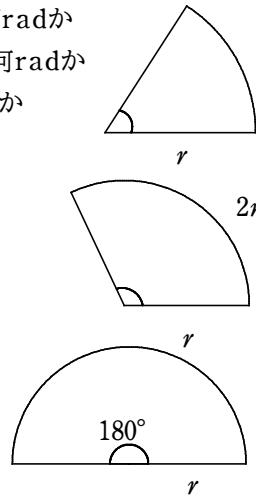


# 正弦波

## 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ふ。弧度法に関して以下の問い合わせよ。

- 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°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°)は何radか

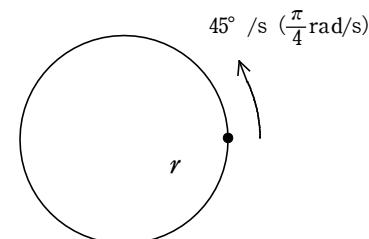


## 76. 等速円運動

- (1) 右図のように半径 $r[m]$ の円周上を角速度45°/s  
( $\frac{\pi}{4}$  rad/s=1秒間に45°ずつ回転する)で回転

している物体がある。以下の問い合わせよ。

- 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 $\omega[\text{rad/s}]$ で回転している物体がある。以下の問い合わせよ。

- 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  $\pi r$ rad
- ⑦ 180°
- ⑧ 2πrad

### 解説

- (1) ①  $\frac{\pi}{4}$  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°回転するので、360°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  $\frac{1}{8}=0.125$  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. 单振動

(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合わせよ。

- 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と逆位相などの位置か

・スクリーン上の黒点の動きを单振動という。

- ⑥ この单振動の周期はいくらか

⑦ 单振動の振動数は等速円運動の回転数のことである。この单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 单振動の位相は円運動を考えたときのAからの角度である。次の位置の位相はいくらか

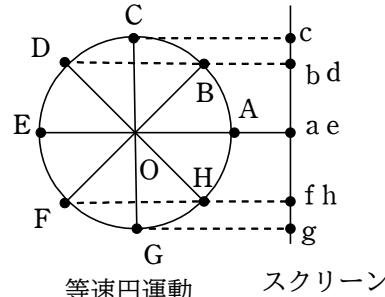
a    b    c    d    e    f    g    h

- 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

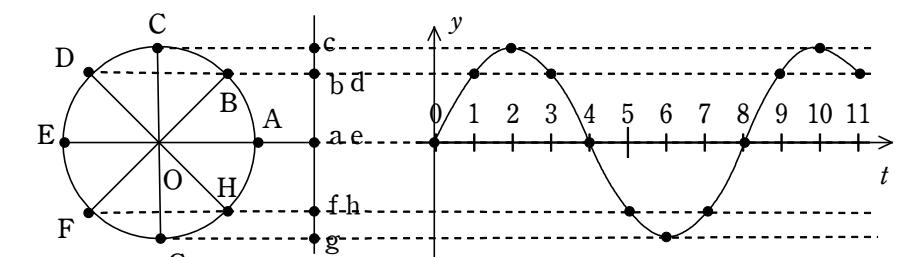
⑫ bとd、aとe、fとhはそれぞれ同じ変位であるが位相は異なる。どのようにして区別すればよいか

- 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 单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、

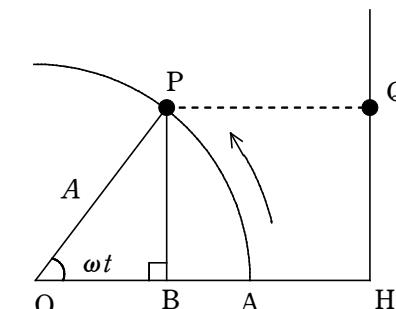
$$PB = A \sin \omega t$$

これが单振動の変位  $QH$

と等しい。

よって、

$$A \sin \omega t$$

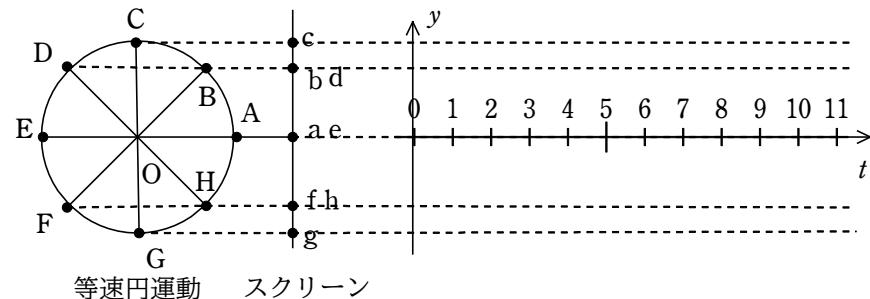


- ④ 振幅は変位の最大値である。よって、A

- 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  $T = \frac{2\pi}{\omega}$  円運動の周期と单振動の周期は同じである。よって、

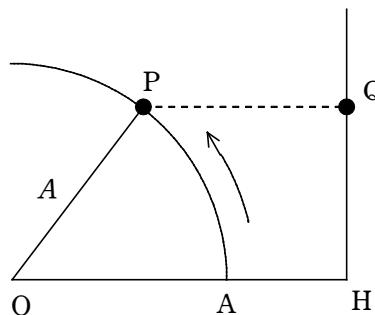
$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

## 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 ( )

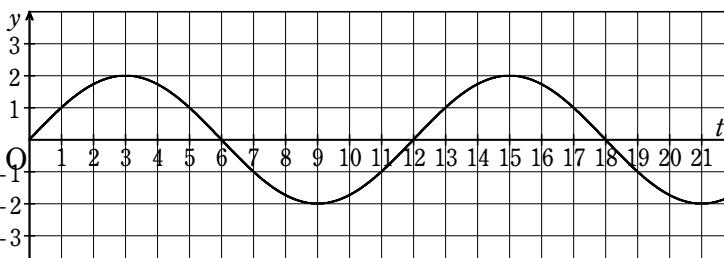
6 ( ) , 7 ( ) , 9 ( ) , 11 ( ) , 12 ( )

- (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°) , 1 (30°) , 3 (90°) , 5 (150°)

6 (180°) , 7 (210°) , 9 (270°) , 11 (330°) , 12 (360°)

- (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

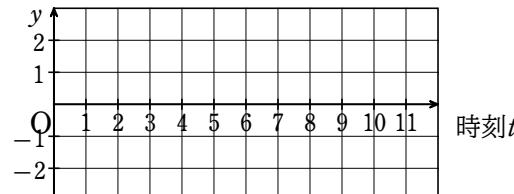
## 79. 媒質集団の動き

- (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合わせよ。

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

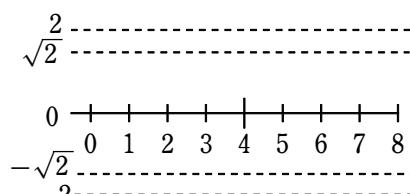
⑤ 時刻6秒において、以下の媒質の位相はいくらか

0番 1番 2番 3番 4番 5番

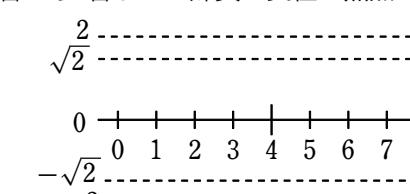
⑥ 時刻6秒において、以下の媒質の変位はいくらか

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

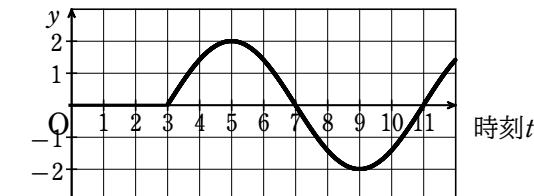
⑩ 波の速さは何m/sか

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



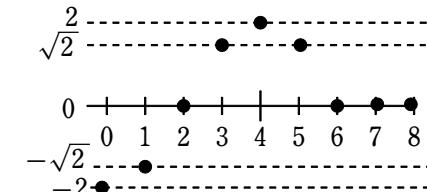
③ 周期8秒であるので8秒で1周（360°）回転する。1秒で45°回転しているので1秒間に進む位相は45°

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

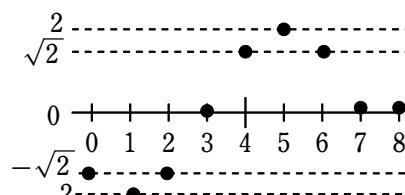
⑤ 0番=270° 1番=225° 2番=180° 3番=135° 4番=90° 5番=45°

⑥ 0番=-2m 1番=-sqrt(2)m 2番=0m 3番=sqrt(2)m 4番=2m 5番=sqrt(2)m

⑦



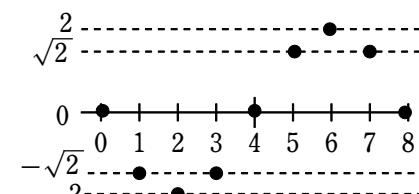
⑧ 更に位相が45°ずつ進んでいる。



⑨ 1m右に動いている

⑩ 1m/s

⑪



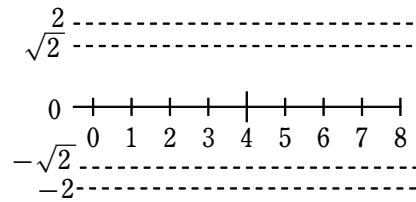
⑫ 波長は同じ位相になっている2点間の距離である。8m

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）はどのようにになっているか。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合わせに答えよ。

- 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

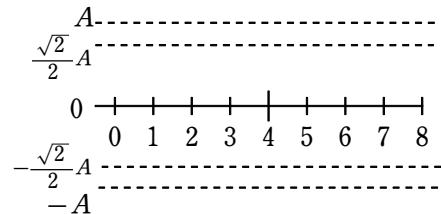
④ 時刻  $T$  秒において、以下の媒質の位相はいくらか

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  $\lambda$  とするとき、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。

$$\textcircled{2} \quad \frac{360}{8} = 45^\circ$$

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

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

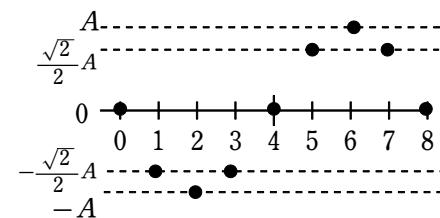
$$\textcircled{4} \quad 0\text{番} = 360^\circ \quad 1\text{番} = 315^\circ \quad 2\text{番} = 270^\circ \quad 3\text{番} = 225^\circ \quad 4\text{番} = 180^\circ$$

$$5\text{番} = 135^\circ \quad 6\text{番} = 90^\circ \quad 7\text{番} = 45^\circ \quad 8\text{番} = 0^\circ \quad 9\text{番} = 0^\circ$$

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

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

⑥

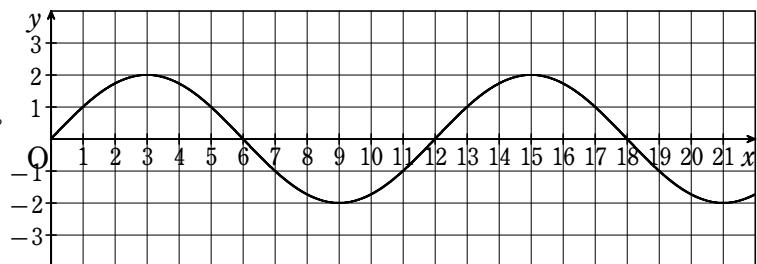


$$\textcircled{7} \quad 8d \quad \textcircled{8} \quad v = \frac{8d}{T} \quad \textcircled{9} \quad v = \frac{\lambda}{T} \quad \textcircled{10} \quad f = \frac{1}{T} \quad \textcircled{11} \quad v = f\lambda$$

# 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。

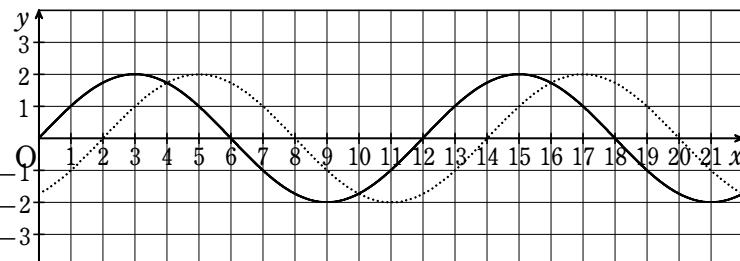
以下の問いに答えよ。

(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) 位相は円運動を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°である。また、6m地点の位相は180°に見えるが、上に上がっているので、位相は0である。

0 (180°) , 1 (150°) , 3 (90°) , 5 (30°)

6 (0°) , 7 (330°) , 9 (270°) , 11 (210°) , 12 (180°)

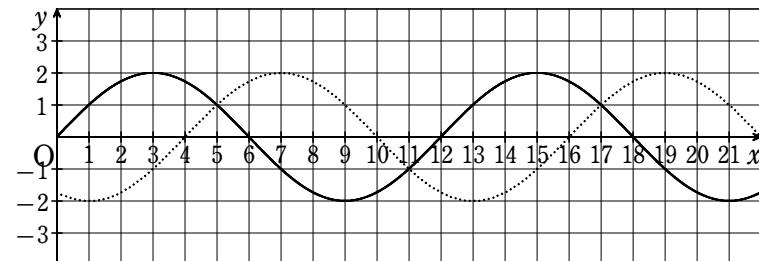
### 解説

(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

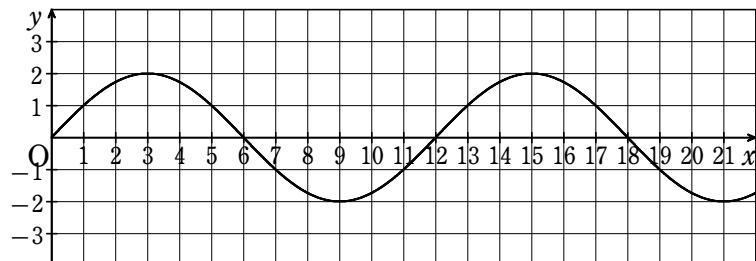


2m/sで2秒であるから、実線の波を右に4m平行移動すればよい。

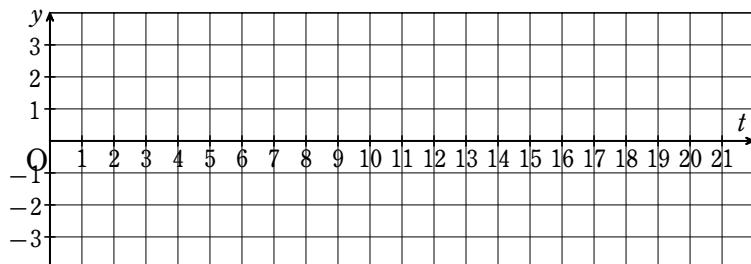
(6) 6mの位置の媒質の動きをグラフで表せ。

# 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

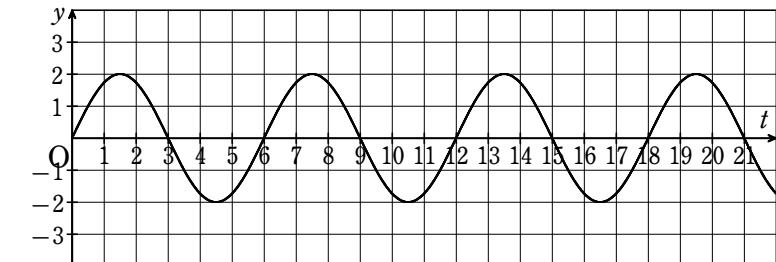
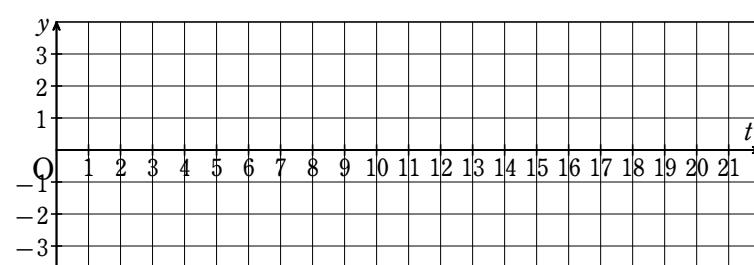
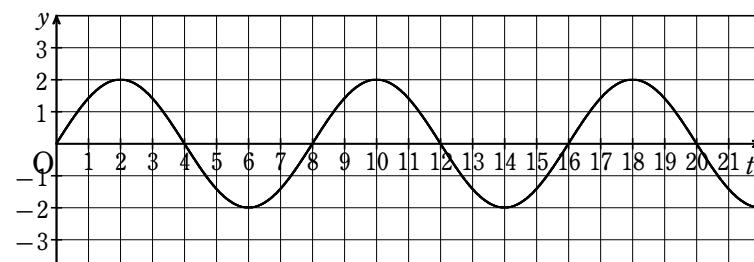
グラフのような単振動  
をしている。

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

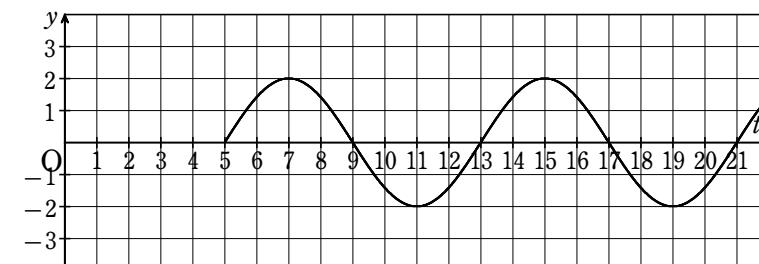


時刻0における変位は0である。この媒質は上に動くので位相は0である。原点を位相0とし周期6秒のグラフを書けばよい。

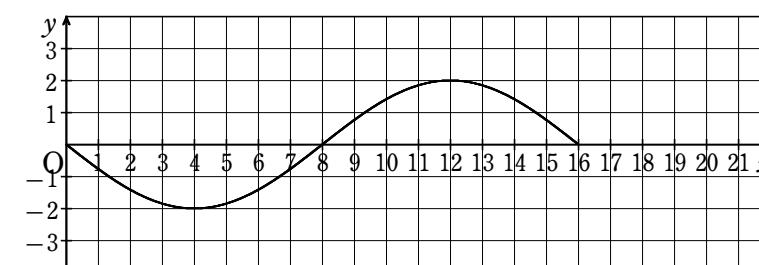
解説

(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。



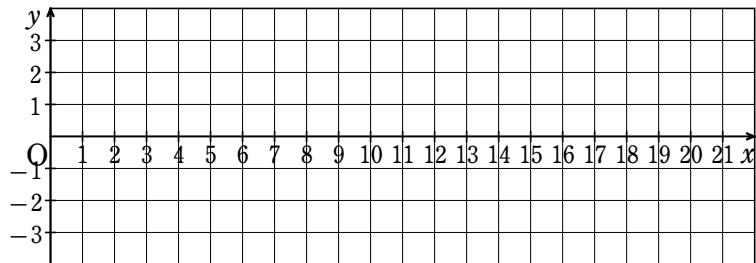
(2)



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 $2\text{m/s} \times 8\text{秒} = 16\text{m}$ 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

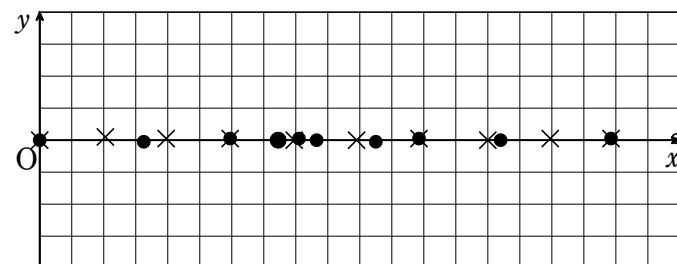
位置であり、媒質の変位はこの位置からの変位である。

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。

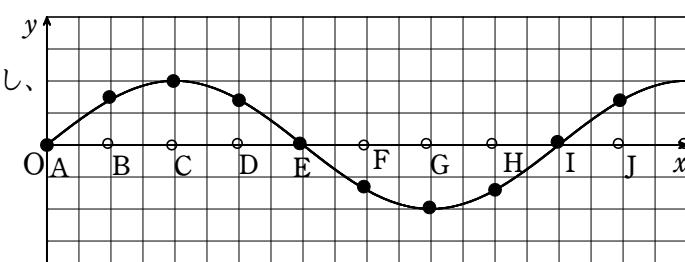


85. 媒質の状態の判断

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。

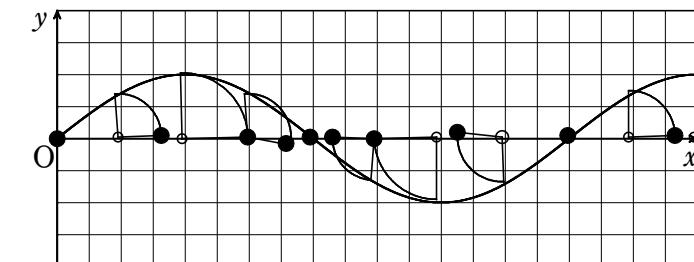
以下の条件を満たすのはどの媒質かA～Jの記号で答えよ。

- (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。



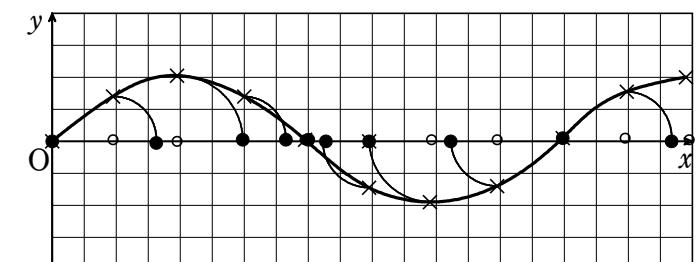
解説

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) 速度が最大のとき加速度0である。つまり、変位が0の媒質である。よって、A,E,I
- (6)

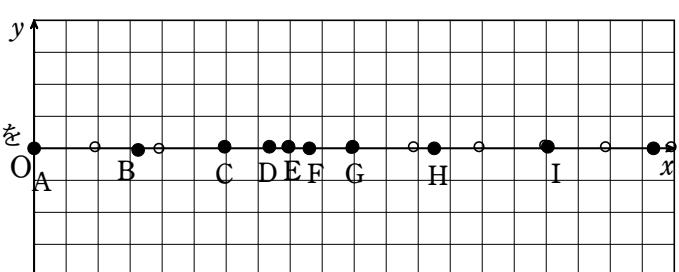
## 正弦波

- (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。O,A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,x

上に動けば位相0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是最下端にあるので、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

