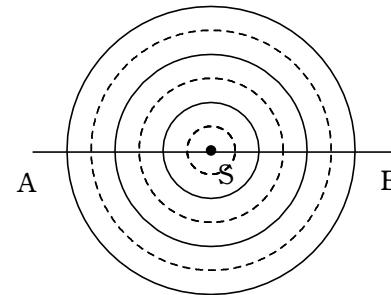


波の干渉

91. 水面波の干渉1

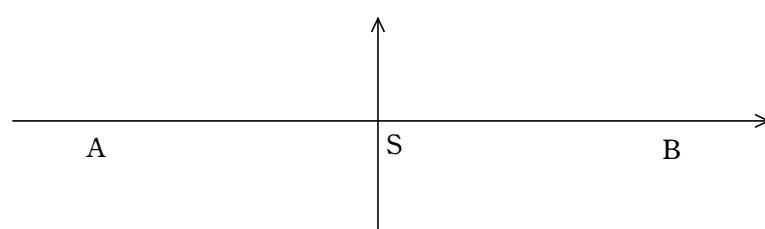
(1) 右図は水面のある一点を鉛直に単振動させ
その振動が周辺に伝わっていく状態を
描いたものである。図中実線は波の山を
つないだ線で破線は波の谷をつないだ線
である。単振動の振動周期は2秒で波の
進む速さは2m/sであった。振幅は0.4mで
波形は正弦波とし減衰しないとして以下の
問いに答えよ。



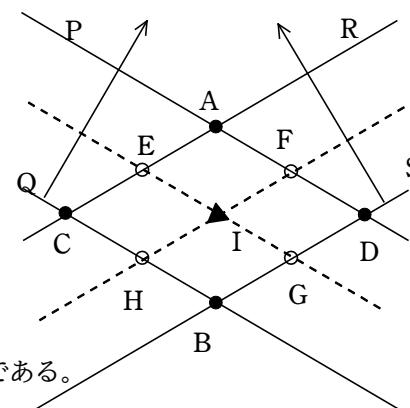
① 波長は何mか

② AB間の断面図を描け

図の瞬間はSは波の山となっている



(2) 右図は波面P,Qが左上に
波面A,Bが右上に進行する正弦波
である。波の振幅は0.5m、波長は
ともに2m、周期は4秒であった。波面の実線は
山を表わし、破線は谷を表わしている。
以下の問いに答えよ。



① 黒点A～Dは山どおしが重なったところで
あるが、この位置の媒質の変位は
いくらか

② 白抜き丸E～Hは山と谷が重なったところである。
この位置の変位はいくらか

③ ▲印Iは谷どおしが重なったところである。
この位置の変位はいくらか

④ 波面Q、Sはそれぞれ矢印の方向に一定の速さで移動している。交点Bはどの方向
に移動するか

⑤ 破線も矢印の方向に移動している。破線の交点Iはどの方向に移動しているか

⑥ 交点Gはどの方向に移動しているか

⑦ 交点Bが交点Aの位置に達するには何秒かかるか

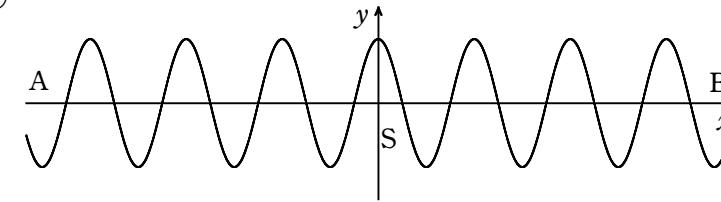
⑧ GがFの位置に達するのに何秒かかるか

⑨ A点の媒質はどのように動くかグラフに概形を描け。変位をy(m)、時間をt(秒)

解説

(1) ① $2\text{m/s} \times 2\text{秒} = 4\text{m}$

②

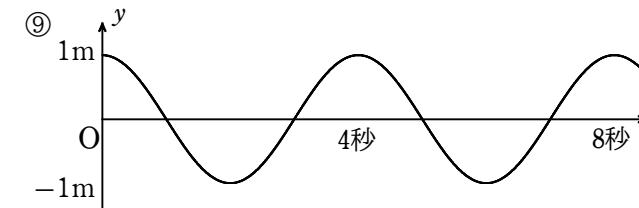


(2) ① $0.5 + 0.5 = 1\text{m}$ ② 0 ③ $-0.5 - 0.5 = -1\text{m}$ ④ 上(Aの方向)

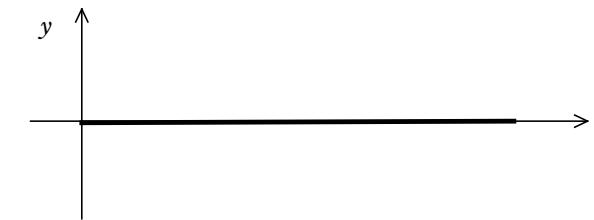
⑤ 上(Aの方向) ⑥ Fの方向

⑦ 波面S上にある波が波面R上になり、波面をひとつ分動くのであるから1周期で
4秒となる。

⑧ Gが山でFは谷である。よって、 $\frac{1}{2}$ 周期=2秒

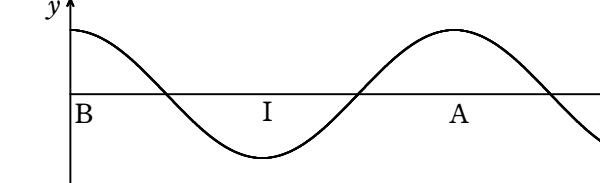


⑩



媒質は一切動かない

⑪



⑫



平坦である。

波の干渉

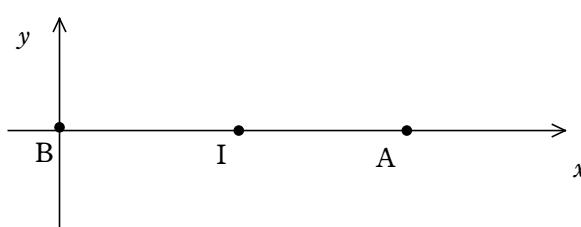
とする。



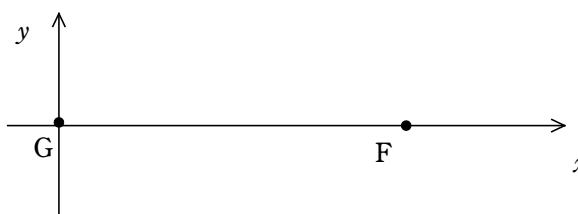
⑩ F点の媒質はどのように動くかグラフに概形を描け



⑪ 線分AB上の各媒質はどのような変位をしているかグラフに概形を描け
(線分ABを腹線という)



⑫ 線分FG上の各媒質はどのような変位をしているかグラフに概形を描け
(線分FG、EHを節線といふ)

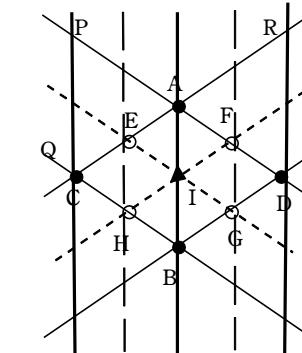


⑬ A~Iを通る腹線を実線で節線を破線で記入せよ。

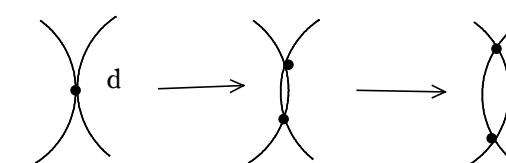
(3) 水面上で波源A,Bが周期2秒、振幅0.4m、同位相で単振動しており、そこから出た波の山をつないだ波面を表しているのが下の図である。AB間の距離は6mであった。この波は減衰しないとして以下の問い合わせよ。

- ・ 山の波面どおしが重なっているa~gの点を考える。
- ① この波の波長はいくらか

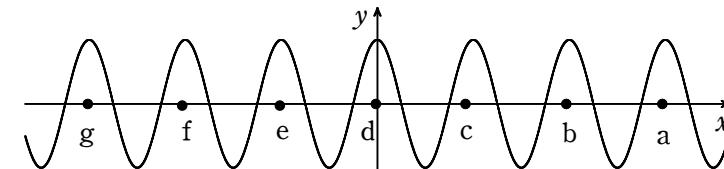
⑭



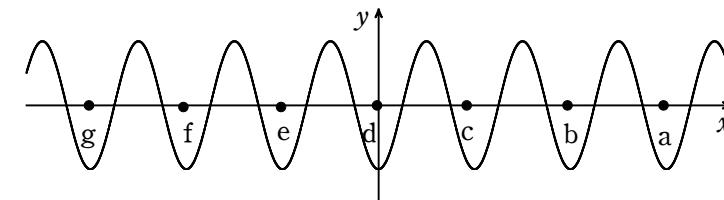
- (2) ① AB間は6mで3波長分の距離であるから2m
② 山と山が重なっており、振幅が0.4mなので、0.8m
③ bはcから見て1波長分先の山にあるので1周期2秒かかることになる。
④⑤ ③と同様に2秒
⑥ 下の図を見て分かるように、交点は円が大きくなるにつれて2つに分裂してそれぞれ上下別方向に動く。



- ⑦ 波源と同じ周期で2秒。振幅は双方の振動が重なり、0.8m
⑧ 腹線
⑨



⑩ 1秒後は半周期であるから山は谷に、谷は山になっている。



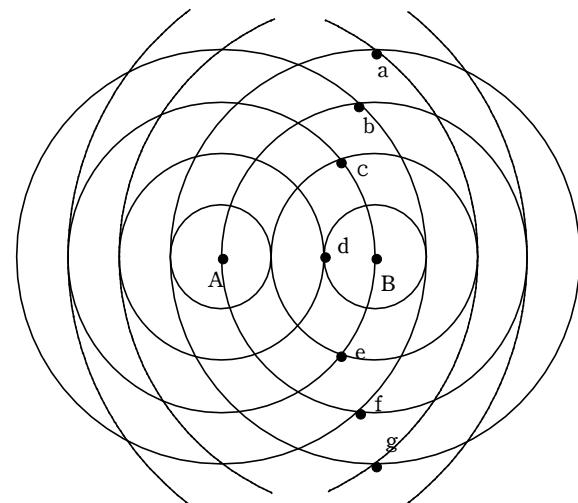
⑪

位置	a	b	c	d	e	f	g
Aまでの距離	10	8	6	4	6	8	10
Bまでの距離	8	6	4	2	4	6	8
差	2	2	2	2	2	2	2

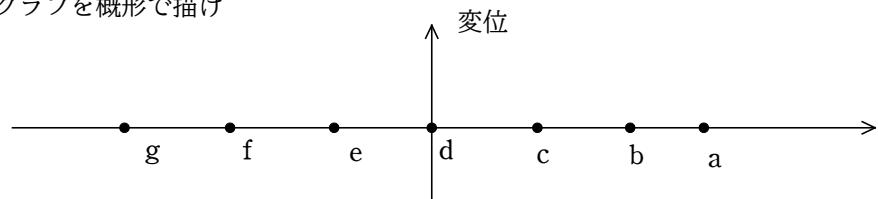
⑫ すべて同じ値である。

波の干渉

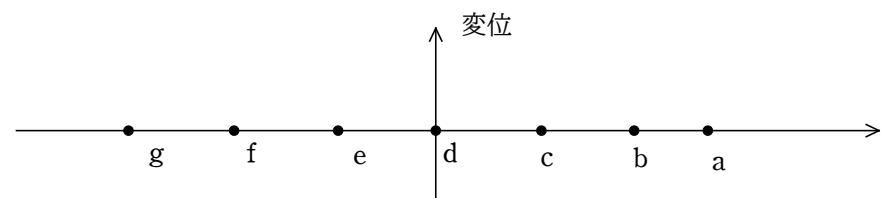
- ② a～gのこの瞬間の変位はいくらか
 ③ 山の交点cは移動してbに達するがbに達するまでの時間は何秒か
 ④ bに達した山の交点は継続して移動しaに達するがbからaに達するまでの時間は何秒か
 ⑤ 山の交点eは何秒後にfに達するか
 ⑥ 交点dは今後どのように変化するか。
 ⑦ 山の交点cにある媒質は単振動している。この単振動の周期及び振幅を求めよ。
 ⑧ a～gをつなぐと一本の曲線が浮かび上がってくる。この曲線の名をなんというか



- ⑨ a～gの曲線状の各媒質は単振動をしている。上の図の瞬間における変位（波形）のグラフを概形で描け



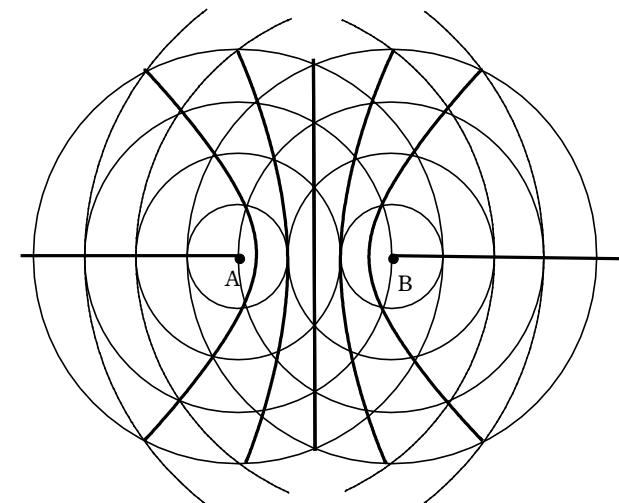
- ⑩ ⑨の状態の1秒後の変位のグラフの概形を描け



- ⑪ a～gの各点から波源A,Bまでの距離及びその差を求めよ。

- ⑬ 波長2mの1倍

- ⑭

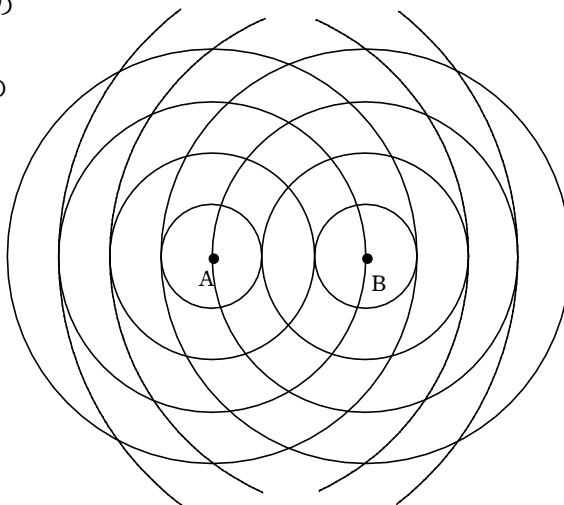


- ⑮ 7本 うちAB間に5本ある。

波の干渉

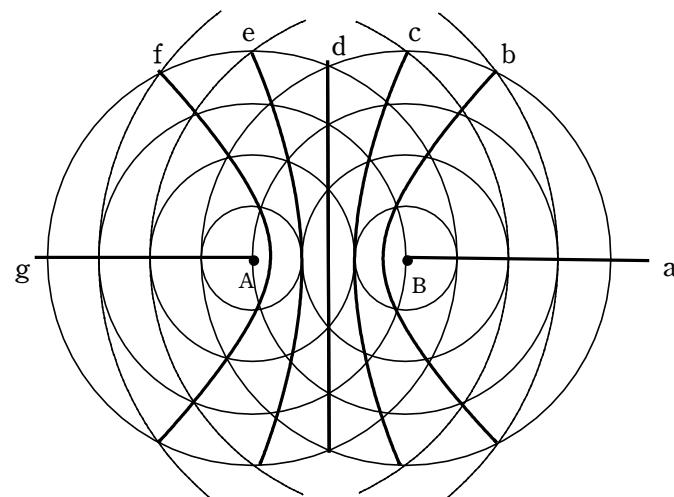
位置	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>
<i>A</i> までの距離							
<i>B</i> までの距離							
差							

- ⑫ *a*~*g*の各点から波源*A*、*B*までの距離の差にどんな共通点があるか。
 ⑬ *a*~*g*の各点から波源*A*、*B*までの距離の差は波長の何倍か
 ⑭ 右図に腹線をすべて作図せよ。
 ⑮ 腹線は何本あるか。



92. 水面派の干渉2

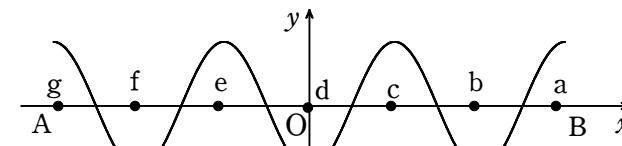
- (1) 下の図は前問(3)と同じ水面波に腹線をすべて書き込んだものである。*a*~*g*は各腹線につけた記号である。これについて以下の問い合わせに答えよ。



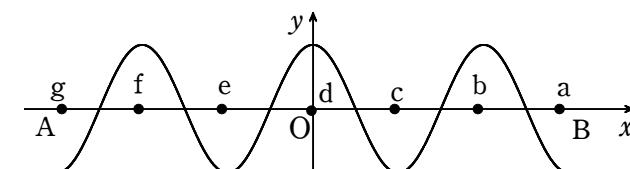
- ① 波に減衰がない場合、各腹線上の媒質はすべて同じ振幅で振動していることになる。その振幅を答えよ。
 ② 同一腹線上の点は*A*、*B*からの距離の差はすべて同じである。*a*~*g*の各腹線はそれぞれ、*A*、*B*からの距離の差はいくらか
 a b c d e f g
 ③ ②のとき、*A*、*B*からの距離の差は波長の何倍か

解説

- (1) ① 0.8m
 ② $a=6m$ $b=4m$ $c=2m$ $d=0m$ $e=2m$ $f=4m$ $g=6m$
 ③ $a=3$ 倍 $b=2$ 倍 $c=1$ 倍 $d=0$ 倍 $e=1$ 倍 $f=2$ 倍 $g=3$ 倍
 ④ 他にはない
 ⑤ すべて波長の整数倍である。
 ⑥ 定常波
 ⑦



- ⑧ 半周期後であるので、山と谷が入れ替わっている。

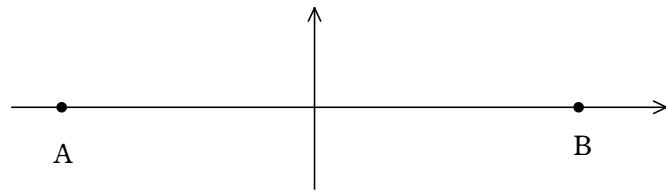


- ⑨ 腹線との交点はすべて定常波の腹である。
 腹線 A より、0, 1, 2, 3, 4, 5, 6m
 節 A より、0.5 1.5 2.5 3.5 4.5 5.5m
 ⑩ 波長の整数倍になっている。

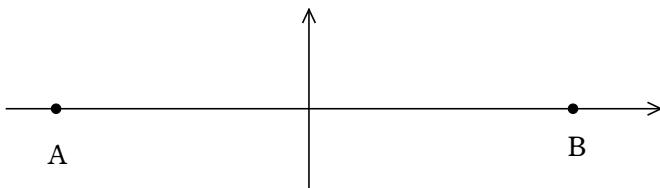
波の干渉

a b c d e f g

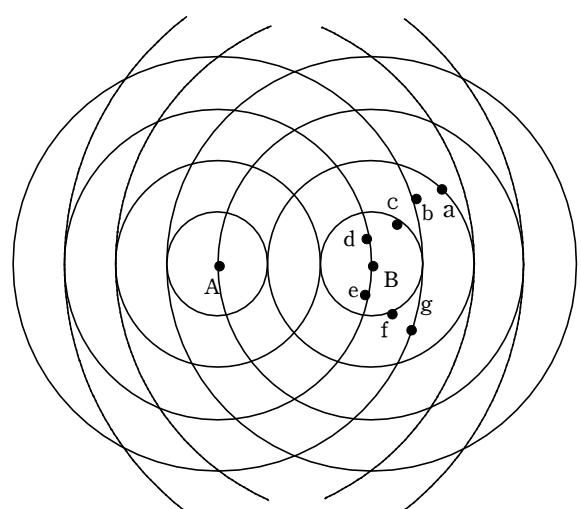
- ④ a～gの腹線上の点以外に媒質が良くゆれている点は存在するか。存在すればその位置を示せ。
- ⑤ ③において、すべての腹線に共通な点は何か
- ⑥ 線分AB上の媒質は特殊な振動をしている。線分AB上に発生している波はどのような波か
- ⑦ 上図の瞬間の線分AB上の変位を表すグラフの概形を描け。また、線分ABとa～gの腹線との交点にa～gの記号を書き込め。



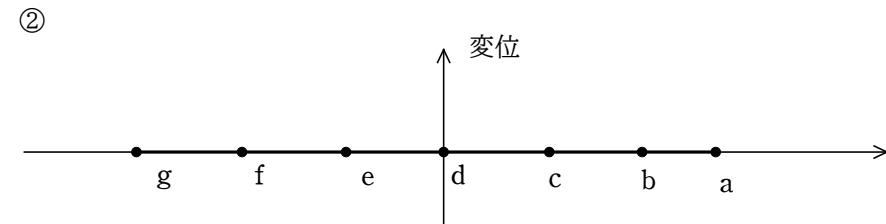
- ⑧ 図より1秒後の線分AB間の波形を描け



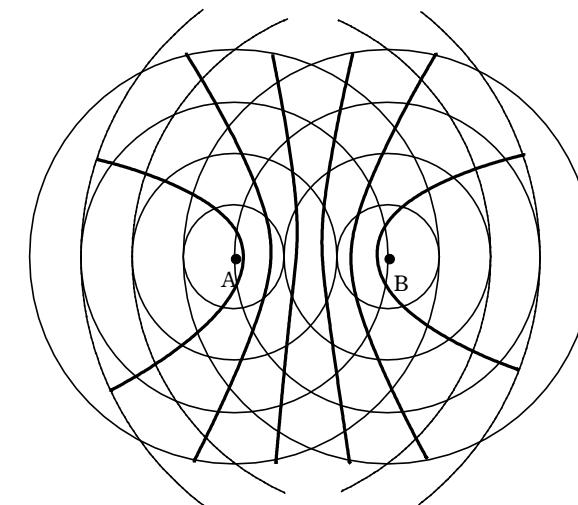
- ⑨ 線分AB上のすべての腹と節の位置（A,Bを含む）をAからの距離で答えよ。
- ⑩ 波源A,Bからの距離の差がいくらになっている点が腹線上にあるのか。そのための必要十分条件を求めよ。
- (2) 下の図は前問と同じ水面波の山の波面と谷の波面との交点にa～gの記号をつけたものである。以下の問いに答えよ。



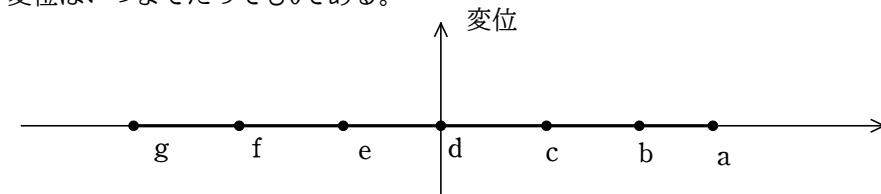
- (2) ① 山と谷が重なっているので振幅はすべて 0



②



- ③ 変位はいつまでたっても0である。



- ④ 変位はいつまでたっても0である。

	a	b	c	d	e	f	g
Aからの距離	9	8	7	6	6	7	8
Bからの距離	4	3	2	1	1	2	3
距離差	5	5	5	5	5	5	5

- ⑤ ③より、6本

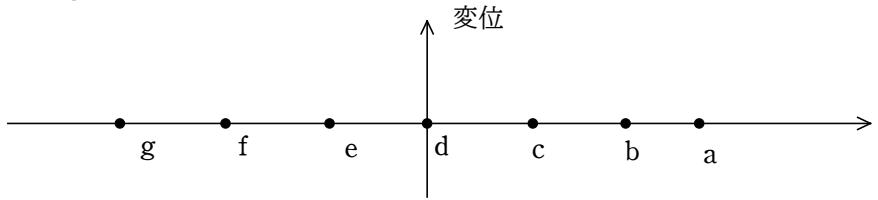
	a	b	c	d	e	f	g
Aからの距離	9	8	7	6	6	7	8
Bからの距離	4	3	2	1	1	2	3
距離差	5	5	5	5	5	5	5

- ⑥ すべて同じA,Bからの距離差である。

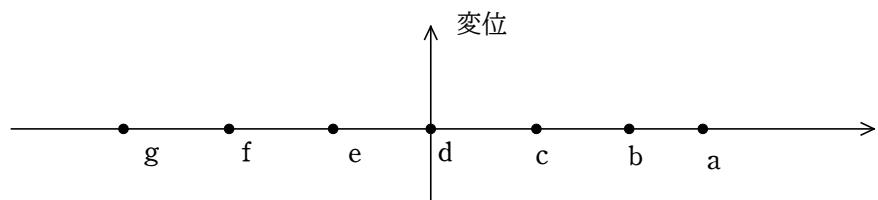
- ⑦ すべて同じA,Bからの距離差である。
- ⑧ 波長2mなので、 $\frac{5}{2}$ 倍

波の干渉

- ① a～gの媒質の振幅を答えよ。
- ② a～gを結ぶ曲線上の媒質の変位を示すグラフの概形を描け。



- ③ ②のようなグラフの概形を示す曲線（節線）をすべて図に書き込み
- ④ ②の曲線状の媒質の1秒後の変位を示すグラフの概形を描け

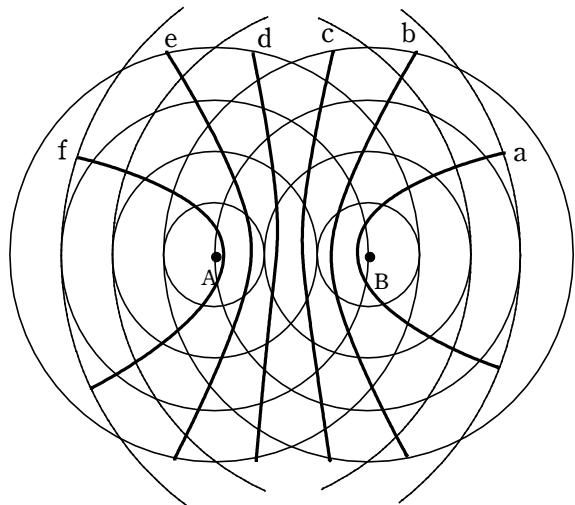


- ⑤ 節線は何本あるか。
- ⑥ a～gの各点の波源A,Bからの距離及びその差を求めよ。

	a	b	c	d	e	f	g
Aからの距離							
Bからの距離							
距離差							

- ⑦ 距離差でa～gの共通点は何か
- ⑧ 距離差は波長の何倍になっているか

(3) 下の図は前問と同じ水面波の節線をすべて記入したものである。a～fは各節線につけた記号である。これを見て以下の問いに答えよ。

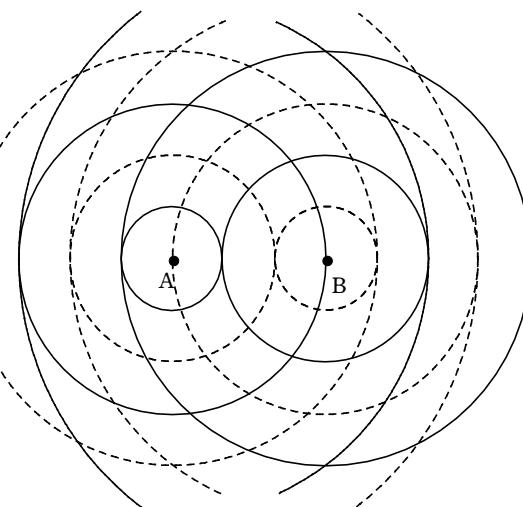


① 1本の節線上の各点は波源A,Bからの距離の差がすべて同じである。

93. 逆位相の水面波

(1) 下図は水面上で6m離れた2点A,Bで二つの波源が周期2秒、振幅0.2mで逆位相で単振動している。水面上のすべての点は上下に単振動しているとし、波は減衰しないものとして以下の問いに答えよ。

- ① この波の波長はいくらか
- ② 腹線をすべて実線で描け
- ③ 節線をすべて破線で描け
- ④ すべての腹線上の点のA、Bからの距離差における共通点は何か
- ⑤ すべての節線上の点のA,Bからの距離差における共通点は何か
- ⑥ 腹線、節線の波源からの距離差は同位相の場合と逆位相の場合でどう違うか



94. まとめ

(1) 右図はA、B点にて同位相、周期2秒の振動をさせ、その波が周囲にひろがって行く様子を

解説

(1) ① AB間は波長の1.5倍である。これが6mなので、波長は4mとなる。

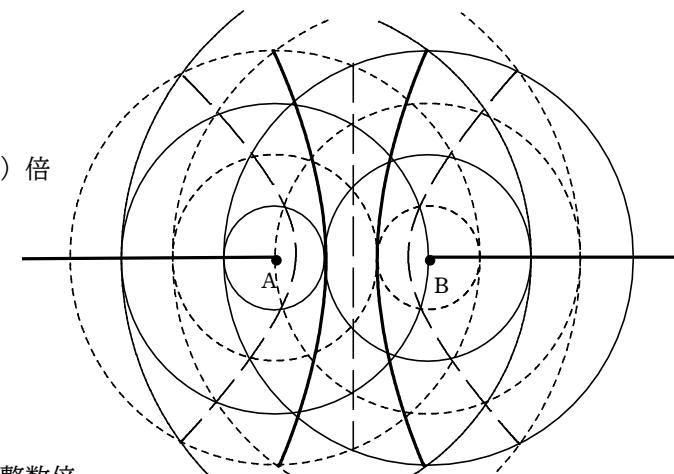
②③

実線が腹線

破線が節線

④ 波長の

(整数 + $\frac{1}{2}$) 倍



⑤ 波長の整数倍

⑥ 同位相の場合は腹線が距離差=波長の整数倍であり、

節線が距離差=波長の (整数 + $\frac{1}{2}$) 倍となっており、逆位相の場合は腹線節線が逆になっている。

解説

(1)

① 波の速さ4m/sで周期2秒であるから $4 \times 2 = 8\text{m}$

② 周期2秒であるから $\frac{1}{2} = 0.5\text{Hz}$

③ 点Pは波の山が重なっている点なので変位2m、Qは山と谷が重なっている点なので変位0、Rは谷と谷が重なっている点なので変位-2mである。

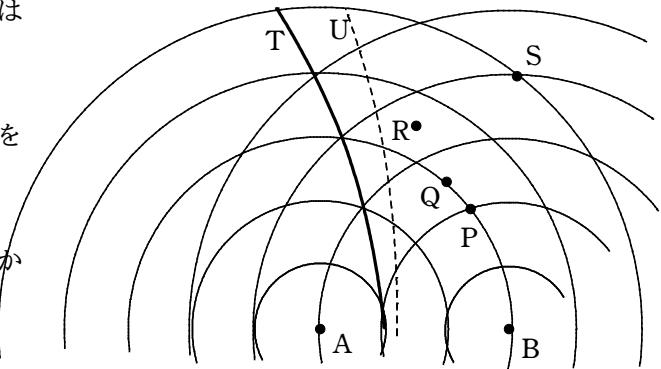
波の干渉

あらわしている。波の速さは4m/s、振幅は1mで減衰はないものとする。

図の同心円は波の山の部分をあらわしている。

以下の問い合わせよ。

- ① この波の波長はいくらか
- ② この波の振動数はいくらか
- ③ P,Q,Rの媒質の変位はいくらか



④ 点P,Q, Rは今後どのように動くか図示せよ。

⑤ P点の媒質の振動周期はいくらか

⑥ 点Pが点Sに達するまでの時間はいくらか

⑦ 実曲線T、及び破曲線Uはそれぞれどのような性質を示す線か

⑧ A、Bの間に腹線、節線はそれぞれ何本あるか(A,Bを除く)

⑨ AB間には定常波ができているが、定常波の節の位置をA点からの距離すべて答えよ。

⑩ 点VはA点からの距離が24m、B点からの距離が16mであった。この点の媒質の振幅はいくらか

⑪ 点WはA点からの距離が24m、B点からの距離が20mであった。この点の媒質の振幅はいくらか

④ 右図のとおり

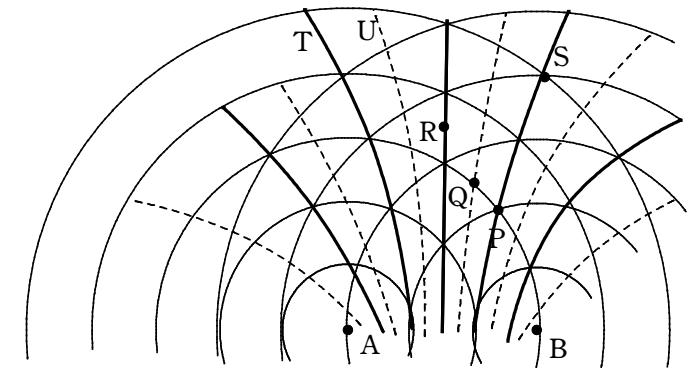
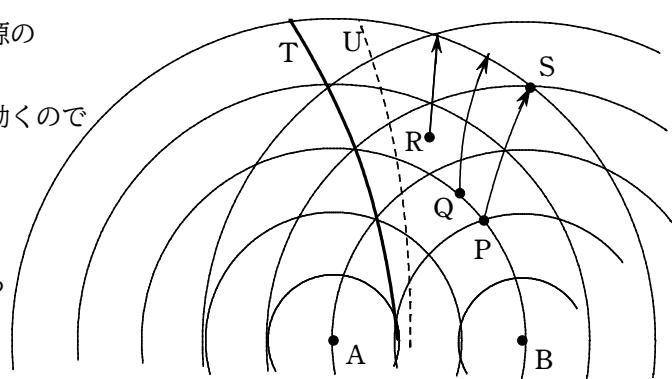
⑤ 媒質の振動周期は波源の振動周期と同じ

⑥ 同心円の波面二つ分動くので2周期4秒である。

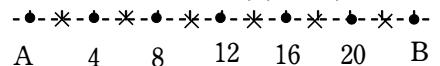
⑦ 実線Tは腹線であり、媒質の振幅が大きくA,Bの波が強め合っている
破線Uは節線であり媒質が全くゆれない点である。A,Bの波が弱めあっている。

⑧

図のとおり腹線5本、節線6本である。



⑨ AB間は図より波長3つ分であるので、 $8m \times 3 = 24m$ である。線分ABと腹線、節線の交点が定常波の腹、節である。ABの中点はA,Bからの距離が等しいので、腹となる。定常波の腹と腹の間隔は波長の半分で4mであるから、下図の黒点の位置が腹である。節は腹と腹の中点であるので、下図の×印がふしの位置である。



Aのほうから 2,6,10,14,18,22 の位置が節である。

⑩ 2点からの距離差が $m\lambda$ のときに強めあい、 $\left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$ のときに弱めあう。この場合の距離差は $24 - 16 = 8$ で波長(8m)の1倍であり、強め合う条件を満たしている。よって、振幅1mの波が重なるので、振幅は2mとなる。

⑪ ⑩と同じく距離差は $24 - 20 = 4$ となり、波長(8m)の $\frac{1}{2}$ であり、弱めあう条件を満たしている。よって、この点の媒質は弱めあい、その振幅は0である。