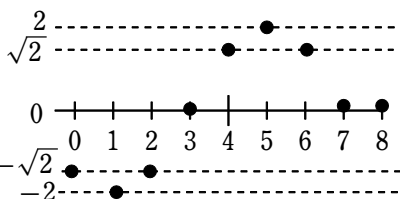
⑤ 0番=270° 1番=225° 2番=180° 3番=135° 4番=90° 5番=45°

⑥ 0番=-2m 1番=-√2 m 2番=0m 3番=√2 4番=2m 5番=√2 m

⑦



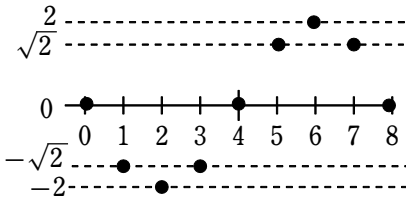
⑧ 更に位相が45°ずつ進んでいる。



⑨ 1m右に動いている

⑩ 1m/s

⑪



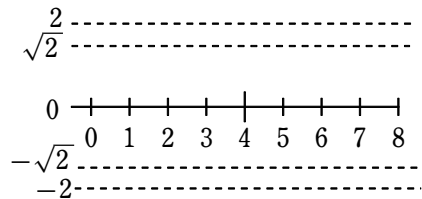
⑫ 波長は同じ位相になっている2点間の距離である。8m

⑬ 波の振動数は単振動の振動数である。 $f = \frac{1}{T}$  より、 $\frac{1}{8} = 0.125\text{Hz}$

(2) ① 2番= $\frac{T}{4}$  5番= $\frac{5}{8}T$  8番= $T$

# 正弦波

のときの媒質の形（波形）はどのようなになっているか。図示せよ。



- ⑫ この波の波長はいくらか  
⑬ この波の振動数はいくらか

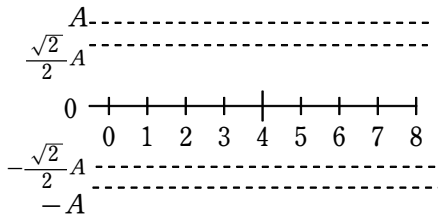
(2) 右図は上下に振幅 $A$ [m]、周期 $T$ 秒で単振動する媒質が $d$ [m]間隔で9個並んでいる。現在すべての媒質が静止状態にある。時刻0に左端の0番の媒質が上向きに動き始めた。

これらの媒質はある媒質が動き始めるとその

$\frac{T}{8}$ 秒後に右隣の媒質が動き始めるようになっている。

これに関して以下の問いに答えよ。

- ① 2番、5番、8番の媒質が動き始める時刻はいくらか。  
② 各媒質が1秒間に進む位相（角度）は何度か。  
③ 時刻 $T$ 秒において、以下の各媒質は動き始めてから何秒たっているか  
0番 1番 2番 3番 4番 5番 6番 7番 8番 9番  
④ 時刻 $T$ 秒において、以下の媒質の位相はいくらか  
0番 1番 2番 3番 4番 5番 6番 7番 8番 9番  
⑤ 時刻 $T$ 秒において、以下の媒質の変位はいくらか  
0番 1番 2番 3番 4番 5番 6番 7番 8番 9番  
⑥ 時刻 $T$ 秒における媒質の変位を黒点で図示せよ。



- ⑦ この波の波長はいくらか。 $d$ であらわせ。  
⑧ この波の速さ $v$ を $d, T$ であらわせ。  
⑨ 波長を $\lambda$ とすると、波の速さを $\lambda, T$ であらわせ。  
⑩ この波の振動数 $f$ を $T$ であらわせ。  
⑪ 波の速さ $v$ を $f, \lambda$ であらわせ。

②  $\frac{360}{8} = 45^\circ$

③ 0番 $=T$  1番 $=\frac{7}{8}T$  2番 $=\frac{3}{4}T$  3番 $=\frac{5}{8}T$  4番 $=\frac{1}{2}T$

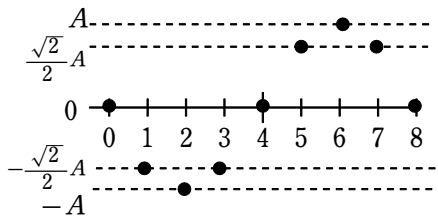
5番 $=\frac{3}{8}T$  6番 $=\frac{1}{4}T$  7番 $=\frac{1}{8}T$  8番 $=0$  9番=まだ動いていない

④ 0番 $=360^\circ$  1番 $=315^\circ$  2番 $=270^\circ$  3番 $=225^\circ$  4番 $=180^\circ$   
5番 $=135^\circ$  6番 $=90^\circ$  7番 $=45^\circ$  8番 $=0^\circ$  9番 $=0^\circ$

⑤ 0番 $=0$  1番 $=-\frac{\sqrt{2}}{2}A$  2番 $=-A$  3番 $=-\frac{\sqrt{2}}{2}A$  4番 $=0$

5番 $=\frac{\sqrt{2}}{2}A$  6番 $=A$  7番 $=\frac{\sqrt{2}}{2}A$  8番 $=0$  9番 $=0$

⑥

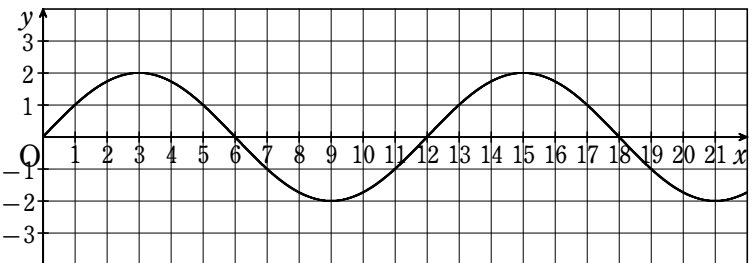


⑦  $8d$  ⑧  $v=\frac{8d}{T}$  ⑨  $v=\frac{\lambda}{T}$  ⑩  $f=\frac{1}{T}$  ⑪  $v=f\lambda$

# 正弦波

## 80. 正弦波形

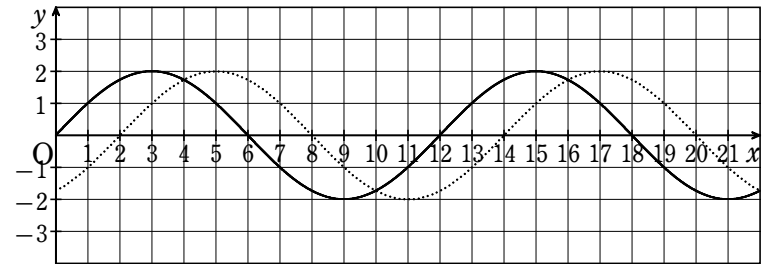
右の波はある正弦波の  
ある時刻の波形を  
描いたものである。  
以下の問いに答えよ。



- (1) 振幅はいくらか
- (2) 波長はいくらか
- (3) 次の各位置 ( $x$ 座標) の変位はいくらか  
0 (    ), 1 (    ), 3 (    ), 5 (    )  
6 (    ), 7 (    ), 9 (    ), 11 (    ), 12 (    )
- (4) 次の各位置 ( $x$ 座標) における位相はいくらか  
0 (    ), 1 (    ), 3 (    ), 5 (    )  
6 (    ), 7 (    ), 9 (    ), 11 (    ), 12 (    )

## 81. 正弦波の動き

右図の実線は時刻0  
における波形を示し  
ており、破線はその  
1秒後の波形を示して  
いる。波は右向きに  
動き、波の速さは最  
も遅いものとする。  
以下の問いに答えよ。

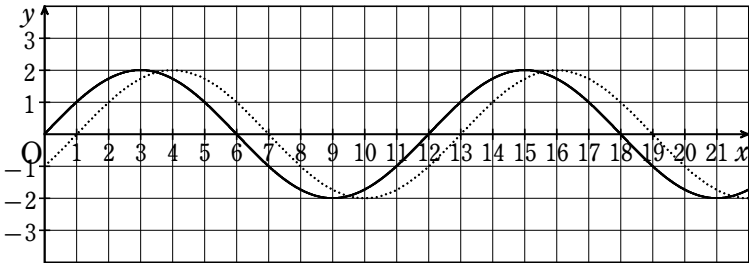


- (1) 波の速さはいくらか
- (2) 波長はいくらか
- (3) 周期はいくらか
- (4) 振動数はいくらか

解説

- (1) 振幅は変位の最大値である 2m
- (2) 波長は同じ位相となる隣り合う2点間の距離である。12m
- (3) 変位はy座標である。  
0 (0m) ,1 (1m) ,3 (2m) ,5 (1m)  
6 (0m) ,7 (-1m) ,9 (-2m) ,11 (-1m) ,12 (0m)
- (4) 位相は円運動と考えたときの回転角度である。横軸がxのときは少し時間がたったときの波形と比較して考えること。

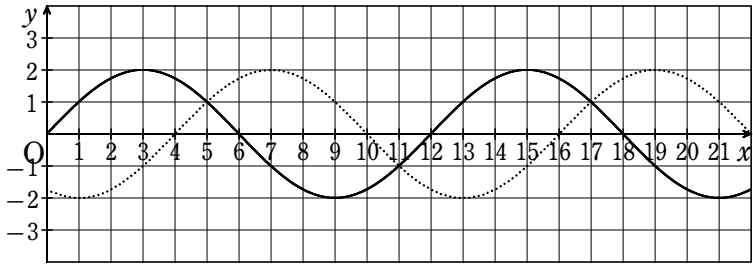
右図の破線は実線の  
波形より少し時間が  
たったときのもの  
である。  
原点Oの媒質は位相0  
に見えるが、  
この媒質は下がって



いるので、位相は $180^\circ$ である。また、6m地点の位相は $180^\circ$ に見えるが、上に上がっている  
ので、位相は0である。  
0 ( $180^\circ$ ) ,1 ( $150^\circ$ ) ,3 ( $90^\circ$ ) ,5 ( $30^\circ$ )  
6 ( $0^\circ$ ) ,7 ( $330^\circ$ ) ,9 ( $270^\circ$ ) ,11 ( $210^\circ$ ) ,12 ( $180^\circ$ )

解説

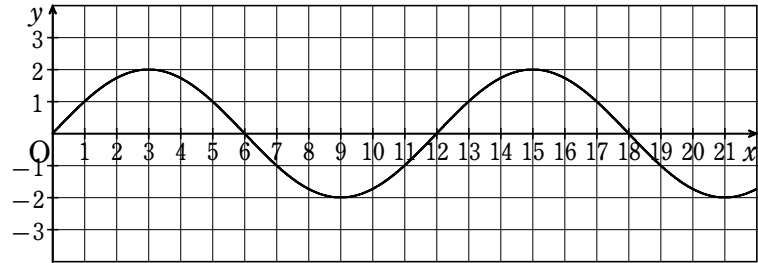
- (1) 山の位置が1秒間で右に2m動いているので、2m/s
- (2) 12m    (3) 波長の12mを動けば1周したことになるので、 $12 \div 2 = 6$ 秒
- (4)  $v = f\lambda$  より  $2 = f \times 12$      $f = \frac{1}{6}$  Hz
- (5) 2秒後の波形を描け



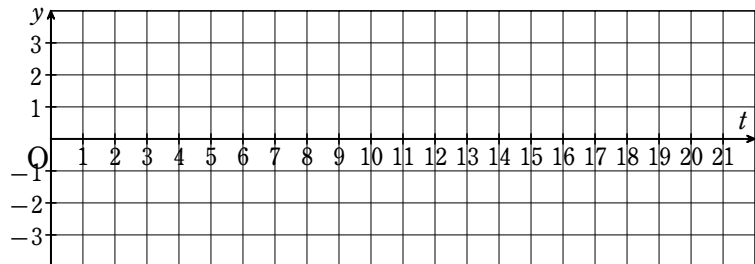
- 2m/sで2秒であるから、実線の波を右に4m平行移動すればよい。  
(6) 6mの位置の媒質の動きをグラフで表せ。

# 正弦波

(5) 2秒後の波形を描け

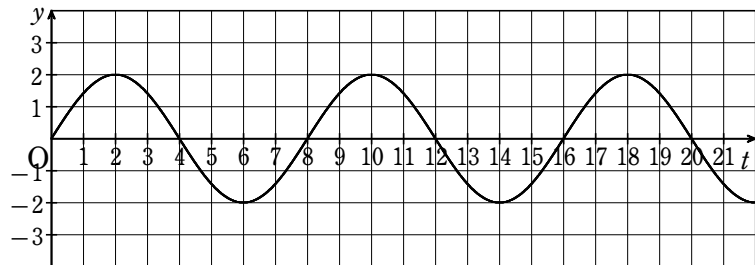


(6) 6mの位置の媒質の動きをグラフで表せ。

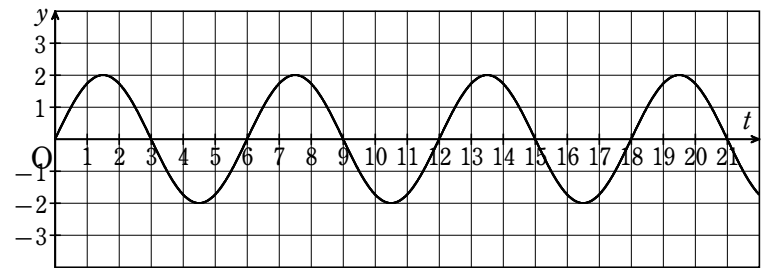
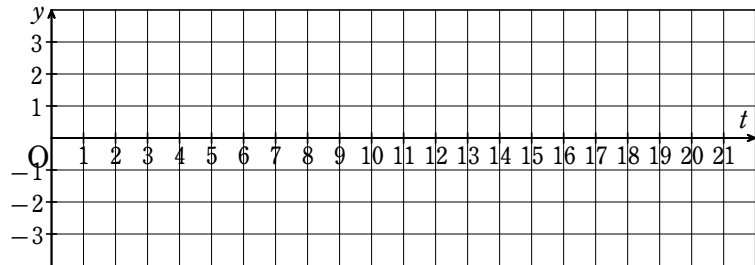


82.

原点の媒質が右の  
グラフのような単振動  
をしている。  
波はこの媒質を  
2m/sで伝わっていく  
ものとする。  
最初すべての媒質は  
静止しており、波が届いてから単振動を始めるものとする。



(1) 10m先の媒質の振動のグラフを書け

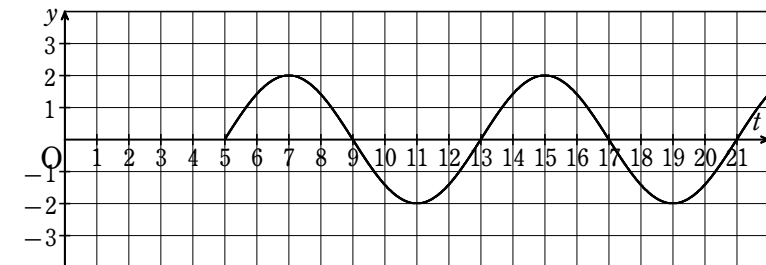


時刻0における変位は0である。この媒質は上に動くので位相は0である。原点を位相0とし周期6秒のグラフを書けばよい。

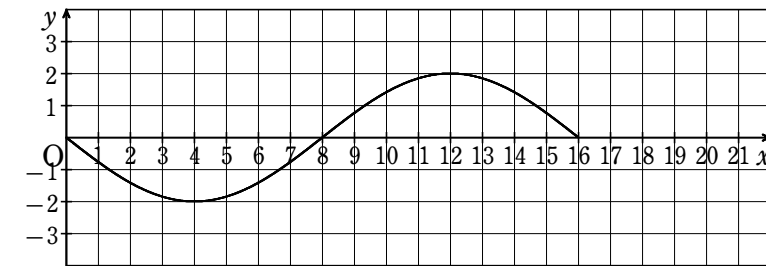
解説

(1)

10m先の媒質には5秒後に波が届く。そのために、原点より5秒遅れて振動を始める。



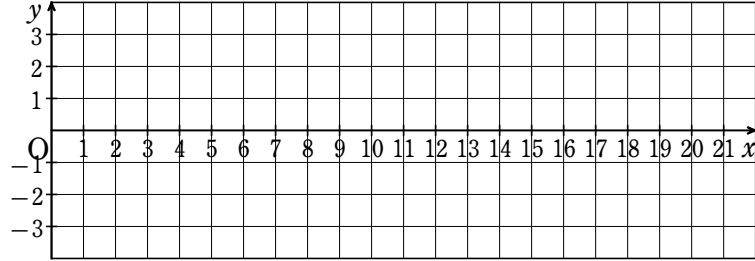
(2)



波は2m/sで動くので、8秒後には16m先に波の先端がある。元の波の周期が8秒なので、波長は2m/s×8秒=16mである。周期が8秒なので、8秒後の原点媒質の位相は0である。

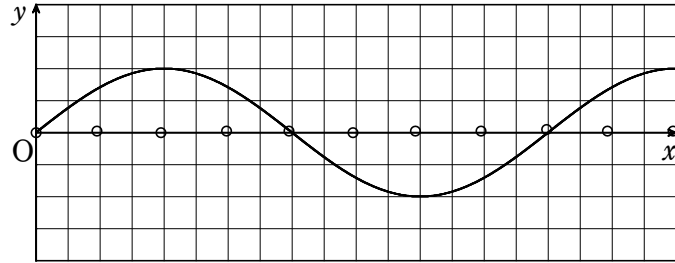
# 正弦波

(2) 8秒後の波形を描け



83. 縦波を横波に変換

右の正弦波形は縦波における媒質の右方向の変位を上に、左方向の変位を下に変更することによって得られたグラフである。



白丸は各媒質の標準の

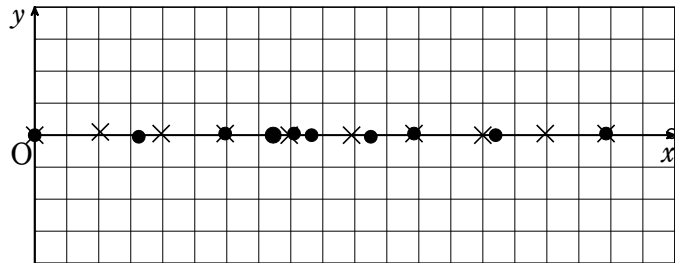
位置であり、媒質の変位はこの位置からの変位である。

このとき、グラフの瞬間の媒質の位置を黒点であらわせ。

84.

下の図の黒点はある瞬間の縦波の媒質の位置を表しており、白点はその媒質の標準の位置を示している。このとき、右向きの変位を上向きに、左向きの変位を下向きに変換したグラフを書け

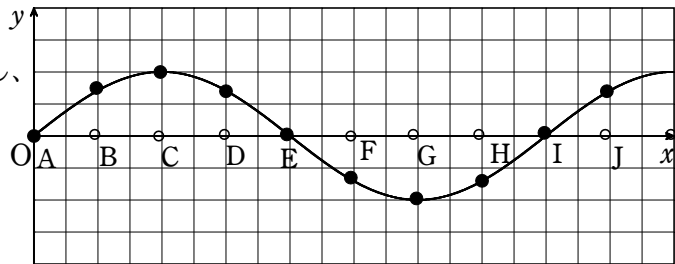
白丸は見えないところもあるが2目盛りごとに等間隔に並んでいる。



85. 媒質の状態の判断

右図はある瞬間の正弦波形をあらわしている。図中の黒点はこの瞬間の媒質の位置を示し、白点は波がないときの媒質の位置を表している。

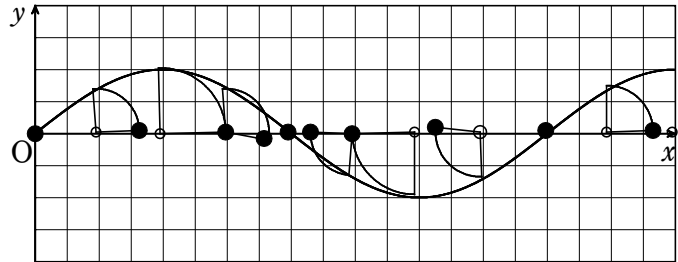
以下の条件を満たすのはどの媒質かA～Jの記号で答えよ。



- (1) 変位0の媒質
- (2) 静止している媒質
- (3) 最も速く動いている媒質。
- (4) 最も大きく加速している媒質。

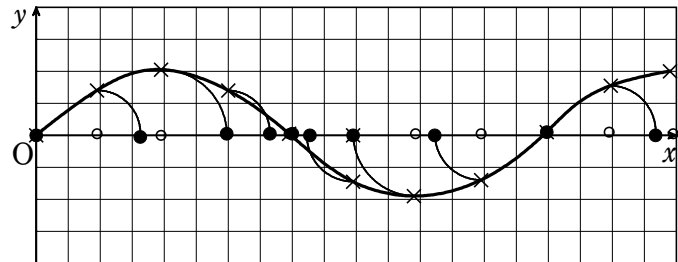
解説

右図のようになる。



解説

右図のようになる。



解説

- (1) 変位0の媒質は、y座標が0の黒点の媒質である。 A,E,I
- (2) 媒質が静止するのは最上端か最下端である。よって、C,G
- (3) 変位0のときが速さが最大となる。 よって、A,E,I
- (4) 媒質は変位が大きいほど加速度が大きい よって、C,G
- (5) 速度が最大るとき加速度0である。つまり、変位が0の媒質である。よって、A,E,I
- (6)

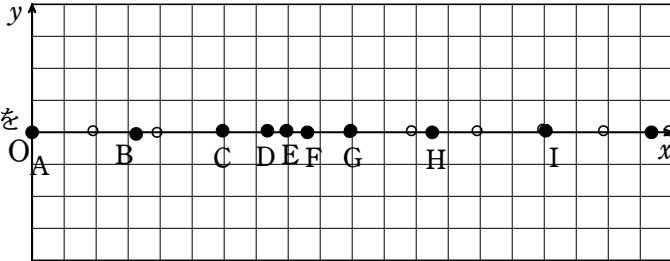


正弦波

- (5) 加速度が0になっている媒質。
- (6) 位相が0になっている媒質。
- (7) 上向きに最も速く動いている媒質。
- (8) 上向きの加速度が最大になっている媒質。

86. 縦波の媒質の運動状態

右図の黒点は現在の媒質の位置を表し、白点は波がないときの媒質の位置を表している。 次の条件を満たす媒質をA～Iの記号で答えよ。



- (1) 変位0の媒質
- (2) 静止している媒質
- (3) 最も速く動いている媒質。
- (4) 最も大きく加速している媒質。
- (5) 加速度が0になっている媒質。
- (6) 位相が0になっている媒質。
- (7) 右向きに最も速く動いている媒質。
- (8) 右向きの加速度が最大になっている媒質。
- (9) 密度が最大になっている媒質
- (10) 密度が最小になっている媒質。
- (11) 圧力が最大になっている媒質。

変位0の位相が $0^\circ$ と $180^\circ$

である。A,E,Iは位相0か

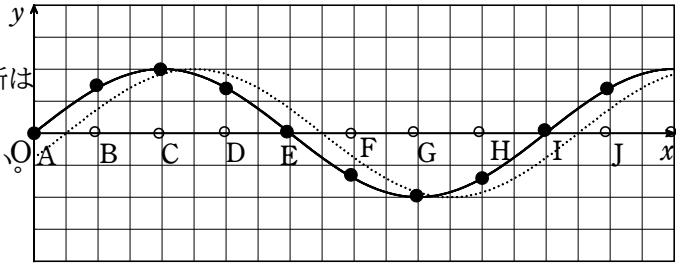
$180^\circ$ である。どちらかの判断は

微小時間後、上に動くか

下に動くかで判断すると良い。

上に動けば位相 $0^\circ$ で、下に動

けば位相 $180^\circ$ である。



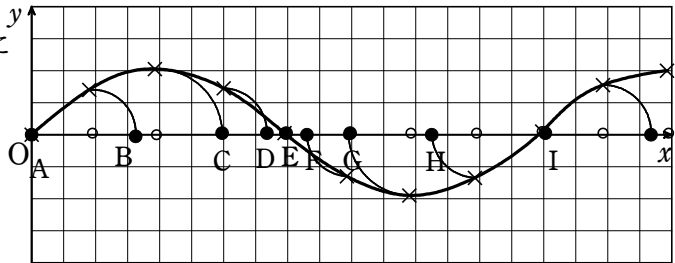
破線のグラフは微小時間後のグラフである。これを見ると、上に動いているのがEであるから、位相 $0^\circ$ の媒質はEとなる。

(7) 最も速く動いているのは変位0のところであるので、A,E,Iのどれかであるが、上向きに動いているのは(6)によりEであることが分かっているので、E

(8) 加速度が最大になるのはC,Eであるが、Cは最上端にあるので下向きに加速し、Gは最下端にあるので、上向きに加速する。よって、G

(解説)

縦波の場合、媒質の変位が分かりにくいので、横波の形に直してから考えると良い。



(1)～(6)は前問と全く同じ理由により

(1) A,E,I

(2) C,G

(3) A,E,I (4) C,G (5) A,E,I (6) E

(7)、(8)は右向きに変化する媒質を問うているが、右向きはこの図では上向きとなる。そのため、前問と同じ理由により

(7) E (8) G

(9) 最も密度の高い媒質は縦波の黒点の配置を見ればすぐに分かる。 E

(10) (9)と同じく A,I

(11) 気体は密度が高いほど圧力が高い(比例関係)。最も圧力が高いことは最も密度が高いことと同じである。よって、 E